



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

**DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO EN EL CASERÍO EL TABLÓN
Y DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE COLONIA ULISES ROJAS,
BÁRCENAS, VILLA NUEVA, GUATEMALA**

José Gabriel Pérez Madriz

Asesorado por el Ing. Silvio José Rodríguez Serrano

Guatemala, enero de 2022

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO EN EL CASERÍO EL TABLÓN
Y DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE COLONIA ULISES ROJAS,
BÁRCENAS, VILLA NUEVA, GUATEMALA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

JOSÉ GABRIEL PÉREZ MADRIZ

ASESORADO POR EL ING. SILVIO JOSÉ RODRÍGUEZ SERRANO

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO CIVIL

GUATEMALA, ENERO DE 2022

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANA	Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
VOCAL I	Ing. José Francisco Gómez Rivera
VOCAL II	Ing. Mario Renato Escobedo Martínez
VOCAL III	Ing. José Milton de León Bran
VOCAL IV	Br. Kevin Armando Cruz Lorente
VOCAL V	Br. Fernando José Paz González
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANA	Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
EXAMINADOR	Ing. Silvio José Rodríguez Serrano
EXAMINADOR	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
EXAMINADORA	Inga. Mayra Rebeca García Soria De Sierra
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

**DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO EN EL CASERÍO EL TABLÓN
Y DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE COLONIA ULISES ROJAS,
BÁRCENAS, VILLA NUEVA, GUATEMALA**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de Escuela de Ingeniería Civil, con fecha 3 de mayo de 2018.

José Gabriel Pérez Madriz

Universidad de San Carlos de
Guatemala



Facultad de Ingeniería
Unidad de EPS

Guatemala, 24 de mayo de 2021
REF.EPS.DOC.254.05.2021

Ing. Oscar Argueta Hernández
Director Unidad de EPS
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimado Ingeniero Argueta Hernández:

Por este medio atentamente le informo que como Asesor-Supervisor de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), del estudiante universitario **José Gabriel Pérez Madriz, Registro Académico 200815422 y CUI 2499 66123 0101** de la Carrera de Ingeniería Civil, procedí a revisar el informe final, cuyo título es: **DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO EN EL CASERÍO EL TABLÓN Y DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE COLONIA ULISES ROJAS, BÁRCENAS, VILLA NUEVA, GUATEMALA.**

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”

Una firma manuscrita en tinta negra sobre un fondo blanco, que parece ser la del ingeniero Silvio José Rodríguez Serrano.

Ing. Silvio José Rodríguez Serrano
Asesor-Supervisor de EPS
Área de Ingeniería Civil

c.c. Archivo
SJRS/ra

Universidad de San Carlos de
Guatemala



Facultad de Ingeniería
Unidad de EPS

Guatemala, 21 de julio de 2021
REF.EPS.D.280.07.2021

Ing. Armando Fuentes Roca
Director Escuela de Ingeniería Civil
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimado Ingeniero Fuentes Roca:

Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO EN EL CASERÍO EL TABLÓN Y DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE COLONIA ULISES ROJAS, BÁRCENAS, VILLA NUEVA, GUATEMALA**, que fue desarrollado por el estudiante universitario **José Gabriel Pérez Madriz, CUI 2499 66123 0101 y Registro Académico 200815422**, quien fue debidamente asesorado y supervisado por el Ing. Silvio José Rodríguez Serrano.

Por lo que habiendo cumplido con los objetivos y requisitos de ley del referido trabajo y existiendo la aprobación por parte del Asesor-Supervisor, como Director apruebo su contenido solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

“Id y Enseñad a Todos”

Ing. Oscar Argueta Hernández
Director Unidad de EPS

OAH/ra



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

Guatemala, 16 de julio 2021

Ingeniero
Armando Fuentes Roca
Directo de La Escuela de Ingeniería Civil
Guatemala

Ingeniero Fuentes.

Por medio de la presente comunico a usted, que por medio del Departamento de Hidráulica de la Escuela de Ingeniería Civil, se ha revisado el trabajo Final de EPS, **DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO EN EL CASERÍO EL TABLÓN Y DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE COLONIA ULISES ROJAS, BÁRCENAS, VILLA NUEVA, GUATEMALA**, del estudiante de la Carrera de Ingeniería Civil **José Gabriel Pérez Madriz**, Registro Académico, **200815422**, como Asesor al Ing. **Silvio José Rodríguez Serrano**.

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

Sin otro particular, le saludo muy atentamente.

ID Y ENSEÑAD A TODOS


FACULTAD DE INGENIERIA
DEPARTAMENTO
DE
HIDRAULICA
U S A C
Ing. Civil Pedro Antonio Aguilar Pizarro
Jefe Del Departamento de Hidráulica

Cc: 
Armas

Asesor
Interesado





LNG.DIRECTOR.001.EIC.2022

El Director de la Escuela de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el visto bueno del Coordinador de Área y la aprobación del área de lingüística del trabajo de graduación titulado: **DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO EN EL CASERÍO EL TABLÓN Y DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE COLONIA ULISES ROJAS, BÁRCENAS, VILLA NUEVA, GUATEMALA**, presentado por: **José Gabriel Pérez Madriz**, procedo con el Aval del mismo, ya que cumple con los requisitos normados por la Facultad de Ingeniería.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

Ing. Armando Fuentes Roca
Director
Escuela de Ingeniería Civil



Guatemala, enero de 2022



Facultad de Ingeniería

Decanato
24189101-
24189102
secretariadecanato@ingenieria.usac.edu.gt

LNG.DECANATO.OI.028.2022

La Decana de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Civil, al Trabajo de Graduación titulado: **DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO EN EL CASERÍO EL TABLÓN Y DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE COLONIA ULISES ROJAS, BÁRCENAS, VILLA NUEVA, GUATEMALA**, presentado por: **José Gabriel Pérez Madriz**, después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:



Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada

Decana

Guatemala, enero de 2022

AACE/gaoc

ACTO QUE DEDICO A:

- Dios** Por darme la sabiduría, paciencia y la vida para alcanzar esta meta.
- Mis padres** Alba Isabel Madriz Santa Cruz de Pérez y José Osberto Pérez Alvarado, ustedes son los cimientos sobre los cuales logre construir esta etapa de mi vida.
- Mi hermano y su familia** Josué David Pérez Madriz, Doménica Rodríguez del Cid. Por su amistad y cariño. A mis sobrinos: Andrik David y Yesly Doménica. Que mi triunfo sea un ejemplo de lucha y perseverancia para ellos.
- Mis abuelos** Por su cariño brindado todos estos años.

AGRADECIMIENTOS A:

Dios	Por permitirme completar esta etapa de mi vida.
Mis padres	Alba Isabel Madriz Santa Cruz de Pérez y José Osberto Pérez Alvarado por darme su confianza, aconsejarme, motivarme, apoyarme incondicionalmente y por los sacrificios que han hecho constantemente para proporcionarme siempre lo necesario para alcanzar esta meta.
Mi hermano y su familia	Josué David Pérez Madriz, Doménica Rodríguez del Cid. Mis sobrinos: Andrik David y Yesly Doménica. Por alentarme a seguir adelante y alcanzar mis metas.
Universidad de San Carlos de Guatemala	Por la enseñanza de la carrera de Ingeniería Civil.
Ing. Manuel Arrivillaga	Por su apoyo, comprensión y asesoría.
Ing. Silvio Rodríguez	Por su apoyo, comprensión y asesoría.
Ing. Obdulio Cotuc	Por su comprensión y la oportunidad recibida en la Mancomunidad Gran Ciudad del Sur.

Ing. Gerson Barrios	Por su comprensión y la oportunidad recibida en la Mancomunidad Gran Ciudad del Sur.
Arq. Diana Osorio	Por la enseñanza recibida en el área de software de sistemas de información geográfica.
Dirección de Agua y Saneamiento de la Municipalidad de Villa Nueva	Por la información proporcionada para la realización de este proyecto.
Mancomunidad Gran Ciudad del Sur	Por permitirme realizar mi EPS en esta institución.
A mis mejores amigos	José Luis Pereira, Julio Ventura, Albylin Barrios, Nelson Archila, Hans Ortiz, Alexis Oliva, y a los demás del grupo: “Los de la foto”. Por su colaboración y orientación en mayor o menor medida en la realización de este logro.
Mis compañeros y amigos de estudio	Agradecido por su amistad y por los momentos de convivencia que pasamos.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	VII
LISTA DE SÍMBOLOS	XIII
GLOSARIO	XXI
RESUMEN.....	XXXIII
OBJETIVOS.....	XXXV
INTRODUCCIÓN.....	XXXVII
1. FASE DE INVESTIGACIÓN.....	1
1.1. Monografía del lugar.....	1
1.1.1. Descripción geográfica	1
1.1.2. Aspectos físicos.....	2
1.1.2.1. Ubicación geográfica	2
1.1.2.2. Aspectos climáticos	6
1.1.2.3. Topografía	7
1.1.2.4. Flora y fauna.....	7
1.1.2.5. Suelo	7
1.1.3. Demografía y situación social.....	8
1.1.3.1. Población.....	8
1.1.3.2. Vías de acceso	12
1.1.4. Actividad económica.....	13
1.1.5. Comercio	13
1.1.6. Productividad.....	14
2. FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL	27
2.1. Diseño de alcantarillado sanitario.....	27

2.1.1.	Descripción del proyecto	27
2.1.2.	Alcance del proyecto	27
2.1.3.	Topografía	28
2.1.3.1.	Levantamiento topográfico	28
2.1.3.2.	Planimetría	28
2.1.3.3.	Altimetría	29
2.2.	Descripción del sistema a utilizar	29
2.2.1.	Parámetros de diseño	29
2.2.2.	Población actual	29
2.2.3.	Periodo de diseño	30
2.2.4.	Estimación de la población futura.....	30
2.2.5.	Dotación	31
2.2.6.	Determinación del caudal sanitario	32
2.2.6.1.	Factor de flujo.....	32
2.2.6.2.	Caudal doméstico o domiciliar.....	33
2.2.6.3.	Caudal comercial.....	33
2.2.6.4.	Caudal industrial.....	34
2.2.6.5.	Caudal por infiltraciones	34
2.2.6.6.	Caudal por conexiones ilícitas.....	35
2.2.6.7.	Factor de caudal medio	36
2.2.6.8.	Caudal de diseño	37
2.2.7.	Cálculo de hidráulico	38
2.2.7.1.	Cálculo de velocidades.....	38
2.2.7.2.	Diámetros mínimos	40
2.2.7.3.	Velocidades máximas y mínimas	40
2.2.7.4.	Velocidad a sección parcial	41
2.2.7.5.	Especificaciones de tirantes	42
2.2.7.6.	Diseño del alcantarillado	50
2.2.7.6.1.	Altura de pozos	60

	2.2.7.6.2.	Excavación	61
	2.2.7.6.3.	Relleno	61
2.2.8.	Obras de arte.....		61
	2.2.8.1.	Pozos de visita.....	62
	2.2.8.2.	Conexiones domiciliarias.....	68
2.2.9.	Propuesta de tarifa		71
	2.2.9.1.	Programa de operación y mantenimiento del alcantarillado sanitario para el caserío El Tablón.....	71
2.2.10.	Elaboración de planos		83
2.2.11.	Elaboración de presupuesto		84
2.2.12.	Evaluación socioeconómica.....		88
	2.2.12.1.	Valor Presente Neto	88
	2.2.12.2.	Tasa Interna de Retorno.....	89
	2.2.12.3.	Cálculo de la relación Beneficio-Costo (B/C)	91
	2.2.12.3.1.	Datos utilizados para el análisis socioeconómico	92
2.2.13.	Propuesta de planta de tratamiento.....		95
	2.2.13.1.	Descripción general del sistema	95
2.3.	Diseño de la red de distribución de agua potable, para la colonia Ulises Rojas, Bárcenas, municipio de Villa Nueva, Guatemala.....		108
2.3.1.	Descripción general del proyecto.....		108
	2.3.1.1.	Alcance del proyecto	108
	2.3.1.2.	Topografía	109
2.3.2.	Caudal disponible, dotación y tipo de servicio		109
2.3.3.	Tasa de crecimiento y población actual.....		110
2.3.4.	Período de diseño, población futura		111

	2.3.4.1.1.	Método geométrico	112
2.3.5.		Factores de consumo y caudal.....	114
	2.3.5.1.	Caudal medio diario	116
		Caudal máximo diario.....	121
	2.3.5.2.	Caudal de hora máxima	121
2.3.6.		Calidad del agua y sus normas	122
	2.3.6.1.	Análisis bacteriológico.....	123
	2.3.6.2.	Análisis químico sanitario	123
2.3.7.		Fórmulas, coeficientes y diámetros de tuberías ...	124
2.3.8.		Presiones y velocidades:.....	134
2.3.9.		Levantamiento topográfico	136
	2.3.9.1.	Planimetría	137
	2.3.9.2.	Altimetría	137
2.3.10.		Diseño hidráulico del sistema.....	137
	2.3.10.1.	Red de distribución.....	269
		2.3.10.1.1. Circuito cerrado.....	271
	2.3.10.2.	Sistema de desinfección.....	283
	2.3.10.3.	Obras de arte	286
	2.3.10.4.	Válvulas.....	286
	2.3.10.5.	Conexiones prediales.....	287
2.3.11.		Propuesta de tarifa	288
	2.3.11.1.	Programa de operación y mantenimiento.....	294
2.3.12.		Elaboración de planos.....	316
2.3.13.		Elaboración de presupuesto.....	316
2.3.14.		Evaluación socioeconómica	323
	2.3.14.1.	Valor Presente Neto	323
	2.3.14.2.	Tasa Interna de Retorno.....	324

2.3.14.3.	Cálculo de la relación Beneficio-Costo (B/C)	326
2.3.14.4.	Datos utilizados para el análisis socioeconómico	327
CONCLUSIONES		331
RECOMENDACIONES		333
BIBLIOGRAFÍA		335
APÉNDICES		339
ANEXOS		357

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Localización del municipio de Villa Nueva, Guatemala	3
2.	Colindancias del municipio en el departamento de Guatemala.....	5
3.	Casos de diarrea aguda en Villa Nueva	10
4.	Casos de parasitismo intestinal en Villa Nueva.....	10
5.	Árbol de problemas	15
6.	Árbol de objetivos	18
7.	Identificación de alternativas	20
8.	Macrolocalización del proyecto	25
9.	Microlocalización del proyecto	26
10.	Relación de diámetros, sección llena y parcialmente llena	43
11.	Diagrama para cálculo de cotas invert	45
12.	Esquema de un sistema de alcantarillado.....	62
13.	Pozo de visita	63
14.	Pozo sin artefacto disipador	65
15.	Colchón de agua	66
16.	Codo disipador	67
17.	Bandejas disipadoras	68
18.	Conexión domiciliar	69
19.	Conexión domiciliar	70
20.	Cabezal de lanza	78
21.	Tirabuzón	78
22.	Fracturas en colector.....	79
23.	Bomba achicadora	80

24.	Cronograma valorizado de obra del proyecto	86
25.	Cronograma de avance financiero	87
26.	Interpretación gráfica de ingresos y costos.....	93
27.	Evaluación socioeconómica.....	94
28.	Sistema convencional de lodos activados	101
29.	Macrolocalización del proyecto.....	106
30.	Microlocalización del proyecto	107
31.	Cámara de quiebre de presión o tanque rompe presión.....	148
32.	Ventosas o válvulas para aire	150
33.	Válvulas de limpieza o de purga	151
34.	Elevación, dimensiones del techo.....	174
35.	Anillo de coronamiento	175
36.	Elevación, dimensiones del tanque	176
37.	Perspectiva y elevación, elementos de torre	177
38.	Planta, dimensión parte superior torre	178
39.	Perspectiva y planta, inclinación columnas torre	179
40.	Elevación, dimensión parte inferior torre.....	180
41.	Elevación, parte superior, parte inferior, columnas, horizontales, y breizas	181
42.	Perspectiva y elevación, modelo esquemático de tanque metálico elevado	182
43.	Gráfico F_y , límite de fluencia	184
44.	Elevación, volumen de agua en cuerpo y fondo de tanque	191
45.	Elevación, radio del disco o hipotenusa del fondo	192
46.	Zonas de velocidad básica del viento para la República de Guatemala (mph)	195
47.	Escarpa, colina o cresta.....	200
48.	Zonificación sísmica para la República de Guatemala, Parámetros S_s y S_1	215

49.	Espectro de respuesta	229
50.	Presión hidrostática en el cuerpo de tanque	235
51.	Carga de presión, carga de elevación, carga de velocidad y carga total	255
52.	Línea de energía o carga total y línea piezométrica.....	258
53.	Esquema del tramo a analizar.....	260
54.	Esquema del tramo a analizar.....	261
55.	Esquema del tramo a analizar.....	263
56.	Esquema del tramo a analizar.....	265
57.	Esquema del tramo a analizar.....	266
58.	Esquema del tramo a analizar.....	268
59.	Componentes físicos en un sistema de distribución de agua.....	273
60.	Cronograma de avance financiero	321
61.	Interpretación gráfica de ingresos y costos	328

TABLAS

I.	Coeficiente de rugosidad.....	39
II.	Rango de Velocidades	41
III.	Profundidad mínima para tubería de concreto en metros	47
IV.	Profundidad mínima para tubería de PVC en metros.....	48
V.	Anchos de zanja mínimos	48
VI.	Tramo por diseñar	50
VII.	Presupuesto	84
VIII.	Dotación de agua potable	110
IX.	Datos iniciales de población.....	113
X.	Datos de tasa de crecimiento y período de diseño	113
XI.	Datos de población futura y densidad de vivienda	114
XII.	Centros educativos	117

XIII.	Datos de estudiantes	118
XIV.	Datos del personal educativo.....	118
XV.	Población futura y dotación.....	119
XVI.	Área verde 1	119
XVII.	Área verde 2	120
XVIII.	Resumen de caudales	120
XIX.	Coeficientes C	125
XX.	Tipos de tubería	126
XXI.	Tipos de tubería	127
XXII.	Tipos de tubería	128
XXIII.	Tipos de tubería	129
XXIV.	Tipos de tubería	129
XXV.	Transporte y almacenamiento de las tuberías	130
XXVI.	Transporte y almacenamiento de las tuberías	131
XXVII.	Transporte y almacenamiento de las tuberías	132
XXVIII.	Viviendas actuales y densidad de vivienda sector 2	138
XXIX.	Datos iniciales de población sector 2.....	139
XXX.	Dotación y población futura sector 2.....	139
XXXI.	Área verde 1	139
XXXII.	Resumen de caudales sector 2	140
XXXIII.	Factor de día máximo sector 2	140
XXXIV.	Factor de hora máximo sector 2	140
XXXV.	Viviendas actuales y densidad de vivienda sector 1	141
XXXVI.	Datos iniciales de población sector 1.....	141
XXXVII.	Dotación y población futura sector 1	142
XXXVIII.	Área verde 2	142
XXXIX.	Datos población estudiantil	142
XL.	Datos personal plantel educativo	143
XLI.	Resumen de caudal medio escuela.....	143

XLII.	Resumen de caudales sector 1	144
XLIII.	Factor de día máximo sector 1	144
XLIV.	Factor de hora máximo sector 1	144
XLV.	Diámetros recomendados para diseño de línea de conducción.....	156
XLVI.	Alturas para carga dinámica total.....	160
XLVII.	Resultados de la carga dinámica total para diferentes diámetros	161
XLVIII.	Valores de elasticidad de algunos materiales	162
XLIX.	Resultados del análisis del golpe de ariete para los diferentes diámetros	164
L.	Resultados del análisis de potencia para los diferentes diámetros	165
LI.	Predimensionamiento de secciones elementos de torre	183
LII.	Clases de material	185
LIII.	Esfuerzo permisible de diseño, s	186
LIV.	Eficiencia de la junta	186
LV.	Espesor mínimo placas cilíndricas en contacto con agua	188
LVI.	Velocidades máximas del viento	194
LVII.	Factor de direccionalidad del viento (Kd)	196
LVIII.	Categoría de riesgo.....	196
LIX.	Factor de importancia por viento, Iv	197
LX.	Constantes de exposición del terreno	199
LXI.	Parámetros de velocidad sobre colinas y escarpas	202
LXII.	Coeficiente de fuerza para tanque (Cf tanque)	211
LXIII.	Para torre (Cf torre).....	212
LXIV.	Clasificación del sitio	214
LXV.	Listado de parámetros de aceleración asignada por municipio.....	216
LXVI.	Coeficiente de sitio Fa.....	225
LXVII.	Coeficiente de sitio Fv	226
LXVIII.	Período de transición a largo plazo, TL.....	228
LXIX.	Factor de importancia por sismo, Is	230

LXX.	Categoría de diseño sísmico basada en SDS	230
LXXI.	Categoría de diseño sísmico basada en SD1	231
LXXII.	Coeficientes sísmicos para estructuras no similares a edificios	231
LXXIII.	Deriva permisible, Δ_{per}	232
LXXIV.	Datos para análisis del tramo	259
LXXV.	Datos para análisis del tramo	261
LXXVI.	Datos para análisis del tramo	263
LXXVII.	Datos para análisis del tramo	264
LXXVIII.	Datos para análisis del tramo	266
LXXIX.	Datos para análisis del tramo	268
LXXX.	Datos de diseño tramo del sector 2	275
LXXXI.	Datos de diseño tramo del sector 1	279
LXXXII.	Elementos de conexión domiciliar	287
LXXXIII.	Datos para costo de operación	289
LXXXIV.	Datos para costo de mantenimiento	290
LXXXV.	Datos costo del tratamiento	291
LXXXVI.	Datos gastos administrativos	292
LXXXVII.	Datos costo de reserva	293
LXXXVIII.	Datos propuesta de tarifa para consumo	294
LXXXIX.	Mantenimiento captación por medio de pozo	297
XC.	Mantenimiento preventivo de tuberías de aducción y conducción	299
XCI.	Mantenimiento preventivo tanque de almacenamiento	302
XCII.	Mantenimiento preventivo de la red de distribución	311
XCIII.	Mantenimiento preventivo de válvulas	314
XCIV.	Mantenimiento preventivo de los medidores.....	315
XCV.	Presupuesto.....	317
XCVI.	Cronograma valorizado de obra del proyecto	319
XCVII.	Evaluación socioeconómica.....	329

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
π	3,14159265
Htorre	Altura de torre
h cuerpo	Altura del cuerpo
h fondo	Altura del fondo
h techo	Altura del techo
Az	Ancho de zanja
\emptyset	Ángulo de fricción interna del suelo
β	Ángulo formado por la horizontal y la inclinación del techo del tanque
As	Área de acero
Asmin	Área de acero mínimo
Ast	Área de acero por temperatura
A	Área de la tubería
Ag	Área gruesa de la sección
An	Área neta de la sección
Ae	Área neta efectiva de la sección
a	Área que ocupa el tirante en la tubería
HP	Caballos de fuerza
CDT	Carga dinámica total
Cm	Carga muerta
Cu	Carga última
Cv	Carga viva
Q	Caudal

Q	Caudal a sección llena
Q	Caudal a sección llena en tuberías
Qcom	Caudal comercial
Q(c.i)	Caudal conexiones ilícitas
Qb	Caudal de bombeo
QMD	Caudal de día máximo
q	Caudal de diseño
Qdis	Caudal de diseño
Qhm	Caudal de hora máxima
QMH	Caudal de hora máxima
Qdom	Caudal domiciliar
Qind	Caudal industrial
Qm	Caudal medio diario
Qi	Caudal por infiltración
Qsan	Caudal sanitario
a	Celeridad
CENMA	Central de Mayoreo
SMS	Coeficiente de aceleración espectral a períodos cortos
SM1	Coeficiente de aceleración espectral a períodos de 1 segundo
C	Coeficiente de fricción
C	Coeficiente de fricción en tuberías
n	Coeficiente de rugosidad
Fa	Coeficiente de sitio
Fv	Coeficiente de sitio
C	Constante que expresa la relación de altura del tanque con respecto al su diámetro
CT	Cota de terreno

\emptyset	Diámetro
D	Diámetro de la tubería
D	Diámetro de la tubería
Dcuerpo	Diámetro del cuerpo
Lz	Distancia a la proyección del zenit
DH	Distancia horizontal efectiva entre pozos de visita
EMPAGUA	Empresa Municipal de Agua
E	Empuje del suelo sobre el anclaje
Fy	Esfuerzo de fluencia del acero
f'c	Esfuerzo máximo a compresión del concreto
t	Espesor de la placa de acero
U	Factor de arrastre por cortante
fqm	Factor de caudal medio
FQM	Factor de Caudal Medio
FDM	Factor de día máximo
FDM	Factor de día máximo
FH	Factor de Harmond
FHM	Factor de hora máximo
K	Factor de longitud efectiva (Factor de pandeo)
Φ_c	Factor de resistencia a compresión
Φ_v	Factor de resistencia a corte
Φ_b	Factor de resistencia a flexión
Φ_t	Factor de resistencia a tensión
Pr	Fuerza axial requerida
Fcr	Fuerza crítica
Pn	Fuerza de compresión nominal
Fe	Fuerza elástica de pandeo
Pc	Fuerza o capacidad axial disponible
GPM	Galones por minuto

°C	Grados centígrados
g	Gravedad
hab	Habitante
Hab	Habitantes
Hz	Hertz
HG	Hierro galvanizado
m	Inclinación de columnas
INFOM	Instituto de Fomento Municipal
kg	Kilogramo
kg/cm²	Kilogramo por centímetro cuadrado
Km	Kilómetro(s)
Km²	Kilómetros cuadrados
KWH	kilovatio-hora
kw	Kilowatt
psi	Libras por pulgadas cuadradas
l	Litro
l/hab/día	Litros consumidos por un habitante en un día
lts/hab/día	Litros por habitante por día
l/s	Litros por segundo
lts/seg	Litros por segundo
lts/viv/día	Litros por vivienda por día
Ln	Logaritmo natural
m	Metro
m	Metros
mca	Metros columna de agua
m²	Metros cuadrados
m/s	Metros por segundo
msnm	Metros sobre el nivel del mar
mm	Milímetros

Mm	Milímetros
E	Módulo de elasticidad del acero
S	Módulo de sección
Z	Módulo de sección plástico
Q	Moneda en Quetzales
n	Número de columnas
No./hab/viv	Número de habitantes por vivienda
Ss	Parámetro de aceleración asignada a períodos cortos
S1	Parámetro de aceleración asignada a períodos de 1 segundo
SDS	Parámetro de diseño de aceleración espectral a períodos cortos
SD1	Parámetro de diseño de aceleración espectral a períodos de 1 segundo
Bi	Parte inferior de la torre
Bs	Parte superior de la torre
S	Pendiente
S	Pendiente del terreno
hf	Pérdidas por fricción en la tubería
n	Periodo de diseño
γ_w	Peso específico del agua
γ_s	Peso específico del suelo
PVC	Policloruro de vinilo
%	Porcentaje
PV	Pozo de Visita
plg	Pulgada
“	Pulgadas
r	Radio de giro

d	Radio del disco o hipotenusa del fondo
R_h	Radio hidráulico
rec	Recubrimiento del acero
ε	Relación área sólida/área gruesa
B/C	Relación Beneficio-Costo
a/A	Relación de área de flujo a sección parcial / área a sección llena
q/Q	Relación de caudal a sección parcial / caudal a sección llena
d/D	Relación de diámetro sección parcial entre sección llena
e	Relación de esbeltez
d/D	Relación de profundidad de flujo a sección parcial / profundidad a sección llena
v/V	Relación de velocidad de fluidos sección parcial / velocidad a sección llena
v/V	Relación de velocidad sección parcial entre sección llena
R_y	Relación entre el límite elástico esperado y el límite elástico mínimo especificado
M_n	Resistencia a la flexión nominal
M_r	Resistencia a la flexión requerida
F_u	Resistencia a la tracción del acero
V_n	Resistencia nominal al corte
M_c	Resistencia o capacidad a la flexión disponible
GPS	Sistema de Posicionamiento Global
ASTM	Sociedad Americana para Pruebas y Materiales por sus siglas en inglés (American Society for Testing and Materials o ASTM International)

r	Tasa de crecimiento poblacional
TIR	Tasa Interna de Retorno
ton	Tonelada métrica
UNEPAR	Unidad Ejecutora de Acueductos Rurales
VAN	Valor Actual Neto
VPN	Valor Presente Neto
Vs	Valor soporte del suelo
V	Velocidad
V	Velocidad a sección llena de la tubería
v	Velocidad de diseño
v	Velocidad del flujo en la tubería
VAS	Vía Alternativa del Sur
viv	Viviendas

GLOSARIO

ACI	Instituto Americano del Concreto (American Concrete Institute)
Acueducto	Serie de conductos, a través de los cuales se traslada agua de un punto hacia otro.
Aforo	Medición del caudal de una fuente.
AGIES	Asociación Guatemalteca de Ingeniería Estructural y Sísmica
Agua potable	Agua apta para el consumo humano y agradable a los sentidos.
Aguas residuales	Efluente que se ha utilizado en actividades domésticas, comerciales o industriales.
AISC	Instituto Americano de Construcción de Acero (American Institute Of Steel Construction)
Alcantarilla	Conducto subterráneo que tiene por objeto recolectar y alejar de los edificios las aguas residuales procedentes de los mismos, así como las aguas de lluvia caídas en casas y calles.

Alcantarillado	Conjunto de tuberías que sirven para recolectar aguas sanitario-residuales y transportarlas a una instalación de tratamiento o cuerpo receptor, sin que afecte a la población.
Alcantarillado sanitario	Conjunto de tuberías que sirven para recolectar aguas residuales y transportarlas a una instalación de tratamiento o cuerpo receptor, sin que afecte a la población.
Altimetría	Parte de la topografía que da las mediciones de las elevaciones del terreno.
Análisis Estructural	Estudio que abarca el cálculo para determinar el comportamiento de una estructura a través de los diagramas de momentos, cortes y deflexiones.
Área de acero	Es la cantidad de acero necesaria que utiliza cualquier elemento estructural.
ASCE	Sociedad Americana de Ingenieros Civiles (American Society of Civil Engineers).
AWWA	Asociación Americana de Abastecimiento de Agua (American Water Works Association).
Bases de diseño	Base técnica adoptada para el diseño de proyectos.
Bombeo	Transportar un fluido de un lugar a otro por medio de una fuente de energía (bomba).

Candela	Fuente donde se reciben las aguas negras provenientes del interior de la vivienda y que conduce estas mismas al colector del sistema de drenaje.
Carga dinámica	También llamada carga hidráulica o presión dinámica. Es la altura que alcanzaría en agua, en un tubo piezométrico, a partir del eje central a lo largo de una tubería con agua a presión.
Carga estática	Es llamada presión estática, es la distancia vertical que existe entre la superficie libre de la fuente de abastecimiento a la caja rompe-presión o tanque de distribución, el punto de descarga libre.
Cargas	Fuerzas u otras acciones resultantes del peso de los materiales, la ocupación y sus pertenencias, efectos ambientales, movimientos diferenciales y restricciones a la deformación.
Cargas de Servicio	Todas las cargas, estáticas o transitorias, que se imponen a la estructura o elemento estructural debido a su uso (sin factores de carga).
Caudal	Es la cantidad de agua en unidades de volumen por unidad de tiempo que pasa en un punto determinado donde circule el líquido.
Cimiento	Parte importante de la construcción que se encarga de recibir la carga de los muros y transmitirla al suelo

portante, además de servir como base y apoyo de la estructura.

Colector Es una tubería generalmente de servicio público, que recibe y conduce las aguas residuales de la población.

Columna Elemento estructural vertical que soporta fuerzas de compresión y flexión para luego transmitir todas las cargas de la estructura a la cimentación.

Combinación de Cargas Combinación de las fuerzas y cargas mayoradas.

Concreto Es un material compuesto utilizado en la construcción formado por un material aglomerante, acompañado por fragmentos o partículas de arena, agua y pedrín.

Conexión domiciliar Tubería que conduce las aguas negras desde el interior de la vivienda hasta la candela.

Contaminación Es la introducción al agua de microorganismos que la hacen impropia para consumo humano.

Cortante Fuerza interna que actúa tangencialmente al plano, llamada también tensión diagonal.

Corte basal Fuerza horizontal cortante causada por un sismo en la base de una estructura, que se distribuye

posteriormente a lo largo de las diferentes alturas del edificio.

Cota de terreno	Altura de un punto de terreno, referido a un nivel determinado.
Cota Invert	Son las alturas o cotas de la parte inferior de una tubería ya instalada.
Cota piezométrica	Máxima presión dinámica en cualquier punto de la línea de conducción o distribución.
Desfogue	Componente de protección en un sistema de alcantarillado, donde se ancla la tubería final para disposición final de las aguas residuales.
Desinfección	Es la destrucción de casi todas las bacterias patógenas que existen en el agua por medio de un tratamiento.
Dotación	Suministro promedio de agua que necesita un habitante diariamente para satisfacer sus necesidades.
Ductilidad	Propiedad que tiene un material de soportar grandes deformaciones sin fallar bajo altos esfuerzos de tensión.

Efecto P-DELTA	Cambios en los momentos y deflexiones de columnas debidos a deflexiones laterales.
Especificaciones	Son las normas generales y técnicas de construcción contenidas en un proyecto, disposiciones especiales o cualquier otro documento que se emita antes o durante la ejecución de un proyecto.
Factor de carga	Factor casi siempre mayor que la unidad que multiplica las cargas de servicio para obtener cargas mayoradas.
Factor de longitud efectiva	Factor que se aplica a la longitud de una columna para poder convertirla, de acuerdo a sus condiciones de extremo, en una columna equivalente con apoyos articulados.
Factor de resistencia (Φ)	Factor casi siempre menor que la unidad empleada para reducir la resistencia nominal y convertirla en resistencia de diseño.
Fuerza sísmica	Fuerza horizontal correspondiente a la apropiada distribución en la altura de la estructura del cortante sísmico en la base, para el diseño sismo resistente.
Golpe de ariete	Es la variación de presión en una tubería, por encima o por debajo de la presión normal de operación, ocasionada por rápidas fluctuaciones en el gasto.

IBC	Código Internacional de Construcción (International Building Code).
INE	Instituto Nacional de Estadística.
INFOM	Instituto de Fomento Municipal.
Losa	Es un elemento estructural que funcionan como cubierta, además de transmitir las cargas verticales a la estructura.
LRFD	Diseño por Factores de Carga y Resistencia (Load and Resistance Factors Design).
Mampostería	Sistema tradicional de construcción que consiste en colocar un material mampuesto uniformemente uniendo las piezas con un mortero.
Manual	Guía de uso documental que proporciona instrucciones, procedimientos, y criterios de aplicación, con la finalidad de lograr la estandarización.
Módulo de elasticidad	Relación entre el esfuerzo de tracción o de compresión y la deformación unitaria producida por aquel, para esfuerzos inferiores al límite elástico del material.

Módulo de sección	Relación del momento de inercia respecto a un eje particular de una sección dividido entre la distancia a la fibra extrema de la sección, medida perpendicularmente al eje en consideración.
Nacimiento	Lugar en el cual un acuífero aflora o brota a la superficie del terreno.
Nivelación	Es un procedimiento de campo que se realiza para determinar las elevaciones en puntos determinados.
Obras accesorias	Cualquier obra destinada a proteger la integridad física de los componentes de una obra, que puedan estar expuestos a daños por causas naturales y/o humanas.
Pendiente	Es el grado de inclinación que pueda poseer un terreno.
Pérdida de carga	Es el cambio que experimenta la presión, dentro de la tubería, por motivo de la fricción.
Perfil	Delineación de la superficie de la tierra, según su latitud y altura, referidas a puntos de control.
Peso	Fuerza vertical hacia abajo experimentada por una masa, cuando es sometida a la aceleración de la gravedad.

Pozo de visita	Estructura subterránea que sirve para cambiar de dirección, pendiente, diámetro, y para iniciar un tramo de tubería.
Pozos de visita	Estructuras de concreto, mampostería y otro material especificado, construidas en las redes de alcantarillado para permitir el acceso a las tuberías, para limpieza, cambios de dirección en flujo o revisión.
Predimensionar	Efecto de colocarle dimensiones a los miembros estructurales en forma parcial.
PVC	Policloruro de vinilo.
Relación de Esbeltez	Relación de la longitud efectiva de una columna a su radio de giro, ambos referidos al mismo eje de flexión.
Resistencia	Propiedad que tiene un elemento para soportar una carga o fuerza.
Resistencia de diseño	Producto de la resistencia nominal multiplicada por el factor de resistencia.
Rigidez	Capacidad que tienen los elementos estructurales a no deformarse por la acción de fuerzas externas.
SCBF	Marcos Especiales Embreizados Concéntricamente (Special Concentrically Braced Frames).

Sección Compacta	Sección que tiene un perfil suficientemente robusto de manera que es capaz de desarrollar una distribución de esfuerzos totalmente plástica sin que suceda el pandeo.
Sismo	Es una serie de vibraciones de la superficie terrestre, generadas por un movimiento brusco o repentino de las capas internas de la tierra que produce fuerzas de inercia que sacuden el edificio.
Sistema estructural	Es un conjunto de elementos que mantienen una forma y una unidad, además de soportar las cargas para luego transmitir las al suelo.
Sobrecarga	Carga muerta adicional al peso propio de una estructura, que se toma como factor de seguridad.
Soldadura de filete	Soldadura colocada en la esquina formada por dos partes traslapadas en contacto una con otra.
Soldadura de Penetración completa	Soldadura hecha en ranuras entre los elementos que se unen, pueden extenderse a todo el espesor de los elementos.
TIR	Es la tasa interna de retorno. Es la tasa de descuento que hace que el valor presente de una oportunidad de inversión sea igual a cero, es decir, el interés que hace que los costos sean equivalentes a los ingresos.

Topografía	Es el arte de representar un terreno en un plano, con su forma, dimensiones y relieve.
Tratamiento	Es el conjunto de operaciones y procesos unitarios que se realizan sobre las aguas residuales, con el fin de modificar sus características físicas, químicas o bacteriológicas, para obtener agua potable que cumpla con las normas y criterios de calidad establecidos.
Viga	Es un elemento estructural lineal que trabaja principalmente a flexión, se encarga de soportar las cargas generadas por las losas.
VPN	Es el valor presente neto. Se basa en la suposición de que el valor del dinero se ve afectado por el tiempo en que se recibe.
Zapata	Es un tipo de cimentación que trabaja de manera aislada, que se encarga de soportar cargas puntuales para luego transmitir las al suelo.
Zenit	Punto en la esfera celeste o en el firmamento perpendicular sobre un punto de la tierra.

RESUMEN

Como parte del Ejercicio Profesional Supervisado (EPS), el presente trabajo de investigación consiste en el diseño y planificación del sistema de alcantarillado sanitario del caserío El Tablón y del sistema de distribución de agua potable de la colonia Ulises Rojas, ambos pertenecientes a la aldea Bárcenas del municipio de Villa Nueva, departamento de Guatemala, Guatemala.

Para la elaboración del proyecto fue necesario interactuar en la comunidad, principalmente para la fase de la investigación, donde se recabaron datos monográficos y topográficos del municipio. Posteriormente se realizó la fase del diseño y cálculo del sistema de alcantarillado sanitario y de la red de distribución, que darán como resultado que los habitantes cuenten con el servicio de alcantarillado para aguas residuales y agua potable en sus viviendas.

El diseño del alcantarillado sanitario se realizará por medio de las normas del INFOM-UNEPAR y el diseño de la red se realizará por el método de red a través del software WaterCAD. Además, se elaborará el presupuesto, la cuantificación de materiales y mano de obra necesarios.

Para que el lector que tenga acceso a esta investigación pueda visualizar la problemática identificada, su planteamiento y la definición de las acciones y recursos que se tomaran para solucionarla de forma técnica con las mejores prácticas de la ingeniería y en cumplimiento de normas aplicables para el caso, resaltando la función como representante de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

OBJETIVOS

General

Diseñar un sistema de alcantarillado sanitario en el caserío El Tablón y la red de distribución de agua potable de la colonia Ulises Rojas, ambos proyectos ubicados en Bárcenas, Villa Nueva, Guatemala; que sea económico y eficiente, para ayudar a mejorar las condiciones ambientales y sanitarias de dichas comunidades.

Específicos

1. Elaborar una investigación de carácter monográfico y un diagnóstico de las principales necesidades de la población, como son los servicios básicos y de infraestructura, del caserío El Tablón, y la colonia Ulises Rojas, ubicados ambos en Bárcenas, Villa Nueva, Guatemala.
2. Realizar el estudio técnico del caserío El Tablón, y la colonia Ulises Rojas, para desarrollar los proyectos de alcantarillado sanitario y la red de distribución de agua potable, en base a las normas establecidas en el país de Guatemala.
3. Proyectar el Ejercicio Profesional Supervisado tanto al área rural como al área urbana, para poder coadyuvar a su desarrollo, como también poner en práctica los conocimientos adquiridos a lo largo de la formación académica, para adquirir la experiencia necesaria para el desempeño de la ingeniería civil.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, las aldeas del municipio de Villa Nueva del departamento de Guatemala se ven seriamente afectadas en el tema de salubridad, esto debido a muchos factores, pero uno de los principales es la falta de alcantarillados sanitarios y el servicio de agua potable.

En la aldea de Bárcenas se ubica el caserío El Tablón, el cual ha experimentado un crecimiento de su población, lo cual es una de las principales razones de la contaminación de las aguas superficiales y del manto freático, ya que en esta comunidad al no tener un servicio de alcantarillado sanitario se ven forzados a desechar sus aguas residuales de diversas maneras; pozos ciegos, a flor de tierra, etc. El no darles un manejo adecuado a las aguas residuales por parte de los pobladores conlleva a la contaminación de las aguas superficiales y mantos freáticos, lo que provoca propagación de enfermedades, por lo que es de suma importancia dar solución a este problema.

Las eliminaciones de las aguas servidas a través de drenajes sanitarios darán protección contra gérmenes patógenos que dañan la salud, ya que las aguas negras están asociadas con enfermedades gastrointestinales, dichas enfermedades gastrointestinales comúnmente son: fiebre tifoidea, disentería bacilar y amebiana, ascariosis, giardiasis, tricocefalosis oxiuriasis, cólera chigelosis entre otras. Las aguas servidas desembocarán en una planta de tratamiento ubicada a una distancia prudencial de la población, para que estos no sean afectados en su salud.

La municipalidad de Villa Nueva, en conjunto con el COCODE del caserío El Tablón, definieron que el problema a solucionar es el adecuado manejo de las aguas negras o servidas, por lo cual se optó por realizar la construcción de un sistema de alcantarillado sanitario, por lo tanto se le encargó al estudiante que realiza su ejercicio profesional supervisado, el diseño del mismo, el cual ayudará, al ser construido, a reducir el índice de morbilidad en las aldeas beneficiadas y así mismo mejorar su calidad de vida y contribuir al desarrollo tanto social como ambiental.

La vida del ser humano depende del agua, sin embargo, cuando no es apta para el consumo, tan solo resulta ser portadora de enfermedades gastrointestinales. A pesar de ser reconocido como un derecho vital para el ser humano, en Guatemala existe un gran porcentaje de comunidades que no cuentan con un servicio adecuado de agua potable. El siguiente informe, se enfoca en actividades desarrolladas sobre la investigación y diseño del proyecto de abastecimiento de agua potable, ubicada en la colonia Ulises Rojas, que también es parte de la aldea de Bárcenas, donde la población necesita suplir la falta de agua potable y mejorar el sistema con la que se cuenta en la actualidad.

A través de la unidad de Ejercicio Profesional Supervisado (EPS), la mancomunidad gran ciudad del sur del departamento de Guatemala y la municipalidad de Villa Nueva del departamento de Guatemala, se coordinó la realización del diseño y planificación del sistema de alcantarillado sanitario del caserío El Tablón y del sistema de agua potable de la colonia Ulises Rojas.

De esta forma la Universidad de San Carlos de Guatemala, a través de la Facultad de Ingeniería, se puede proyectar a las comunidades más necesitadas mediante el conocimiento del estudiante de ingeniería civil, poniéndolos en práctica al dar una solución técnica a un problema tan importante como lo es la

conducción y tratamiento primario de las aguas residuales y el abastecimiento de agua potable.

1. FASE DE INVESTIGACIÓN

1.1. Monografía del lugar

A continuación, en los siguientes incisos se describe la monografía del lugar en estudio.

1.1.1. Descripción geográfica

Debido a la destrucción de Petapa en octubre de 1762, a causa de un temporal, el poblado fue separado en dos, uno de ladinos y otro de indígenas. Al primero se le llamo Villa Nueva de Petapa o Villa de Nuestra Señora de la Concepción de las Mesas y actualmente se conoce únicamente como Villa Nueva. En esa época formó parte de la provincia de los Sacatepéquez y Amatitlán. Posteriormente pasó a formar parte del Departamento de Amatitlán y al suprimirse este en 1,835 pasó al circuito Sur-Guatemala.

Los primeros pobladores fueron unas ciento cincuenta familias. Cuando el terremoto de 1773, muchas familias de Antigua Guatemala ilustres y acomodadas llegaron a la población para formar parte de ella aumentando así el número de pobladores y familias.

En seguida el mismo procurador pidió al gobierno eclesiástico la licencia para el traslado de la iglesia a la nueva población con todas las cofradías y hermandades de la antigua iglesia, la que fue otorgada por el señor Doctor Francisco Joseph de Palencia, Dean de la Santa Iglesia Metropolitana de Guatemala, Previsor, Vicario General y Gobernador en el Arzobispado.

Así fue como se trasladó la parroquia consagrada a la Concepción Purísima de Nuestra Señora al bello paraje llamado Lo de Barillas y se conoció con el nombre de Villa Nueva de Concepción del Valle de las Mesas. Lleno los requisitos y trámites ante el Alcalde Mayor de Amatitlán y Sacatepéquez, don Estansislao Antonio Coquer en señal de la fundación de Villa Nueva, con un azadón hirieron a la tierra en el lugar que se construiría la iglesia; trazo la plaza central midiendo con una cuerda 106 varas cuadradas y así quedó señalada como plaza mayor con sus calles de 8 varas de ancho alrededor y una al centro en diagonal de 10 varas destinadas para el camino real de tráfico de las provincias de la Ciudad de Guatemala.

El municipio de Villa Nueva fue fundado el 17 de abril de 1763 y al promulgarse la constitución política del estado de Guatemala el 11 de octubre de 1925 quedó comprendida en el primer distrito correspondiente a Guatemala, por decreto del 20

de octubre de 1935 se dispuso que el municipio de Villa Nueva perteneciera al departamento de Guatemala.¹

1.1.2. Aspectos físicos

A continuación, en el inciso 1,1,2,1. se describe la ubicación del municipio en estudio.

1.1.2.1. Ubicación geográfica

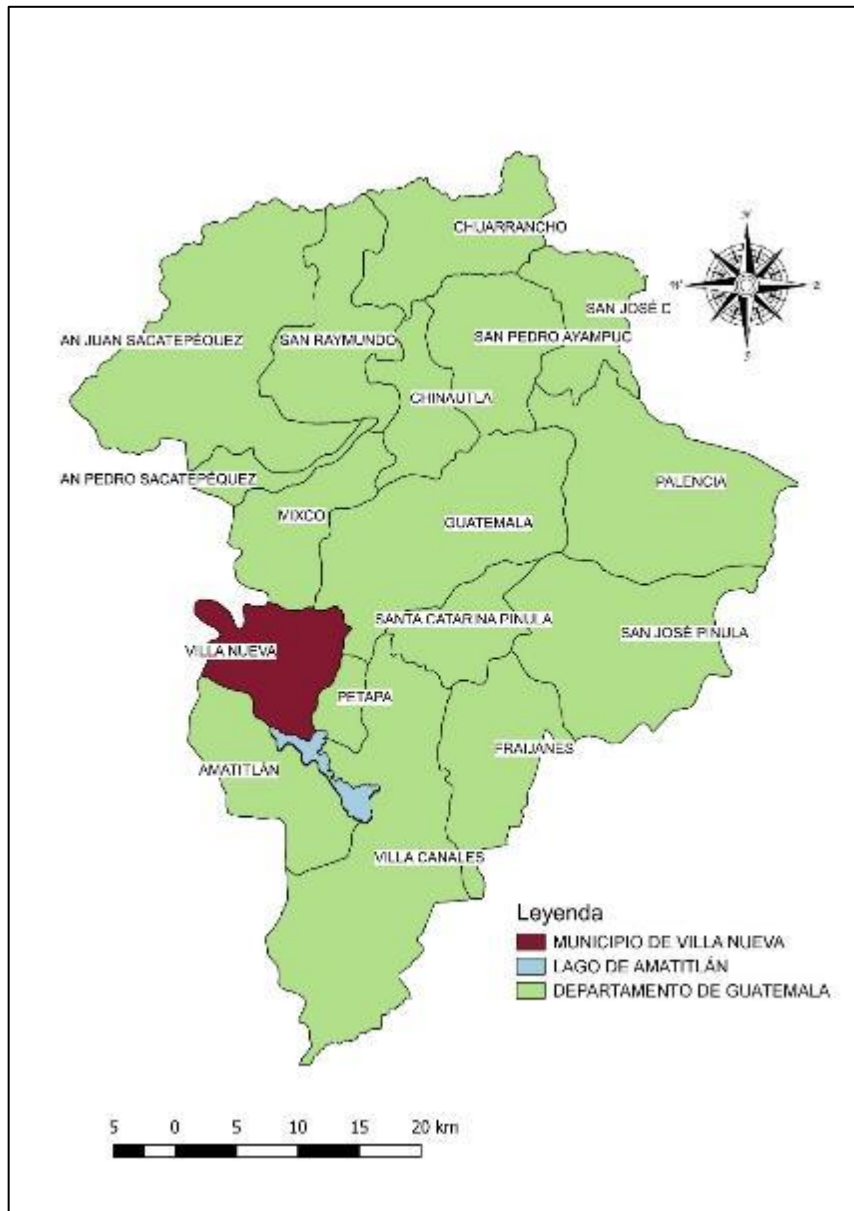
- **Situación geográfica**

Villa Nueva es uno de los 17 municipios que conforman la región metropolitana, se encuentra a 15 kilómetros al suroccidente de la ciudad capital sobre la carretera internacional CA-9. La altitud que se registra en el parque central del municipio es de 1 330,24 metros sobre el nivel del mar.²

¹ OVALLE PATZÁN, Walter Oswaldo. *Centro de capacitación, producción y comercialización comunitaria, Villa Nueva, Guatemala*. p. 26.

² ARREAGA RODRÍGUEZ, Lucia Fernanda. *Centro cultural para el municipio de Villa Nueva Guatemala*. p. 23.

Figura 1. Localización del municipio de Villa Nueva, Guatemala



Fuente: elaboración propia, empleando QGIS 3,18.

- **Distribución actual**

Villa Nueva cuenta con 1 Villa (Zona Central), 5 Aldeas y 11 caseríos (varias fincas), como Bárcenas, Rancho Santa Clara, El Frutal, San Antonio, Villalobos, Santa Catalina (El Zarzal y Guillén), El Paraíso, El Zarzal, San Francisco, Rancho Azul, La Selva, Concepción, Santa Isabel, Roldán, Las Lomas, El Rosario, San José. Actualmente, todas las áreas han sido fraccionadas y con desmembraciones, convirtiéndose en más de 300 colonias o fraccionamientos, algunas en la parte central (zona 1) y el resto en las 13 zonas que corresponden.³

- **Coordenadas cartesianas**

Latitud 14° 31' 32" norte. Longitud 90° 35' 15" oeste, del meridiano de Greenwich.

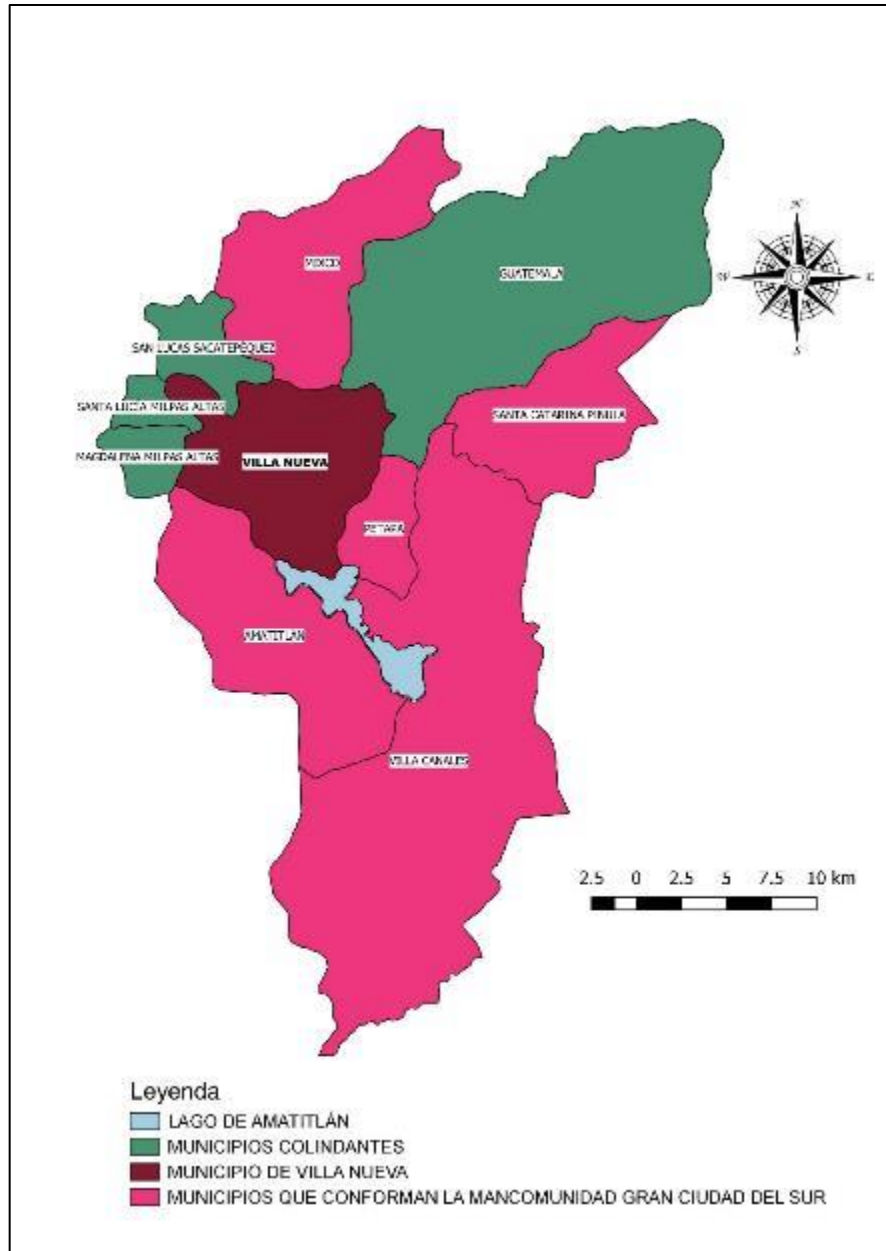
- **Colindancias**

Al norte: con el municipio de Mixco y la ciudad capital. Al sur: con el municipio de Amatitlán, al oriente: con el municipio de San Miguel Petapa y la ciudad capital, al occidente: con los municipios de San Lucas Sacatepéquez, Santa Lucía Milpas Altas y Magdalena Milpas Altas del departamento de Sacatepéquez.⁴

³ OVALLE PATZÁN, Walter Oswaldo. *Centro de capacitación, producción y comercialización comunitaria, Villa Nueva, Guatemala*. p. 26.

⁴ Ibid.

Figura 2. **Colindancias del municipio en el departamento de Guatemala**



Fuente: elaboración propia, empleando QGIS 3,18.

- Extensión territorial

“Área aproximada según estadística 114 Km² y conforme estimación del Instituto Geográfico Nacional. Área de la que el 97 % de su extensión está dentro de la cuenca del lago de Amatitlán”.⁵

- Condiciones geológicas

Dentro de sus accidentes geográficos hay seis montañas, tres cerros, cinco ríos, cuatro zanjones, dos quebradas, parte del lago de Amatitlán, cuatro parajes, un parcelamiento agrario (Bárcenas), este municipio cuenta con sitios arqueológicos como lo son, El Frutal, Eucaliptos, Falda, Santa Clara, Taltic, Zarzal. Así también cuenta con sitios turísticos como lo es el parque de Naciones Unidas.⁶

1.1.2.2. Aspectos climáticos

- Temperatura y humedad

La temperatura promedio de 19 a 20 grados centígrados, en épocas de calor se incrementa alcanzando los 24 y 25 grados, en época de frío desciende hasta llegar a los 9 y 10 grados, promediando una temperatura anual de 20 grados centígrados y un porcentaje de humedad del 50 % aproximadamente.⁷

- Clima y precipitación pluvial

Predomina el clima templado, y la precipitación pluvial es de 1 000 mm de lluvia anual.

⁵ OVALLE PATZÁN, Walter Oswaldo. *Centro de capacitación, producción y comercialización comunitaria, Villa Nueva, Guatemala*. p. 27.

⁶ Ibid.

⁷ Ibid. p. 28.

- Vientos

“Villa Nueva es un municipio que por estar asentado en una meseta casi en su totalidad, se le cataloga dentro de una categoría de vientos fuertes, siendo la dirección predominante la Noreste-Sureste con un 80 % anual”.⁸

1.1.2.3. Topografía

La elevación del parque central es de 1 330,24 msnm, según marca el monumento de elevación del Instituto Geográfico Nacional. El municipio se caracteriza por tener una topografía ondulada y montañosa, debido a que el casco urbano se ubica en una meseta entre montañas y el resto del municipio lo conforman depresiones y cimas de colinas. Esta característica provoca que haya grandes cañones o barrancos. El lugar se encuentra entre las cotas 1 300 y 1 450 msnm. Las pendientes van desde los 5° hasta los 16°. El municipio está asentado sobre una base de material piroclástico producto de antiguas erupciones de los volcanes cercanos.⁹

1.1.2.4. Flora y fauna

En el municipio de Villa Nueva se puede encontrar flora compuesta por las siguientes especies: Llama del bosque, pino, ciprés, encino, guayaba, ceiba, matilisque y otras, en cuanto a la fauna en el área existen algunas especies animales como: la rata común, ardillas, conejos, mapaches, tacuazines, cotuzas y la mayoría de la fauna doméstica.

1.1.2.5. Suelo

Los suelos del área corresponden a la región de la meseta central y como casi todos los suelos de los valles del altiplano guatemalteco, son de origen

⁸ ARREAGA RODRÍGUEZ, Lucia Fernanda. *Centro cultural para el municipio de Villa Nueva Guatemala*. p. 24.

⁹ Ibid.

volcánico, es decir que el Valle de Guatemala se encuentra parcialmente relleno de cenizas y arenas volcánicas que forman el piso de topografía uniforme apropiado para desarrollos urbanos.

- Tipos de suelos

Rocas volcánicas sin dividir, predominantemente Mio-Piloceno incluye tobas, coladas de lava, material laharico y sedimentos volcánicos.

- Cuaternario: renos y cubiertas gruesas de cenizas pómez de orígenes diversos.
- Paleozoico: rocas metamórficas sin dividir, filitas, esquistos cloríficos y granatíferos, esquicitos y gneisses de cuarzo micafeldespatos, mármol y migmatitas.

1.1.3. Demografía y situación social

A continuación, se describe la demografía y la situación social del municipio de Villa Nueva.

1.1.3.1. Población

El censo poblacional de 1994 reportó que la población llegó a 192 069 habitantes, de ese total 92,825 equivalente al 48,3 % son hombres y 99 244 son mujeres haciendo un 51,7 % restante. En base al último censo poblacional del año 2002 la población del municipio reportada es de 335 901 habitantes, y la información disgregada por sexo reporta 171 771 hombres y 184 130 mujeres.¹⁰

¹⁰ LÓPEZ PALACIOS DE SÁNCHEZ, Carmen Yolanda. *Historia del municipio de Villa Nueva*. p. 20.

Entre otros aspectos relacionados a la población se tienen:

- **Densidad de población**

Hasta el año de 1995 era de 2,665 habitantes por kilómetro cuadrado aumentando considerablemente respecto al año 1981 en el cual se contaba con una densidad de 948 habitantes por Km². para el año. Para el año 1996 se presentó en números de 2 760 habitantes por Km². Según los últimos datos censales el municipio de Villa Nueva es el tercer municipio con mayor población en el Departamento de Guatemala.¹¹

- **Educación**

Uno de los fines de la educación es impulsar en el educando el conocimiento de la ciencia como medio para desarrollarse en su entorno, en el municipio de Villa Nueva según datos de censos realizados existen 100 982 hombres y 103 022 mujeres alfabetas y en contraparte existen 7 072 hombres y 18 674 mujeres que no saben leer ni escribir, de éstos últimos ninguno de ellos tiene acceso a la educación sistemática, sin embargo, saben contar, que se les hace necesario para el manejo y administración de dinero, al hacer la comparación se deduce que la mayor parte de la población al menos cuenta con educación primaria.¹²

- **Salud**

En cuanto a servicios de salud, se muestra una situación muy precaria, ya que en este municipio aún no cuenta con hospital nacional en funcionamiento, cuenta con tres centros de salud, uno de ellos data de 1960 y cuatro sanatorios, debido a la insuficiente cobertura en materia de seguridad social, los niños que nacen poseen mayor riesgo de mortalidad puesto que no se le dan los cuidados necesarios para su bienestar; con la creación de un hospital tipo B con capacidad para atender en camas de 30 a 50 pacientes se resolvería el problema en cuanto a salud.

Según censos realizados por el instituto nacional de estadística, el 10 % de la población, generalmente se encuentra con enfermedades infectocontagiosas y de las vías respiratorias, de acuerdo a los informes del hospital regional de Amatitlán que cubre a los municipios de Villa Nueva, Villa Canales y San Miguel Petapa, el 80 % del presupuesto anual es empleado en medicina curativa y el 20 % en

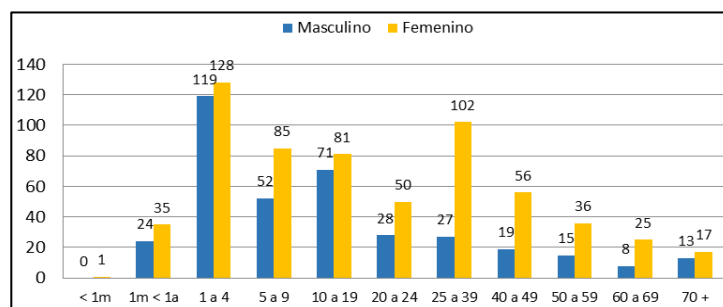
¹¹ LÓPEZ PALACIOS DE SÁNCHEZ, Carmen Yolanda. *Historia del municipio de Villa Nueva*. p. 20.

¹² FUENTES VÁSQUEZ, Jorge Estuardo. *Situación actual del agua en el municipio de Villa Nueva y diseño de la red de distribución para la colonia Marianita*. p. 14.

medicina preventiva, lo cual indica que un porcentaje alto de los habitantes de estos municipios, padecen de alguna enfermedad.¹³

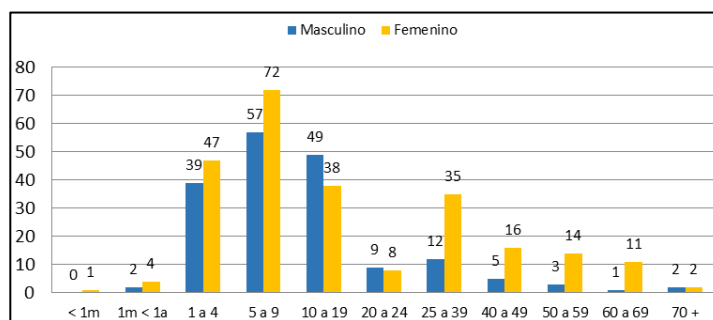
De acuerdo con datos recientes del Ministerio de Salud dos de las causas de morbilidad se deben a enfermedades de tipo gastrointestinal tales como diarrea aguda y parasitismo intestinal.

Figura 3. **Casos de diarrea aguda en Villa Nueva**



Fuente: Dirección de Salud, Municipalidad de Villa Nueva.

Figura 4. **Casos de parasitismo intestinal en Villa Nueva**



Fuente: Dirección de Salud, Municipalidad de Villa Nueva.

¹³ FUENTES VÁSQUEZ, Jorge Estuardo. *Situación actual del agua en el municipio de Villa Nueva y diseño de la red de distribución para la colonia Marianita*. p. 13.

- Organización

El Municipio cuenta con una Villa como cabecera: Villa Nueva, y distribuida así: 17 villas (incluyendo la cabecera), 70 colonias, 3 aldeas, 6 caseríos, 9 asentamientos, 3 lotificaciones, 2 parajes, 5 fincas, 3 granjas, 1 parcelamiento y una labor.¹⁴

- Servicios

La cantidad de servicios que posean, inciden en la calidad de vida y bienestar familiar, y sobre esta base se va a determinar su relación con el medio ambiente y su deterioro. Una eficiente y funcional infraestructura municipal, conlleva a un buen control de contaminación ambiental, desde ruidos, malos olores, elementos tóxicos, como plomo y residuos industriales.

“El municipio de Villa Nueva cuenta con los servicios básicos, y entre otros servicios con potabilización del agua para toda la población, alcantarillado general, tren municipal de aseo, colector general, cause de aguas entre otros”¹⁵.

- Costumbres y tradiciones

Las Tradiciones y costumbres de la población villanovana son de una variedad amplia mezclando legados ladina e indígena. Entre las principales festividades que se celebran en Villa Nueva destacan:

- Celebración de las fiestas de Noche Buena, la Navidad y el Año Nuevo.
- Actividades religiosas de la cuaresma y de Semana Santa en la localidad y así mismo con visitas a otros lugares turísticos de Guatemala y del extranjero.
- Fiesta Cantonal de la Aldea Villa Lobos.
- Fiestas de Independencia Nacional, con actividades culturales, deportivas, desfile cívico, carrozas alegóricas y carrera con la antorcha.

¹⁴ LÓPEZ PALACIOS DE SÁNCHEZ, Carmen Yolanda. *Historia del municipio de Villa Nueva*. p. 3.

¹⁵ *Ibid.* p. 14.

- Primero de noviembre, día de todos los santos.
- 1 de noviembre, Desfile de Fieros, Convite.
- 8 de diciembre: día y mes dedicado a la Virgen de Concepción en la Aldea Bárcenas, hoy zona 3 de Villa Nueva.
- Se puede mencionar además las Albas, las que se celebran en vísperas del 8 de diciembre y consiste en una réplica de la imagen de la Virgen, ésta visita los hogares de los habitantes al compás de un conjunto de marimba, durante toda la noche, culminando con la visita al templo de la localidad.¹⁶

- **Religión**

La religión predominante al igual que en toda Guatemala, en el Municipio de Villa Nueva es la católica, siguiéndole la Evangélica, aunque existe libertad de cultos.

Las colonias más populosas cuentan con su propia iglesia, los templos evangélicos son más numerosos ya que se ubican en locales informales y viviendas, sin embargo, en el municipio conviven testigos de Jehová, Pentecostales, adventistas entre otros, así como mormones.¹⁷

- **Idioma**

Gran parte de la población de Guatemala habla el español. Esto debido al proceso de conquista y colonización que experimentó el continente americano desde el siglo XVI. Siendo el español el idioma predominante entre toda su población, aunque en los primeros pobladores de origen indígena el idioma materno era el Pocomán.¹⁸

1.1.3.2. Vías de acceso

Varias son las obras de infraestructura civil, entre las cuales se encuentra la pavimentación y asfalto de varias vías de comunicación en el municipio, debido a esto se ha incrementado la cantidad de calles y avenidas asfaltadas. Villa Nueva cuenta con varias vías de comunicación a diferentes lugares, entre las cuales se encuentran, la carretera que conduce de la aldea Bárcenas hacia la Antigua Guatemala, carretera hacia el municipio de Amatitlán dirigiéndose por el

¹⁶ LÓPEZ PALACIOS DE SÁNCHEZ, Carmen Yolanda. *Historia del municipio de Villa Nueva*. p. 9.

¹⁷ Ibid. p. 11.

¹⁸ Ibid. p. 8.

campo denominado mayan golf, carretera hacia la ciudad capital por la colonia Paraíso del frutal y por la carretera CA-9, Boulevard Reformadores, así como la carretera privada VAS que une los municipios de Villa Nueva, San Miguel Petapa y Villa Canales.

- **Medios de transporte**

Existen varias compañías de servicio de transporte local, que realizan recorridos del municipio hacia la Central de Mayoreo (CENMA) ubicada en la zona 12 de Villa Nueva, de la cual parten hacia la Ciudad de Guatemala principalmente, así como a varios destinos hacia el sur de la república.

1.1.4. Actividad económica

Villa Nueva es un municipio con dos grandes grupos de actividad económica. Por un lado, se encuentran los habitantes que realizan trabajos agrícolas, productos que son para un consumo local y su excedente es comercializado en la ciudad de Guatemala. Por el otro, su zona industrial, encontrándose aquí un 12 % de la industria a nivel nacional, en donde figuran industrias de diferente tipo de producción como: alimentos, plásticos, textiles, metalurgias, químicos y pesticidas, papel, madera y materiales de construcción.

1.1.5. Comercio

Villa Nueva, cuenta con las agencias de los principales bancos del sistema: Banco Industrial S.A., Corporación G & T Continental S.A., Banco de Occidente S.A., Banrural S.A., Banco de América Central S.A., Banco Agromercantil S.A., Banco Promérica, los cuales prestan todos los servicios internacionales y locales. Se cuenta con Restaurantes como McDonald's, Burger King, Pollo Campero, Pizza Domino's y La Estancia entre otros.

Cuenta con varios centros comerciales, entre los cuales se pueden nombrar: Centro Comercial Santa Clara, Centro Comercial Metrocentro, Centro Comercial El Frutal,

Centro Comercial Plaza Villa Nueva y Centro Comercial Pradera. Todos ellos cuentan con tiendas de conveniencia (supermercados, boutiques, bancos y restaurantes, salas de cine, etc.).

Además, se cuenta con un club de golf privado, el Mayan Golf Club; y el parque ecológico Parque de Las Naciones Unidas.¹⁹

1.1.6. Productividad

La agricultura es el original patrimonio de los pobladores, aunque en los últimos años se ha desarrollado un importante crecimiento económico de industrias en un 35,4%, comercios con un 13,8%, servicios comunales, sociales y personales con un 11,2%, construcción con el 10,4%.

Villa Nueva cuenta con un total de 282 industrias de diferentes tipos, entre las que figuran de alimentos, plásticos, textiles, metalúrgicas, químicas, pinturas, papel, madera y otras.²⁰

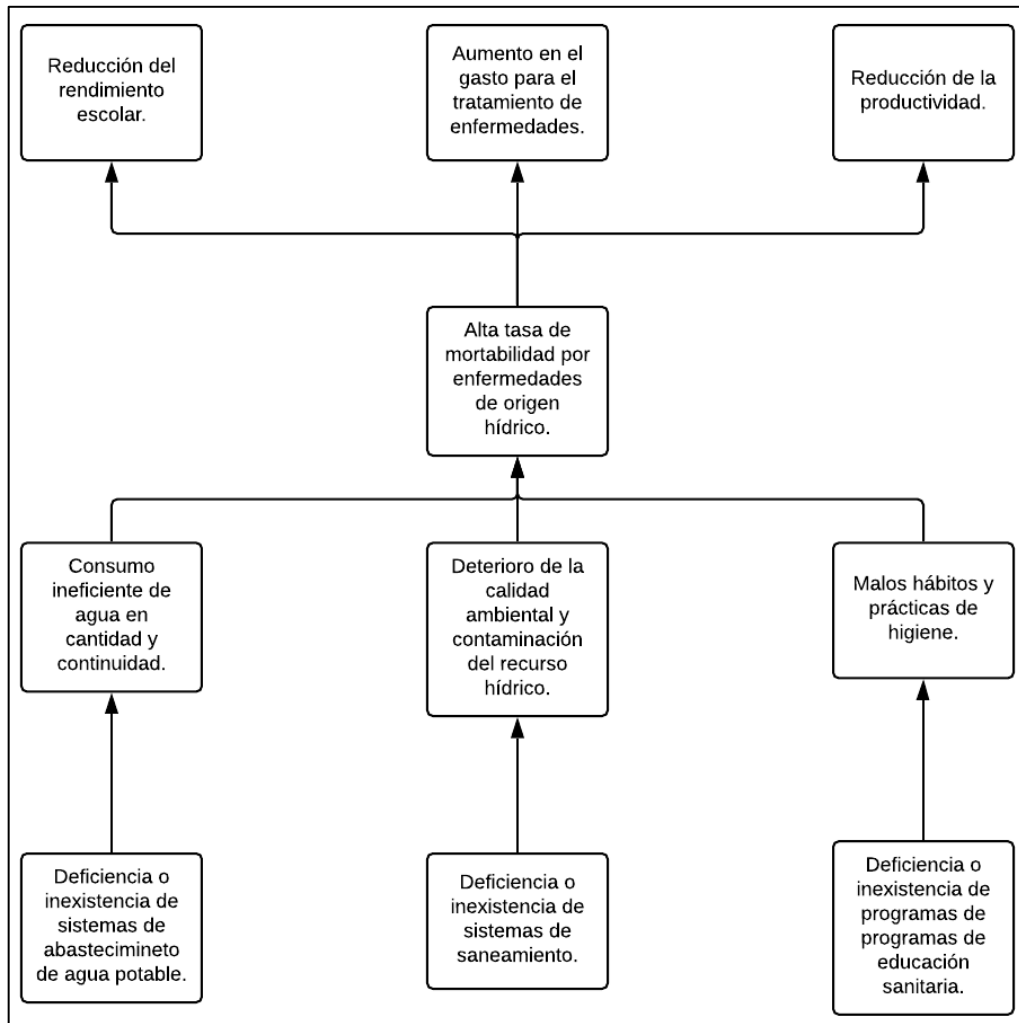
- Identificación de la problemática a resolver

Como metodología para identificación de la problemática a resolver se utiliza la del “árbol de problemas”. Este método pretende identificar las causas de un problema central y sus efectos. En la figura siguiente se presenta el árbol de problemas.

¹⁹ Municipalidad de Villa Nueva. *Servicios*. <https://www.villanueva.gob.gt/datos-generales/>. Consulta: 5 de febrero de 2018.

²⁰ ARREAGA RODRÍGUEZ, Lucía Fernanda. *Centro cultural para el municipio de Villa Nueva Guatemala*. p. 23.

Figura 5. **Árbol de problemas**



Fuente: elaboración propia, empleando Visio 2016.

- **Análisis de la problemática**

El municipio de Villa Nueva presenta alta tasa de morbilidad por enfermedades de origen hídrico. Específicamente diarrea aguda y parasitismo intestinal se encuentran entre las 10 principales enfermedades que afectan al vecino villanovano, ocupando respectivamente los puestos 5 y 9. Para ambas

enfermedades, los niños y niñas entre 1 y 9 años son los más afectados, según la información reportada por la Dirección de Salud de la Municipalidad de Villa Nueva en el primer semestre del año 2017.

En la figura anterior, se presenta en la parte central la problemática principal, definida como “Alta tasa de morbilidad por enfermedades de origen hídrico”. Por debajo del problema central se identifican las causas y por arriba los efectos. En la parte superior de los efectos se muestra el efecto final, que posteriormente se traducirá como meta o resultado final.

- Causas

Como causas del problema central se han definido tres enfoques. El primer enfoque corresponde al servicio de abastecimiento de agua potable. En lo que respecta a esta causa, existe en el municipio de Villa Nueva una gran deficiencia en sus sistemas de suministro de agua. La mayor parte del servicio municipal no suministra agua en cantidad suficientes y con servicio ininterrumpido, esto debido a la deficiencia de las redes de agua existentes.

Por otro lado, se considera también como causa del problema central, la deficiencia de los sistemas de saneamiento, provocando el deterioro del medio ambiente y la contaminación del agua superficial y subterránea. Esto se debe a que la cobertura de drenajes no es suficiente y algunos desfuegos de agua residual no cuentan con sistemas para depuración de aguas servidas.

Por último, se contempla la causa social al problema. Esta se define como malos hábitos y prácticas de higiene, principalmente provocados por deficiencia o ausencia en programas de educación sanitaria.

- Efectos

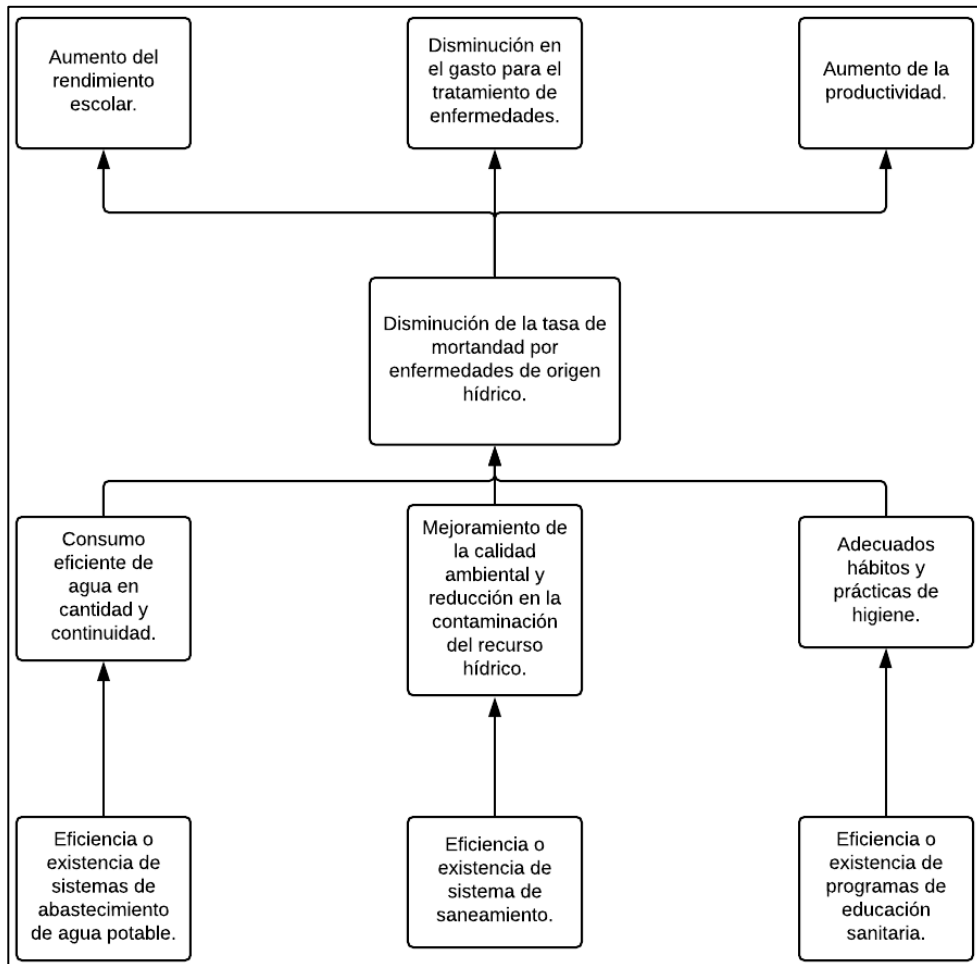
Los efectos de la alta tasa de morbilidad pueden ser muchos, pero se han identificado como principales los siguientes:

- Bajo rendimiento escolar: un niño o niña enferma, no va a la escuela o su rendimiento suele disminuir.
- Incremento de gastos por salud: las familias se ven obligadas a comprar medicamentos o pagar servicio de médico para tratar las enfermedades. Además, el Estado se ve obligado a invertir más en salud debido a la alta tasa de morbilidad.
- Menor productividad: el vecino reduce su productividad laboral al encontrarse enfermo por diarreas o parasitismo.

- Identificación de objetivos

En base al árbol de problemas se obtiene el árbol de objetivos, en donde se presentan tanto objetivos de un proyecto como las metas a alcanzar. Los objetivos se muestran en la parte inferior y las metas en la parte superior. En la parte central se muestra el objetivo principal.

Figura 6. **Árbol de objetivos**



Fuente: elaboración propia, empleando Visio 2016.

- Justificación del proyecto
 - Situación sin proyecto

Durante el primer semestre del año 2017 se han registrado 992 casos por diarrea aguda y 427 casos por parasitismo intestinal, siendo los niños y niñas entre 1 a 9 años los principales afectados.

La situación sin proyecto corresponde a no ejecutar ningún tipo de proyecto que busque abarcar los enfoques analizados en el árbol de problemas (agua potable, saneamiento y educación sanitaria). Esto significaría que la tasa de morbilidad por enfermedades de origen hídrico se mantendría igual o incluso podría aumentar. Con ello el rendimiento escolar continuaría bajo, los gastos por salud seguirían en aumento y la productividad de las personas continuaría siendo baja. Finalmente, la calidad de vida en el municipio de Villa Nueva, para la mayor parte de habitantes, continuaría siendo relativamente mala.

- Situación con proyecto

Al momento de ejecutar un proyecto que abarque al menos uno de los enfoques estudiados, se estaría contribuyendo a atacar la problemática central que es la alta tasa de morbilidad por enfermedades de origen hídrico.

Atacar el problema central significaría mejorar el rendimiento escolar, reducir los gastos por salud y en general, aumentar la productividad del vecino villanovano, logrando así la mejora de la calidad de vida.

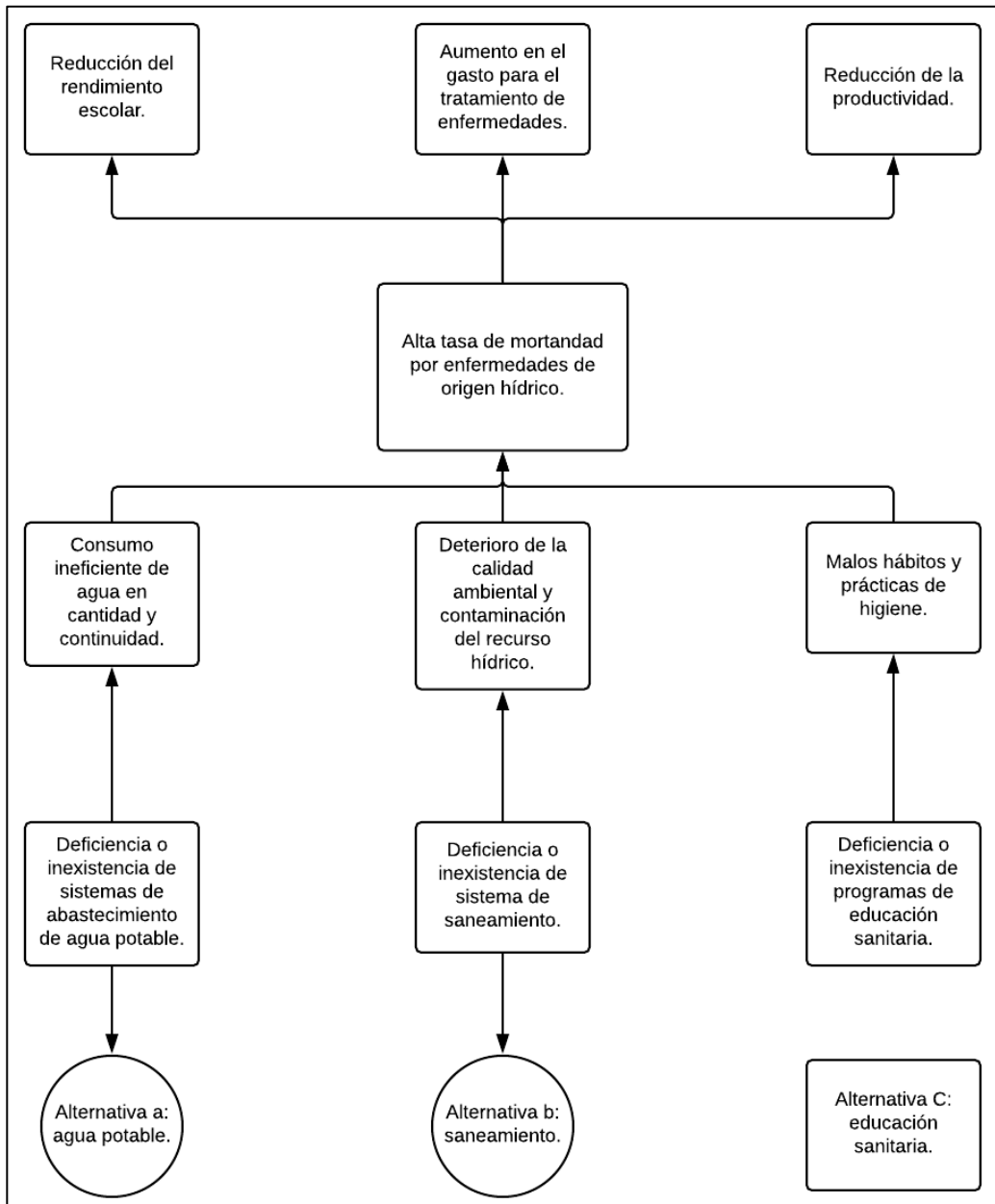
Para lograr lo anterior, deberá buscarse la implementación de proyectos en el sector del agua potable, saneamiento y educación sanitaria.

- Análisis de alternativas

- Identificación de alternativas

Para identificar las alternativas de solución a la problemática, se debe hacer referencia al árbol de problemas. En la siguiente se muestra el árbol de problemas y las alternativas identificadas.

Figura 7. Identificación de alternativas



Fuente: elaboración propia, empleando Visio 2016.

Según lo descrito en la figura anterior, tenemos tres alternativas de solución. Cada una de estas alternativas, tiene sub alternativas que pueden ser distintos proyectos por ejecutar.

- Alternativa A: agua potable

Está determinada principalmente por deficiencia o la inexistencia en sistemas de abastecimiento de agua potable. Sea esto por baja producción de caudal, mala distribución por diseños inadecuados, periodo de diseño excedido, vida útil de materiales sobrepasada, entre otros.

- Alternativa B: saneamiento

Esta alternativa puede ser abordada por proyectos de drenajes para aumentar la cobertura, proyectos de letrización o sistemas de tratamiento de aguas residuales.

- Alternativa C: educación sanitaria

La educación sanitaria es un tema social de suma importancia. No sirve de nada abordar las anteriores alternativas, si estas no van acompañadas de una adecuada capacitación en higiene sanitaria.

- Análisis de alternativas identificadas
 - Análisis de Alternativa B: Saneamiento

- Alternativa seleccionada

Si bien todas las alternativas son de importancia, se ha optado para este proyecto abordar el aspecto de saneamiento. Para esto existen otras sub alternativas que se describen a continuación:

- ✓ Ampliación de la red existente: esto implica mejorar la cobertura en base a nuevas redes de alcantarillado para la recolección de aguas residuales.
- ✓ Construcción de nuevas redes de alcantarillado: implica la ejecución de proyectos nuevos de redes de alcantarillado incluyendo tubería y pozos de visita.
- ✓ Métodos alternativos de saneamiento: se refiere a la recolección de aguas sanitarias por medio de fosas sépticas, letrinas, etc.

Se ha optado por descartar las opciones a y c. Se ha considerado prioritario la construcción de una nueva red de alcantarillado sanitario ubicada en el caserío El Tablón, Bárcenas, Villa Nueva. Esto por los siguientes motivos:

- ✓ No existe ningún sistema de recolección de aguas residuales en el caserío El Tablón, Bárcenas, Villa Nueva. Por lo que los habitantes descargan estas aguas sobre la vía pública.
- ✓ Sin un sistema de saneamiento las personas pueden llegar a sufrir enfermedades, lo cual también afecta su economía. Por lo que la población está dispuesta a recibir de parte de la Municipalidad de Villa Nueva el servicio de alcantarillado.

- Estudio de mercado

El estudio de mercado es para demostrar la existencia de una necesidad insatisfecha. Para esto es necesario hacer el análisis de demanda y oferta, y posteriormente comparar ambos parámetros para evaluar si existe o no un déficit.

- Análisis de demanda

En el caserío El Tablón se estima una población de 1176 personas en la actualidad que no cuentan con servicio de alcantarillado, su consumo promedio es de 150 litros por habitante en un día, y se ven en la necesidad de buscar evacuar sus aguas residuales directamente sobre las calles y avenidas del caserío.

- Análisis de la oferta

Como se explicó anteriormente, el saneamiento no está llegando al caserío, por lo que los habitantes no ven resuelta esta necesidad. Por esa razón es necesaria la construcción de un sistema de alcantarillado. Por este motivo que se considera que la oferta es nula.

- Relación entre oferta y demanda

Tal como se ha indicado, la oferta es nula y la demanda es grande. De este razonamiento se concluye que se requiere la construcción de una red de alcantarillado para el sector estudiado y este deberá estar diseñado para atender la demanda futura.

- Formulación del proyecto
 - Objetivos del proyecto
 - Objetivo general

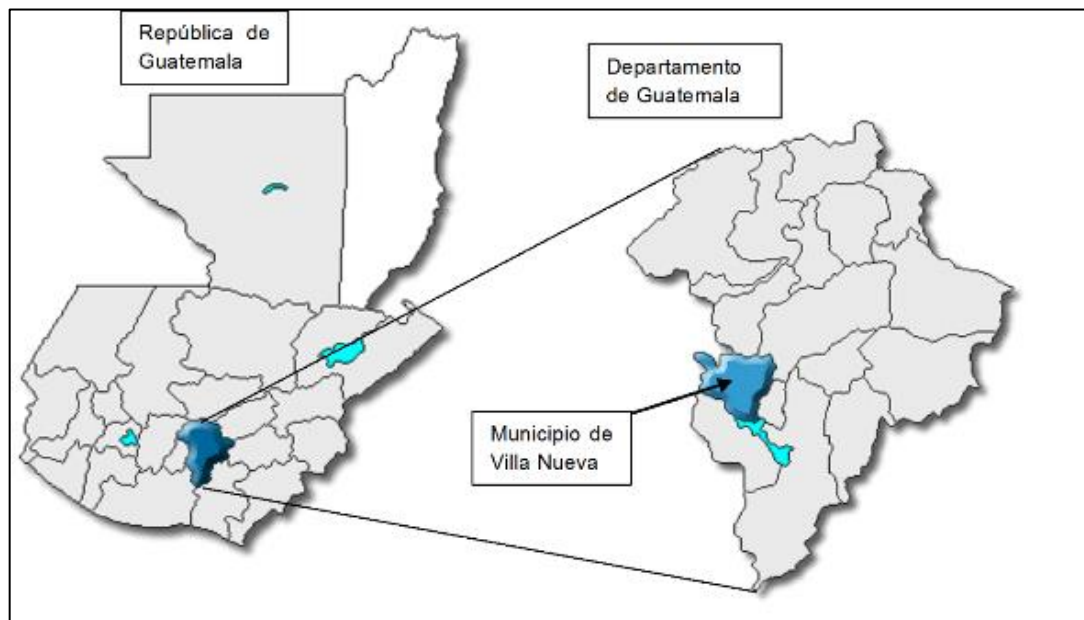
Disminuir la tasa de morbilidad por enfermedades de origen hídrico en el caserío El Tablón, Bárcenas, Villa Nueva.

- Objetivos específicos
 - ✓ Contribuir a mejorar la calidad ambiental en el caserío El Tablón, Bárcenas, Villa Nueva.
 - ✓ Garantizar un sistema de recolección de aguas residuales eficiente para la población del caserío El Tablón, Bárcenas, Villa Nueva.
- Metas o resultados
 - Mejorar el rendimiento escolar del caserío El Tablón, Bárcenas, Villa Nueva.
 - Disminuir los gastos en salud en el caserío El Tablón, Bárcenas, Villa Nueva.
 - Aumentar la productividad del caserío El Tablón, Bárcenas, Villa Nueva.
- Descripción del proyecto
 - El proyecto consiste en la construcción de una red de alcantarillado ubicado en el caserío El Tablón, Bárcenas, Villa Nueva.

- Aspectos técnicos
 - Localización:
 - ✓ Macrolocalización

El proyecto se localiza en el municipio de Villa Nueva, departamento de Guatemala, República de Guatemala.

Figura 8. **Macrolocalización del proyecto**

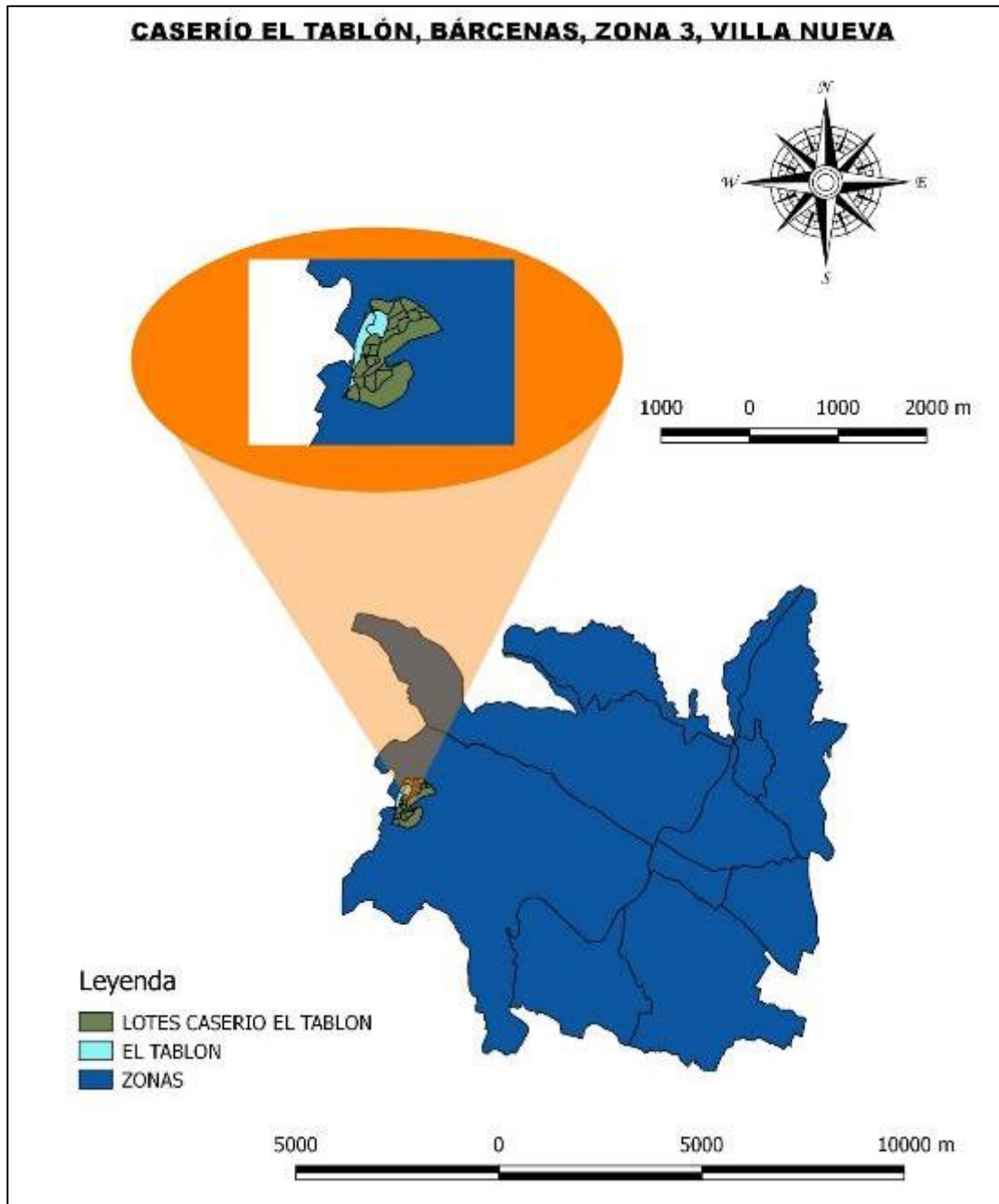


Fuente: elaboración propia, empleando QGIS 3,18.

- Microlocalización

El proyecto está localizado en las coordenadas geográficas del proyecto son latitud norte 14°32'27,6" y longitud oeste 90°39'9,4".

Figura 9. Microlocalización del proyecto



Fuente: elaboración propia, empleando QGIS 3,18.

2. FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL

2.1. Diseño de alcantarillado sanitario

A continuación se describe el diseño del sistema de alcantarillado sanitario en caserío El Tablón, Bárcenas, Villa Nueva, Guatemala.

2.1.1. Descripción del proyecto

El proyecto consistirá en el diseño de un sistema sanitario, cuenta con una longitud de 3 478,6 metros, para una población de 1 176 habitantes actualmente y 3 119 habitantes a futuro. Este drenaje sanitario recogerá y transportará las aguas residuales provenientes de las viviendas de la comunidad, se construirá de tubería PVC norma ASTM F-949 compuesta de los siguientes diámetros: 15", 6", 12", 8". Se dividirá en 36 ramales, se realizarán 118 pozos de visita de ladrillo tayuyo y finalizará en un terreno comunitario, el cual posteriormente dirigirá todo a una planta de tratamiento, después de ser tratadas las aguas estas serán dirigidas a un zanjón cercano.

2.1.2. Alcance del proyecto

Se dará un alcance a la mayor parte de las viviendas de la comunidad, para mejorar las condiciones sanitarias en las que vive el caserío actualmente, además de contribuir a la limpieza del medio ambiente.

2.1.3. Topografía

Por medio de la topografía se puede obtener la descripción del lugar, donde se va a diseñar, estudiar el conjunto de principios y procedimientos que tienen por objeto la representación gráfica de la superficie de la tierra, con sus formas y detalles, tanto naturales como artificiales.

2.1.3.1. Levantamiento topográfico

Un levantamiento topográfico se refiere a todas las acciones realizadas con un equipo especial con el fin de determinar coordenadas y elevaciones de un terreno específico a ser utilizado en un proyecto. Dependiendo del tipo de levantamiento realizado el equipo puede incluir: teodolito, estación total, GPS, trípode, plomadas, estadales o prismas.

Para este caso el levantamiento topográfico fue realizado con equipo de la municipalidad que incluía lo siguiente:

- Estación total marca SOUTH
- Trípode de metal
- Bastón y prisma
- Clavos
- Pintura

2.1.3.2. Planimetría

Llamada así al conjunto de trabajos efectuados en el campo para la toma de los datos geométricos necesarios basados en un norte magnético para su

orientación. Debido a que el levantamiento fue realizado a través de estación total, los datos obtenidos son coordenadas X-Y.

2.1.3.3. Altimetría

Se le llama así a la representación sobre el plano horizontal de la tercera dimensión sobre un terreno, definiendo las diferencias de nivel existentes entre puntos. La altimetría es la parte de la topografía que trata de la medida de las alturas; estas alturas son datos con coordenadas Z, obtenidas del uso con la estación total, a lo largo de toda la línea central (colector principal), orillas de calles y viviendas (candelas).

2.2. Descripción del sistema a utilizar

En general y excepto razones especiales, en poblaciones que no cuenten con ningún sistema anterior al que se está diseñando, se proyectarán sistemas de alcantarillado sanitario, del cual están excluidos los caudales de agua de lluvia provenientes de calles, techos y otras superficies.

2.2.1. Parámetros de diseño

Los parámetros a continuación descritos son de gran influencia en el diseño final del sistema de alcantarillado. Para establecerlos se utilizaron criterios sugeridos en normas y distintos métodos matemáticos.

2.2.2. Población actual

Debido a que ni la municipalidad de Villa Nueva ni el Instituto Nacional de Estadística cuentan con datos relacionados con la población actual del caserío

El Tablón, para calcular la población actual de la colonia se optó por utilizar una densidad de 6 habitantes por cada vivienda y una tasa de crecimiento del 3 %. Durante el levantamiento topográfico y las visitas de campo se estableció que actualmente la colonia cuenta con 196 viviendas, por lo tanto, el número de habitantes a utilizar es de 1176.

2.2.3. Periodo de diseño

El periodo de diseño es uno de los parámetros más importantes en diseño de alcantarillados sanitarios, ya que en base a este se determina la población futura y por ende el caudal de diseño del sistema.

De acuerdo al reglamento de EMPAGUA, los sistemas de alcantarillado deben ser proyectados a un período de 20 a 30 años, que es un tiempo prudencial para una obra civil y además permite que la inversión resulte viable de realizar.

Por otro lado, el reglamento de INFOM recomienda un periodo de 30 a 40 años, el cual resulta ser aún más conservativo. Para este proyecto se utilizará un período de diseño de 33 años, considerando 3 años para la gestión de este.

2.2.4. Estimación de la población futura

El establecimiento de la población futura, que será utilizada en el diseño del sistema se puede realizar en base a distintos métodos. Para el caso de este proyecto se realizó con el método del incremento geométrico ya que su comportamiento logarítmico está más apegado a la realidad del crecimiento poblacional.

Es importante mencionar, que debido a las condiciones actuales del caserío El Tablón, las probabilidades de que la población aumente en el futuro son bajas, debido a que la mayoría de los lotes ya están poblados. Sin embargo, el diseño fue proyectado a futuro, con el fin de cumplir lo establecido en la normativa.

- Método geométrico

$$P_f = P_a(1 + r)^n$$

Donde:

P_f = población futura (hab)

P_a = población actual (hab)

r = tasa de crecimiento (%)

n = periodo de diseño. (años)

Utilizando los datos del caserío El Tablón, se obtiene:

$$P_f = (1\ 176\ hab)(1 + 3\ \%)^{33\ años} = 3\ 119\ hab$$

2.2.5. Dotación

La dotación de agua se define como la cantidad de agua asignada a cada habitante de una comunidad en determinado lapso de tiempo. Esta depende generalmente del servicio de agua potable y en Guatemala comúnmente se mide litros por habitante por día.

Para el diseño del sistema de alcantarillado sanitario en el caserío El Tablón, la dotación de agua potable recomendada por la municipalidad de Villa Nueva es de 150 l/hab/día.

- Factor de retorno

En las viviendas el agua tiene diferentes usos. Todos los usos han sido cuantificados por diferentes instituciones, como la Asociación Guatemalteca de Ingenieros Sanitarios y Ambientales y la Escuela Regional de Ingeniería Sanitaria y Recursos Hidráulicos, las cuales han establecido datos en lo referente a factores de consumo de agua como: lavado de utensilios, baños, preparación de alimentos, lavado de ropa, bebidas, que se dirige directamente al sistema de alcantarillado.

Gracias a esto, se ha podido estimar que, del total de agua que se consume dentro de las viviendas, aproximadamente un 70 % al 90 % se descarga al drenaje, lo cual constituye el caudal domiciliar. En este proyecto se utilizará un valor del factor de retorno de 0,75.

2.2.6. Determinación del caudal sanitario

El caudal sanitario está conformado por las aguas servidas provenientes del: caudal domiciliar, caudal comercial, caudal de conexiones ilícitas, caudal de infiltración y caudal industrial.

$$Q_{san} = Q_{dom} + Q_{com} + Q_{c.i} + Q_i + Q_{ind}$$

2.2.6.1. Factor de flujo

El factor de Harmond, también conocido como factor de flujo instantáneo, es utilizado para representar la variación que puede tener el caudal a lo largo del día debido a una alta demanda. El valor de este depende de la población futura y su valor suele variar desde 1,5 hasta 4,5.

$$FH = \frac{18 + \sqrt{P/1000}}{4 + \sqrt{P/1000}}$$

Donde:

FH = factor de Harmond

P = población acumulada del tramo en miles (hab)

2.2.6.2. Caudal doméstico o domiciliar

El caudal domiciliar representa todas aquellas descargas de aguas residuales provenientes del uso humano para satisfacer necesidades de limpieza o en la producción de alimentos.

$$Q_{dom} = \frac{(Dot) * (P_f) * (F.R)}{86\ 400}$$

Donde:

Q_{dom} = caudal domiciliar (l/s)

Dot = dotación de agua (l/hab/día)

P_f = población futura (hab)

F.R = factor de retorno

2.2.6.3. Caudal comercial

El caudal comercial integra todas las descargas de aguas residuales realizadas por los distintos comercios como: restaurantes, hoteles, teatros, cines, etc. La dotación diaria para los comercios varía dependiendo del tipo de comercio desde 600 hasta 3 000 litros.

$$Q_{com} = \frac{(Dot_{com}) * (\#com)}{86\ 400}$$

Donde:

Q_{com} = Caudal comercial (l/s)

Dot_{com} = Dotación comercial (l/comercio/día)

2.2.6.4. Caudal industrial

Como su nombre lo indica este caudal representa a las descargas producidas por todas las industrias ubicadas en los tramos a cubrir con el alcantarillado. La dotación de agua para las industrias varía desde 1 000 hasta 18 000 litros diarios por industria.

$$Q_{ind} = \frac{(Dot_{ind}) * (\#ind)}{86\ 400}$$

Donde:

Q_{ind} = caudal industrial (l/s)

Dot_{ind} = dotación industrial (l/industria/día)

2.2.6.5. Caudal por infiltraciones

Este caudal es producido por la infiltración de agua que se da a través de la tubería. Para calcularlo, se debe tomar en cuenta: la ubicación del nivel freático, el diámetro y el material de la tubería.

$$Q_i = 0,01 * \emptyset_{tub} * L_{tra}$$

Donde:

Q_i = Caudal de infiltración (l/s)

\emptyset = Diámetro de tubería (Pulg)

L_{tra} = Longitud del tramo en kilómetros

Se puede calcular de otra manera:

Puede calcularse de dos formas: en litros por hectárea o en litros diarios por kilómetro de tubería. Se incluye la longitud de la tubería de las conexiones domiciliarias aceptando un valor de 6,00 m por cada casa, la dotación de infiltración varía entre 12 000 y 18 000 litros/km/día. La ecuación es la siguiente:

$$Q_{inf} = (0,01) * \left(\frac{L}{1000} + \frac{\text{Número de casas del tramo} * 6}{1000} \right) * (di)$$

De donde:

L = Longitud del tramo

di = Diámetro interno de la tubería

Q_{inf} = Caudal de infiltración

2.2.6.6. Caudal por conexiones ilícitas

Este caudal es producido debido a las personas que ilegalmente conectan tuberías de agua pluvial al sistema de alcantarillado sanitario. Se recomienda asumir un porcentaje desde 0,5 hasta 2,5 por ciento de área total que se puede conectar al sistema. Para determinar el caudal se hace uso del método racional que depende de: la intensidad de lluvia, el área del terreno y el coeficiente de escorrentía del suelo.

$$Q_{c.I} = \frac{CIA}{360} * 10\ 000$$

Donde:

$Q_{c.I}$ = caudal de conexiones ilícitas (l/s)

C= coeficiente de escorrentía del terreno

I = intensidad de lluvia del área (mm/hr)

A = área que es factible conectar ilícitamente (Ha)

Debido a que en ocasiones es complicado contar con los datos exactos que se utilizan en el método racional, INFOM especifica que se debe tomar como mínimo el 10 % del caudal domiciliar. Sin embargo, en áreas donde no hay drenaje pluvial, se debe utilizar un valor más alto. El valor utilizado para este diseño es de 10 %, por lo que el caudal por conexiones ilícitas queda de la siguiente manera:

$$Q_{C.I} = (0,10) * (Q_{dom})$$

Donde:

$Q_{C.I}$ = Caudal de conexiones ilícitas (l/s)

Q_{dom} = Caudal domiciliar (l/s)

2.2.6.7. Factor de caudal medio

Una vez obtenido el caudal sanitario se procede a distribuirlo dentro del número de habitantes con el fin de obtener el factor del caudal medio. El valor del factor se calcula como se muestra a continuación y se debe encontrar en los rangos que varían dependiendo del normativo utilizado en el diseño. Este factor regula la aportación del caudal en la tubería. Una vez que se calcula el valor del caudal medio, este se distribuye entre el número de habitantes, al hacer esto se obtiene un valor entre 0,002 y 0,005.

$$f_{qm} = \frac{Q_{san}}{No. habitantes}$$

Donde:

F_{qm} = factor de caudal medio

Q_{san} = caudal sanitario (l/s)

No. Habitantes = número de habitantes acumulados del tramo (hab)

2.2.6.8. Caudal de diseño

- Determinación de caudal de diseño

El caudal de diseño, como su nombre lo indica es el que permite diseñar el sistema de alcantarillado. En base a este es que se establece la tubería y pendientes para posteriormente hacer chequeo en las relaciones hidráulicas y cotas invert.

Para establecer el caudal de diseño es necesario establecer la población futura, identificar industrias existentes, identificar comercios y realizar cálculos de distintos factores a continuación descritos.

El caudal de diseño se calcula en función del factor del caudal medio, el factor de Harmond y la población presente en cada tramo entre pozo y pozo. Por lo tanto, su valor va en aumento a medida que se acumulan más habitantes. Para este caso se deja como muestra el tramo considerando el total de la población.

$$Q_{dis} = (f_{qm}) * (FH) * (\# Hab_{tra})$$

Donde:

Q_{dis} = Caudal de diseño (l/s)

F_{qm} = Factor de caudal medio

FH = Factor de Harmond

Habtra = Número de habitantes del tramo en consideración

2.2.7. Cálculo de hidráulico

Las alcantarillas basan su funcionamiento en transportar las aguas residuales en conductos libres, que están en contacto con el aire, a los cuales se les conoce como canales, el flujo queda determinado por la pendiente del canal y la superficie del material del cual está construido.

2.2.7.1. Cálculo de velocidades

En general se usarán secciones circulares funcionando como canales a sección parcial llena. La capacidad será de un 75% del diámetro del tubo.

El cálculo de la capacidad, velocidad, diámetro y pendiente se realizó aplicando la fórmula de Manning, en sistema métrico, para secciones circulares.

- Ecuación de Manning

La ecuación de Manning es el producto del ajuste de curvas obtenidas de forma experimental, lo que implica que sea completamente empírica. Esta ecuación establece el comportamiento de un flujo a través de un canal abierto, que es el sistema que se utiliza en el alcantarillado sanitario.

$$V = \frac{0,03429 * \phi^{\frac{2}{3}} * S^{\frac{1}{2}}}{n}$$

Donde:

V = velocidad a sección llena (m/s)

ϕ = diámetro de la tubería (pulg)

S = pendiente de la tubería (%)

n = coeficiente de rugosidad

- Coeficiente de rugosidad

La fabricación de tuberías para la construcción de sistemas de alcantarillado sanitario cada vez es realizada por más y más empresas, teniendo que realizar pruebas que determinen un factor para establecer cuán lisa o rugosa es la superficie interna de la tubería. Manejando parámetros de rugosidad para diferentes materiales y diámetros ya estipulados por instituciones que regulan la construcción de alcantarillados sanitarios.

Para efecto del diseño del proyecto, el factor de rugosidad (n) es 0,01, según especificaciones técnicas de tubería PVC norma ASTM F-949.

Tabla I. **Coeficiente de rugosidad**

Material	n
Tubo cemento <24"	0,015
Tubo cemento >24"	0,013
Tubos PVC y asbesto cemento	0,010
Tubos de hierro fundido	0,013
Tubos de metal corrugado	0,021
Zanjas	0,020
Canales recubiertos con piedra	0,030

Fuente: CABRERA, Ricardo Antonio. *Apuntes de Ingeniería Sanitaria 2*. p. 9.

- Ecuación de continuidad

La ecuación de la continuidad es definida teóricamente como una expresión que establece que: "el flujo de masa que pasa a través de una superficie cerrada debe ser igual a la disminución por unidad de tiempo, de la masa del fluido

contenida en su interior". Trasladando esto a términos aplicables en ingeniería se establece una relación entre el caudal, la velocidad y el área de un conducto.

$$Q = V * A$$

Donde:

Q = caudal (l/s ó m³/s)

V = velocidad del flujo (m/s)

A = área de la sección transversal del conducto (m²)

2.2.7.2. Diámetros mínimos

De acuerdo en lo expuesto en las normas, el diámetro mínimo para alcantarillados sanitarios con tuberías de PVC es de 6". En el caso de tuberías de concreto el diámetro mínimo es de 8". Para las conexiones domiciliars se debe utilizar una tubería con un diámetro mínimo de 6" en concreto y 4" en PVC. Para el último caso se puede utilizar un reductor de 4"x3" para protección de obstrucciones en la candela del registro domiciliar.

2.2.7.3. Velocidades máximas y mínimas

Las velocidades mínimas y máximas se establecen con el fin de evitar la sedimentación y a la vez el desgaste de la tubería. Estas deben encontrarse en los rangos que varían de acuerdo al normativo utilizado como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla II. **Rango de Velocidades**

Reglamento	Valores de velocidad a sección parcial (m/s)
EMPAGUA	$0,60 < v < 3,00$
Instituto del Fomento Municipal (INFOM)	$0,60 < v < 2,50$

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 365.

En ocasiones, existen diseños en los cuales no se logra cumplir con los rangos previamente mostrados, por lo que es aceptable asumir otros si se comprueba que la tubería es apta. Para este proyecto se utilizó el criterio propuesto en el reglamento de INFOM.

2.2.7.4. Velocidad a sección parcial

Al realizar el cálculo de las tuberías que trabajan a sección parcial y poder agilizar de alguna manera los resultados de velocidad, área y caudal, perímetro mojado y radio hidráulico, se relacionaron los términos de la sección totalmente llena, con los de la sección parcial; de los resultados obtenidos, se construyó el gráfico y tabla, con la aplicación de la fórmula de Manning.

Se deberán determinar los valores de la velocidad y caudal a sección llena, por medio de las ecuaciones ya establecidas; se procederá a obtener la relación (q/Q) , caudal de diseño entre caudal a sección llena; el resultado obtenido se busca en las tablas de relaciones hidráulicas (ver anexos). La velocidad de flujo está determinada por la pendiente del terreno, el diámetro de la tubería y el tipo de tubería a utilizar. La velocidad de flujo se puede determinar por la fórmula de Manning y las relaciones hidráulicas de v/V donde v es la velocidad de flujo y V es la velocidad a sección llena.

- Relación de caudales (q/Q)

Para calcular esta relación se divide el caudal de diseño de cada tramo entre el caudal a sección llena calculado en función de la ecuación de continuidad. La relación de caudales es la base para calcular el resto de las relaciones, para lo cual se pueden utilizar las tablas proporcionadas por los fabricantes de tuberías.

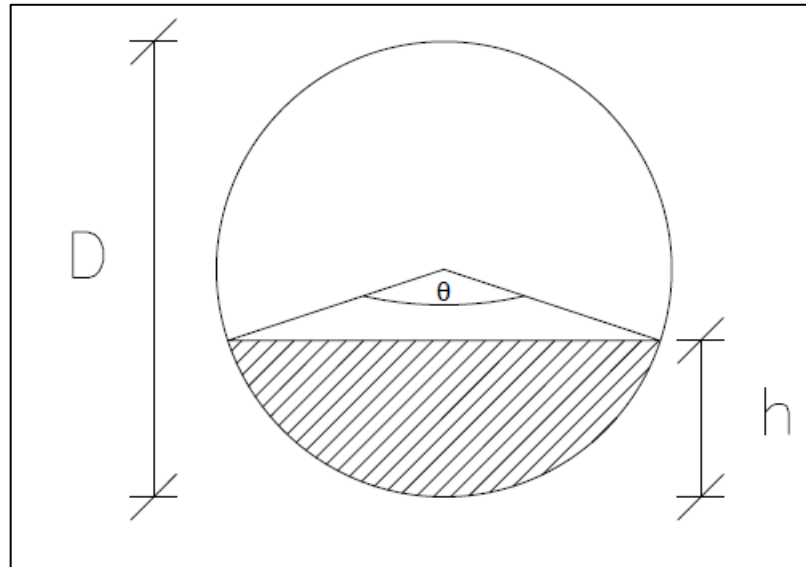
- Relación de velocidades (v/V)

Esta relación se obtiene a partir de las distintas tablas de relaciones hidráulicas utilizando la relación de caudales. Posteriormente es multiplicada por velocidad a sección llena para determinar la velocidad a sección parcial.

2.2.7.5. Especificaciones de tirantes

El principio fundamental de un sistema de alcantarillado sanitario es que funciona como un canal abierto (sección parcial) y nunca a sección llena. En consecuencia, el caudal de diseño jamás será mayor que el caudal de sección llena.

Figura 10. **Relación de diámetros, sección llena y parcialmente llena**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2018.

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

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

Donde:

Q = caudal a sección llena (m/s)

A = área de la tubería (m²)

V = velocidad a sección llena (m/s)

D= diámetro de la tubería

- Relación de tirantes (d/D)

Esta relación, al igual que la relación de velocidades se obtiene de las tablas de relaciones hidráulicas. El rango de esta relación es general en todas las normas y se encuentra entre 0,10 y 0,75.

El valor mínimo se establece con el fin de evitar la sedimentación de sólidos en las tuberías. Mientras que el valor máximo evita que se produzcan presiones que puedan afectar la tubería.

- Cotas invert

Las cotas invert son las que determinan la localización de la entrada y salida de las tuberías dentro de un pozo de visita. El diseño de estas depende de factores como: el tipo de tránsito del área, la pendiente del terreno y las profundidades de los pozos de visita. Para el cálculo de estas se deben tomar en cuenta las ecuaciones a continuación descritas.

$$CI = CT_i - (H_{min} + E_t + \phi_{tubo})$$

$$CT_f = CT_i - (DH * S\%_{terreno})$$

$$S\%_{terreno} = \frac{CT_i - CT_f}{DH} * 100$$

$$CIE_1 = CI - (DH * S\%_{tubo})$$

$$CIS_2 = CIE_1 - 0,03$$

Donde:

CI = Cota invert inicial

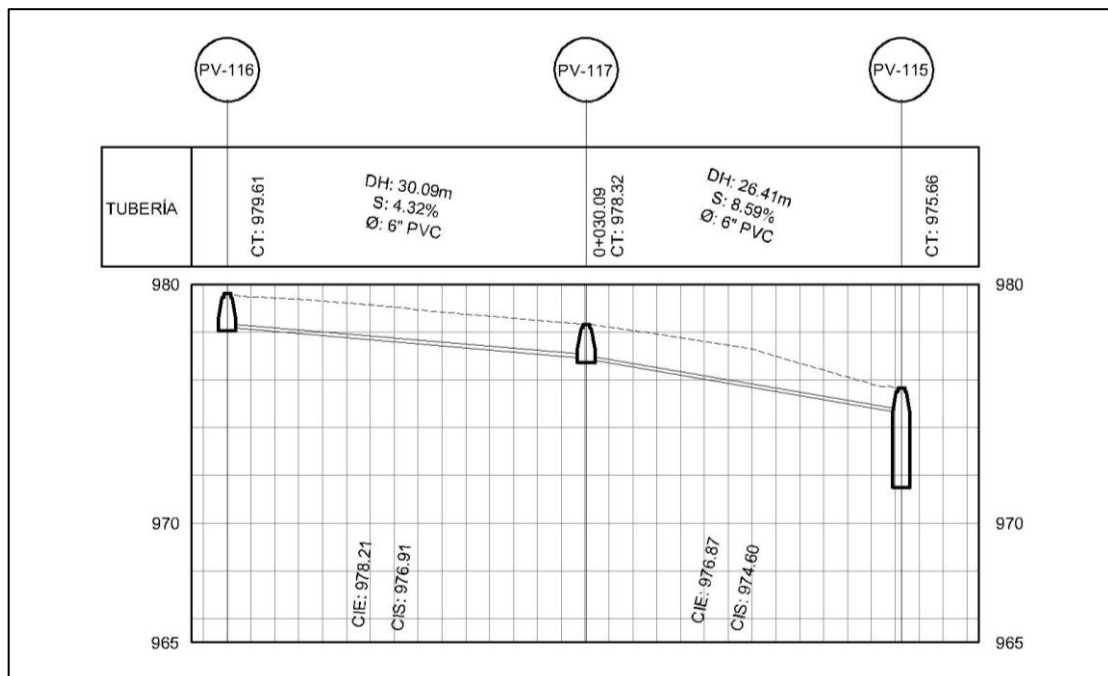
CT_i = Cota de terreno inicial

CT_f = Cota de terreno final

H_{min} = altura mínima de pozo
 E_t = espesor de tubería
 \varnothing_{tubo} = diámetro de tubería
 $S\%_{terreno}$ = pendiente del terreno
 CIE = cota invert de entrada
 CIS = cota invert de salida
 $S\%_{tubería}$ = pendiente de la tubería
 DH = distancia horizontal entre pozos

Para comprender de mejor forma los conceptos anteriormente expuestos se presenta la siguiente figura:

Figura 11. Diagrama para cálculo de cotas invert



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD Civil 3D 2015.

INFOM también nos indica la forma de calcular las cotas invert y la altura de los pozos de visita por medio de las siguientes expresiones:

$$S\%_{\text{terreno}} = \frac{CT_i - CT_f}{DH} * 100$$

$$CIS_1 = CT_i - H_{\text{min}}$$

$$CIE_2 = CIS_1 - (DH * S\%_{\text{tubo}})$$

$$CIS_2 = CIE_2 - \frac{v_{\text{entre 1-2}}^2}{2 * g}$$

$$CIE_3 = CIS_2 - (DH * S\%_{\text{tubo}})$$

$$CIS_3 = CIE_3 - \frac{v_{\text{entre 2-3}}^2}{2 * g}$$

Donde:

CT_i = cota de terreno inicial

CT_f = cota de terreno final

H_{min} = altura mínima de pozo

$S\%_{\text{terreno}}$ = pendiente del terreno

CIE = cota invert de entrada

CIS = cota invert de salida

$S\%_{\text{tubo}}$ = pendiente de la tubería

DH = distancia horizontal entre pozos

v = velocidad a sección parcial que circula por el tramo de tubería

g = aceleración de la gravedad (9,81 m/s²)

- Profundidades de tubería

La profundidad de la tubería se dará en función de la pendiente del terreno, la velocidad del flujo, el caudal transportado y el tirante hidráulico. Así mismo, se debe tomar en cuenta que se debe considerar una altura mínima que permita proteger el sistema de las cargas de tránsito de las inclemencias del tiempo y de accidentes fortuitos.

A continuación, según estudios realizados sobre cargas efectuadas por distintos tipos de transporte, se determinan profundidades mínimas para la colocación del colector, desde la superficie del terreno hasta la corona de la tubería, en cualquier punto de su extensión.

Tabla III. **Profundidad mínima para tubería de concreto en metros**

DIÁMETROS	4"	6"	8"	10"	12"	15"	18"	24"
TRÁNSITO LIVIANO (MENOR A 2 TONELADAS)	1,11	1,17	1,22	1,28	1,34	1,40	1,49	1,65
TRÁNSITO PESADO (MAYOR A 2 TONELADAS)	1,31	1,37	1,42	1,48	1,54	1,60	1,69	1,85

Fuente: ARREAZA GALDÁMEZ, Walter Fernando. *Diseño del sistema de agua potable para el caserío El Barranco, cantón El Tablón y diseño de la red de alcantarillado sanitario para el caserío El Pancá del municipio de Sololá del departamento de Sololá.* p. 99.

Tabla IV. **Profundidad mínima para tubería de PVC en metros**

Diámetros	4"	6"	8"	10"	12"	15"	18"	24"
Tránsito liviano (menor a 2 toneladas)	0,60	0,60	0,60	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90
Tránsito pesado (mayor a 2 toneladas)	0,90	0,90	0,90	1,10	1,10	1,20	1,20	1,20

Fuente: ARREAZA GALDÁMEZ, Walter Fernando. *Diseño del sistema de agua potable para el caserío El Barranco, cantón El Tablón y diseño de la red de alcantarillado sanitario para el caserío El Pancá del municipio de Sololá del departamento de Sololá.* p. 100.

- Anchos de zanja

Para determinar el ancho de zanja es necesario conocer: la profundidad de zanja, el diámetro de la tubería y el entibado. En la actualidad no existe normativo nacional que establezca un ancho de zanja para los proyectos de alcantarillado. Por lo tanto, es necesario acudir a tablas elaboradas en base a experiencias constructivas como la que se muestra a continuación.

Tabla V. **Anchos de zanja mínimos**

Anchos de zanja				
Diámetro de tubería en pulgadas	Profundidad hasta 2,00 m	Profundidad hasta 2,00 m - 3,00 m	Profundidad hasta 3,00 m - 4,00 m	Profundidad hasta 4,00 m - 6,00 m
4	0,7	0,95	1,2	1,45
6	0,75	1	1,25	1,5
8	0,8	1,05	1,3	1,55
10	0,85	1,1	1,35	1,6

Continuación de la tabla V.

12	0,9	1,15	1,4	1,65
15	1	1,25	1,5	1,75
18	1,1	1,35	1,6	1,85
24	1,2	1,45	1,7	1,95

Fuente: ARREAZA GALDÁMEZ, Walter Fernando. *Diseño del sistema de agua potable para el caserío El Barranco, cantón El Tablón y diseño de la red de alcantarillado sanitario para el caserío El Pancá del municipio de Sololá del departamento de Sololá.* p. 100.

Para este proyecto se incluyeron tuberías de los siguientes diámetros: 15", 6", 12", 8", cuyas profundidades varían desde 1,40 m hasta 5,96 m. Tomando en cuenta que se consideró entibado, los anchos de zanja varían desde 0,75 m hasta 1,5 m.

- Volumen de Excavación

El volumen de excavación representa la cuantificación del material que se removerá para colocar la tubería. Este depende de la profundidad de los pozos de visita, el ancho de la zanja y la longitud existente entre pozos.

$$V_{exc} = \left(\frac{h_1 + h_2}{2} \right) * (DH) * (A_z)$$

Donde:

V_{exc} = volumen de excavación (m³)

h_1 = altura de pozo aguas arriba (m)

h_2 = altura de pozo aguas abajo (m)

DH = distancia horizontal entre pozos

A_z = ancho de zanja (m)

2.2.7.6. Diseño del alcantarillado

A continuación, se detalla una muestra del cálculo del diseño del alcantarillado.

- Resumen de parámetros adoptados en el diseño

Tipo de sistema empleado :	Alcantarillado sanitario
Tipo de conducción:	Por gravedad
Tipo de red de distribución:	Ramales abiertos
Periodo de diseño:	33 años
Población actual:	1 176 habitantes
Tasa de crecimiento poblacional:	3 %
Población futura:	3 119 habitantes
Cantidad de viviendas existentes:	196
Densidad de población:	6 hab. / vivienda
Dotación:	150 lts. / hab. / día
Factor de retorno:	0,75
Coeficiente de rugosidad para PVC:	0,01

- Características que se deben conocer del tramo a diseñar:

Tabla VI. **Tramo por diseñar**

Tramo=	PV-11 A PV-12
Número de tramo=	CUARTO RAMAL9
Distancia (de borde a borde) =	45,300 metros
Número de casas en el tramo =	2,000
Número de casas acumuladas (actualmente) =	2,000
Número de casas acumuladas (futuro) =	5,000
Densidad de vivienda =	6,000 habitantes/vivienda

Continuación de la tabla VI.

Total de habitantes a servir (actualmente)=	12 habitantes
Total de habitantes a servir (futuro)=	32 habitantes
Cota del terreno Inicial PV=	978,65 metros
Cota del terreno Final PV=	974,20 metros
Diámetro de la tubería (interno)=	5,909 pulgadas
n=	0,010
Hpozo inicial (aguas arriba) =	1,40 metros
Distancia entre Pozos de Visita=	46,50 metros
Factor de retorno:	0,750
Velocidad de diseño:	0,60 < v < 2,50 m/s
Tipo de tubería:	ASTM F-949

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 365.

Ejemplo de cálculo entre PV-11 A PV-12

- Cotas de terreno

$$CT_{PV-11} = 978,65 \text{ m}$$

$$CT_{PV-12} = 974,2 \text{ m}$$

- Distancia entre pozos

$$DH = 45,3 \text{ m}$$

- Pendiente del terreno

$$S = \frac{(978,65 - 974,2) \text{ m}}{45,3 \text{ m}} * 100 = 9,823399558 \%$$

- Número de viviendas

Tramo = 2 viviendas

Acumulado = 2 viviendas

- Número de habitantes

- Actual

$$No.Hab = 2 \text{ viviendas} * \left(6 \frac{hab}{viv}\right) = 12 \text{ hab}$$

- Futuro

$$P_f = (12 \text{ hab}) * (1 + 3\%)^{33} = 32 \text{ hab}$$

- Caudal domiciliar

- Actual

$$Q_{dom} = \frac{(150 \text{ lts/hab/día}) * (12 \text{ hab}) * (0,75)}{86\,400 \text{ s/día}} = 0,015625 \text{ lts/s}$$

- Futuro

$$Q_{dom} = \frac{(150 \text{ lts/hab/día}) * (32 \text{ hab}) * (0,75)}{86\,400 \text{ s/día}} = 0,041666667 \text{ lts/s}$$

- Caudal de conexiones ilícitas

- Actual

$$Q_{c.i} = (0,10) * (0,015625 \text{ lts/s}) = 0,0015625 \text{ lts/s}$$

- Futuro

$$Q_{c.i} = (0,10) * (0,041666667 \text{ lts/s}) = 0,004166667 \text{ lts/s}$$

- Caudal por infiltración

- Actual

$$Q_{inf} = (0,01) * \left(\frac{45,3 \text{ m}}{1\ 000} + \frac{2 \text{ viviendas} * 6 \text{ metros}}{1\ 000} \right) * (5,909")$$

$$Q_{inf} = 0,00339 \text{ lts/seg}$$

- Futuro

$$Q_{inf} = (0,01) * \left(\frac{45,3 \text{ m}}{1\ 000} + \frac{5 \text{ viviendas} * 6 \text{ metros}}{1000} \right) * (5,909")$$

$$Q_{inf} = 0,00445 \text{ lts/seg}$$

- Caudal comercial

No existe ningún tipo de comercio en el tramo PV-11 A PV-12.

- Caudal industrial

No existe ningún tipo de industria en el tramo PV-11 A PV-12.

- Caudal sanitario

- Actual

$$Q_{san} = \left(0,015625 \frac{lbs}{s}\right) + \left(0,0015625 \frac{lbs}{s}\right) + \left(0,00339 \frac{lbs}{s}\right) + \left(0 \frac{lbs}{s}\right) + \left(0 \frac{lbs}{s}\right)$$

$$Q_{san} = 0,020573357 \text{ lbs/s}$$

- Futuro

$$Q_{san} = \left(0,041666667 \frac{lbs}{s}\right) + \left(0,004166667 \frac{lbs}{s}\right) + \left(0,00445 \frac{lbs}{s}\right) + \left(0 \frac{lbs}{s}\right) + \left(0 \frac{lbs}{s}\right)$$

$$Q_{san} = 0,05028281 \text{ lbs/s}$$

- Factor de caudal medio

- Actual

FQM actual= 0,020573357 l/s / 12 habitantes

FQM actual= 0,001714446 litros/habitante/segundo

0,00171444641666667 ≤ 0,002

FQM actual a usar= 0,002 litros/habitante/segundo

- Futuro

FQM futuro= 0,0502828103333333 l/s / 32 habitantes

FQM futuro= 0,001571338 litros/habitante/segundo

0,00157133782291667 ≤ 0,002

FQM futuro a usar= 0,002 litros/habitante/segundo

- Factor de Harmond

- Actual

$$FH = \frac{18 + \sqrt{\frac{12}{1\,000}}}{4 + \sqrt{\frac{12}{1\,000}}} = 4,40670358$$

- Futuro

$$FH = \frac{18 + \sqrt{\frac{32}{1\,000}}}{4 + \sqrt{\frac{32}{1\,000}}} = 4,350175593$$

- Caudal de diseño

- Actual

$$Q_{dis} = (0,002) * (4,40670358) * (12) = 0,105760886 \text{ lts/s}$$

- Futuro

$$Q_{dis} = (0,002) * (4,350175593) * (32) = 0,278411238 \text{ lts/s}$$

- Diámetro de tubería

$$\phi_{\text{interno tubería}} = 5,909''$$

- Pendiente de tubería

$$S_{\text{tubería}} = 9,75 \%$$

- Velocidad a sección llena

$$V = \frac{0,03429 * (5,909'')^{\frac{2}{3}} * (9,75/100)^{\frac{1}{2}}}{0,010} = 3,499672874 \text{ m/s}$$

- Caudal a sección llena

$$Q = \frac{\pi}{4} * (5,909 * 0,0254)^2 * \left(3,499672874 \frac{\text{m}}{\text{s}}\right) * \left(\frac{1000 \text{ lts}}{1 \text{ m}^3}\right)$$

$$Q = 61,91740492 \text{ lts/s}$$

- Relación de caudales

- Actual

$$\frac{q}{Q} = \frac{0,105760886}{61,91740492} = 0,001708096$$

- Futuro

$$\frac{q}{Q} = \frac{0,278411238}{61,91740492} = 0,004496494$$

Para encontrar los siguientes parámetros (d/D) y (v/V), se deben buscar las relaciones de caudal (q/Q) actual y futuro en las tablas de relaciones hidráulicas. Si estos valores no se encuentran es necesario realizar una interpolación lineal de la siguiente forma:

q/Q (actual) valor original obtenido= 0,001708096

q/Q (futuro) valor original obtenido= 0,004496494

Valores aproximados obtenidos de la tabla de relaciones hidráulicas:

q/Q (actual) valor inferior = 0,001608

d/D (actual) valor inferior = 0,03

q/Q (actual) valor superior = 0,001847

d/D (actual) valor superior = 0,032

q/Q (futuro) valor inferior = 0,004401

d/D (futuro) valor inferior = 0,048

q/Q (futuro) valor superior = 0,004599

d/D (futuro) valor superior = 0,049

$$\frac{d}{D} actual = 0,03 + \left(\frac{0,001708096 - 0,001608}{0,001847 - 0,001608} \right) * (0,032 - 0,03)$$

$$\frac{d}{D} actual = 0,030837625$$

$$\frac{d}{D} futuro = 0,048 + \left(\frac{0,004496494 - 0,004401}{0,004599 - 0,004401} \right) * (0,049 - 0,048)$$

$$\frac{d}{D} futuro = 0,048482293$$

- Relaciones de diámetros a utilizar:

- Actual

$$\frac{d}{D} = 0,030837625$$

- Futuro

$$\frac{d}{D} = 0,048482293$$

- Relación de velocidades (Se calculan de la misma manera que la relación de diámetros)

q/Q (actual) valor original obtenido = 0,001708096

q/Q (futuro) valor original obtenido = 0,004496494

q/Q (actual) valor inferior = 0,001608

v/V (actual) valor inferior = 0,183921

q/Q (actual) valor superior = 0,001847

v/V (actual) valor superior = 0,191885

q/Q (futuro) valor inferior = 0,004401

v/V (futuro) valor inferior = 0,250157

q/Q (futuro) valor superior = 0,004599

v/V (futuro) valor superior = 0,253537

$$\frac{v}{V} actual = 0,183921 + \left(\frac{0,001708096 - 0,001608}{0,001847 - 0,001608} \right) * (0,191885 - 0,183921)$$

$$\frac{v}{V} actual = 0,187256424$$

$$\frac{v}{V} \text{ futuro} = 0,250157 + \left(\frac{0,004496494 - 0,004401}{0,004599 - 0,004401} \right) * (0,253537 - 0,250157)$$

$$\frac{v}{V} \text{ futuro} = 0,25178715$$

- Relaciones de velocidades a utilizar:

- Actual

$$\frac{v}{V} = 0,187256424$$

- Futuro

$$\frac{v}{V} = 0,25178715$$

- Velocidad de diseño

- Actual

$$v = (0,187256424) * \left(3,499672874 \frac{m}{s} \right) = 0,655336228 \text{ m/s}$$

0,60 ≤ 0,655336228235487 ≤ 2,5 m/s, → SI CUMPLE

- Futuro

$$v = (0,25178715) * \left(3,499672874 \frac{m}{s} \right) = 0,881172658 \text{ m/s}$$

0,60 ≤ 0,881172657624602 ≤ 2,5 m/s, → SI CUMPLE

- Cotas invert

- Cota invert de salida PV-11

$$\text{CI Salida} = 978,65 \text{ metros} - 1,4 \text{ metros}$$

$$\text{CI Salida} = 977,25 \text{ metros}$$

- Cota invert de entrada PV-12

$$\text{CI Entrada} = 977,25 \text{ metros} - (45,3 \text{ metros} * 0,0975)$$

$$\text{CI Entrada} = 972,83325 \text{ metros}$$

2.2.7.6.1. Altura de pozos

- En el caso de que se trate de un pozo al que entren varias tuberías se debe utilizar la cota invert de entrada más baja:

¿Es tramo común?: NO

- Pozo de visita: PV-12

Hpozo aguas abajo

$$= 974,2 \text{ metros} - (972,83325 \text{ metros}$$

$$- ((0,881172657624602 \text{ m/s})^2 / (2 * 9,81 \text{ m/s}^2)))$$

$$\text{Hpozo aguas abajo} = 1,406325191 \text{ metros}$$

- Pozo de visita: PV-11

$$\text{Hpozo aguas arriba} = 978,65 \text{ metros} - 977,25 \text{ metros}$$

$$\text{Hpozo aguas arriba} = 1,4 \text{ metros}$$

2.2.7.6.2. Excavación

- Ancho de zanja obtenido de la tabla de anchos de zanja

$$A_z = 0,75 \text{ m}$$

- Volumen de excavación

$$V_e = \left(\frac{1,4\text{m} + 1,406325191 \text{ m}}{2} \right) * (46,5 \text{ m}) * (0,75 \text{ m})$$
$$V_e = 48,93529552 \text{ m}^3$$

2.2.7.6.3. Relleno

- Volumen de relleno

$$\text{Área tubo} = (\pi/4) * (5,909 \text{ pulgadas} * (1 \text{ metro}/39,37 \text{ pulgadas}))^2$$

$$\text{Área tubo} = 0,017692341 \text{ m}^2$$

$$\text{Relleno} = (48,9352955226172 \text{ m}^3) - ((0,0176923407249699 \text{ m}^2) * (46,5 \text{ metros}))$$

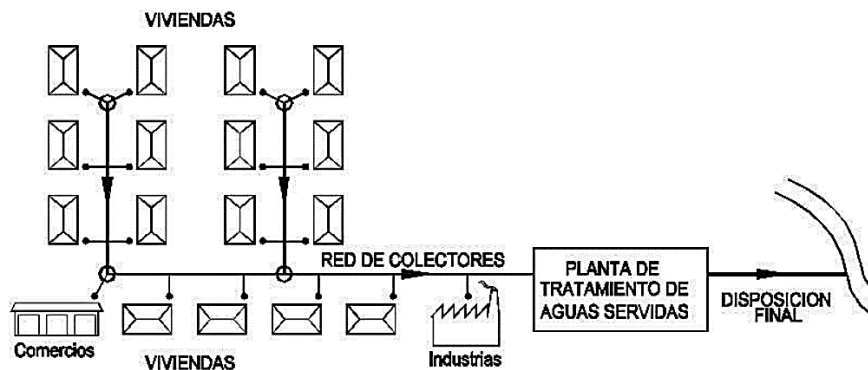
$$\text{Relleno} = 48,11260168 \text{ m}^3$$

2.2.8. Obras de arte

También se les puede nombrar como partes de un sistema de alcantarillado, son todos los accesorios colocados en un sistema de alcantarillado sanitario, para garantizar el buen funcionamiento de este. Entre estas podemos mencionar

las siguientes: pozos de visita, conexiones domiciliarias, candelas domiciliarias, tubería o colectores, tuberías o colectores auxiliares, entre otros.

Figura 12. **Esquema de un sistema de alcantarillado**



Fuente: CARCAMO BRÜNING, Allan. *Alcantarillado de bajo costo en el sector rural*. P. 2.

2.2.8.1. Pozos de visita

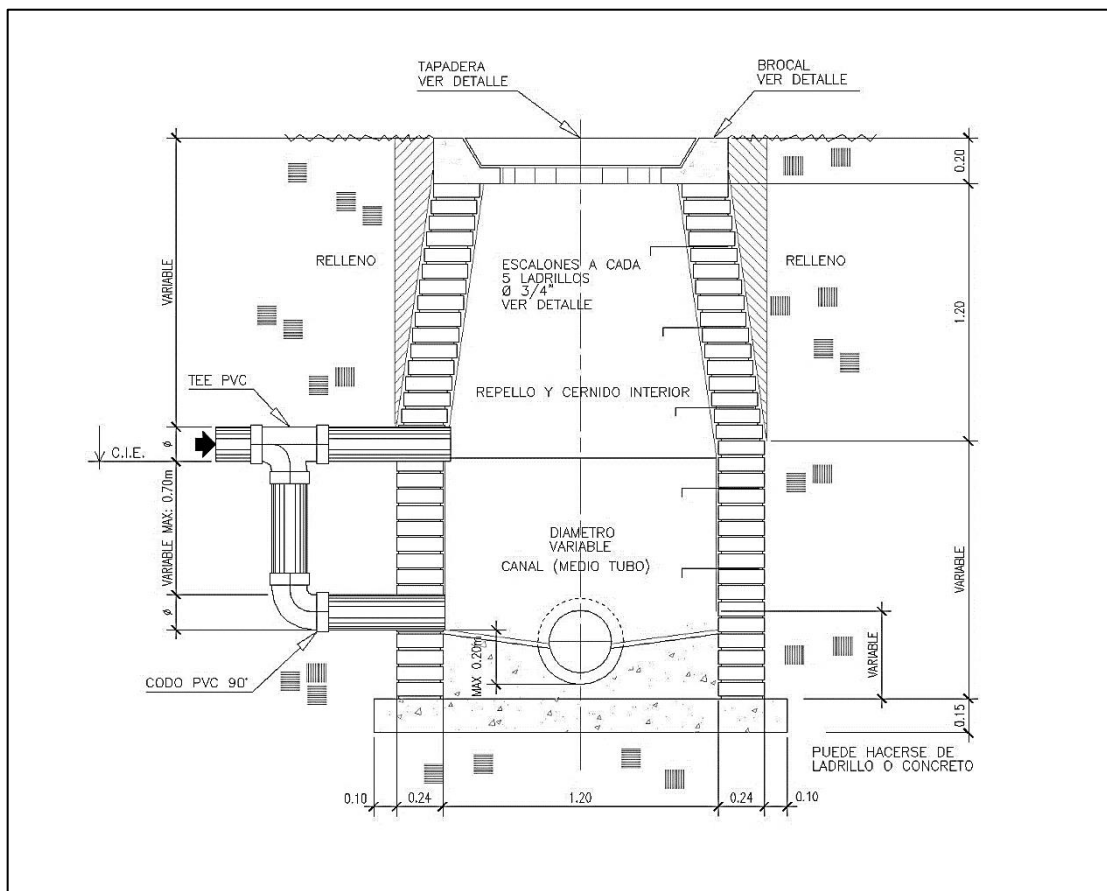
Son dispositivos que sirven para verificar el buen funcionamiento de la red del colector, permite efectuar operaciones de limpieza y mantenimiento. Según las Normas Generales para el Diseño de Alcantarillado del Instituto de Fomento Municipal, se recomienda colocar pozos de visita en los siguientes casos:

- Cambio de diámetro
- Cambio de pendiente
- Cambio de dirección horizontal para diámetros menores de 24"
- Intersecciones de tuberías colectoras
- Extremos superiores de ramales iniciales
- A distancias no mayores de 100 metros en línea recta en diámetros hasta de 24".

- A distancias no mayores de 300 metros en diámetros superiores a 24”.

En este proyecto, la forma constructiva de los pozos de visita se realizará de la manera siguiente: se construirá en su parte superior un marco y una tapadera de concreto reforzado con hierro, la cual estará apoyada en una pared de ladrillo de barro cocido, que inicia en forma cónica hasta una profundidad de 1,20 metro bajo el nivel del suelo, y se prolonga en forma de cilindro circular a una profundidad variable, como se muestran en la figura siguiente:

Figura 13. Pozo de visita



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD Civil 3D 2015.

En el fondo de los pozos de visita, se harán de concreto, dándole en la cara superior una ligera pendiente hacia el canal abierto o los canales que forman la continuación de los tubos de la alcantarilla.

- Disipadores de energía

Los disipadores de energía están compuestos por estructuras que conducen el caudal de una determinada cota o nivel a uno inferior, lo cual implica el rompimiento del valor de la velocidad a casi cero, disipando la energía que acumuló en tramo o tramos anteriores el sistema, esto es de gran ayuda para el sistema en tramos en los que las pendientes son pronunciadas y la disipación de energía dentro del mismo sistema es necesaria, antes de la entrega final del caudal de salida, entre las desventajas está el desgaste prematuro de las obras accesorias como los pozos de visita, cajas, entre otros.

Técnicamente, el objeto de un disipador de energía como parte de un pozo de visita, es reducir considerablemente la energía cinética del flujo. Cuando en un pozo de visita la diferencia entre cotas invert de entrada y salida es alta se le denomina como caída, en este caso es necesario colocar un artefacto de disipación de energía el cual permite reducir o restringir la energía cinética que produce la velocidad y la caída del flujo.

La importancia de los disipadores de energía dentro de los pozos de visita es vital debido a la reducción de la velocidad del flujo es disminuida aproximadamente a cero, lo cual garantiza que las velocidades de diseño en cada tramo no sean sobrepasadas y con esto se evite la abrasión prematura de las tuberías.

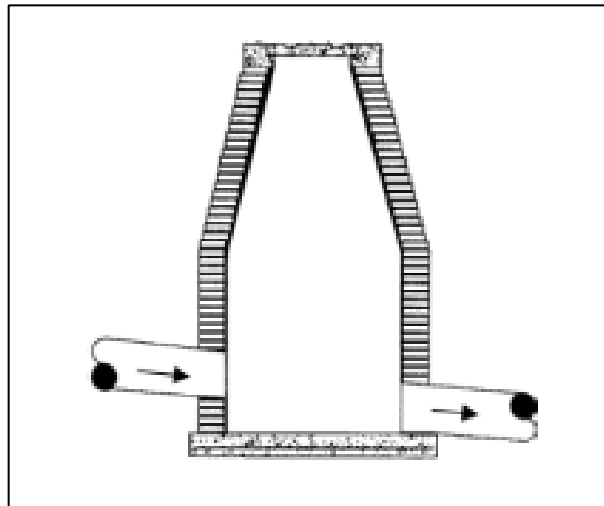
Para el diseño de pozos con bandejas disipadoras se presentan una serie de casos según algunas condiciones geométricas de sistema de alcantarillados que debe cumplir para aplicar el caso que sea más eficiente particularmente en cada pozo de visita del sistema.

Se presentan los casos de disipadores de energía en sistemas de alcantarillado sanitario y pluvial:

- Caso 1 ($0,03m \leq x \leq 0,25m$)

Cuando la diferencia de altura entre cota invert de entrada de una tubería con la cota invert de salida de otra tubería este entre 0,03 y 0,25 metros, no es necesario ningún artefacto para la disipación de energía.

Figura 14. **Pozo sin artefacto disipador**

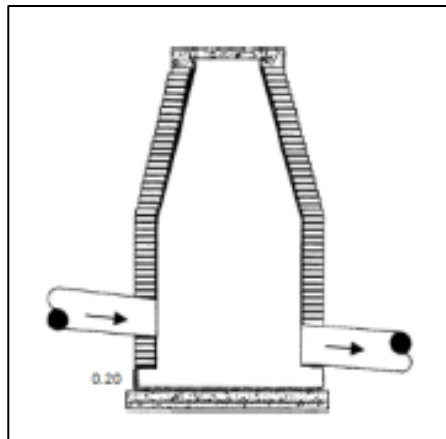


Fuente: PAREDES, Carolina. *Reglamento técnico de diseño para sistemas de alcantarillado, Cámaras de inspección.* p. 50.

- Caso 2 ($0,26m \leq x \leq 0,75m$)

Cuando la diferencia de altura entre cota invert de entrada de una tubería con la cota invert de salida de otra tubería esté entre 0,26 a 0,75 metros, se debe de dejar un colchón de agua, el cual consiste en dejar 20 centímetros a partir de parte inferior de la tubería de salida.

Figura 15. **Colchón de agua**



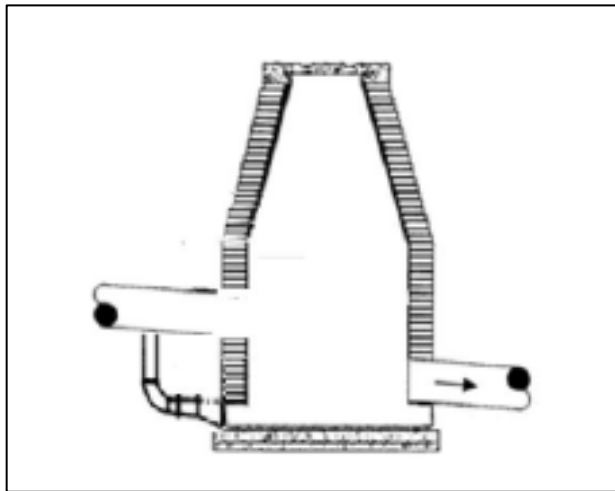
Fuente: PAREDES, Carolina. *Reglamento técnico de diseño para sistemas de alcantarillado, Cámaras de inspección*. p. 50.

- Caso 3 ($0,76m \leq x \leq 2,00m$)

Cuando la diferencia de altura entre cota invert de entrada de una tubería con la cota invert de salida de otra tubería en el rango de 0,76 a 2,0 metros, se debe de colocar un codo disipador a 90° en función del diámetro de la tubería y la pendiente de la tubería. Este tipo de disipador generalmente es más usado en sistemas de alcantarillado sanitario debido a que los diámetros tienden a ser menores que los diámetros de un sistema de alcantarillado pluvial ya que esto

conlleva al aumento de costos en cuanto a accesorios de diámetro grande y existencia de estos.

Figura 16. **Codo dissipador**



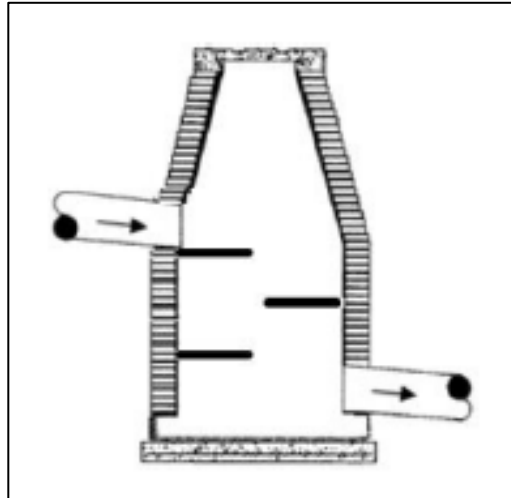
Fuente: PAREDES, Carolina. *Reglamento técnico de diseño para sistemas de alcantarillado, Cámaras de inspección.* p. 50.

- Caso 4 ($2,01m \leq x \leq 6,00m$)

Cuando la diferencia de altura entre cota invert de entrada de una tubería con la cota invert de salida de otra tubería esté 2,0 metros a 6,0 metros, se deben de colocar bandejas con área igual a la mitad del diámetro del pozo, la separación está en función del caudal de entrada.

Este tipo de disipación es adecuado para sistemas de alcantarillado pluvial, debido al arrastre de sólidos, y aplica para el caso 3 en alcantarillado pluvial.

Figura 17. **Bandejas disipadoras**



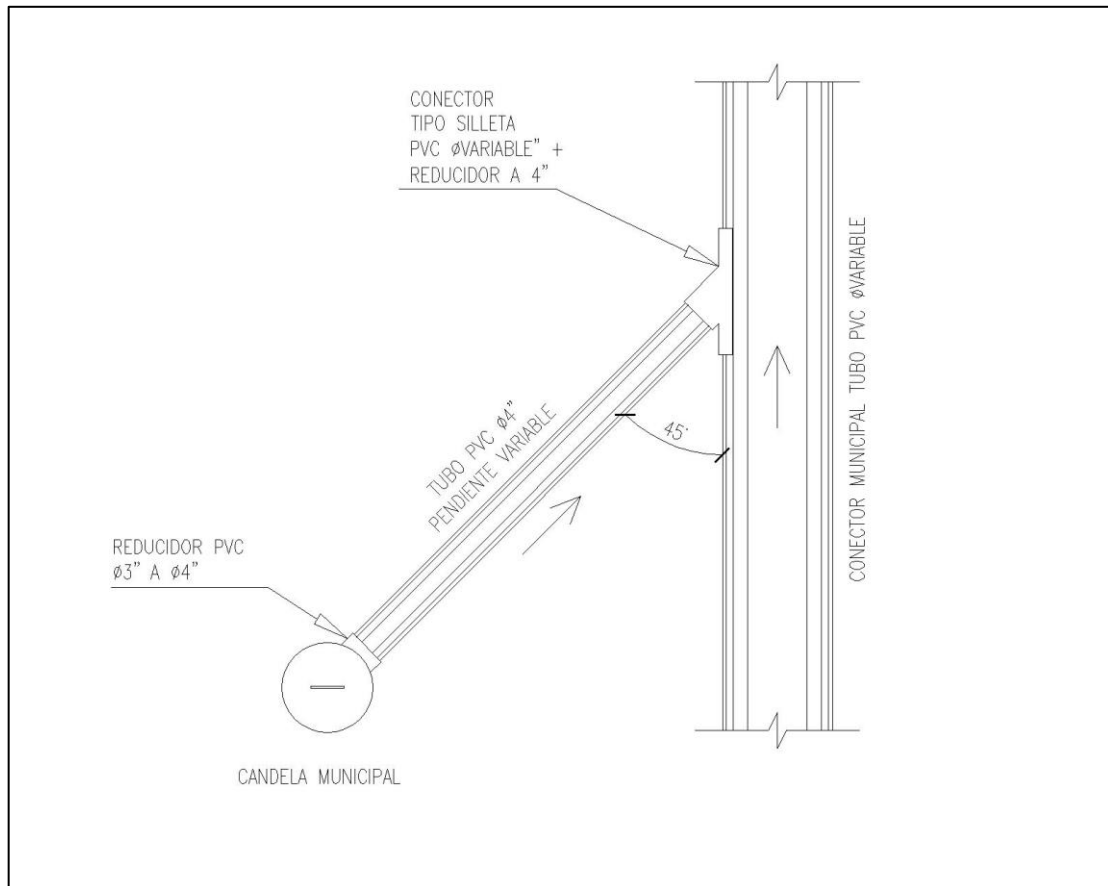
Fuente: PAREDES, Carolina. *Reglamento técnico de diseño para sistemas de alcantarillado, Cámaras de inspección*. p. 50.

2.2.8.2. Conexiones domiciliarias

Son subestructuras que tienen el propósito de descargar todas las aguas provenientes de las viviendas o edificaciones y conducir las al colector o alcantarillado central o a un punto de desagüe. Regularmente, al construir un sistema de alcantarillado sanitario, es recomendable dejar previsto una conexión en Y o en T, en cada lote edificado o en cada lugar donde haya que conectar un desagüe doméstico. Las conexiones deben taparse e impermeabilizarse, para evitar la entrada de aguas subterráneas y raíces.

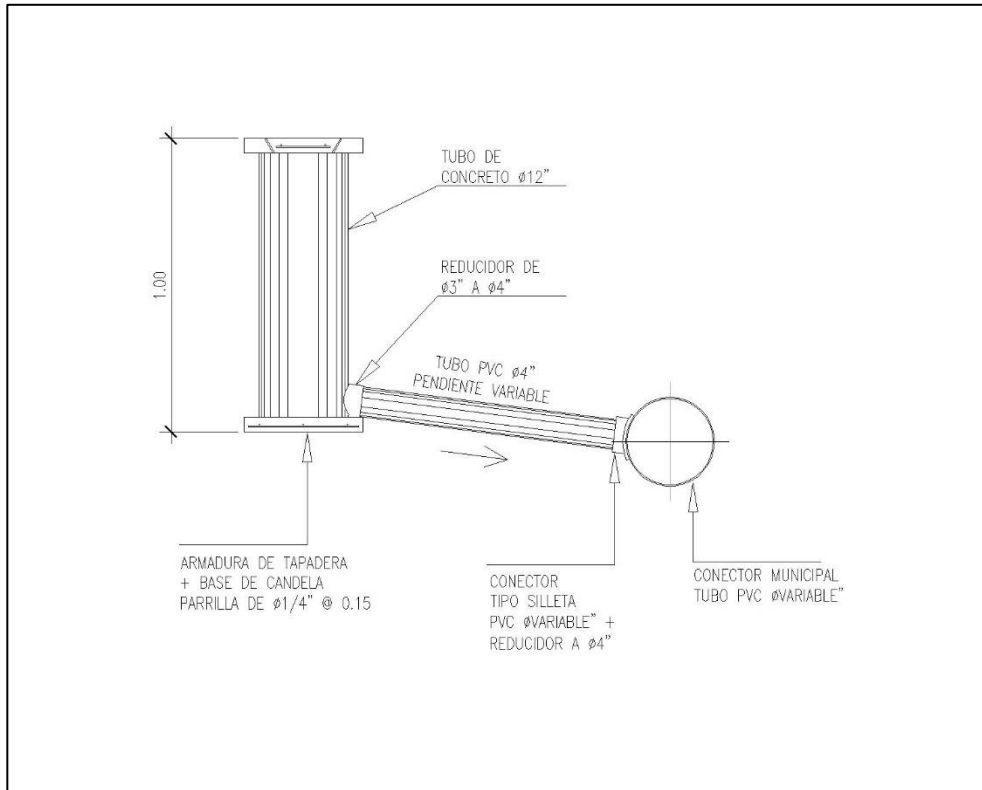
En este proyecto se utilizó Tubo PVC 4" que sigue las especificaciones técnicas de tubería PVC norma ASTM F-949, así como Sillita "Y" de los siguientes diámetros: (15", 6", 12", 8") x 4" y para la candela se utilizó un tubo de concreto de 12" de diámetro.

Figura 18. **Conexión domiciliar**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD Civil 3D 2015.

Figura 19. Conexión domiciliar



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD Civil 3D 2015.

La conexión domiciliar está compuesta de los siguientes elementos:

- Caja o candela: es la estructura que recolecta las aguas provenientes del interior de las edificaciones. Pueden construirse de diferentes formas, tales como: un tubo de concreto vertical no menor de 12 pulgadas de diámetro, una caja de mampostería de lado no menor de 45 centímetros, impermeabilizado por dentro. Deben tener una tapadera para inspeccionar y controlar el caudal; el fondo debe estar fundido y con un desnivel para que las aguas fluyan por la tubería secundaria y puedan ser transportadas al colector, la altura mínima de la candela de 1 m.

- Tubería secundaria: es la tubería que conecta la candela domiciliar con el colector principal, conduciendo las aguas residuales que la candela recibe del interior de las viviendas. Deberá utilizarse, para tubería PVC tubo de 4" y tubo de 6" si fuera de concreto, con pendiente mínima de 2 %, considerando las profundidades de instalación.
- Colector: se le llama así al conducto principal, generalmente se ubica en el centro de las edificaciones hasta su dispositivo final, para este proyecto una planta de tratamiento. Generalmente son secciones circulares, de diámetros determinados en el diseño, de PVC o concreto. El trayecto, comúnmente obligatorio, es subterráneo.

2.2.9. Propuesta de tarifa

Para que el proyecto sea rentable, es necesario obtener una cuota mensual por el servicio prestado en este caso el servicio de alcantarillado, esta cuota debe ser cobrada por cada casa, el valor de la cuota debe de ser de Q 60,00.

2.2.9.1. Programa de operación y mantenimiento del alcantarillado sanitario para el caserío El Tablón

- Definición de operación:

Conjunto de acciones externas que se ejecutan en forma permanente y sistemática en las instalaciones, con el fin de mantener el adecuado funcionamiento del alcantarillado.

- Definición de mantenimiento:

Conjunto de acciones internas que se ejecutan en las instalaciones, ya sea para prevenir o reparar daños, con el fin de mantener el adecuado funcionamiento del alcantarillado.

- Concepto real que debe tenerse de la operación y mantenimiento:

Generalmente se supone que las actividades de operación y mantenimiento son de poca importancia y que las realiza personal no calificado y de baja categoría, por lo que no se le da la debida importancia.

Realmente la operación y mantenimiento debe tener el apoyo indicado en este manual de todos los niveles de autoridad y decisión, pues son estas acciones de las que dependen la vida útil del alcantarillado, para el logro de los fines de este, sociales, económicos y de salud, y lograr así, satisfacer la demanda que generó el servicio y motivar al usuario al pago de su contribución por medio de la tarifa.

- Normas básicas de operación y mantenimiento:

La falta de mantenimiento puede colocar a un alcantarillado sanitario en diferentes condiciones de servicio para las cuales fue diseñado y construido. La capacidad de estos, normalmente, es determinada por su diámetro interno y su gradiente. Sin embargo, esa capacidad puede ser reducida por acumulaciones u obstrucciones que descargan o se introducen al alcantarillado, tales como grasas, materiales viscosos, arenas, aceites y otros objetos. Las normas básicas que deben aplicarse para el funcionamiento adecuado del alcantarillado son:

- El control del alcantarillado, para no permitir la descarga de desechos que dañan el sistema, que provocan olores o condiciones explosivas.
 - Mantener un programa continuo de mantenimiento preventivo para remover las obstrucciones que ocurren durante el uso normal y apropiado del mismo.
 - No permitir la descarga al sistema de sustancias que puedan producir daño físico a las instalaciones, o que puedan ser dañinas para las personas encargadas de la operación y mantenimiento.
 - Emitir el reglamento de uso y velar por su estricta aplicación.
- Operación:

El funcionamiento de cada uno de los componentes del alcantarillado es el siguiente:

- Conexión domiciliar: Elemento que consiste en tubería de PVC, de 4" de diámetro para alcantarillado sanitario, la cual une el registro domiciliar con el colector central, con el fin de llevar las aguas residuales de cada vivienda, al colector central. Las instalaciones del interior de la casa son privativas del usuario, pero deben corresponder con las normas mínimas de instalaciones y descargas, solamente aguas de origen doméstico al sistema.

Su funcionamiento consiste en que toda el agua de los diferentes artefactos hidráulicos y sanitarios dentro de la vivienda, descargan a un tubo central que lleva el agua servida al registro en la entrada de la vivienda y al que el personal de operación siempre tiene acceso. Es en este punto donde se verifica la inspección periódica

y donde se evita cualquier posible taponamiento extrayendo sólidos indeseables. De este punto fluye el agua hacia el tubo del alcantarillado principal.

- Alcantarillado sanitario: Consiste en la tubería PVC de los siguientes diámetros: 15", 6", 12", 8". Se instala desde el pozo inicial de registro hasta la descarga del alcantarillado. Sirve para conducir el agua residual de todas las viviendas de manera segura para evitar la contaminación del ambiente, y a la cual se acoplan las conexiones domiciliarias.

Su funcionamiento consiste en permitir el libre flujo de las aguas servidas de las viviendas, las cuales se van agregando por medio de la conexión domiciliar y las conducen hasta el sistema de tratamiento. El alcantarillado tiene registros a distancias no mayores de 100 m para realizar acciones de mantenimiento preventivo por medio de sondas.

- Pozos de registro o visita: Estructuras construidas de ladrillo o cajas de concreto a una distancia no mayor de 100 m, con el propósito de tener acceso a los colectores con fines de inspección, mantenimiento o reparación de los pozos o de las tuberías de los colectores. También se construyen en los cambios de dirección horizontal, vertical o cambios de diámetro de tubería. El objetivo de estos pozos es que permiten la entrada de personal para realizar las acciones de operación y mantenimiento.

- Red de alcantarillado sanitario

El mantenimiento proporcionado a la red de alcantarillados puede ser de dos tipos:

- Mantenimiento correctivo
- Mantenimiento preventivo

La frecuencia de la demanda de mantenimiento para la red de alcantarillado sanitario es directamente influenciada por los siguientes factores:

- Longitud de la red
- Número de conexiones
- Usos y costumbres de los usuarios
- Incorporación de aguas lluvias
- Incorporación de sólidos de gran tamaño
- Descargas de aceites y grasas
- Robo de tapaderas de pozos de visita
- Edad del sistema
- Los materiales con que está construida la red y
- La existencia de un programa de mantenimiento preventivo

El personal mínimo necesario, para dar mantenimiento a la red dependerá la frecuencia con que se tengan demandas de mantenimiento.

- Red de Alcantarillado Sanitario
 - Mantenimiento correctivo: el mantenimiento correctivo, es el que incluye actividades encaminadas a solventar un problema existente

en la red de alcantarillado sanitario. Este mantenimiento consiste en:

- Desobstrucción de colectores
 - Desobstrucción de acometidas
 - Desobstrucción de pozos de visita
 - Reparación de colectores fracturados
 - Reparación de acometidas fracturadas
 - Sustitución de colectores
 - Sustitución de acometidas
 - Sustitución de tapaderas de pozos de visita
 - Lavado de colectores
- Desobstrucción de colectores, pozos y acometidas: la desobstrucción consiste en la remoción de los sólidos que se han retenido dentro de la tubería y que generan retención del flujo de agua residual, en ciertos casos la obstrucción puede ser ocasionada por la penetración de raíces de árboles a las tuberías.

La desobstrucción puede ser realizada mediante el uso de herramientas que localmente se denominan gambuzas, las cuales consisten de piezas de varillas sólidas o resortes que son acopladas entre sí y que tienen un accesorio en un extremo para poder remover o destruir la obstrucción. El giro de las herramientas puede ser dado mediante fuerza humana o mediante un motor. En el mercado se encuentran diferentes tipos del acople, los cuales pueden ser del tipo rápido o roscado. También se puede utilizar equipo de lavado de tuberías, el cual con presión de agua remueve o corta el tapón.

Los accesorios que se utilizan más frecuentemente son:

- Cabezal de lanza: la cual se utiliza para la fractura de los sólidos, el empuje de la obstrucción o para penetrar en el tapón.
- Tirabuzón: es una pieza en forma de sacacorchos, el cual atrapa la obstrucción. Dependiendo del diámetro de la tubería, se tienen diferentes diámetros de tirabuzón
- Corta raíces: tal como su nombre lo indica, los corta raíces son hojas dentadas en forma de espiral, las cuales al girar cortan las raíces adheridas a la tubería
- Corta grasa: son accesorios utilizados para remover la grasa adherida a las paredes de la tubería
- Herramientas de uso general tales como pala, piocha, almádana, cincel, cuchara de albañilería, balde, lazo, lámpara, espejos, entre otros.

Tomando en consideración las condiciones dentro de la red de aguas negras, en caso de necesitarse ingresar a un pozo de visita, se deberá esperar por lo menos cinco minutos antes de poder ingresar a la estructura. Se recomienda en caso de desobstrucciones, que un grupo de trabajo esté constituido como mínimo de 3 personas, un gambucero y dos con cargo de ayudante general.

El gambucero guía las varillas dentro del pozo, uno de los ayudantes las rota u opera la maquina impulsora de varillas y un tercero que se encarga de vigilar dentro del pozo y guiar las varillas en la superficie.

Figura 20. **Cabezal de lanza**



Fuente: ANDA. *Manual de Planificación de Alcantarillado*. p. 108.

Figura 21. **Tirabuzón**



Fuente: ANDA. *Manual de Planificación de Alcantarillado*. p. 108.

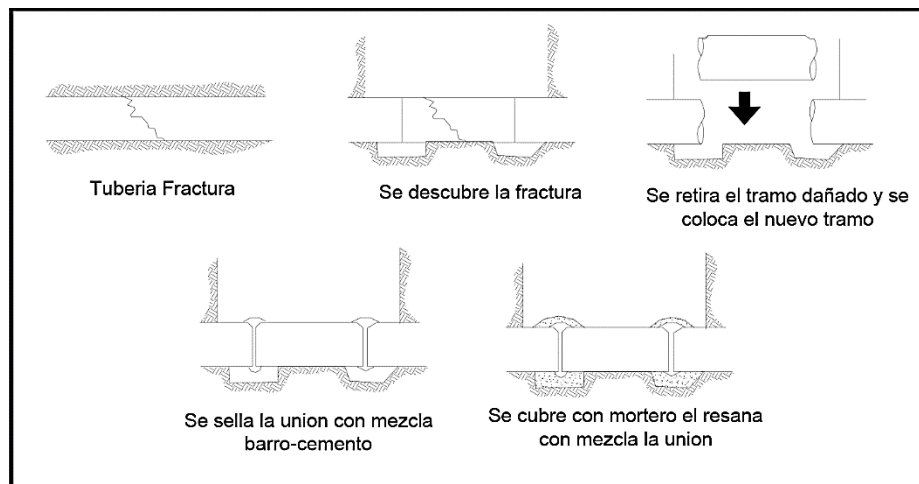
- Reparación de colectores o acometidas fracturadas

Debido a la falta de capacidad de soporte de la tubería o por movimientos sísmicos, se dan fracturas en los colectores, las cuales generan obstrucciones en la red, haciéndose necesaria la reparación de la tubería.

La reparación se realiza, en el caso de tubería de cemento, cortando el tramo de tubo dañado y sustituyéndola por un tramo nuevo. Para garantizar la

unión de la pieza con el colector existente, se deberá hacer una mezcla de cemento con arcilla de alta plasticidad en una proporción de 1:1 y agua, si se tiene una velocidad alta, se deberá incrementar la cantidad de cemento. Esta mezcla, será utilizada para sellar la unión de los tubos y una vez se verifique no hay fugas, las uniones deberán ser revestidas con mortero.

Figura 22. **Fracturas en colector**



Fuente: ANDA. *Manual de Planificación de Alcantarillado*. p. 109.

En caso se encuentre que el tramo de colector presenta las mismas condiciones estructurales, se recomienda sustituir el tramo completo entre pozos. Para el caso de tuberías plásticas, se deberán utilizar uniones de reparación.

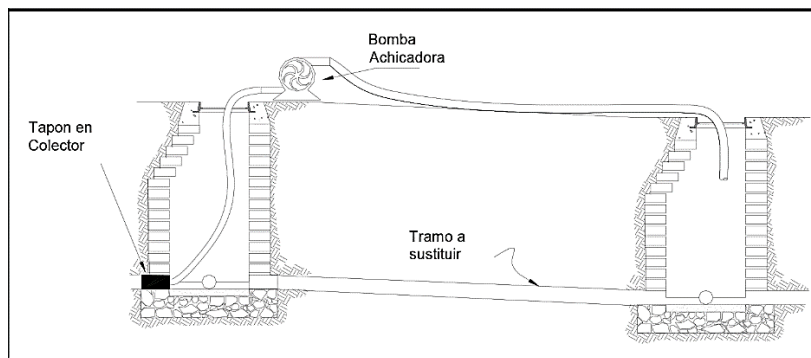
- Sustitución de colectores

Para la sustitución de un tramo de colector, se deberá descubrir totalmente el tramo. Una vez se tenga descubierta la tubería, se deberá toponear el pozo aguas arriba del tramo y con una bomba achicadora, bombear el agua hasta el

pozo ubicado aguas abajo de la reparación. Una vez se haya eliminado el flujo de agua, se deberá proceder a retirar la tubería existente y colocar la nueva, realizando las conexiones domiciliarias correspondientes.

Si la vía en la cual se sustituirá el colector cuenta con una pendiente favorable, se podrá eliminar el uso de la bomba achicadora

Figura 23. **Bomba achicadora**



Fuente: ANDA. *Manual de Planificación de Alcantarillado*. p. 108.

Tomando en consideración las desventajas que tiene el utilizar la tubería de cemento, se recomienda que los nuevos tramos a instalar sean de PVC, tuberías perfiladas de PVC o tuberías de polietileno de alta densidad. En el caso de las tuberías perfiladas, se deberá dar estricto cumplimiento al proceso de instalación dado por el fabricante.

- Sustitución o reparación del tapón completo para pozos de visita

La sustitución o reparación de tapaderas de pozos de visita, se hace necesaria en los casos en los cuales el aro sobre el cual se soporta la tapadera se encuentra fracturado o el tapón se ha hundido debido a la carga del tráfico. Se

dan casos en los cuales, debido a trabajos de recarpeteo de las vías, se hace necesario el elevar el nivel de tapadera.

Para la sustitución del aro del tapón, se deberá retirar el concreto que lo envuelve y la base de mortero sobre el cual descansa. Una vez limpia la zona de trabajo, se deberá colocar una capa de mortero y asentar el nuevo aro, teniendo el cuidado de nivelarlo con respecto a la calle.

- Programa de mantenimiento preventivo de la red de alcantarillado sanitario.
 - Mantenimiento preventivo: el mantenimiento preventivo debe preferirse a la reparación originada por averías de las obras y se sugieren los siguientes principios de aplicación:
 - Ejecutar las acciones de mantenimiento preventivo indicadas en este manual.
 - Investigar inmediatamente toda queja, corrigiendo pronto la condición defectuosa que ha sido notificada.
 - Conducir toda operación considerando la seguridad de los trabajadores y de los habitantes de la comunidad o visitantes.
 - Reconocer que los usuarios son los dueños del alcantarillado. Debe darse trato atento y eficiente servicio, así como la impresión de que las acciones se conducen dentro de buenos métodos de organización.
 - No iniciar trabajos sin tener disponible el personal necesario y el equipo y los materiales requeridos para no interrumpir el servicio más de lo necesario.

Con el objeto de evitar la incidencia de problemas en la red de alcantarillado, se deberá elaborar un plan de mantenimiento preventivo. El mantenimiento preventivo consiste en la ejecución de actividades encaminadas a minimizar la posibilidad de falla u obstrucción en la red, como mantenimiento preventivo se recomienda:

- Anualmente, revisar el estado de los colectores con edades mayores de 25 años.
 - Cada cinco años, revisar el estado de los pozos de visita, tapaderas, estribos, etc.
 - Mensualmente, lavar los tramos de colectores en los cuales se tiene ingreso de grasas y aceites.
 - Cada operación de mantenimiento correctivo, se deberá realizar el retiro de los materiales retenidos en los pozos de visita que convergen en el punto de obstruido.
- Actividades de operación y mantenimiento preventivo

A continuación, se detallan las actividades que deben realizarse en los diferentes componentes del alcantarillado sanitario.

- Conexiones domiciliarias
 - Operación: Vigilancia del tipo de aguas residuales que descargan al sistema, y estado físico de la misma. Frecuencia mensual.
 - Mantenimiento: limpieza de la conexión. Frecuencia semestral.
 - Reparación de conexiones: Eventual

- **Colectores**
 - **Operación:** se inspecciona el estado de las tuberías por medio de linterna o espejos, para observar si hay taponamientos, material sedimentado u otro tipo de problemas como fallas o roturas de tubería. Se limpia por medio de un pistón que puede ser de madera con cuerda de los dos lados y se hace pasar a través del tubo a partir de los pozos.
 - **Mantenimiento:** reparación de tuberías. Frecuencia eventual. Si en las acciones de operación se detectan los problemas mencionados, se limpian las tuberías por medio de un pistón que puede ser de madera con cuerda de los dos lados y se hace pasar a través del tubo a partir de los pozos, si hay problemas especiales como fallas o roturas deberán sustituirse los tubos dañados si no es posible repararlos.

- **Pozos o cajas de visita:**
 - **Operación:** control de acumulación de lodos, natas o basura. Revisión de tapaderas. Frecuencia mensual.
 - **Mantenimiento:** extracción de lodos, natas o basura. Eventual Reparación de daños, principalmente a la tapadera.

2.2.10. Elaboración de planos

Los planos para este proyecto son los siguientes:

- Planta general
- Planta general de curvas de nivel
- Planta general de densidad de vivienda

- Planta general de diseño hidráulico
- Planta-perfil de los ramales
- Detalles de conexiones domiciliarias y pozos de visita

Estos planos se pueden consultar en la sección de anexos.

2.2.11. Elaboración de presupuesto

A continuación, en la tabla VII se presenta el presupuesto de la red de alcantarillado.

Tabla VII. Presupuesto

Presupuesto	1301003 DISEÑO DE ALCANTARILLADO SANITARIO, CASERÍO EL TABLON, BÁRCENAS, ZONA 3, VILLA NUEVA	
Subpresupuesto	001 DISEÑO DE ALCANTARILLADO SANITARIO, CASERÍO EL TABLON, BÁRCENAS, ZONA 3, VILLA NUEVA	
Cliente	DEPARTAMENTO DE AGUA Y SANEAMIENTO, MUNICIPALIDAD DE VILLA NUEVA	Costo al 02/03/2020
Lugar	GUATEMALA - GUATEMALA - VILLA NUEVA	

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio (Q)	Parcial (Q)
01	DISEÑO DE ALCANTARILLADO SANITARIO				4 767 740,71
01,01	TRABAJOS PRELIMINARES				8 211,01
01,01,01	RÓTULO				1 878,88
01,01,01,01	RÓTULO DE 1,22m * 2,44m	und	1,00	1 878,88	1 878,88
01,01,02	BODEGA				2 327,33
01,01,02,01	BODEGA	glb	1,00	2 327,33	2 327,33
01,01,03	TRANSPORTE				4 004,80
01,01,03,01	TRANSPORTE	km	80,00	50,06	4 004,80
01,02	ALCANTARILLADO SANITARIO				4 759 529,70
01,02,01	TRAZO, NIVELACIÓN Y REPLANTEO				23 724,05
01,02,01,01	TRAZO, NIVELACIÓN Y REPLANTEO	m	3 478,60	6,82	23 724,05
01,02,02	MOVIMIENTO DE TIERRAS				2 136 193,90
01,02,02,01	ZANJEO				2 134 411,33
01,02,02,01,01	EXCAVACIÓN CON RETROEXCAVADORA PARA TUBERÍA DE ALCANTARILLADO	m3	17 089,49	61,97	1 059 035,70
01,02,02,01,02	RELLENO COMPACTADO EN ZANJA CON MATERIAL PROPIO	m3	17 018,13	63,19	1 075 375,63
01,02,02,02	ACARREO DE MATERIALES				1 782,57
01,02,02,02,01	ACARREO DE MATERIALES	m3	71,36	24,98	1 782,57

Continuación de la tabla VII.

01,02,03	LÍNEA PRINCIPAL O COLECTOR GENERAL					592 057,86
01,02,03,01	TUBERÍA DE PVC Ø 6 PULGADAS ASTM F-949	m	358,00	154,47		518 710,26
01,02,03,02	TUBERÍA DE PVC Ø 8 PULGADAS ASTM F-949	m	9,30	229,11		2 130,72
01,02,03,03	TUBERÍA DE PVC Ø 12 PULGADAS ASTM F-949	m	40,10	471,14		18 892,71
01,02,03,04	TUBERÍA DE PVC Ø 15 PULGADAS ASTM F-949	m	71,20	734,89		52 324,17
01,02,04	CONEXIONES DOMICILIARES					254 329,58
01,02,04,01	CONEXIONES DOMICILIARES 6"X4"	und	193,00	1 243,94		240 080,42
01,02,04,02	CONEXIONES DOMICILIARES 12"X4"	und	3,00	1 548,64		4 645,92
01,02,04,03	CONEXIONES DOMICILIARES 15"X4"	und	6,00	1 600,54		9 603,24
01,02,05	POZOS DE VISITA					1 524 184,53
01,02,05,01	POZO DE VISITA, PROFUNDIDAD DE 1,20 - 2,50 METROS, DIÁMETRO = 1,20 METROS	und	47,00	8 141,34		382 642,98
01,02,05,02	POZO DE VISITA, PROFUNDIDAD DE 2,51 - 5,96 METROS, DIÁMETRO = 1,20 METROS	und	71,00	16 078,05		1 141 541,55
01,02,06	OBRAS COMPLEMENTARIAS					229 039,78
01,02,06,01	TUBERÍA AUXILIAR DE PVC Ø 6 PULGADAS ASTM F-949	m	175,00	154,47		27 032,25
01,02,06,02	BAJADA DE AGUA, TUBERÍA DE PVC Ø 6 PULGADAS ASTM F-949	und	87,00	1 935,61		168 398,07
01,02,06,03	BAJADA DE AGUA, TUBERÍA DE PVC Ø 12 PULGADAS ASTM F-949	und	2,00	5 564,33		11 128,66
01,02,06,04	BAJADA DE AGUA, TUBERÍA DE PVC Ø 15 PULGADAS ASTM F-949	und	2,00	11 240,40		22 480,80
COSTO DIRECTO						4 767 740,71
COSTO INDIRECTO 45,00 %						2 145 483,32
SUB TOTAL						6 913 224,03
MONTO DEL PROYECTO						6 913 224,03
SON: SEIS MILLONES NOVECIENTOS TRECE MIL DOSCIENTOS VEINTICUATRO CON 03/100						

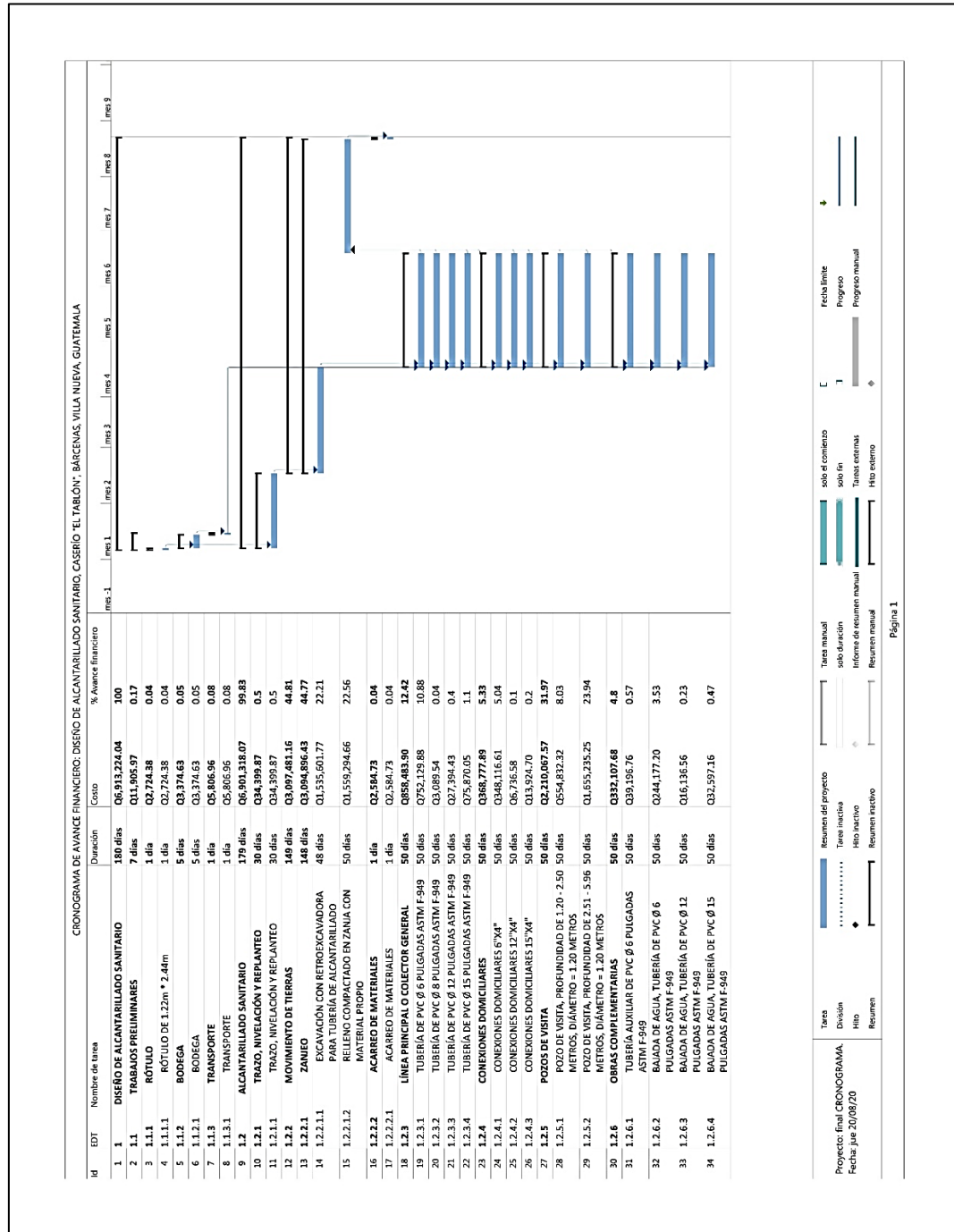
Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 365.

Figura 24. Cronograma valorizado de obra del proyecto

CRONOGRAMA VALORIZADO: DISEÑO DE ALCANTARILLADO SANITARIO, CASERIO "EL TABLÓN", BARCENAS, VILLANUEVA, GUATEMALA												
Item	Descripción	Und.	Metrado	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6	Mes 7	Mes 8	TOTAL
01	DISEÑO DE ALCANTARILLADO SANITARIO			Q. 32.975,89	Q. 393.231,43	Q. 719.813,33	Q. 1.331.128,28	Q. 1.771.635,40	Q. 1.410.521,02	Q. 732.868,49	Q. 521.050,20	Q. 6.913.224,04
01.01	TRABAJOS PRELIMINARES			Q. 11.905,97								Q. 11.905,97
01.01.01	ROTULO			Q. 2.724,38								Q. 2.724,38
01.01.01.01	RÓTULO DE 1,22m * 2,44m	und	1,00	Q. 2.724,38								Q. 2.724,38
01.01.02	BODEGA			Q. 3.374,63								Q. 3.374,63
01.01.02.01	BODEGA	gld	1,00	Q. 3.374,63								Q. 3.374,63
01.01.03	TRANSPORTE			Q. 5.806,96								Q. 5.806,96
01.01.03.01	TRANSPORTE	km	80,00	Q. 5.806,96								Q. 5.806,96
01.02	ALCANTARILLADO SANITARIO			Q. 21.069,92	Q. 393.231,43	Q. 719.813,33	Q. 1.331.128,28	Q. 1.771.635,40	Q. 1.410.521,02	Q. 732.868,49	Q. 521.050,20	Q. 6.901.318,07
01.02.01	TRAZO, NIVELACION Y REPLANTEO			Q. 21.069,92	Q. 13.329,95							Q. 34.399,87
01.02.01.01	TRAZO, NIVELACION Y REPLANTEO	m	3.478,60	Q. 21.069,92	Q. 13.329,95							Q. 34.399,87
01.02.02	MOVIMIENTO DE TIERRAS			Q. 379.801,48	Q. 379.801,48	Q. 719.813,33	Q. 435.886,36		Q. 307.860,70	Q. 732.868,49	Q. 521.050,20	Q. 3.087.481,16
01.02.02.01	ZANJOS			Q. 379.801,48	Q. 379.801,48	Q. 719.813,33	Q. 435.886,36		Q. 307.860,70	Q. 732.868,49	Q. 521.050,20	Q. 3.094.896,43
1.02.02.01.0	EXCAVACION CON RETROEXCAVADORA PARA TUBERÍA DE ALCANTARILLADO	m3	17.089,49		Q. 379.801,48	Q. 719.813,33	Q. 435.886,36					Q. 1.535.601,77
1.02.02.01.0	RELLENO COMPACTADO EN ZANJA CON MATERIAL PROPIO	m3	17.018,13						Q. 307.860,70	Q. 732.868,49	Q. 518.465,47	Q. 1.559.294,66
01.02.02.02	ACARREO DE MATERIALES	m3	71,36									Q. 2.584,73
1.02.02.02.0	ACARREO DE MATERIALES	m3	71,36									Q. 2.584,73
01.02.03	LINEA PRINCIPAL O COLECTOR GENERAL				Q. 203.889,94	Q. 403.487,42			Q. 251.106,54			Q. 859.483,90
01.02.03.01	TUBERIA DE PVC Ø 8 PULGADAS ASTM F-949	m	3.388,00		Q. 178.630,85	Q. 353.501,04			Q. 219.997,99			Q. 752.129,88
01.02.03.02	TUBERIA DE PVC Ø 8 PULGADAS ASTM F-949	m	9,30		Q. 733,77	Q. 1.452,08			Q. 903,69			Q. 3.089,54
01.02.03.03	TUBERIA DE PVC Ø 12 PULGADAS ASTM F-949	m	40,10		Q. 6.506,18	Q. 12.875,38			Q. 8.012,87			Q. 27.394,43
01.02.03.04	TUBERIA DE PVC Ø 15 PULGADAS ASTM F-949	m	71,20		Q. 18.019,14	Q. 35.656,92			Q. 22.191,99			Q. 75.870,05
01.02.04	CONEXIONES DOMICILIARES				Q. 87.584,75	Q. 173.325,61			Q. 107.867,53			Q. 368.777,89
01.02.04.01	CONEXIONES DOMICILIARES 6"X4"	und	193,00		Q. 82.677,69	Q. 163.614,81			Q. 101.824,11			Q. 348.116,61
01.02.04.02	CONEXIONES DOMICILIARES 12"X4"	und	3,00		Q. 1.959,94	Q. 3.166,19			Q. 1.970,45			Q. 6.736,58
01.02.04.03	CONEXIONES DOMICILIARES 15"X4"	und	6,00		Q. 3.307,12	Q. 6.544,61			Q. 4.072,97			Q. 13.924,70
01.02.05	POZOS DE VISITA				Q. 524.891,05	Q. 1.038.731,76			Q. 646.444,76			Q. 2.210.067,57
01.02.05.01	POZO DE VISITA, PROFUNDIDAD DE 1,20 - 2,50 METROS, DIÁMETRO = 1,20 METROS	und	47,00		Q. 131.772,88	Q. 260.771,19			Q. 162.288,45			Q. 554.832,32
01.02.05.02	POZO DE VISITA, PROFUNDIDAD DE 2,51 - 5,98 METROS, DIÁMETRO = 1,20 METROS	und	71,00		Q. 383.118,37	Q. 777.960,57			Q. 484.156,31			Q. 1.655.235,25
01.02.06	OBRAS COMPLEMENTARIAS				Q. 78.875,58	Q. 156.090,61			Q. 97.141,49			Q. 332.107,68
01.02.06.01	TUBERIA AUXILIAR DE PVC Ø 6 PULGADAS ASTM F-949	m	175,00		Q. 9.309,23	Q. 18.422,48			Q. 11.465,05			Q. 39.196,76
01.02.06.02	BAJADA DE AGUA, TUBERIA DE PVC Ø 6 PULGADAS ASTM F-949	und	87,00		Q. 57.992,09	Q. 114.763,28			Q. 71.421,83			Q. 244.177,20
01.02.06.03	BAJADA DE AGUA, TUBERIA DE PVC Ø 12 PULGADAS ASTM F-949	und	2,00		Q. 3.832,43	Q. 7.664,18			Q. 4.719,94			Q. 16.136,55
01.02.06.04	BAJADA DE AGUA, TUBERIA DE PVC Ø 15 PULGADAS ASTM F-949	und	2,00		Q. 7.741,83	Q. 15.320,67			Q. 9.534,67			Q. 32.597,17
	TOTAL			Q. 32.975,89	Q. 393.231,43	Q. 719.813,33	Q. 1.331.128,28	Q. 1.771.635,40	Q. 1.410.521,02	Q. 732.868,49	Q. 521.050,20	Q. 6.913.224,04

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 365.

Figura 25. Cronograma de avance financiero



Fuente: elaboración propia, empleando Project 2016.

2.2.12. Evaluación socioeconómica

Los proyectos de sistemas de agua potable tienen un gran componente social, se deben considerar los efectos indirectos y de valorización social de beneficio y costo que conlleva su instalación y manejo. Sin embargo, una evaluación económica del proyecto ofrece indicadores de viabilidad para su realización. La evaluación de proyectos por medio de métodos matemáticos y financieros es de utilidad para conocer la rentabilidad que generarán. Para ello se utilizarán los métodos del Valor Presente Neto, Tasa Interna de Retorno y el análisis Beneficio-Costo que se describen a continuación.

2.2.12.1. Valor Presente Neto

El Valor Presente Neto (VPN) se utiliza para comparar alternativas de inversión. Consiste en transformar la inversión inicial, los ingresos y egresos anuales, así como valores de rescate futuros de un proyecto a un valor presente, para determinar si este es rentable, al término del período de funcionamiento. El Valor Presente Neto (VPN) también es llamado Valor Actual Neto (VAN).

El VAN sirve para generar dos tipos de decisiones: en primer lugar, ver si las inversiones son efectuables y, en segundo lugar, ver qué inversión es mejor que otra en términos absolutos. Los criterios de decisión van a ser los siguientes:

- VAN > 0: el valor actualizado de los cobros y pagos futuros de la inversión, a la tasa de descuento elegida generará beneficios.
- VAN = 0: el proyecto de inversión no generará ni beneficios ni pérdidas, siendo su realización, en principio, indiferente.
- VAN < 0: el proyecto de inversión generará pérdidas, por lo que deberá ser rechazado.

Para hacer el análisis del valor presente neto se utilizó la siguiente fórmula:

$$VAN = -I_0 + \sum_{t=1}^n \frac{F_t}{(1+k)^t} = -I_0 + \frac{F_1}{(1+k)} + \frac{F_2}{(1+k)^2} + \dots + \frac{F_n}{(1+k)^n}$$

Donde:

F_t = representa los flujos de caja en cada periodo t.

I_0 = es el valor del desembolso inicial de la inversión.

N = es el número de períodos considerado.

K = es la tasa de interés propuesta.

2.2.12.2. Tasa Interna de Retorno

La Tasa Interna de Retorno (TIR) es la tasa de interés o rentabilidad que ofrece una inversión. Es decir, es el porcentaje de beneficio o pérdida que tendrá una inversión para las cantidades que no se han retirado del proyecto.

Es una medida utilizada en la evaluación de proyectos de inversión que está muy relacionada con el Valor Actualizado Neto (VAN). También se define como el valor de la tasa de descuento que hace que el VAN sea igual a cero, para un proyecto de inversión dado.

La tasa interna de retorno (TIR) nos da una medida relativa de la rentabilidad, es decir, va a venir expresada en tanto por ciento. El principal problema radica en su cálculo, ya que el número de periodos dará el orden de la ecuación a resolver. Para resolver este problema se pueden acudir a diversas aproximaciones, utilizar una calculadora financiera o un programa informático.

- ¿Cómo se calcula la TIR?

También se puede definir basándonos en su cálculo, la TIR es la tasa de descuento que iguala, en el momento inicial, la corriente futura de cobros con la de pagos, generando un VAN igual a cero, se utiliza la siguiente fórmula:

$$VAN = -I_0 + \sum_{t=1}^n \frac{F_t}{(1 + TIR)^t} = -I_0 + \frac{F_1}{(1 + TIR)} + \frac{F_2}{(1 + TIR)^2} + \dots + \frac{F_n}{(1 + TIR)^n} = 0$$

Donde:

F_t = son los flujos de dinero en cada periodo t.

I_0 = es la inversión realiza en el momento inicial (t = 0).

N= es el número de periodos de tiempo.

- Criterio de selección de proyectos según la Tasa interna de retorno.
El criterio de selección será el siguiente donde “k” es la tasa de descuento de flujos elegida para el cálculo del VAN:
- Si $TIR > k$, el proyecto de inversión será aceptado. En este caso, la tasa de rendimiento interno que se obtiene es superior a la tasa mínima de rentabilidad exigida a la inversión.
- Si $TIR = k$, se estaría en una situación similar a la que se producía cuando el VAN era igual a cero. En esta situación, la inversión podrá llevarse a cabo si mejora la posición competitiva de la empresa y no hay alternativas más favorables.
- Si $TIR < k$, el proyecto debe rechazarse. No se alcanza la rentabilidad mínima que le pedimos a la inversión.

2.2.12.3. Cálculo de la relación Beneficio-Costo (B/C)

Este análisis compara de forma directa los beneficios y los costos. Para calcular la relación (B/C), primero se halla la suma de los beneficios descontados, traídos al presente, y se divide sobre la suma de los costes también descontados. Se utiliza la siguiente ecuación para calcular esta relación:

$$\frac{B}{C} = \frac{INGRESOS\ INICIALES + VPN(INGRESOS\ ANUALES)}{COSTOS\ INICIALES + VPN(COSTOS\ ANUALES)}$$

Donde:

B/C= relación beneficio-costo.

VPN (INGRESOS ANUALES) = valor presente neto de los ingresos anuales excluyendo a los ingresos iniciales (año 0).

VPN (COSTOS ANUALES) = valor presente neto de los costos anuales excluyendo a los costos iniciales (año 0).

INGRESOS INICIALES= ingresos en el año 0.

COSTOS INICIALES= costos en el año 0.

Para una conclusión acerca de la viabilidad de un proyecto, bajo este enfoque, se debe tener en cuenta la comparación de la relación B/C hallada en comparación con 1, así se logra lo siguiente:

- B/C > 1 indica que los beneficios superan los costos, por consiguiente, el proyecto debe ser considerado.
- B/C=1 Aquí no hay ganancias, pues los beneficios son iguales a los costos.
- B/C < 1, muestra que los costos son mayores que los beneficios, no se debe considerar.

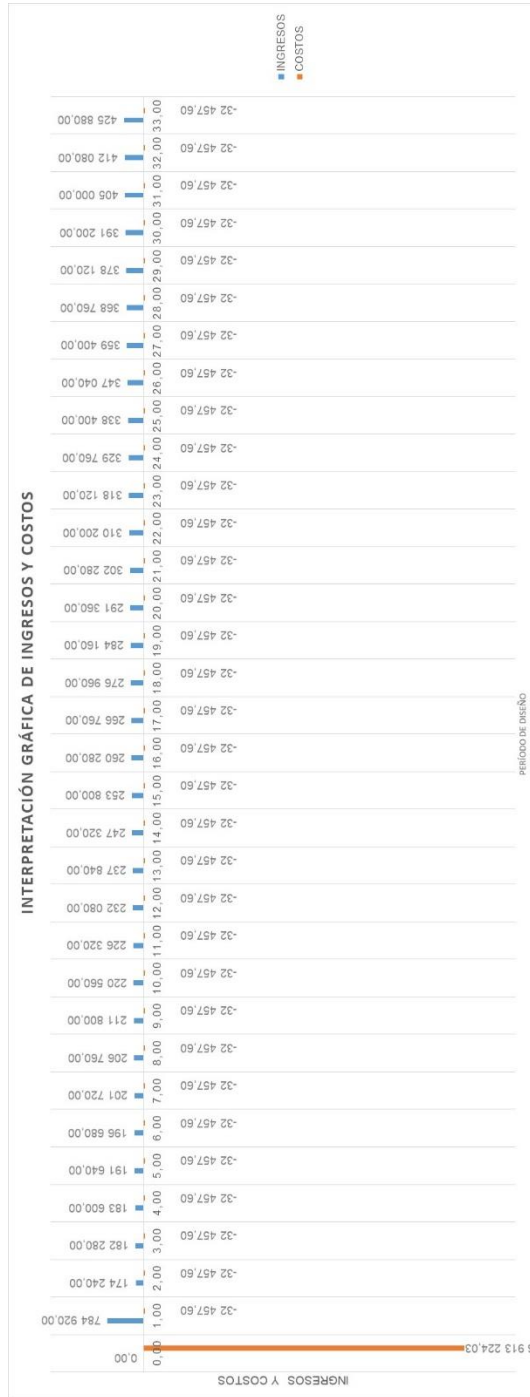
2.2.12.3.1. Datos utilizados para el análisis socioeconómico

La Municipalidad de Villa Nueva invertirá Q 6 913 224,03 en la ejecución del proyecto de alcantarillado sanitario para el caserío El Tablón. Para proporcionarle mantenimiento continuo al sistema se contratará un fontanero con un sueldo diario de Q 90,16; además, se estima tener los siguientes ingresos: la instalación de la acometida o conexión domiciliar será un pago único de Q 3 000,00 por vivienda (este pago es por el derecho a proporcionar el servicio), la tarifa mensual por vivienda, de Q 60,00; estos pagos entrarán en vigencia 1 año después de la entrega del proyecto. Suponiendo una tasa del 1,30 % al final de los 33 años (que contempla el período de diseño), se determinará la factibilidad del proyecto a través del VPN. Otro aspecto por tomar en cuenta es que en el caserío El Tablón hay 196 viviendas ocupadas (año=0), por lo que se supondrá un incremento variable cada año hasta al final del período de diseño. Al final del período de diseño todas las viviendas estarán habitadas.

Resumen de datos:

- Tarifa mensual por vivienda (Q./vivienda) = Q 60,00
- Suponiendo una tasa al final del período de diseño (i) = 1,30 %
- Para proporcionarle mantenimiento continuo al sistema se contratará un fontanero con un sueldo diario de (Q./diario) = Q 90,16
- Número de viviendas iniciales= 196
- Número de habitantes al final del período de diseño = 3 119
- Período de diseño (n) = 33
- Ingresos iniciales (Q.) = Q 0
- Cuota por derecho a conexión domiciliar (Q.) Por vivienda = Q 3 000,00

Figura 26. Interpretación gráfica de ingresos y costos



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 365.

Figura 27. Evaluación socioeconómica

AÑO (t)	INGRESO INICIAL	CUOTA ANUAL REC/AUDADA POR DERECHO A CONEXIÓN DOMICILIAR	INGRESOS ANUALES	COSTOS ANUALES	Σ INGRESO INICIAL + INGRESOS ANUALES	Σ COSTO INICIAL + COSTOS ANUALES	FLUJO NETO EFECTIVO	TASA (1+i) ^t n	FLUJO NETO EFECTIVO / TASA (1+i) ^t n	Numero de viviendas habitadas ya que inicialmente solo hay 196 viviendas habitadas (n ₀ =0), y estas 196 se incrementarán con el paso del tiempo.	SUPONIENDO UN INCREMENTO DE VIVIENDAS POR AÑO
0,00	0,00				0,00	6 913 224,03	-6 913 224,03		-6 913 224,03	196,00	196,00
1,00		633 000,00	784 920,00	32 457,60	784 920,00	32 457,60	732 462,40	1,01	742 805,92	211,00	15,00
2,00		18 000,00	174 240,00	32 457,60	174 240,00	32 457,60	141 782,40	1,03	138 166,72	217,00	6,00
3,00		21 000,00	182 880,00	32 457,60	182 880,00	32 457,60	149 422,40	1,04	144 128,02	224,00	7,00
4,00		18 000,00	183 600,00	32 457,60	183 600,00	32 457,60	151 142,40	1,05	143 531,93	230,00	6,00
5,00		21 000,00	191 640,00	32 457,60	191 640,00	32 457,60	159 182,40	1,07	149 227,14	237,00	7,00
6,00		21 000,00	196 680,00	32 457,60	196 680,00	32 457,60	164 222,40	1,08	151 976,25	244,00	7,00
7,00		21 000,00	201 720,00	32 457,60	201 720,00	32 457,60	169 262,40	1,09	154 630,22	251,00	7,00
8,00		21 000,00	206 760,00	32 457,60	206 760,00	32 457,60	174 302,40	1,11	157 191,05	258,00	7,00
9,00		21 000,00	211 800,00	32 457,60	211 800,00	32 457,60	179 342,40	1,12	159 660,68	265,00	7,00
10,00		24 000,00	220 560,00	32 457,60	220 560,00	32 457,60	188 102,40	1,14	165 310,29	273,00	8,00
11,00		24 000,00	226 320,00	32 457,60	226 320,00	32 457,60	193 862,40	1,15	168 185,94	281,00	8,00
12,00		24 000,00	232 080,00	32 457,60	232 080,00	32 457,60	199 622,40	1,17	170 960,56	289,00	8,00
13,00		24 000,00	237 840,00	32 457,60	237 840,00	32 457,60	205 382,40	1,18	173 636,26	297,00	8,00
14,00		27 000,00	247 320,00	32 457,60	247 320,00	32 457,60	214 862,40	1,20	179 319,78	306,00	9,00
15,00		27 000,00	253 800,00	32 457,60	253 800,00	32 457,60	221 342,40	1,21	182 357,21	315,00	9,00
16,00		27 000,00	260 280,00	32 457,60	260 280,00	32 457,60	227 822,40	1,23	185 287,15	324,00	9,00
17,00		30 000,00	276 960,00	32 457,60	276 960,00	32 457,60	234 302,40	1,25	188 111,85	333,00	9,00
18,00		30 000,00	284 160,00	32 457,60	284 160,00	32 457,60	244 502,40	1,26	193 781,86	343,00	10,00
19,00		30 000,00	291 360,00	32 457,60	291 360,00	32 457,60	255 702,40	1,28	196 928,19	353,00	10,00
20,00		33 000,00	299 380,00	32 457,60	299 380,00	32 457,60	268 902,40	1,29	199 961,86	363,00	10,00
21,00		33 000,00	302 280,00	32 457,60	302 280,00	32 457,60	269 822,40	1,31	205 721,48	374,00	11,00
22,00		33 000,00	310 200,00	32 457,60	310 200,00	32 457,60	277 742,40	1,33	209 042,40	385,00	11,00
23,00		33 000,00	318 120,00	32 457,60	318 120,00	32 457,60	285 662,40	1,35	212 244,20	396,00	11,00
24,00		36 000,00	329 760,00	32 457,60	329 760,00	32 457,60	297 302,40	1,36	218 057,85	408,00	12,00
25,00		36 000,00	338 400,00	32 457,60	338 400,00	32 457,60	305 942,40	1,38	221 515,20	420,00	12,00
26,00		36 000,00	347 040,00	32 457,60	347 040,00	32 457,60	314 582,40	1,40	224 847,90	432,00	12,00
27,00		39 000,00	359 400,00	32 457,60	359 400,00	32 457,60	326 942,40	1,42	230 693,34	445,00	13,00
28,00		39 000,00	368 760,00	32 457,60	368 760,00	32 457,60	336 302,40	1,44	234 242,39	458,00	13,00
29,00		39 000,00	378 120,00	32 457,60	378 120,00	32 457,60	346 662,40	1,45	237 672,11	471,00	13,00
30,00		42 000,00	391 200,00	32 457,60	391 200,00	32 457,60	358 742,40	1,47	243 900,21	485,00	14,00
31,00		45 000,00	405 000,00	32 457,60	405 000,00	32 457,60	372 942,40	1,49	249 622,02	500,00	15,00
32,00		42 000,00	412 080,00	32 457,60	412 080,00	32 457,60	379 622,40	1,51	251 101,66	514,00	14,00
33,00		45 000,00	425 880,00	32 457,60	425 880,00	32 457,60	393 422,40	1,53	256 890,11	529,00	15,00
TOTAL		1 587 000,00		VAN ó VPN=	7 806 761,40	866 461,64		VAN ó VPN=	27 075,73		
RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN SOCIOECONÓMICA DEL PROYECTO											
VAN ó VPN=	27 075,73	VALOR POSITIVO, POR LO TANTO, ES ACEPTABLE									
TIR=	0,01	MAYOR QUE LA TASA DE DESCUENTO PROPUESTA, POR LO TANTO, ES ACEPTABLE									
ANÁLISIS RELACIÓN BENEFICIO/COSTO											
MAYOR A 1, POR LO TANTO, ES ACEPTABLE											
ΣC= 7 806 761,40											
ΣC= 866 461,64											
ΣI + INGRESO INICIAL= 7 806 761,40											
ΣC + COSTO INICIAL= 7 779 685,67											
B/C= 1,00											

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 365.

2.2.13. Propuesta de planta de tratamiento

A continuación, se describe la propuesta para la planta de tratamiento de aguas residuales.

2.2.13.1. Descripción general del sistema

- Importancia del tratamiento de las aguas servidas

En la actualidad, la salud es un tema que da muchísimo que hablar, ya que como seres humanos nos preocupamos por las formas en que debemos de cuidarnos para poder subsistir en este planeta. Años atrás, el tema de la salud se orientaba al tratamiento de las aguas residuales, pero no se le daba mucha importancia; fue así como en los proyectos de alcantarillado sanitario, muchas veces no se tomaba en cuenta el daño que podrían ocasionar al medio ambiente, y desde luego al ser humano; esto fue porque las poblaciones eran mucho más pequeñas y el daño que ocasionaban era de poco impacto; en la actualidad, desde luego, ya no es así.

Debido al crecimiento poblacional, que han sufrido nuestras comunidades, el impacto que ocasionan es de mayor nivel, y el medio natural que nos rodea ya no es eficiente para disolver la contaminación por sí mismo. Es por eso por lo que, profesionales de la ingeniería civil, estudiantes y organizaciones públicas y privadas se han preocupado por mantener la salud, realizando proyectos de infraestructura, que permitan un sano manejo de las aguas servidas, y así procurar el desarrollo de nuestro país, de una forma adecuada y sana para las generaciones futuras.

La importancia del tratamiento de las aguas servidas radica en que se debe evitar a cualquier costa que lleguen a una descarga final, como los ríos, lagos, mantos y acuíferos, sin un tratamiento adecuado, para evitar la contaminación, ya que estos son indispensables para la vida.

- Proceso de tratamiento de las aguas servidas

Cuando se trata de la disposición de las aguas servidas de origen doméstico, es necesario realizar un tratamiento que pueda evitar la contaminación de los cuerpos receptores, para que no interfiera con el uso que los seres humanos dispongan darles, como, por ejemplo, riego, recreación, pesca, agua de abastecimiento público o cualquier otro uso de que disponga. El fin principal, para el cual se realiza un tratamiento a las aguas servidas, consiste separar de estas la materia orgánica soluble y la remoción de patógenos nocivos para los seres humanos, antes de descargarlas al cuerpo receptor de que se disponga. Los métodos que se pueden utilizar para dar un tratamiento adecuado a las aguas servidas son muchos, los cuales pueden incluirse dentro de los cinco siguientes procesos:

- Tratamiento preliminar: el fin de este proceso es proteger los equipos de bombeo y también el de facilitar los procesos subsecuentes del tratamiento. Para lograr este fin, se utilizan dispositivos que puedan separar los sólidos suspendidos, los sólidos inorgánicos pesados y eliminar cantidades excesivas de aceites o grasas. Generalmente este proceso físico se lleva a cabo por medio de rejillas y desarenadores, los cuales se encuentran en el canal de entrada a la planta.

- Tratamiento primario: en este proceso, su propósito es de eliminar, por medio de un proceso físico, los sólidos suspendidos en las aguas negras, por medio de un asentamiento que se logra disminuyendo la velocidad de las aguas negras. En este proceso, se logra eliminar aproximadamente de 40 a 60 % de los sólidos suspendidos. El dispositivo, en el que se logra dicho asentamiento, se les denomina tanques de sedimentación. Estos tanques logran la descomposición en una forma anaeróbica de los lodos.

- Tratamiento secundario: este proceso del tratamiento se realiza, cuando el agua residual aún contiene materia orgánica disuelta después de realizar el tratamiento primario. En este proceso, los agentes, que realizan el trabajo principal, son los organismos aeróbicos que descomponen los sólidos orgánicos, para transformarlos en sólidos inorgánicos o en sólidos orgánicos estables. Los dispositivos utilizados en el tratamiento secundario pueden clasificarse de la siguiente forma:
 - Filtro goteador con tanques de sedimentación secundarios
 - Tanques de sedimentación
 - Filtro percolador
 - Filtro de arena
 - Lecho de contacto
 - Lagunas de estabilización

- Cloración: este método de tratamiento tiene muchos usos, que pueden utilizarse según el propósito deseado; ya que se puede utilizar, aun antes de tratamiento preliminar. Los propósitos en los

que generalmente se utiliza la cloración de las aguas servidas son los siguientes:

- Desinfección o destrucción de organismos patógenos.
- Prevención de la descomposición de las aguas negras para:
 - ✓ Controlar el olor.
 - ✓ Protección de las estructuras de la planta.
- Como auxiliar en la operación de la planta para:
 - ✓ La sedimentación.
 - ✓ En los filtros goteadores.
 - ✓ El abultamiento de los lodos activos.
- Ajuste o abatimiento de la demanda bioquímica de oxígeno.

Este tratamiento tiene el inconveniente respecto al cloro que debe de eliminarse, luego de la desinfección del agua, antes de la disposición final al cuerpo receptor, debido a que si el cuerpo receptor fuese una fuente de reutilización del líquido, puede provocar en el ser humano enfermedades cancerígenas.

- Tratamiento de lodos: los lodos de las aguas negras son básicamente los sólidos que se eliminan en los tratamientos primarios y secundarios, más una porción de agua que se separa con ellos. En este tratamiento, se pretenden dos objetivos: eliminar parcial o totalmente el agua que contiene los lodos, para producir una disminución considerable en el volumen; en segundo lugar, para que se puedan descomponer todos los sólidos orgánicos putrescibles, que se transformarán en sólidos minerales o sólidos orgánicos estables. Estos objetivos se logran cuando se combinan dos o más de los siguientes métodos:

- Espesamiento
 - Digestión
 - Secado en lechos de arena
 - Acondicionamiento con productos químicos
 - Filtración al vacío
 - Secado con paliación de calor
 - Incineración, entre otros
- Selección del tipo de tratamiento

Para la selección del tipo de tratamiento, que se les dará a las aguas residuales del caserío El Tablón, se deben de tomar varios factores que influyen en la determinación de este. Los factores mencionados se asocian con:

- Eficiencia
- Economía
- Operación y mantenimiento
- Factibilidad

El sistema que se pudo observar, que llena los requisitos de los factores de selección, anteriormente mencionados, es el proceso de Lodos Activados; este proceso es eficiente, debido a un contacto íntimo que existe entre organismos aeróbicos con los sólidos orgánicos de las aguas negras, y procuran la descomposición de dichos sólidos por medio de la oxidación que realizan estos seres vivos. En este sistema, se puede comprobar que su construcción es considerablemente económico, comparado con otros sistemas de tratamiento. La operación y mantenimiento de este sistema no son complicados, debido a que su equipo no es sofisticado ni necesita un personal altamente preparado para su funcionamiento.

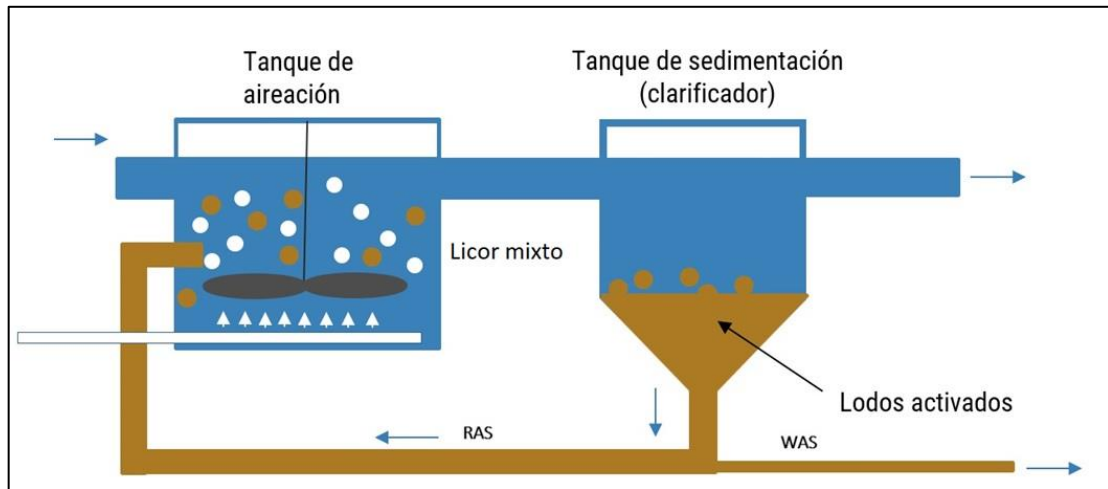
- Propuesta de las unidades de tratamiento

Se proponen, para el sistema a utilizar, las siguientes unidades de tratamiento:

- Canal de rejas
- Tanques de aireación y clarificación
- Equipo de aireación
- Área de secados de lodos
- Sistema de cloración
- Cabezal de descarga

Estos tanques de aireación son compartimientos, en donde se suministra aire, el cual se propaga en el fondo, para que los microorganismos puedan propagarse, gracias al oxígeno que necesitan para vivir. Los lodos activados pasan luego al tanque de clarificación, en donde se sedimentarán por gravedad. Estos lodos son reutilizados en el sistema para alimentarlo; el excedente, una vez estabilizado, es puesto en el área de secado de lodos. El agua clarificada es tratada para su desinfección por medio de un sistema de cloración, que consiste en tabletas de Hipoclorito de Calcio, para luego descargarla al cuerpo receptor, por medio de un cabezal de mampostería de piedra bola, y así evitar que se socave el terreno, en el punto donde se realizará la descarga.

Figura 28. **Sistema convencional de lodos activados**



Fuente: Cropaia. *Lodos activados*. <https://cropaia.com/es/blog/lodos-activados/>. Consulta: 3 de septiembre de 2020.

- Análisis de Alternativa A: agua potable
 - Alternativa seleccionada

Si bien todas las alternativas son de importancia, se ha optado para este proyecto abordar el aspecto de saneamiento. Para esto existen otras sub alternativas que se describen a continuación:

- Ampliación de la red existente: esto implica mejorar la cobertura en base a nuevas redes de agua potable para su distribución.
- Construcción de nuevas redes de distribución de agua potable: implica la ejecución de proyectos nuevos de redes

de agua potable, incluyendo tanques de almacenamiento y pozos de abastecimiento.

- Métodos alternativos de distribución de agua potable: se refiere a la distribución de agua potable por medio de camiones cisterna, pipas, etc.

Se ha optado por descartar las opciones a y c. Se ha considerado prioritario la construcción de una nueva red de distribución de agua potable ubicada en la colonia Ulises Rojas, Bárcenas, municipio de Villa Nueva. Esto por los siguientes motivos:

- Las estaciones de bombeo que actualmente proveen agua solo a los sectores vecinos a la colonia Ulises Rojas, estas fueron diseñadas para cubrir únicamente a estos sectores, por lo que al momento de tratar de ampliar la red de agua potable, no solo bajaría la dotación de agua propuesta inicialmente (150 L/Hab/Día), sino que también las bombas que impulsan el agua de los pozos existentes tendrían un desgaste mayor debido a la necesidad de dotar de agua a toda la colonia.
- Los sistemas alternativos como camiones cisterna, pipas, entre otros, representarían un alto costo en la economía de las familias de la colonia y también por el dudoso tratamiento de potabilización que se le puede dar a estas aguas, puede conllevar a sufrir enfermedades, lo cual también afecta su economía. Por lo que la población está dispuesta a recibir, de parte de la municipalidad de Villa Nueva, el servicio de agua potable.

- Estudio de mercado: el estudio de mercado es para demostrar la existencia de una necesidad insatisfecha. Para esto es necesario hacer el análisis de demanda y oferta, y posteriormente comparar ambos parámetros para evaluar si existe o no un déficit.
- Análisis de demanda: en la colonia Ulises Rojas se estima una población de 3 021 personas, en la actualidad, que no cuenta con servicio de agua potable, su consumo promedio es de 150 litros por habitante en un día, y se ven en la necesidad de buscar formas alternativas para suplir la falta de agua potable, como la compra de toneles, cisternas, etc.
- Análisis de la oferta: como se explicó anteriormente, el agua potable no está llegando a la colonia, por lo que los habitantes no ven resuelta esta necesidad. Lo que hace necesaria la distribución de agua potable para abastecer el consumo de agua de la colonia. Motivo por el cual se considera que la oferta es nula.
- Relación entre oferta y demanda: tal como se ha indicado, la oferta es nula y la demanda es grande. De este razonamiento se concluye que se requiere la construcción de una red de abastecimiento de agua potable para el sector estudiado y este deberá estar diseñado para atender la demanda futura.
- Formulación del proyecto
 - Objetivos del proyecto

- Objetivo general

Disminuir la tasa de morbilidad por enfermedades de origen hídrico en la colonia Ulises Rojas, Bárcenas, Villa Nueva.

- Objetivos específicos

- ✓ Contribuir a mejorar la calidad ambiental en la colonia Ulises Rojas, Bárcenas, Villa Nueva.
- ✓ Garantizar una dotación de agua potable para un consumo eficiente en cantidad y continuidad para la población de la colonia Ulises Rojas, Bárcenas, Villa Nueva.
- ✓ Proveer un sistema eficiente de distribución de agua potable en la colonia Ulises Rojas, Bárcenas, Villa Nueva.

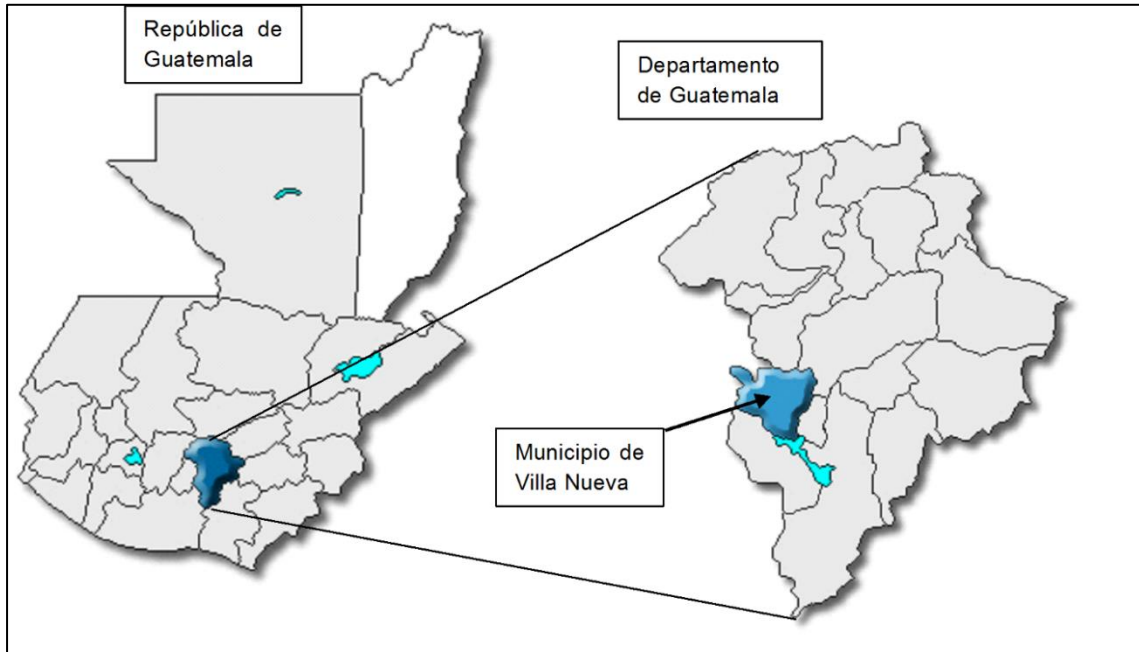
- Metas o resultados

- Mejorar el rendimiento escolar de la colonia Ulises Rojas, Bárcenas, Villa Nueva.
- Disminuir los gastos en salud en la colonia Ulises Rojas, Bárcenas, Villa Nueva.
- Aumentar la productividad de la colonia Ulises Rojas, Bárcenas, Villa Nueva.

- Descripción del proyecto
 - El proyecto consiste en la construcción de una red de distribución de agua potable ubicado en la colonia Ulises Rojas, Bárcenas, Villa Nueva.

- Aspectos técnicos
 - Localización
 - Macrolocalización: el proyecto se localiza en el municipio de Villa Nueva, departamento de Guatemala, República de Guatemala.

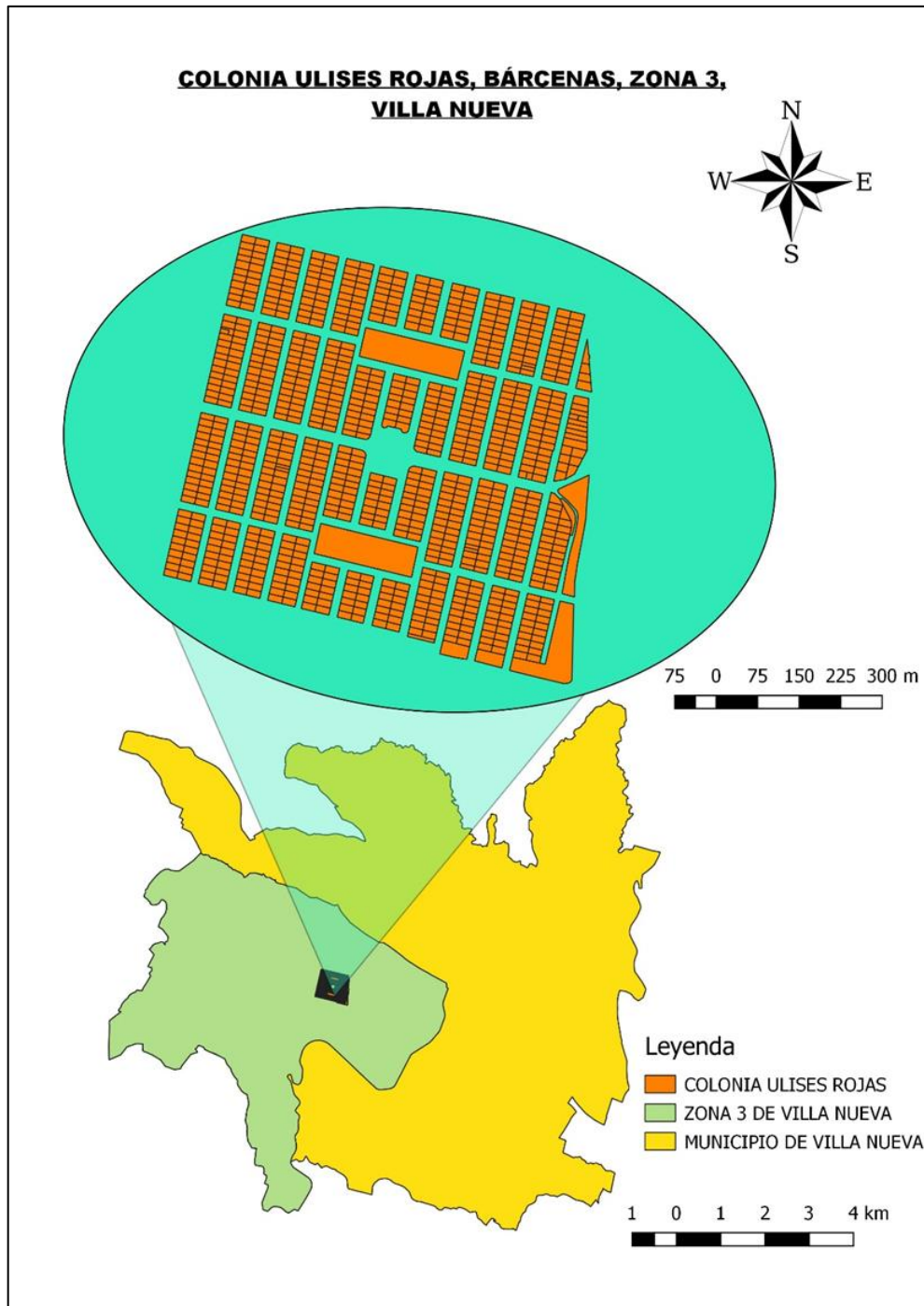
Figura 29. **Macrolocalización del proyecto**



Fuente: elaboración propia, empleando QGIS 3,18.

- **Microlocalización:** el proyecto está localizado en la colonia Ulises Rojas, Bárcenas, municipio de Villa Nueva. Las coordenadas geográficas del proyecto son latitud norte $14^{\circ}31'47,83''$ y longitud oeste $90^{\circ}37'12,98''$.

Figura 30. **Microlocalización del proyecto**



Fuente: elaboración propia, empleando QGIS 3,18.

2.3. Diseño de la red de distribución de agua potable, para la colonia Ulises Rojas, Bárcenas, municipio de Villa Nueva, Guatemala.

A continuación, se presenta el diseño de la red de distribución de agua potable, para la colonia Ulises Rojas, Bárcenas, municipio de Villa Nueva, Guatemala.

2.3.1. Descripción general del proyecto

El proyecto consistirá en el diseño de una red de distribución de agua potable, cuenta con una longitud de 9 754,25 metros, para una población de 3 021 habitantes actualmente y al final del período de diseño con 5 216 habitantes. Esta red de distribución de agua potable conducirá y transportará agua potable a las viviendas de la comunidad, se construirá de tubería PVC compuesta de los siguientes diámetros: 1,5", 0,75", 1,25", 6", 3", 1", 4", 2", 2,5". Se dividirá en 25 ramales, se diseñará 1 tanque elevado de acero para el almacenamiento del agua, de la misma forma se diseñará el tramo de conducción del agua que se extrae de un pozo mecánico cercano, cuenta con una longitud de 437,64 metros, esta conducción se construirá de tubería de acero galvanizado compuesta de los siguientes diámetros: 6". También se diseñará 1 caseta de bombeo con la cual se protegerá el equipo de bombeo, esta caseta de bombeo estará construida de elementos de block y concreto reforzado.

2.3.1.1. Alcance del proyecto

Se dará un alcance a la mayor parte de las viviendas de la comunidad, para mejorar las condiciones sanitarias en las que vive la colonia actualmente, además de contribuir al cuidado del medio ambiente.

2.3.1.2. Topografía

Por medio de la topografía se puede obtener la descripción del lugar, dónde se va a diseñar, estudiar el conjunto de principios y procedimientos que tienen por objeto la representación gráfica de la superficie de la tierra, con sus formas y detalles, tanto naturales como artificiales.

2.3.2. Caudal disponible, dotación y tipo de servicio

Caudal disponible:

- **Dotación:** cantidad de agua potable asignada a un organismo operador a cada usuario del servicio, considerando su necesidad de uso, así como las pérdidas y los consumos públicos en un día. Se expresa en litros/habitante/día. Esta dotación es una consecuencia del estudio de las necesidades de agua de una población, quien la demanda por los usos siguientes: para saciar la sed, para el lavado de ropa, para el aseo personal, la cocina, para el aseo de la habitación, para el riego de calles, para los baños, para usos industriales y comerciales, así como para el uso público. La dotación no es una cantidad fija, sino que se ve afectada por un sinnúmero de factores que la hacen casi característica de una sola comunidad; sin embargo, se necesita conocer de ante mano estos factores para calcular las diferentes partes de un proyecto. Según la Unidad Ejecutora del Programa de Acueductos Rurales (UNEPAR), la dotación mínima para el diseño de proyectos de agua potable es la siguiente:

Tabla VIII. **Dotación de agua potable**

Tipo de zona	Clima	Dotación (litros/habitante/día)	Tipo de conexión
Rural		40-60	Llena cántaros
	Frío	60-90	Predial
	Cálido	90-120	Predial
Urbana	Frío	120-150	Domiciliar
	Cálido	150-200	Domiciliar
Metropolitana		200-300	Domiciliar

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 365.

De acuerdo a las características y condiciones que presenta la zona donde pertenece la colonia Ulises Rojas y con recomendación de la Dirección de Agua y Saneamiento de la Municipalidad de Villa Nueva, se tomará una dotación de 150 litros/habitante/día.

- Tipo de conexión: el tipo de servicio más recomendable, desde el punto de vista de higiene y salud para el área rural, tomando en cuenta a la vez razones económicas, es la conexión domiciliar. La instalación domiciliar se recomienda para comunidades urbanas concentradas, con nivel socioeconómico medio.

2.3.3. Tasa de crecimiento y población actual

- Tasa de crecimiento: para estimar la población futura para el período de diseño adoptado, se tomaron como base una población de 8 habitantes por vivienda; la colonia Ulises Rojas cuenta actualmente con 378 viviendas, según la investigación de campo realizada y datos proporcionados por el COCODE.

La tasa de crecimiento poblacional para la colonia Ulises Rojas recomendada por la Dirección de Agua y Saneamiento de la Municipalidad de Villa Nueva es de 2,40294 %.

2.3.4. Período de diseño, población futura

- Período de diseño: se entiende por periodo de diseño, el tiempo en el cual se estima que las obras por construir serán eficientes. El período de diseño es menor que la vida útil o sea el tiempo que razonablemente se espera que la obra sirva a los propósitos sin tener gastos de operación y mantenimiento elevados que hagan antieconómico su uso o que se requieran ser eliminadas por insuficientes.

Para efectuar la elaboración de un proyecto de abastecimiento de agua potable es necesario determinar la población futura de la localidad, así como de la clasificación de su nivel socio económico. Igualmente se debe distinguir si son zonas comerciales o industriales.

La población actual se determinó en base a los datos proporcionados por el COCODE de la colonia.

La forma más conveniente para determinar la población del proyecto o futura de una localidad se basa en su pasado desarrollo, tomado de los datos estadísticos. Los datos de los censos de población pueden adaptarse a un modelo matemático, como son:

- Extensión gráfica
- Fórmula de Malthus
- Geométrico

- Método aritmético
- Método de proyección de población a saturación

Estos métodos se hacen con el objetivo de averiguar los aumentos absolutos que ha tenido la población y determinar el crecimiento anual promedio para un periodo fijo y aplicarlos en años futuros.

El periodo de diseño es uno de los parámetros más importantes en diseño de redes de abastecimiento de agua potable, ya que en base a este se determina la población futura y por ende el caudal de diseño del sistema.

Las especificaciones técnicas para el Diseño de Abastecimiento de Agua Potable a Zonas Rurales del Instituto de Fomento Municipal (INFOM) recomiendan un periodo de diseño de 20 años para acueductos rurales.

Para el proyecto se consideró un período de diseño de 23 años.

- Cálculo de la población futura: Para el cálculo de la población futura se aplicó el método geométrico, que es el modelo que mejor se adapta al crecimiento de poblaciones en vías de desarrollo. La fórmula que describe el método geométrico viene dada por la siguiente fórmula:

2.3.4.1.1. Método geométrico

$$P_f = P_a(1 + r)^n$$

Donde:

P_f = población futura (hab)

P_a = población actual (hab)

r = tasa de crecimiento (%)

n = periodo de diseño. (años)

El método geométrico se empleó para establecer cuántos habitantes habrá al final del período de diseño, los datos utilizados son los siguientes:

Tabla IX. **Datos iniciales de población**

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD
Viviendas actuales	378	viviendas
Densidad de vivienda	8	habitantes/vivienda
Población actual	3021	habitantes

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 365.

Población actual = 378 viviendas * 8 habitantes/vivienda = 3021 habitantes

Tabla X. **Datos de tasa de crecimiento y período de diseño**

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD
Po = Población actual	3 021	Habitantes
r = tasa de crecimiento poblacional	2,40	%
n = período de diseño	23,00	años
Pf = población futura	5 216,00	Habitantes

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 365.

Utilizando los datos la colonia Ulises Rojas, se obtiene:

$$Pf = 3021 * (1+2,40294 \%)^{23} = 5\ 216 \text{ habitantes}$$

Para determinar el número total de viviendas para el cual diseñaremos el proyecto, se calcula por medio de la relación de la población futura en la colonia Ulises Rojas y la densidad de vivienda. Lo cual se realiza de la siguiente manera:

Tabla XI. **Datos de población futura y densidad de vivienda**

Pf = población futura	5 216,00	Habitantes
Densidad de vivienda	8,00	habitantes/vivienda

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 365.

$$\text{Viviendas futuras} = 5216 \text{ Habitantes} * 8 \text{ habitantes/vivienda} = 652 \text{ Viviendas}$$

En resumen, se tiene lo siguiente:

- Número de Viviendas futuras = 652 viviendas
- Densidad de vivienda = 8 Habitantes/vivienda
- Población futura y/o final del período de diseño = 5216 habitantes

2.3.5. Factores de consumo y caudal

Un sistema de agua potable debe suministrar agua a una comunidad, en forma continua y con presión suficiente, a fin de satisfacer las necesidades de confort y propiciar su desarrollo. Para lograr tales objetivos es necesario que cada

una de las partes que constituyen el acueducto, esté satisfactoriamente diseñada y funcionalmente adaptada al conjunto. Las condiciones climáticas, los días de trabajo, entre otros, tienden a causar algunas variaciones en el consumo de agua. Durante la semana, regularmente de lunes a viernes por la mañana, se producirá el mayor consumo y el sábado y domingo, el consumo será más bajo. En algunos meses se observará un promedio diario de consumo más alto que el promedio anual.

Especialmente en el tiempo caluroso producirá una semana de máximo consumo y ciertos días superarán a otros en cuanto a demanda.

- Factor día máximo (FDM)

Este incremento porcentual, se utiliza cuando no se cuenta con datos de consumo máximo diario. UNEPAR – INFOM recomienda lo siguiente:

Tipo de población	FDM
Área rural	1,20 a 1,80
Área urbana	1,80 a 2,00
Área metropolitana	2,00 a 3,00

Para este proyecto se utilizó un valor de 1,2.

- Factor hora máximo (FHM):

Este, como el anterior, depende de la población que se esté estudiando y de sus costumbres. UNEPAR – INFOM recomienda lo siguiente:

Tipo de población	FDM
Área rural	1,80 a 2,00
Área urbana	2,00 a 3,00
Área metropolitana	3,00 a 4,00

Para este proyecto se utilizó un factor de hora máximo de 2.

2.3.5.1. Caudal medio diario

Es la cantidad de agua que consume la población durante un día (24 horas), obtenido como promedio de los consumos diarios en el período de un año. Se calcula según la siguiente expresión:

$$Qm = \frac{D * P}{8\ 6400}$$

Donde:

Qm= caudal medio en litros/segundo

D = dotación

P = número de habitantes futuros

En la colonia Ulises Rojas cuentan con: 1 escuela, 652 viviendas, 2 parques. Por lo que el caudal medio diario o caudal medio, estará compuesto de acuerdo a la siguiente expresión:

$$Qm = Qescuela + Qviviendas + Qparques$$

Donde:

Qm = caudal medio en litros/segundo

Qescuela = caudal medio de escuela en litros/segundo

Qviviendas = caudal medio de viviendas en litros/segundo

Qparques = caudal medio de parques en litros/segundo

- Cálculo del caudal de escuela (Qescuela):

Este caudal representa el consumo de agua potable por parte del plantel educativo (estudiantes y personal) del mismo. Cabe resaltar que estos datos no varían con el tiempo porque el centro educativo fue construido teniendo en cuenta la cantidad de alumnos que reciben su educación en el mismo. Según los datos proporcionados por el COCODE de la colonia y el Departamento de Agua y Saneamiento de la Municipalidad de Villa Nueva, en este establecimiento educativo se concentran otros planteles educativos, de los cuales fueron proporcionados los siguientes datos:

Tabla XII. **Centros educativos**

Código establecimiento	Nombre establecimiento	Nivel educativo	Total estudiantes	Total docentes	Número
01-15-0055-43	EOUM	Primaria	243	9	5
01-15-0094-42	EODP Ulises Rojas	Párvulos	25	2	5
01-15-0380-45	INEB	Básico	99	1	4
01-15-8457-42	EODP Anexa a EORM "Profesor Ulises Rojas"	Párvulos	111	4	3
01-15-0383-45	Instituto Nacional de Educación Diversificada	Diversificado	51	2	2
01-15-8458-43	EORM "Profesor Ulises Rojas Bendfelt"	Primaria	352	11	1
TOTAL			892	29	

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 365.

Tabla XIII. **Datos de estudiantes**

Población estudiantil (dato proporcionado por el COCODE) =	892	alumnos
Dotación=	40	(Litros/alumno/día)

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 365.

$$Q_m = (892 \text{ alumnos} * 40 \text{ (Litros/alumno/día)}) / (86400 \text{ seg}) = 0,41296 \text{ litros/segundo}$$

Tabla XIV. **Datos del personal educativo**

Personal del plantel educativo (dato proporcionado por el COCODE) =	29	personas
Dotación =	50	(L/personal/día)

Fuente: elaboración propia

$$Q_m = (29 \text{ personas} * 50 \text{ (L/personal/día)}) / (86400 \text{ seg}) = 0,01678 \text{ litros/segundo}$$

$$Q_m \text{ caudal medio escuela (población estudiantil + personal plantel educativo)} = 0,41296 \text{ litros/segundo} + 0,01678 \text{ litros/segundo} = 0,42975 \text{ litros/segundo}$$

- Cálculo del caudal de viviendas (Qviviendas):

Este cálculo representa el consumo de agua potable que se da en las viviendas del proyecto.

Tabla XV. **Población futura y dotación**

Dotación =	150	litros/habitante/día
Pf = población futura	5 216	Habitantes

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 365.

$$Q_m \text{ viviendas} = (150 \text{ litros/habitante/día} * 5\,216 \text{ Habitantes}) / (86\,400 \text{ seg}) = 9,05556 \text{ litros/segundo}$$

- Cálculo del caudal de parques (Qparques):

Los parques de tipo urbano están destinados principalmente para la recreación, el reposo y mejorar la salubridad y calidad ambiental en las ciudades. Suelen contar con zonas forestadas naturales y también con juegos infantiles, juegos libres y áreas para el deporte.

Tabla XVI. **Área verde 1**

Área verde 1=	9 892,70	m ²
Dotación=	2,00	(Litros/día/m ²)

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 365.

$$Q_m \text{ \u00e1rea verde 1} = (9\,892,696945 \text{ m}^2 * 2 \text{ (Litros/d\u00eda/m}^2)) / (86\,400 \text{ seg}) = 0,229 \text{ litros/segundo}$$

Tabla XVII. \u00c1rea verde 2

\u00c1rea verde 2=	14 355,14	m ²
Dotaci\u00f3n =	2	(Litros/d\u00eda/m ²)

Fuente: elaboraci\u00f3n propia

$$Q_m \text{ \u00e1rea verde 2} = (14\,355,14304 \text{ m}^2 * 2 \text{ (Litros/d\u00eda/m}^2)) / (86\,400 \text{ seg}) = 0,33229 \text{ litros/segundo}$$

$$Q_m \text{ parques} = 0,229 \text{ litros/segundo} + 0,33229 \text{ litros/segundo} = 0,56129 \text{ litros/segundo}$$

- Caudal medio (Qm)

Al sumar los caudales obtenidos anteriormente finalmente obtenemos el caudal medio del proyecto.

Datos caudales:

Tabla XVIII. Resumen de caudales

Qm = caudal medio viviendas	9,06	litros/segundo
Caudal medio escuela (poblaci\u00f3n estudiantil + personal plantel educativo) =	0,43	litros/segundo
Caudal medio parques (\u00e1rea verde 1 + \u00e1rea verde 2) =	0,56	litros/segundo

Fuente: elaboraci\u00f3n propia, empleando Microsoft Excel 365.

$$Q_m = 9,05556 \text{ litros/segundo} + 0,42975 \text{ litros/segundo} + 0,56129 \text{ litros/segundo} \\ = 10,04659 \text{ litros/segundo}$$

Caudal máximo diario

Se define como el máximo consumo de agua durante 24 horas, observado en el período de un año, que se utiliza para diseñar la línea de conducción. Viene dado por la siguiente fórmula:

$$QMD = Q_m * FDM$$

Donde:

QMD = caudal máximo diario en litros/segundo

Q_m = caudal medio en litros/segundo

FDM = factor de día máximo

Datos:

FDM = 1,2 adoptado

Q_m = 10,04659352 litros/segundo

$$QMD = 10,04659 \text{ litros/segundo} * 1,2 = 12,05591 \text{ litros/segundo}$$

2.3.5.2. Caudal de hora máxima

También llamado caudal máximo horario, es aquel que se define como el máximo consumo de agua observado durante una hora del día en el período de un año. Este caudal es el que se utiliza para diseñar las redes de distribución de agua potable. Se define por medio de la siguiente fórmula:

$$QMH = Qm * FHM$$

De donde:

QMH = caudal máximo horario en litros/segundo

Qm = caudal medio en litros/segundo

FHM = factor de hora máximo

Datos:

FHM = 2 adoptado

Qm= 10,04659352 litros/segundo

$$QMH = 10,04659 \text{ litros/segundo} * 2 = 20,09319 \text{ litros/segundo}$$

2.3.6. Calidad del agua y sus normas

El agua potable es aquella que, bien en su estado natural o después de un tratamiento adecuado, es apta para el consumo humano y no produce ningún efecto perjudicial para la salud. El agua pura es un líquido incoloro, inodoro e insípido. Como muchos otros líquidos, el agua puede existir en estado sobre enfriado, es decir, que puede permanecer en estado líquido, aunque su temperatura esté por debajo de su punto de congelación.

El agua destinada para el consumo humano debe ser sometida a una serie de operaciones de tratamiento, para eliminar los agentes patógenos y reducir a niveles insignificantes del resto de contaminantes. Por tanto, al estimar la calidad del agua, se deben tener en cuenta diferentes condicionantes como son: Protección de fuentes, eficacia del tratamiento y protección de la red de distribución.

Los parámetros del agua son características físicas, químicas, biológicas y radiológicas, que permiten detectar cual es el grado de contaminación que presenta el agua, la razón principal de este problema es su estructura molecular que es dipolar, con una constante dieléctrica muy alta, superior a cualquier otro líquido. Algunos de estos se utilizan en el control de los procesos de tratamiento realizando mediciones de forma continua o discreta. Los parámetros se pueden clasificar en cuatro grandes grupos: físico, químico, biológico y radiológico.

2.3.6.1. Análisis bacteriológico

Este análisis se realiza para encontrar si los parámetros del agua son indicativos de la contaminación orgánica y biológica; ya que la actividad natural como la humana contribuyen a la contaminación orgánica de las aguas: la descomposición animal y vegetal, los residuos domésticos, detergentes y otros. La bacteria *Escherichia Coli* y el grupo coliforme en su conjunto, son los organismos más comunes utilizados como indicadores de la contaminación fecal. Otros organismos utilizados, como indicadores de contaminación fecal, son los estreptococos fecales y los clostridios.

2.3.6.2. Análisis químico sanitario

Son aquellas pruebas de laboratorio que se efectúan a una muestra para determinar las características físicas del agua, tales como: el aspecto, color, olor, sabor, pH y dureza.

2.3.7. Fórmulas, coeficientes y diámetros de tuberías

- Pérdida de carga

Es la energía perdida por un paso unitario de agua a causa de la resistencia superficial dentro del conducto (tubería), energía mecánica que es convertida en energía térmica irrecuperable. Las pérdidas de carga se obtienen a través de la fórmula de Hazen–Williams. La fórmula de Hazen-Williams está dada por la siguiente expresión:

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

Donde:

H_f = pérdida de carga (metro)

C = coeficiente de fricción interno (adimensional)

D = diámetro interno (pulgada)

L = longitud de diseño (metro)

Q = caudal (litro/segundo)

- Coeficiente de fricción (C)

Es el valor de la resistencia que ofrece la superficie interna de una tubería a la circulación de un líquido. Este valor es adimensional. Para fines de diseño, es importante utilizar el diámetro interno de una tubería, ya que representa el valor real de una tubería, no así el valor del diámetro comercial.

Tabla XIX. **Coeficientes C**

Valores para el coeficiente C	
MATERIAL	C
Acero o hierro galvanizado	100
Hierro fundido	100
Asbesto o cemento	100
Plástico	150

Fuente: AGUILAR RUIZ, Pedro. *Apuntes de Ingeniería Sanitaria 1*. p. 41.

Para este proyecto se utilizaron tuberías de PVC y de acero o hierro galvanizado, cuyos valores "C" son de 150 y 100 respectivamente.

- **Diámetros de tuberías (Φ)**

El diámetro de la tubería puede ser nominal o interior. El diámetro nominal de las tuberías es la distancia en línea recta medida entre dos puntos extremos, y que pasa por el centro de una tubería, es decir, su diámetro exterior. Esta dimensión es fija y solamente depende del tamaño del tubo. Por otro lado, tenemos el diámetro interior. El diámetro interior de la tubería es la distancia en línea recta y pasando por el centro entre dos puntos opuestos dentro de la circunferencia. Esta dimensión varía en función del diámetro nominal y la presión a la que se vaya a someter a la tubería. Para este proyecto, una parte se construirá de tubería PVC (línea de distribución y red de distribución) compuesta de los siguientes diámetros: 1,5", 0,75", 1,25", 6", 3", 1", 4", 2", 2,5". Otra parte se construirá de tubería de acero galvanizado (línea de conducción) compuesta de los siguientes diámetros: 6".

- Tipos de tuberías

Las tuberías o tubos que se utilizan para transportar agua vienen en diferentes materiales y diámetros, tal como se detalla en la tabla que figura en las tablas siguientes:

Tabla XX. **Tipos de tubería**

Material		Hierro acerado (HA)	
Presentación		Tramos de 6 a 12 m de longitud de 6 a 24 pulgadas.	
Características		<ul style="list-style-type: none"> • Gran resistencia mecánica. • Soporta grandes deformaciones antes de romperse. • Tolera fuertes presiones. • Se usa para transportar enormes caudales a altas presiones. • No se usa en redes de distribución. • Se oxida fácilmente, requiere revestimiento interno y externo apropiado. 	
Instalación		<ul style="list-style-type: none"> • Unión espigo y campana. • Brida roscada. • Espigo doble para soldar a tope. • Unión Dresser o unión roscada. 	
Material		Hierro dúctil (HD)	
Presentación		Tramos de 6 m de longitud, diámetros de 4 a 6 pulgadas.	
Características		<ul style="list-style-type: none"> • Es una tubería de hierro dúctil con revestimiento interior y externo en Zinc. • Alta resistencia a presión interior. • Buen comportamiento en condiciones de enterrado. • Aptitud de corte y perforación con herramientas simples. • Resistencia a choques por manipulación e instalación. • Fácil transporte. 	
Instalación		Unión universal manual conjunta-espigo campana susceptible de instalación superficial sin adaptación especial.	

Continuación de la tabla XX.

Material	Hierro fundido (HF)
Presentación	Tramos de 6 m de longitud, diámetros de 3 a 36 pulgadas.
Características	<ul style="list-style-type: none"> • Tubería frágil. • Poca resistencia a los golpes. • No se puede soldar en sitio. • Sensible a corrosión por suelos ácidos e incrustaciones con aguas alcalinas. • Cuando está protegida internamente tiene muy buena duración.
Instalación	Unión espigo campana con plomo o mediante bridas o flanges a tuberías de extremos lisos.

Fuente: Fundación Avina. *Operación y Mantenimiento de sistemas de agua potable*. p. 80.

Tabla XXI. **Tipos de tubería**

Material	Polivinilo de cloruro (PVC)
Presentación	Tramos de 6 m de longitud, diámetros de 1/2 a 12 pulgadas.
Características	<ul style="list-style-type: none"> • Tubería liviana. • Fácil de instalar. • Inerte a corrosión química. • Superficie interior lisa, bajas pérdidas. • Los rayos ultravioletas la degradan y pierde resistencia, debe estar protegida contra la radiación solar. • Alta resistencia a la tensión y al impacto.
Instalación	<p>Unión mecánica espigo-campana, con empaque de caucho. Esta unión es movable y permite mantenimiento fácil.</p> <p>Unión soldada con soldadura líquida. Esta unión, una vez terminada, es rígida y hace difícil el mantenimiento.</p>

Fuente: Fundación Avina. *Operación y Mantenimiento de sistemas de agua potable*. p. 81.

Tabla XXII. Tipos de tubería

Material	Polietileno de alta densidad (PEAD)
Presentación	Rollos de 100 metros y 2 1/4 y 3 pulgadas. Distintivo azul para uso de un sistema de agua potable.
Características	<ul style="list-style-type: none"> • Excelente resistencia a la corrosión. • Muy flexible, se acomoda al terreno; puede curvarse horizontal y verticalmente sin necesidad de codos. • Ideal para la zona rural siempre y cuando sea para un sistema de agua potable. La tubería de riego no sirve. • Liviana y de fácil manejo. • Cuando el ensamble de la tubería se hace fuera de la zanja, se necesitan menos excavaciones que cuando se instalan tuberías de otros materiales. • Las redes de tuberías de polietileno tienen muy buenas condiciones hidráulicas, pocas uniones que produzcan fugas y menores riesgos de desempates con los asentamientos de terreno. • Para su Instalación requiere equipo especial para soldar con calor. • El material se aprovecha mejor porque, como viene en rollos, se puede cortar a la longitud que se necesite, eliminando los desperdicios.
Instalación	<ul style="list-style-type: none"> • Termofusión a tope, es la más usada. • Termofusión a <i>socket</i>. • Electrofusión. • Unión mecánica espigo-campana.

Fuente: Fundación Avina. *Operación y Mantenimiento de sistemas de agua potable*. p. 81.

Tabla XXIII. Tipos de tubería

Material	Tubería de cobre (Cu)
Presentación	<ul style="list-style-type: none"> • Se fabrica en diámetros de 3/8 hasta 2 pulgadas. • Se presenta en dos tipos: flexible y rígida. • El tipo M es el que se usa para instalaciones de agua fría y caliente. • En 3/8 y 1/4 pulgadas se usa en acometidas e instalaciones internas de sistemas de agua.
Características	<ul style="list-style-type: none"> • Resistente a la oxidación e incrustaciones. • Superficie interior muy lisa, pocas pérdidas por rozamiento. • Alta resistencia a la presión interna y externa. • Puede ser flexible o rígida, según el tipo de aleación. • Alto costo, por eso se usa poco.
Instalación	Se puede empalmar abocinando los extremos y utilizando acople en bronce. Para tubería rígida incluye accesorios de campana que se empalman con soldadura de estaño.

Fuente: Fundación Avina. *Operación y Mantenimiento de sistemas de agua potable*. p. 81.

Tabla XXIV. Tipos de tubería

Material	Plástico flexible (PF+UAD)
Presentación	Diámetros de 1/2 y 3/4 de pulgada. Rollos de 90 metros. Distintivo azul para uso en sistemas de agua potable.
Características	<ul style="list-style-type: none"> • En algunos países como Colombia viene reemplazando a las tuberías de cobre en las acometidas domiciliarias. • Es fabricada en PEAD. • Resiste presiones internas altas. • Resiste a la corrosión interna y externa. • Puede curvarse sin que se rompa. • Es liviana, de fácil transporte, almacenamiento e instalación. • Resiste cargas externas altas. • Se degrada con la luz solar. • No confundirla con la que se utiliza para riego.

Continuación de la tabla XXIV.

Instalación	Unión mecánica espigo-campana, con empaque de caucho. Esta unión es movable y permite mantenimiento fácil. Unión soldada con soldadura líquida. Esta unión, una vez terminada, es rígida y hace difícil el mantenimiento.
-------------	--

Fuente: Fundación Avina. *Operación y Mantenimiento de sistemas de agua potable*. p. 81.

- No se debe olvidar:

Las tuberías de plástico, como el PVC y el PEAD, son muy resistentes a la corrosión proveniente de suelos ácidos. Las de polietileno (PEAD) son además flexibles y de fácil instalación. No se debe confundir las tuberías de polietileno (PEAD) con las utilizadas en riego agrícola porque estas son de baja presión y no apropiadas para ser instaladas en sistemas de agua potable.

- Transporte y almacenamiento de las tuberías

Existen recomendaciones para el almacenaje y transporte de tuberías, de acuerdo con el material de que están hechas y sus características:

Tabla XXV. **Transporte y almacenamiento de las tuberías**

TUBERÍA PVC	
Transporte	<ul style="list-style-type: none"> • En camiones de por lo menos 6 m de longitud. • Colocada en forma horizontal, en arrumes o acumulaciones que no sobrepasen 1,5 m de altura. • Debe evitarse que las hileras se golpeen entre sí, se rueden o resbalen. • Evitar arrastrar por el suelo o golpear la tubería durante el cargue y descargue.

Continuación de la tabla XXV.

Almacenamiento	<ul style="list-style-type: none"> • Almacenarlas por diámetro. • Colocarlas siempre sobre piso nivelado. • Ubicarlas en hiladas, haciendo que queden "al aire" las campanas de unión para evitar que se deterioren. Esto puede hacerse colocando las hiladas sobre tarimas o plataformas o si están directamente en el suelo, haciendo dos zanjas para proteger las campanas de la primera hilada de tuberías (ver dibujo). • Máxima altura de almacenamiento en arrumes o acumulaciones: 1,5 m. • Amarrar los arrumes o acumulaciones entre 4 paralelas, para evitar que se deslicen. • No deben estar a la intemperie. • No es recomendable guardar las tuberías en sitios cerrados donde se acumule demasiado calor, puesto que pueden deformarse.
----------------	---

Fuente: Fundación Avina. *Operación y Mantenimiento de sistemas de agua potable*. p. 81.

Tabla XXVI. **Transporte y almacenamiento de las tuberías**

TUBERÍA DE POLIETILENO (PEAD)	
Transporte	Es fácil porque la tubería es liviana.
Almacenamiento	<ul style="list-style-type: none"> • Protegida de la intemperie. • No es recomendable guardar las tuberías en sitios cerrados donde se acumule demasiado calor, puesto que pueden deformarse.

Fuente: Fundación Avina. *Operación y Mantenimiento de sistemas de agua potable*. p. 80.

Tabla XXVII. **Transporte y almacenamiento de las tuberías**

TUBERÍA DE PLÁSTICO FLEXIBLE (PF+UAD)	
Transporte	Su presentación en rollos de 90 metros permite versatilidad en el transporte.
Almacenamiento	<ul style="list-style-type: none"> • Protegida de la intemperie. • No es recomendable guardar las tuberías en sitios cerrados donde se acumule demasiado calor, puesto que pueden deformarse.

Fuente: Fundación Avina. *Operación y Mantenimiento de sistemas de agua potable*. p. 80.

- **Accesorios**

Los accesorios son elementos que sirven para ensamblar y reparar las tuberías y son generalmente fabricados del mismo tipo de material.

- **Función de los accesorios**

Hacen más fácil la instalación de las tuberías del sistema de agua potable. Por lo general son del mismo material de las tuberías y tienen las mismas especificaciones de presión. Para diámetros superiores o iguales a 6 pulgadas, se utilizan accesorios en hierro dúctil (HD).

El diámetro y diseño de los accesorios se adaptan a las condiciones de las tuberías a las cuales se conectan. Para el caso de las tuberías de PVC, los accesorios vienen para presión y unión mecánica.

- **Accesorios que se utilizan en los sistemas de agua potable**

Entre los accesorios más comunes están:

- Uniones: También se llaman juntas. Se utilizan para empatar, prolongar o cambiar la dirección de las tuberías. También hay uniones de reparación.
- Reducción: Se utiliza para cambiar de un diámetro mayor a uno menor o viceversa en un mismo tramo de tubería.
- Tapón: Los tapones se usan para cerrar el extremo de una tubería o de un accesorio. Existen de dos clases:
 - ✓ Tapones machos: Son roscados. Cierran la boca o campana de un accesorio o el extremo de una tubería, la cual también debe ser roscada (niple).
 - ✓ Tapones hembra: Son lisos. Cierran el extremo de un espigo.

Los tapones para tubería de PVC de diámetros mayores de dos (2) pulgadas son instalados con soldadura líquida.

Para obtener mayor resistencia a las presiones de la red se deben instalar, si los hay disponibles por el fabricante del tubo, tapones roscados. De lo contrario, siempre que se instale un tapón y para evitar que la presión del agua lo desaloje, debe construirse un anclaje en concreto o ladrillo pegado.

Debidamente apoyado y los suficientemente pesado. De esta forma se evita que la presión del agua dispare el tapón.

- Tés o T: sirven para unir entre sí tres tramos de tubería que se cortan formando dos ángulos rectos. Su objetivo principal es el de efectuar derivaciones en el sistema de agua potable, dependiendo de su trazado. Se consiguen en diferentes

diámetros y materiales. Hay tres tipos de Tés o T: Con campana, con bridas y con extremos lisos. El tipo se selecciona según el extremo de la tubería o el accesorio que se quiera empatar. Si el accesorio termina en una brida, se necesita una T con brida.

- Codos: son accesorios destinados a efectuar cambios de dirección en la tubería, ya sea horizontal o vertical, o bien curvas a diferentes grados: 90°, 45°, 22½°, 11½°. Son de radio corto o de radio largo y sus extremos vienen con campana y espigo, doble campana, extremo liso, con brida o roscados. Con la tubería de AC o PVC, se utilizan codos de HD y PVC, adaptados para ser instalados con campana, unión o soldados. Esto último en el caso de la tubería de PVC.

2.3.8. Presiones y velocidades:

La presión en el diseño hidráulico se mide en metros por columna de agua (mca).

De donde:

1 mca = 1 422 libra/pulgada² (PSI en siglas inglesas)

10 mca = 1 kilogramo/centímetro cuadrado

La presión en un punto determinado dentro del sistema es la diferencia entre la cota piezométrica y la cota del terreno.

Existen dos tipos de presiones: presión dinámica y presión estática.

- La presión dinámica contempla pérdidas de energía por la rugosidad del material, al estar en contacto con el líquido en movimiento.
- La presión estática asume que el líquido se encuentra en reposo y no asume pérdidas de energía.

Los datos de ambas presiones son indispensables para conocer a qué esfuerzo estarán sometidos los elementos del proyecto.

La velocidad del agua dentro de las tuberías se calcula por medio de la ecuación de continuidad:

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

De donde:

V = velocidad del fluido (metro/segundo)

Q = caudal (metro cúbico/segundo)

A = área interna del tubo (metro cuadrado/segundo)

D = diámetro interno (metro)

Para realizar el diseño se tomaron en cuenta las normas recomendadas por el INFOM/UNEPAR en la guía para el diseño de abastecimiento de agua potable a zonas urbanas y rurales.

Los principales criterios de estas normas a tomarse en cuenta son:

- En red de distribución:
 - Las presiones de servicio deberán estar como mínimo 10 mca y máximo 60 mca.

- La velocidad mínima será de 0,40 metros/segundo y la máxima podrá tener un valor de 3,00 metros/segundo.
- En líneas de conducción:
 - Para evitar sedimentación en las líneas de conducción, las velocidades deben estar en un rango de 0,40 y 3,00 metros sobre segundo.

El buen uso de dichas normas y criterios, nos ayudará a tener un mejor resultado y un diseño confiable, ya que estos datos son el resultado de experiencias sobre la materia durante muchos años, tanto del sector privado como del público, ofreciéndole a la población las tres condiciones fundamentales en lo que al agua corresponde, como lo son la cantidad necesaria, con la calidad adecuada y con la garantía de un servicio permanente, en relación con la duración de las instalaciones y la cuantía de las inversiones.

2.3.9. Levantamiento topográfico

Un levantamiento topográfico se refiere a todas las acciones realizadas con un equipo especial con el fin de determinar coordenadas y elevaciones de un terreno específico a ser utilizado en un proyecto. Dependiendo del tipo de levantamiento realizado el equipo puede incluir: teodolito, estación total, GPS, trípode, plomadas, estadales o prismas.

Para este caso el levantamiento topográfico fue realizado con equipo de la municipalidad que incluía lo siguiente:

- Estación total marca SOUTH
- Trípode de metal

- Bastón y prisma
- Clavos
- Pintura

2.3.9.1. Planimetría

Llamada así al conjunto de trabajos efectuados en el campo para la toma de los datos geométricos necesarios basados en un norte magnético para su orientación. Debido a que el levantamiento fue realizado a través de estación total, los datos obtenidos son coordenadas X-Y.

2.3.9.2. Altimetría

Se le llama así a la representación sobre el plano horizontal de la tercera dimensión sobre un terreno, definiendo las diferencias de nivel existentes entre puntos. La altimetría es la parte de la topografía que trata de la medida de las alturas; estas alturas son datos con coordenadas Z, obtenidas del uso con la estación total, a lo largo de toda la línea central (líneas de conducción y distribución), orillas de calles y viviendas (conexiones domiciliarias).

2.3.10. Diseño hidráulico del sistema

El sistema de la línea de conducción se diseña con base en las normas propuestas por UNEPAR y el INFOM; y el diseño del tanque elevado de estructura metálica con base en AWWA (2005), Welded Steel Tanks for Water Storage, -ANSI/AWWA- D100-05, y el AISC 9ª. ed.

Cabe resaltar que en este proyecto se tuvo que realizar una sectorización de la demanda de agua potable en la colonia. Ya que, utilizando el caudal de hora

máxima para la colonia, se tiene el inconveniente de que el caudal que extraemos del pozo mecánico (caudal de bombeo), es insuficiente para cubrir la demanda de agua potable por parte de la población. Así que, en base a la sectorización con la ayuda del programa WaterCAD, dividimos en 2 sectores, y en base a esta división, obtenemos nuevos caudales medios por sector, así como nuevos caudales de día máximo y de hora máxima.

También, en base a la sectorización, se estableció el equipo de bombeo necesario, la línea de conducción y el tanque de almacenamiento; todo esto para el caudal mayor de la división, que distribuirá agua potable a cada sector en horas y días variados. El cálculo de caudales (medio, día máximo y hora máxima) se realizará de la misma manera que en la sección 2,2,5,1. La sectorización la llevamos a cabo de la siguiente manera:

- Cálculo del caudal medio sector 2:

Tabla XXVIII. **Viviendas actuales y densidad de vivienda sector 2**

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD
Viviendas actuales	198	viviendas
Densidad de vivienda	8,00	habitantes/vivienda
Población actual	1 585	habitantes

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 365.

Población actual = 198 viviendas * 8 habitantes/vivienda = 1585 habitantes

Tabla XXIX. **Datos iniciales de población sector 2**

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD
Po = población actual	1 585	Habitantes
r = tasa de crecimiento poblacional	2,40	%
n = período de diseño	23,00	Años

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 365.

$$P_f = 1\,585 * (1+2,40294\%)^{23} = 2\,736 \text{ Habitantes}$$

Tabla XXX. **Dotación y población futura sector 2**

Dotación =	150,00	litros/habitante/día
Pf = población futura	2 736,00	Habitantes

Fuente: Elaboración propia

$$Q_m \text{ caudal medio viviendas} = (150 \text{ litros/habitante/día} * 2\,736 \text{ Habitantes}) / (86\,400 \text{ seg}) = 4,75 \text{ litros/segundo}$$

Tabla XXXI. **Área verde 1**

Área verde 1 =	9 892,70	m ²
Dotación =	2,00	(Litros/día/m ²)

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 365.

$$Q_m \text{ Caudal Medio área verde 1} = (9\,892,696945 \text{ m}^2 * 2 \text{ (Litros/día/m}^2)) / (86\,400 \text{ seg}) = 0,229 \text{ litros/segundo}$$

Tabla XXXII. **Resumen de caudales sector 2**

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD
Qm = caudal medio viviendas	4,75	litros/segundo
Caudal medio área verde 1 =	0,2290	litros/segundo

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 365.

$$Q_m = 4,75 \text{ litros/segundo} + 0,229 \text{ litros/segundo} = 4,979 \text{ litros/segundo}$$

- Cálculo del caudal de día máximo sector 2:

Tabla XXXIII. **Factor de día máximo sector 2**

FDM =	1,20	adoptado
Caudal medio =	4,98	litros/segundo

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 365.

$$Q_{MD} = 4,979 \text{ litros/segundo} * 1,2 = 5,9748 \text{ litros/segundo}$$

- Cálculo del caudal de hora máximo sector 2:

Tabla XXXIV. **Factor de hora máximo sector 2**

FHM =	2,00	adoptado
Qm = caudal medio	4,98	litros/segundo

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 365.

$$QMH = 4,979 \text{ litros/segundo} * 2 = 9,958 \text{ litros/segundo}$$

- Cálculo del caudal medio sector 1:

Tabla XXXV. **Viviendas actuales y densidad de vivienda sector 1**

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD
Viviendas actuales	180	viviendas
Densidad de vivienda	8,00	habitantes/vivienda
Población actual	1 436	habitantes

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 365.

$$\text{Población actual} = 180 \text{ viviendas} * 8 \text{ habitantes/vivienda} = 1\ 436 \text{ habitantes}$$

Tabla XXXVI. **Datos iniciales de población sector 1**

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD
Po = Población actual	1 436	Habitantes
r = tasa de crecimiento poblacional	2,40	%
n = período de diseño	23,00	Años

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 365.

$$Pf = 1\ 436 * (1 + 2,40\%)^{23} = 2\ 480 \text{ Habitantes}$$

Tabla XXXVII. **Dotación y población futura sector 1**

Dotación =	150	litros/habitante/día
Pf = población futura	2 480	Habitantes

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 365.

$$Q_m \text{ caudal medio viviendas} = (150 \text{ litros/habitante/día} * 2\,480 \text{ Habitantes}) / (86\,400 \text{ seg}) = 4,30556 \text{ litros/segundo}$$

Tabla XXXVIII. **Área verde 2**

Área Verde 2=	14 355,14	m ²
Dotación=	2,00	(Litros/día/m ²)

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 365.

$$Q_m \text{ Caudal Medio área verde 2} = (14\,355,14304 \text{ m}^2 * 2 \text{ (Litros/día/m}^2)) / (86\,400 \text{ seg}) = 0,33229 \text{ litros/segundo}$$

Tabla XXXIX. **Datos población estudiantil**

Población estudiantil (dato proporcionado por el COCODE) =	892,00	alumnos
Dotación=	40,00	(Litros/alumno/día)

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 365.

$$Q_m \text{ Caudal Medio escuela (población estudiantil)} = (892 \text{ alumnos} * 40 \text{ Litros/alumno/día}) / (86\,400 \text{ seg}) = 0,41296 \text{ litros/segundo}$$

Tabla XL. **Datos personal plantel educativo**

Personal del plantel educativo (dato proporcionado por el COCODE) =	29	personas
Dotación =	50	(L/personal/día)

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 365.

$$Q_m \text{ caudal medio escuela (personal plantel educativo)} = (29 \text{ personas} * 50 \text{ (L/personal/día)}) / (86\ 400 \text{ seg}) = 0,01678 \text{ litros/segundo}$$

Tabla XLI. **Resumen de caudal medio escuela**

Caudal medio escuela (población estudiantil) =	0,41	litros/segundo
Caudal medio escuela (personal plantel educativo) =	0,016782407	litros/segundo

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 365.

$$Q_m \text{ Caudal Medio escuela (población estudiantil + personal plantel educativo)} = 0,41296 \text{ litros/segundo} + 0,01678 \text{ litros/segundo} = 0,42975 \text{ litros/segundo}$$

Tabla XLII. **Resumen de caudales sector 1**

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD
Qm = caudal medio	4,30556	litros/segundo
Caudal Medio área verde 1 =	0,33229	litros/segundo
Caudal Medio escuela (población estudiantil + personal plantel educativo) =	0,42975	litros/segundo

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 365.

$$Q_m = 4,30556 \text{ litros/segundo} + 0,33229 \text{ litros/segundo} = 5,0676 \text{ litros/segundo}$$

- Cálculo del caudal de día máximo sector 1:

Tabla XLIII. **Factor de día máximo sector 1**

FDM =	1,20	adoptado
Caudal medio =	5,067595904	litros/segundo

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 365.

$$Q_{MD} = 5,0676 \text{ litros/segundo} * 1,2 = 6,08112 \text{ litros/segundo}$$

- Cálculo del caudal de hora máximo sector 1:

Tabla XLIV. **Factor de hora máximo sector 1**

FHM =	2,00	adoptado
Qm= caudal medio	5,0676	litros/segundo

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 365.

$$QMH = 5,0676 \text{ litros/segundo} * 2 = 10,13519 \text{ litros/segundo}$$

- Captación

Es el conjunto de obras o estructuras necesarias para obtener o “captar” el agua de una fuente de abastecimiento de agua.

De acuerdo con el tipo de fuente, pueden existir captaciones superficiales o subterráneas, pero también puede captarse el agua de lluvia.

De acuerdo con el tipo de fuente, existen captaciones superficiales o subterráneas.

- Pozos

Son perforaciones a determinada profundidad, que se hacen en un terreno para captar aguas subterráneas. Pueden ser profundos. Los pozos poco profundos (menos de 10 metros), se conocen con el nombre de aljibes. Este tipo de captación necesita equipos de bombeo. Los pozos mecánicos son perforaciones verticales que permiten captar el agua subterránea, la cual se encuentra en los mantos friáticos geológicamente ubicados. La perforación se inicia tomando en cuenta los datos geológicos del área a perforar, la profundidad y los diámetros de perforación adecuados para la explotación y producción necesaria del servicio.

Al contar con los datos geológicos necesarios, se traslada la plataforma de perforación (máquina perforadora), al área donde se vaya a realizar la perforación, ya que hay diversos tipos de subsuelos y diferentes métodos de perforación mecánica (rotación y roto percusión).

Al perforar un pozo mecánico, se extraen muestras de la perforación cada 10 pies para formar un perfil estratigráfico para poder determinar donde se encuentran los mantos fríaticos y los puntos más adecuados para colocar las rejillas de captación de agua de encamisado del pozo, estas pueden variar de 3 diferentes tipos (rejilla tipo vertical, rejilla tipo canastilla o puente y rejilla tipo continua).

Al finalizar la perforación y el encamisado del pozo, se realiza la colocación de un filtro de grava tipo canto rodado que nos sirve para impedir que ingresen sólidos al pozo, en la perforación de pozos podemos encontrar diferentes diámetros los cuales van desde 7 7/8" hasta 26" y diferentes profundidades. El diámetro del pozo "La Esperanza", ubicado en el lote 66 Colonia "La Esperanza", zona 3 de Villa Nueva, del cual se va a diseñar la línea de conducción, para el abastecimiento de agua potable al tanque elevado de acero, es de 8" de diámetro.

- Conducción

Es el componente mediante el cual se transporta "agua cruda", ya sea a flujo libre o presión. Dependiendo del caudal de agua y de la topografía del terreno, se utilizan canales o tuberías. El agua cruda es la que proviene directamente de una fuente superficial o subterránea en estado natural; es decir, que no ha sido sometida a ningún proceso de tratamiento, desinfección o potabilización. La conducción refiere a las obras o red de tuberías que permiten llevar el agua desde el lugar de tratamiento o potabilización hasta el tanque de almacenamiento o de reserva, pero también directamente hasta la red de distribución.

Tanto la aducción como la conducción son tuberías o canales por donde se transporta agua, pero mientras la aducción transporta agua cruda a presión o a

flujo libre, la conducción transporta agua a presión ya tratada desde el lugar de tratamiento o potabilización hasta el tanque de almacenamiento o de reserva o directamente hasta la red de distribución.

Para las tuberías de aducción y conducción se debe tener en cuenta que el diámetro mínimo utilizado debe ser de dos pulgadas, cuando las tuberías trabajan a presión. La profundidad mínima de excavación para enterrarlas debe ser de 60 centímetros desde la superficie hasta el lomo de la tubería.

- ¿Cómo fluye el agua por las tuberías de aducción y conducción?

Puede hacerlo a flujo libre, es decir por la acción de la gravedad, como es el caso del agua que se transporta por un canal abierto.

También lo puede hacer a presión, es decir que el agua no está en contacto con la atmósfera y tiene una presión mayor que la presión atmosférica, como por ejemplo cuando el agua fluye por la tubería de conducción o distribución.

- Componentes principales de las líneas de aducción y conducción

Una red de aducción o de conducción no está compuesta únicamente por tuberías, sino que también tiene otras estructuras y accesorios. En terrenos quebrados, esas tuberías, para su buen funcionamiento, requieren la instalación de:

- Cámaras de quiebre de presión o tanques rompe presión.
- Válvulas reductoras y reguladoras de presión.
- Válvulas de aire o ventosas.
- Válvulas de purga.

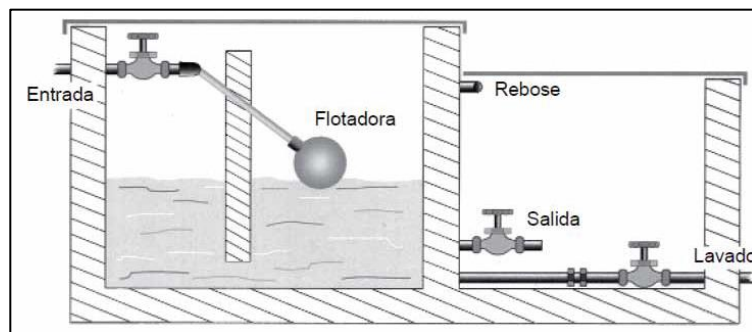
- **Cámara de quiebre de presión o tanque rompe presión**

Esta es una estructura en forma de cámara o tanque utilizada para bajar la presión del agua, que a veces, llega con mucha fuerza. Así se evitan altas presiones en las instalaciones ubicadas aguas abajo.

El material del que están fabricadas las tuberías muchas veces se rompe por el peso o la presión del agua. Dependiendo del material del que están construidas las tuberías y de su espesor, el fabricante recomienda la presión máxima que puede soportar el tubo. Con esta información, los ingenieros pueden colocar, de ser necesario, una o varias cámaras de quiebre de presión o tanques rompe presión a lo largo de la conducción.

La cámara de quiebre de presión o tanque rompe presión es una estructura pequeña, que puede ser de un metro por cada lado; tiene una tubería de entrada localizada en la parte superior y una tubería para la salida en la parte inferior. El agua, al caer en el tanque, pierde su presión. Por eso se le llama “cámara de quiebre de presión o tanque rompe presión”.

Figura 31. **Cámara de quiebre de presión o tanque rompe presión**



Fuente: Fundación Avina. *Operación y Mantenimiento de sistemas de agua potable*. p. 66.

- Válvulas que alivian la presión

Son válvulas que alivian la presión en las tuberías, protegiendo las instalaciones ubicadas aguas abajo. Cumplen la misma función que las cámaras de quiebre de presión o tanques rompe presión. La ventaja es que requieren poco espacio para ser instaladas; la desventaja es que son dispositivos de alto precio. Sin embargo, la tendencia va hacia la adquisición de este tipo de válvulas.

Las válvulas reguladoras de presión se usan para mantener una presión constante y controlada a un valor previamente fijado a la salida de estos aparatos.

- Ventosas o válvulas para aire

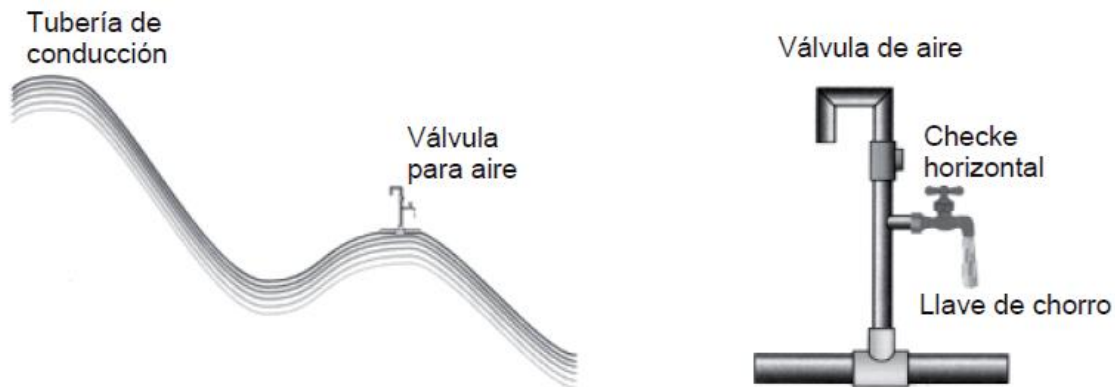
Son dispositivos que dejan salir el aire para que no impida que el agua siga su curso. A lo largo de los puntos altos de las líneas de aducción o conducción, suele acumularse aire en la parte superior de la tubería, lo cual cambia la velocidad del agua en el interior del tubo y forma bolsas de aire.

El aire, que es más liviano que el agua, forma un tapón que impide su paso. Si ese aire no se expulsa, junto con obstruir el correcto paso del agua, puede provocar un rápido deterioro de las tuberías.

Tradicionalmente, los operadores hacen un hueco en la tubería para que ese aire salga. Sin embargo, esta es una práctica arcaica no recomendada, puesto que además de deteriorar la tubería, permite que entren al sistema desde sedimentos hasta impurezas. Este hecho, al mismo tiempo que puede obstruir o deteriorar el sistema también representa un riesgo sanitario importante.

El sistema automático o manual de la válvula de aire o ventosa, permite que el aire salga. Mediante este dispositivo, el aire se expulsa a través de unas cámaras metálicas conectadas a la tubería y tiene un orificio superior que está sellado por una esfera metálica o flotador. Cuando la cámara se llena de aire, el flotador cae y deja salir el aire por el orificio.

Figura 32. **Ventosas o válvulas para aire**



Fuente: Fundación Avina. *Operación y Mantenimiento de sistemas de agua potable*. p. 67.

- Válvulas de limpieza o de purga

Son accesorios que permiten:

- Desalojar o “purgar” el material acumulado en el interior de los tubos.
- La normal circulación del agua y descargue de tubería.

El agua puede arrastrar tierra, arena e inclusive piedras dentro de la tubería de conducción. En los sitios más bajos ese material se sedimenta, obstruyendo el tubo.

Estos accesorios se colocan lateralmente en los puntos más bajos de las redes, para que al abrirlas permitan la salida de los sedimentos acumulados en las tuberías.

Figura 33. **Válvulas de limpieza o de purga**



Fuente: Fundación Avina. *Operación y Mantenimiento de sistemas de agua potable*. p. 68.

- **Sistemas por bombeo**

Un sistema de bombeo consiste en un conjunto de elementos que, por medio de fuerza mecánica, permite el transporte a través de tuberías y tanques de almacenamiento de cualquier tipo de líquido.

- **Información básica para la selección de la bomba**

Se debe evitar, en la medida de lo posible, la utilización de equipos de bombeo, ya que su operación y mantenimiento representan un alto costo al prestar el servicio. Cuando es inevitable el uso de equipo de bombeo, deben tomarse en cuenta varios aspectos:

- Escoger una bomba con un rendimiento relativamente alto (eficiente) el cual por ningún caso puede ser menor al 60 %. El procedimiento consiste en analizar la curva característica de la bomba (proporcionada por el fabricante) y observar cual se ajusta más a las necesidades del proyecto, la bomba más adecuada será aquella en la cual el punto de funcionamiento esté cerca del punto de máximo rendimiento (PMR).
- La carga disponible que provea la bomba seleccionada deberá ser mayor a la requerida en el sistema, por lo menos entre un 10 % a un 25 % para compensar el desgaste normal del equipo.
- Se seleccionarán equipos de bombeo de gran potencia cuando los diámetros de la tubería a utilizar en el sistema sean pequeños y equipos de bombeo de menor potencia cuando los diámetros de tubería sean grandes.
- Debe de realizarse un estudio preliminar en el sitio del proyecto acerca de la disponibilidad de energía (electricidad, combustibles), para seleccionar una bomba que opere con la energía disponible en el lugar.
- A la salida de los equipos de bombeo deberán proveerse como mínimo los siguientes dispositivos.
 - Manómetro en la descarga
 - Tubería de limpieza
 - Válvulas de retención y de paso en la línea de descarga
 - Junta flexible en la línea de descarga
 - Protección contra el golpe de ariete si fuera necesario
 - Elementos que permitan determinar en cada caso la altura del nivel de bombeo

- Cálculo para la selección de la bomba

Esta se calcula con base en la potencia requerida, considerando varios factores, como lo es la carga dinámica total (CDT), el caudal de bombeo (Qb) y la eficiencia de la bomba, la cual no debe ser menor del 60 %.

Para el caudal de bombeo, el tiempo de bombeo diario se obtendrá considerando criterios económicos y de consumo, rigiéndonos a lo normado por el INFOM en donde recomienda períodos de bombeo entre 8 y 12 horas por día para motores diésel y de 12 a 18 horas por día para motores eléctricos.

La fórmula utilizada para determinar la potencia de la bomba es:

$$\text{Pot}=(\text{Qb}*\text{CDT}) /(\text{76}*e)$$

Donde:

Qb = caudal de bombeo [lts/seg]

e = eficiencia del equipo de bombeo [%]

Pot = potencia en [HP]

CDT = carga dinámica total [mca]

- Memoria de cálculo

Cuando el sistema exige ser diseñado por bombeo, se requiere considerar un caudal lo suficientemente grande para abastecer el consumo máximo diario en un determinado período de bombeo. Para determinar el caudal de bombeo es importante definir antes el período de bombeo, el cual se determina en función del caudal que proporciona la fuente y la capacidad del tanque de

almacenamiento; en este caso se determina el caudal para abastecer a la población en cuestión.

Dicho tiempo afectará directamente el diámetro de la tubería de descarga, la potencia de la bomba y las dimensiones del tanque de almacenamiento. Debido a la eficiencia que debe tenerla bomba, la diferencia de alturas existentes y la economía en el proyecto se optará por un período de 16 horas.

- Caudal de bombeo

Es el caudal que circulará por la línea de conducción, el cual es extraído de un pozo mecánico y enviado regularmente a un tanque de almacenamiento, para la posterior distribución del agua potable. Para calcular el caudal de bombeo se utiliza la siguiente fórmula:

$$Q_b = (Q_d \text{ máx} * 24) / (H_b)$$

Donde:

Q_b = caudal de bombeo

$Q_d \text{ máx}$ = caudal de día máximo (el mayor de los sectores)

H_b = horas de bombeo en un día

Por lo tanto:

$$\text{Caudal de día máximo} = 6,081115084 \text{ L/s}$$

$$Q_b \text{ caudal de bombeo} = (6,08112 \text{ L/s} * 24 \text{ horas}) / (16 \text{ horas}) = 9,12167 \text{ L/s}$$

$$Q_b = 9,121672627 \text{ L/s}$$

$$Q_b = 144,5814503 \text{ Gal/min}$$

- Determinación del diámetro económico

Para determinar el diámetro más económico de la línea de impulsión se deben sustituir las velocidades de diseño (para una velocidad del flujo de 0,40 y 3,00 metros sobre segundo) para encontrar un rango de tuberías que cumpla con la norma de UNEPAR en la siguiente fórmula:

$$\Phi = \sqrt{(1,974 * Q_b) / (v)}$$

Donde:

Φ = diámetro de tubería [plg]

Q_b = caudal de bombeo [lts/seg]

V = velocidad de diseño [m/seg]

Para una velocidad de 0,4 metros sobre segundo se obtiene el siguiente diámetro:

$$\Phi = \sqrt{((1,974 * 9,1217) / (0,40))} = 6,709355738 \text{ pulgadas}$$

Para una velocidad de 3 metros sobre segundo se obtiene el siguiente diámetro:

$$\Phi = \sqrt{((1,974 * 9,1217) / (3))} = 2,449910323 \text{ pulgadas}$$

Por lo que los diámetros comerciales que deben ser analizados para el diseño serán los siguientes:

Tabla XLV. **Diámetros recomendados para diseño de línea de conducción**

Diámetro	Unidad
2,50	pulgadas
3,00	pulgadas
4,00	pulgadas
6,00	pulgadas

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 365.

- Carga dinámica total

La carga dinámica total (CDT) es llamada también, altura dinámica total, es la carga que debe suministrar la bomba para desplazar el caudal de agua requerido a través de la tubería hasta el nivel requerido. La carga dinámica total (CDT) para una bomba sumergible es parecida a la de un motor externo. La carga dinámica total (CDT) se obtiene mediante la siguiente expresión:

$$CDT = h_d + h_f + h + h_{fi} + h_v + h_m$$

Donde:

CDT = carga dinámica total

h_d = altura del nivel dinámico a la boca del pozo

h_f = pérdidas en el tubo de columna

h = altura de la boca del pozo a la descarga

h_{fi} = pérdidas en la línea de impulsión

h_v = pérdidas por velocidad

h_m = pérdidas menores

En el caso de la carga dinámica total para la tubería de 6 pulgadas de diámetro se obtiene lo siguiente:

La altura del nivel dinámico (hd) se obtiene del pozo del que abasteceremos nuestro proyecto, el cual indica que se encuentra a 680 pies que equivale a 207,2665 metros.

$$hd = 207,2665 \text{ m}$$

Para obtener la pérdida producida en el tubo de columna es necesario tomar en cuenta que la tubería utilizada será de hierro galvanizado, por lo que el coeficiente de fricción a utilizar es de 100.

Para calcular las pérdidas de carga utilizamos la expresión de Cálculo de (Hazen & Williams):

$$hf = (1\,743,11 * L * Q^{1,85}) / (C^{1,85} * \Phi^{4,87})$$

Donde:

Hf= pérdidas por fricción en tubería [m]

L = longitud de tubería [m]

Q = caudal de líquido en tubería [lts/seg]

C = constante que depende del tipo de tubería (coeficiente de fricción)

Ø = diámetro de tubería [plg]

$$Hf = (17\,43,811 * 207,2665 * 9,1217^{1,85}) / (100^{1,85} * 6^{4,87}) = 0,69915 \text{ m}$$

La altura de la boca del pozo a la descarga se obtiene de la diferencia de la cota de descarga del agua en el tanque de almacenamiento y la cota de terreno del pozo. ($h = \text{cota del tanque elevado} - \text{cota de terreno del pozo}$).

$$h = 1\,487,16 - 1\,458,97 = 28,19 \text{ m}$$

Para obtener la pérdida producida en la línea de impulsión es necesario tomar en cuenta que la tubería utilizada será de hierro galvanizado, por lo tanto, el coeficiente de fricción a utilizar es de 100. La distancia de la línea de impulsión es de 459,65 metros a la cual se le aplicará un factor de incremento del 5 % ya que la longitud en planta puede variar debido a las pendientes del terreno.

$$H_{fi} = (1\,743,811 * 459,65 * 1,05 * 9,1217^{1,85}) / (100^{1,85} * 6^{4,87}) = 1,62801 \text{ m}$$

También debemos calcular la pérdida por fricción en el tramo vertical que conecta la tubería de impulsión con la tubería de entrada del tanque, se debe tomar en cuenta que la tubería utilizada será de hierro galvanizado, por lo tanto, el coeficiente de fricción a utilizar es de 100. La longitud es de 24,7316 metros a la cual se le aplicará un factor de incremento del 5 % ya que la longitud puede variar debido a las cotas del terreno. El diámetro de esta tubería es de 4 pulgadas.

$$h_{fi} = (1\,743,811 * 24,7316 * 1,05 * 9,1217^{1,85}) / (100^{1,85} * 4^{4,87}) = 0,63102 \text{ m}$$

La pérdida de carga por velocidad son las pérdidas que se producen en las tuberías por los cambios de velocidad que experimenta el flujo, se obtiene aplicando la siguiente expresión:

$$h_v = V^2 / 2g$$

De donde:

V = velocidad del flujo (m/s)

g = gravedad (9,81 m/s²)

Para obtener la velocidad del flujo V utilizamos la siguiente expresión:

$$V=(1,974*Q_b) /(\Phi)^2$$

Donde:

Q_b= caudal de bombeo [lts/seg]

Φ = diámetro de tubería [plg]

$$V = (1,974*9,12167262666667) / (6)^2 = 0,50017 \text{ m/s}$$

$$h_v = 0,5002^2 / (2*9,81) = 0,01275 \text{ m}$$

También se debe calcular la pérdida por velocidad para la tubería de 4 pulgadas (de entrada, al tanque):

$$V = (1,974*9,12167262666667) / (4)^2 = 1,12539 \text{ m/s}$$

$$h_v = 1,1254^2 / (2*9,81) = 0,06455 \text{ m}$$

Las pérdidas menores son las que se producen debido a la diversidad de accesorios que deben colocarse en la línea de bombeo, usualmente para obtener este valor, se toma el 10 por ciento de la pérdida de carga en la línea de impulsión.

$$h_m = 0,10 * h_{fi}$$

$$hm = 0,10*(1,628 + 0,631) = 0,2259 \text{ m}$$

Adicionalmente se considera una altura de reserva (Ar) de 10 metros debido a que el tanque de almacenamiento y distribución se puede construir en otro lugar del sector con una cota de terreno diferente a la proyectada.

$$Ar = 10 \text{ m}$$

Por lo tanto, la carga dinámica total para la tubería de 6 pulgadas de diámetro queda de la siguiente forma:

Tabla XLVI. **Alturas para carga dinámica total**

Expresión	Alturas	Unidad
hd=	207,27	m
$hf = (1743,811*207,2665*9,1217^{1,85})/(100^{1,85}*6^{4,87}) =$	0,70	m
$h = 1\ 487,16 - 1\ 458,97 =$	28,19	metros
$hfi = (1743,811*459,65*1,05*9,1217^{1,85})/(100^{1,85}*6^{4,87}) =$	1,63	m
$hfi = (1743,811*24,7316*1,05*9,1217^{1,85})/(100^{1,85}*4^{4,87}) =$	0,63	m
$hv = 0,5002^2 / (2*9,81) =$	0,01	m
$hv = 1,1254^2 / (2*9,81) =$	0,06	m
$hm = 0,10*(1,628 + 0,631) =$	0,23	m
AR=	10,00	m
$\sum \text{ ó CDT} =$	248,72	m

Fuente: Elaboración propia

Ahora debemos realizar este análisis para los otros diámetros de tubería. De esta manera obtenemos los siguientes resultados:

Tabla XLVII. **Resultados de la carga dinámica total para diferentes diámetros**

Φ	hd	hf	h	hfi	hfi	hv	hv	hm	Ar	CDT
2,50	207,27	49,68	28,19	115,69	0,63	0,42	0,06	11,63	10,00	423,58
3,00	207,27	20,44	28,19	47,61	0,63	0,20	0,06	4,82	10,00	319,23
4,00	207,27	5,04	28,19	11,73	0,63	0,06	0,06	1,24	10,00	264,22
6,00	207,27	0,70	28,19	1,63	0,63	0,01	0,06	0,23	10,00	248,72

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 365.

- Verificación del golpe de ariete

Se le denomina así a la variación de presión en una tubería, por encima o por debajo de la presión normal de operación; ocasionada por rápidas fluctuaciones en el caudal, producidas por la apertura o cierre repentino de una válvula o por el paro o arranque de la bomba. Este fenómeno puede provocar ruptura de la tubería (presión positiva) o aplastamiento de esta (presión negativa). El golpe de ariete es una onda de presión que se propagará con una velocidad llamada celeridad, la cual se calcula con la siguiente expresión:

$$a = (1420) / (\sqrt{1 + (k/E) + (D_i/e)})$$

Donde:

a = celeridad

k = módulo de elasticidad volumétrica del agua ($2,07 \cdot 10^4$ Kg/cm²)

E = módulo de elasticidad del material de la tubería

D_i = diámetro interno de la tubería

e = espesor de la pared de la tubería

Tabla XLVIII. **Valores de elasticidad de algunos materiales**

No.	MATERIAL	E (Kg/cm ²)	E (Kg/cm ²)
1	PVC	3,00*10 ⁴	30 000
2	Hierro fundido	1,05*10 ⁶	10 500
3	Acero	2,05*10 ⁶	20 500
4	Asbesto de cemento	(1,85-2,5)*10 ⁶	18 500 - 25 000

Fuente: AGUILAR RUIZ, Pedro. *Apuntes de Ingeniería Sanitaria 1*. p. 115.

En el caso para una tubería de 6 pulgadas se calcula de la siguiente forma:

$$k = 20\,700 \text{ Kg/cm}^2$$

$$E = 10\,500 \text{ Kg/cm}^2$$

$$D_i = 6 \text{ pulgadas}$$

$$e = 0,28 \text{ pulgadas}$$

$$a = (1\,420) / ((1 + (20\,700/10\,500) + (6/0,28))^{1/2})$$

$$a = 242,555948 \text{ m/s}$$

La sobrepresión generada se calcula mediante la siguiente expresión:

$$\Delta P = a * V / g$$

Donde:

ΔP = sobrepresión (mca)

a = celeridad (m/s)

g = gravedad (m/s²)

Por lo tanto, la sobrepresión obtenida para la tubería de hierro fundido de 6 pulgadas se calcula de la siguiente forma:

$$a = 215,9339385 \text{ m/s}$$

$$g = 9,81 \text{ m/s}^2$$

$$V = 0,500171716 \text{ m/s}^2$$

$$\Delta P = (215,93394 \text{ m/s} * 0,50017 \text{ m/s}) / (9,81 \text{ m/s}^2)$$

$$\Delta P = 11,009587 \text{ mca}$$

Para la verificación de la resistencia de la tubería a soportar el golpe de ariete es necesario sumar la altura de bombeo a la sobrepresión, lo que debe ser menor que la presión de trabajo de la tubería seleccionada.

Se verifica si la tubería resiste el golpe de ariete producido por la sobre presión del sistema de bombeo con la siguiente expresión:

$$PH_{\text{máx}} = h_d + \Delta P$$

Donde:

$P_{\text{máx}}$ = máxima sobre presión en el sistema por bombeo [mca]

h_d = altura de bombeo [m]

ΔP = sobre presión del sistema hidráulico [mca]

$$\Delta P = 11,009587 \text{ mca}$$

$$h_d = 207,2665 \text{ m}$$

$$P_{\text{máx}} = 207,2665 \text{ m} + 11,009587 \text{ mca}$$

$$P_{\text{máx}} = 218,276087 \text{ mca}$$

Tabla XLIX. **Resultados del análisis del golpe de ariete para los diferentes diámetros**

Φ	Di	e	k	E	a	V	ΔP	hd	Pmáx	Material
2,50	2,50	0,20	20 700,00	10 500,00	282,43	2,88	82,94	207,27	290,21	Hierro fundido
3,00	3,00	0,22	20 700,00	10 500,00	266,55	2,00	54,36	207,27	261,63	Hierro fundido
4,00	4,00	0,24	20 700,00	10 500,00	242,56	1,13	27,83	207,27	235,09	Hierro fundido
6,00	6,00	0,28	20 700,00	10 500,00	215,93	0,50	11,01	207,27	218,28	Hierro fundido

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 365.

- Potencia del equipo de bombeo

Para este proyecto en particular se utilizará una bomba sumergible, por lo tanto, es necesario conocer la potencia de la bomba, para esto se utiliza la siguiente expresión:

$$POT = (Q_b \cdot CDT) / (76 \cdot E_f)$$

Donde:

POT = potencia de la bomba (HP)

Q_b = caudal de bombeo (lt/s)

E_f = eficiencia de trabajo de la bomba = 60 %

Esta expresión se aplica a todos los diámetros posibles para determinar el diámetro económico. Luego se calcula la energía requerida mensualmente lo que se multiplica por el precio unitario del kilovatio para obtener el costo mensual de bombeo.

Tabla L. **Resultados del análisis de potencia para los diferentes diámetros**

Φ	Pot (HP)	Pot (Kw)	hb (hrs)	PU (Q/Kw)	Costo (Q)
2,50	84,73	63,21	480,00	2,11	64 018,24
3,00	63,86	47,64	480,00	2,11	48 247,94
4,00	52,85	39,43	480,00	2,11	39 933,09
6,00	49,75	37,12	480,00	2,11	37 590,59

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 365.

- Diámetro de tubería más económico = 6 pulgadas
- Potencia necesaria para la tubería de diámetro más económico = 49,7527008288404 HP

Del análisis anterior se concluye que la tubería a utilizar para el diseño de la línea de bombeo será de 6 pulgadas de diámetro.

Características necesarias para el equipo de bombeo a seleccionar: Se necesita un equipo de bombeo que pueda bombear un caudal de: 9,12167262666667L/s, con una tubería de 6 pulgadas de diámetro, de hierro fundido, que soporte una presión de 1 251,76 PSI, que soporte una CDT de 248,72 m y que tenga una potencia de 49,75 HP.

- Especificaciones del equipo de bombeo seleccionado (a utilizar en este proyecto)

En la salida del equipo de bombeo deberán colocarse como mínimo, un manómetro de descarga y una válvula de retención. Se propone una bomba sumergible Franklin Electric, modelo: (225 GPM 8" STS SUB-TURBINA) CON

UNA UNIDAD DE FRECUENCIA VARIABLE (VFD Y/O UFV): N3R, 50 HP, 460V, 3PH VFD CERRADO, MCCB, LR, OF, FRANKLIN ELECTRIC, cuenta con un voltaje de 460/380 voltios y con una salida para tubería de 6 pulgadas diámetro.

El motor para la bomba sumergible es marca Franklin Electric modelo: (TRIFÁSICO DE 6", 50 HP, SAND FIGHTER W/SUBTROL, 460/380V, 60/50HZ, 1,15/1,0 SF, STK, DOL (3), FRANKLIN ELECTRIC) de 50HP y 460/380 voltios.

- Caseta de bombeo y equipo de bombeo

En la caseta de bombeo se encuentran instalados todos los mandos electrónicos de la bomba del pozo; aquí se puede guardar cualquier herramienta o repuestos que el fontanero, operario o encargado del mantenimiento de la línea de conducción necesite utilizar en un momento dado. Dicha caseta debe estar bien asegurada y debe ser de fácil acceso. En la sección de anexos se encuentra el diseño de mampostería reforzada empleado en esta caseta de bombeo.

- Tanque de almacenamiento

Es una estructura para almacenar agua, que puede ser construida con hormigón o ferro cemento, pero también de acero vitrificado o bien de plástico de alta resistencia.

Puede tener forma cuadrada, rectangular o redonda y siempre cubierto.

El tanque de almacenamiento o reserva garantiza la cantidad de agua requerida por la población en las horas de mayor consumo. El tanque almacena el agua durante la noche y en las horas de menor consumo, por lo cual su volumen depende del tamaño de la población. El tanque de almacenamiento es

útil para compensar las variaciones de consumo en el día, mantener y compensar las presiones en la red, así como para almacenar cierta cantidad de agua que permita atender situaciones de emergencia como incendios o interrupciones provocadas por daños del acueducto aguas arriba del tanque. El tanque de almacenamiento se ubica en un punto alto de la población. En poblaciones grandes o de topografía muy irregular, puede existir más de un tanque de reserva.

- Principales elementos de un tanque de almacenamiento

Un tanque de almacenamiento, además de la estructura para almacenar, debe tener siempre los siguientes elementos:

- Tubería de entrada con su correspondiente válvula de cierre, para suspender o permitir la entrada de agua al tanque, según se requiera; tubería de salida con su correspondiente válvula de control; tubería para lavado del tanque, con válvula de control; tubería de paso directo o by-pass; tubería de rebose y tubería de drenaje con válvula de control, utilizada durante el lavado del tanque.
- Una tapa o cubierta superior para prevenir la caída de hojas y otros objetos dentro del tanque. Si el tanque no tiene cubierta, debe construirse un techo para controlar el ingreso de vectores y la caída de elementos volátiles con basura y hojas secas.
- Una tapa o compuerta de inspección para facilitar el acceso al interior del tanque.
- Escalera de acceso al tanque, tanto externa como interna, para facilitar las labores de limpieza.
- Tubos de ventilación o respiradores (con rejilla en su extremo para impedir la entrada de elementos o insectos al tanque).

- Una tubería de rebose o de desfogue, para que el agua salga cuando el tanque se llena.
 - Un sistema para medir el nivel de agua en el tanque, que puede ser una manguera transparente pegada por fuera a una regla marcada con el cero (0) coincidiendo con el fondo.
 - Una tubería de salida, con su correspondiente válvula para permitir o impedir la salida de agua del tanque.
 - Una tubería de drenaje con su correspondiente válvula para evacuar el agua de lavado del tanque.
 - Una tubería de derivación o tubería de paso directo (by-pass) que conecta directamente la tubería de entrada a la tubería de salida, sin pasar por el tanque, para no interrumpir el servicio cuando el tanque esté en mantenimiento.
- Tanque de distribución de estructura metálica

Los tanques de distribución o almacenamiento pueden ser elevados, superficiales, semienterrados o enterrados. Este proyecto utiliza un tanque elevado de estructura metálica, por lo que se consideran los siguientes aspectos:

- Que el nivel mínimo del agua sea capaz de conseguir una presión adecuada dentro del sistema.
- Que la tubería de rebose descargue libremente.
- Que la tubería de salida tenga por lo menos unos 0,20 metros por encima del fondo cónico del tanque.
- El tubo de desagüe debe contar con una válvula de compuerta, que permita vaciar el tanque.
- Dispositivo de ventilación.
- Escaleras interiores y exteriores tipo marinero.

- Cajas adecuadas para la ubicación de las válvulas del tanque.
 - Las paredes del cuerpo del tanque, así como el fondo y techo y torre deben cumplir con las normas de la AWWA (2005), Welded Steel Tanks for Water Storage, ANSI/AWWA D 100-05.
 - La torre debe ser lo suficientemente capaz de soportar los sismos que afectan el lugar.
 - Los elementos estructurales deben de ser soldados en las condiciones que el proveedor del electrodo lo estipule.
 - Todo el tanque deberá ser pintado con anticorrosivo para posteriormente aplicarle un esmalte.
 - Los pernos por utilizar deben ser capaces de soportar las cargas sísmicas.
- Determinación del volumen de almacenamiento

El volumen de almacenamiento se conoce por medio de un estudio hidráulico, en donde se determina la capacidad del tanque, la altura de la torre entre el suelo y la parte inferior del tanque. El objetivo principal de estas edificaciones es la de cubrir las variaciones de consumo, almacenando agua durante las horas de bajo consumo y proporcionando el abastecimiento requerido a lo largo del día.

Hay que tomar en cuenta que, si no es posible realizar algún estudio de demanda, hay que recurrir a las normas, las que indican que el volumen compensador debe estar entre un 25 % y un 40 % del volumen medio diario por gravedad y en conducción por bombeo de 40 % a 65 % entre tanque de succión y distribución. Por lo que de acuerdo a las características y condiciones que presenta la zona a donde pertenece la colonia Ulises Rojas y por recomendación

de la Dirección de Agua y Saneamiento de la Municipalidad de Villa Nueva, se utilizará un volumen compensador de 30 %.

$$V_{comp.} = 25 \% \text{ a } 40 \% * (V_{medio \text{ diario}})$$

Para encontrar el volumen compensador se utiliza la siguiente expresión:

$$V_{compensador} = \frac{\%Volumen \text{ compensador} * Q_{mediodiario} * 86\,400 \text{ seg}}{1\,000 \text{ Litros}}$$

Caudal medio diario = 5,067595904 L/s

%Volumen compensador = 0,3

Volumen compensador = $(0,3 * 5,0675959037037 \text{ L/s} * 86\,400 \text{ seg}) / (1\,000 \text{ L}) = 131,352085824 \text{ m}^3$

$V_{compensador} = 132 \text{ m}^3$

De lo anterior se obtiene un volumen de almacenamiento de 132 metros cúbicos.

Altura propuesta = 6,5 m

$$\text{Diámetro } (\varphi = ((V)/((\pi/4)*h)^{1/2}) = ((132 \text{ m}^3)/((\pi/4)*(6,5 \text{ m})))^{1/2} = 5,1 \text{ m}$$

- Diseño tanque elevado de estructura metálica

Se desarrollará el diseño de un tanque metálico elevado situado en un municipio del mapa de zonificación sísmica para la República de Guatemala. En dicho diseño se incluirán los cálculos numéricos para el dimensionamiento del tanque, para el dimensionamiento de la torre, para el diseño de espesores de

elementos del tanque, para la integración de cargas del análisis estructural, para el diseño por capacidad de los elementos de la torre, y para el diseño de conexiones; además, se hará uso del paquete de software o programa SAP2000 en la realización del análisis estructural del tanque metálico elevado y en la posterior verificación del diseño de los elementos de la torre.

- Tipo de tanque que se consideró en este proyecto

De conformidad con su posición relativa al terreno, los tanques pueden clasificarse como enterrados, superficiales y elevados. En este proyecto sólo se analizan los tanques metálicos elevados apoyados sobre una torre, la cual estará formada por un número de columnas (n) múltiplo de 2:

$$n = 4, 6, 8, \text{ etc.}$$

- Geometría del tanque

La configuración teórica más conveniente para un tanque es aquella que, para una altura y volumen dados, se tenga un perímetro mínimo, lo cual implica una geometría cilíndrica.

En la ecuación del volumen tiene que intervenir la altura, que entra expresada en función de las dimensiones del diámetro. Si la relación de altura del tanque con respecto a su diámetro (h/D), se expresa como una constante $C = h/D$, se puede decir que los tanques son altos cuando C es mayor que 1 y bajos cuando C es menor que 1.

Si una altura mínima del agua debe mantenerse durante todo el tiempo dentro del tanque vertical cilíndrico y así asegurar una presión deseada, que es

como generalmente se diseñan en los sistemas de abastecimiento de agua potable de las poblaciones rurales del país, un tanque con diámetro menor que su altura ($C > 1$, alto) será más económico, debido a que no se necesitará de un sistema de bombeo para mantener dicha presión deseada. En este proyecto se analizarán los tanques verticales cilíndricos con valores de C entre 1 y 1,4, es decir, la altura máxima será igual a 1,4 veces su diámetro, por lo que:

$$1 \leq C \leq 1,4$$

El procedimiento para determinar la geometría del tanque será el fijar o asumir valores del diámetro (D) y de la constante (C), para despejar la altura (h):

$$h/D = C \quad \blacktriangleright \quad h = C \cdot D$$

Según la norma AWWA D-100-05, cuando se trate de tanques que contengan agua potable, es conveniente mantenerlos cubiertos por un techo para evitar la contaminación de esta.

Los techos y los fondos pueden ser planos, cónicos, en forma de domo, o una combinación de estos. En este proyecto se diseñarán el techo cónico y el fondo cónico.

- Dimensionamiento del tanque

Con el volumen de almacenamiento ($V_{requerido}$) se procede a dimensionar el tanque en sus elementos: cuerpo, techo, y fondo.

- Cuerpo

El cuerpo se dimensionará de acuerdo a la geometría del tanque, asumiendo valores para el diámetro del cuerpo (D_{cuerpo}) y para la constante (C):

$$1 \leq C \leq 1,4$$

$$h_{\text{cuerpo}}/D_{\text{cuerpo}} = C$$

Despejando la altura del cuerpo (h_{cuerpo}):

$$h_{\text{cuerpo}} = C \cdot D_{\text{cuerpo}}$$

- Techo

Los techos cónicos autosoportados son empleados en tanques relativamente pequeños. Este consiste en un cono formado de placas soldadas a tope, el cual, por su forma física, es capaz de sostenerse sin ningún elemento estructural y únicamente soportado en su periferia por un anillo de coronamiento. Es recomendable fabricar estos en un diámetro máximo de 40 pies, y cualquier dimensión mayor de esta requiere el uso de una estructura capaz de soportar al techo.

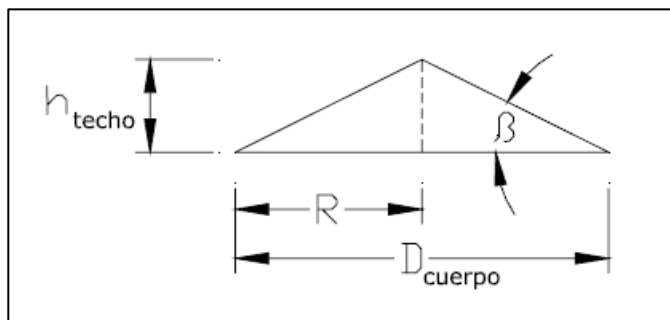
El techo se dimensionará asumiendo una altura de techo (h_{techo}) que deberá encontrarse en el rango de:

$$1 \text{ pie} \leq h_{\text{techo}} \leq D_{\text{cuerpo}}/6$$

De acuerdo al estándar AWWA D 100-05, tendrá como máximo una pendiente de 9/12 ($\beta=37^\circ$) y como mínimo 2/12 ($\beta=9,5^\circ$), con respecto a la horizontal:

$$\tan \beta = (h_{\text{techo}}/R)$$
$$\beta = \tan^{-1} (h_{\text{techo}}/R); R = D_{\text{cuerpo}}/2$$
$$9,5^\circ \leq \beta \leq 37^\circ$$

Figura 34. **Elevación, dimensiones del techo**



Fuente: RUANO PAZ, Marco Antonio. *Manual para diseño estructural de tanques metálicos elevados en la República de Guatemala*. p. 13.

- Anillo de coronamiento

En la parte superior del cuerpo del tanque se necesita un elemento estructural que conecte el techo a las paredes del cuerpo, llamado anillo de coronamiento. Será el mayor valor del módulo de sección (S) que se encuentre por la fórmula:

$$S = D_{\text{cuerpo}}^2/250 \text{ (Sección 3,5, AWWA D 100-05)}$$

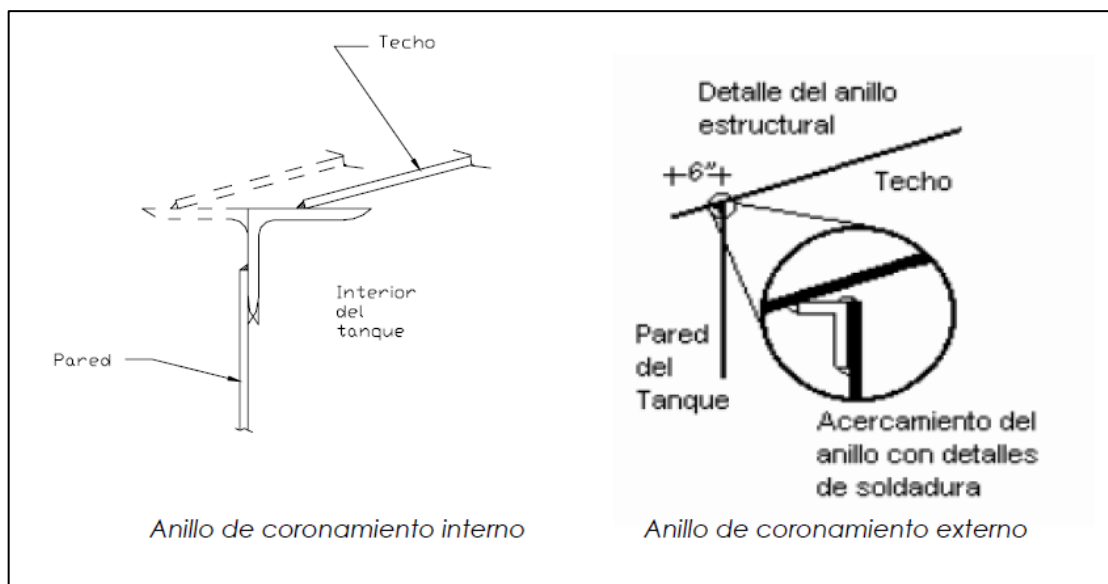
Donde:

S = módulo de sección, en pulgadas cúbicas

Dcuerpo = diámetro del cuerpo, en pies

Por lo general es una sección de angular soldada en la parte superior interna o externa del cuerpo, para que el techo se pueda soldar a este.

Figura 35. **Anillo de coronamiento**



Fuente: RUANO PAZ, Marco Antonio. *Manual para diseño estructural de tanques metálicos elevados en la República de Guatemala*. p. 14.

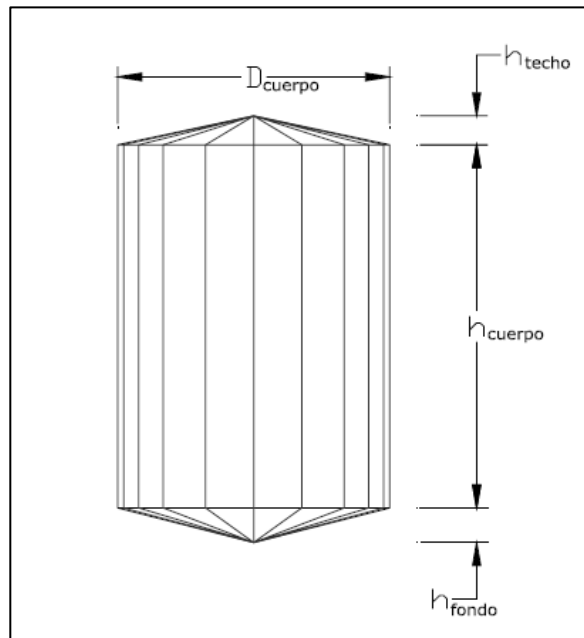
- Fondo

El fondo se dimensionará asumiendo una altura de fondo (hfondo) que deberá encontrarse en el rango de:

$$2 \text{ pies} \leq h_{\text{fondo}} \leq D_{\text{cuerpo}}/4$$

Por lo que las dimensiones del tanque, en los elementos cuerpo, techo, y fondo, quedarán definidas de la siguiente forma:

Figura 36. **Elevación, dimensiones del tanque**

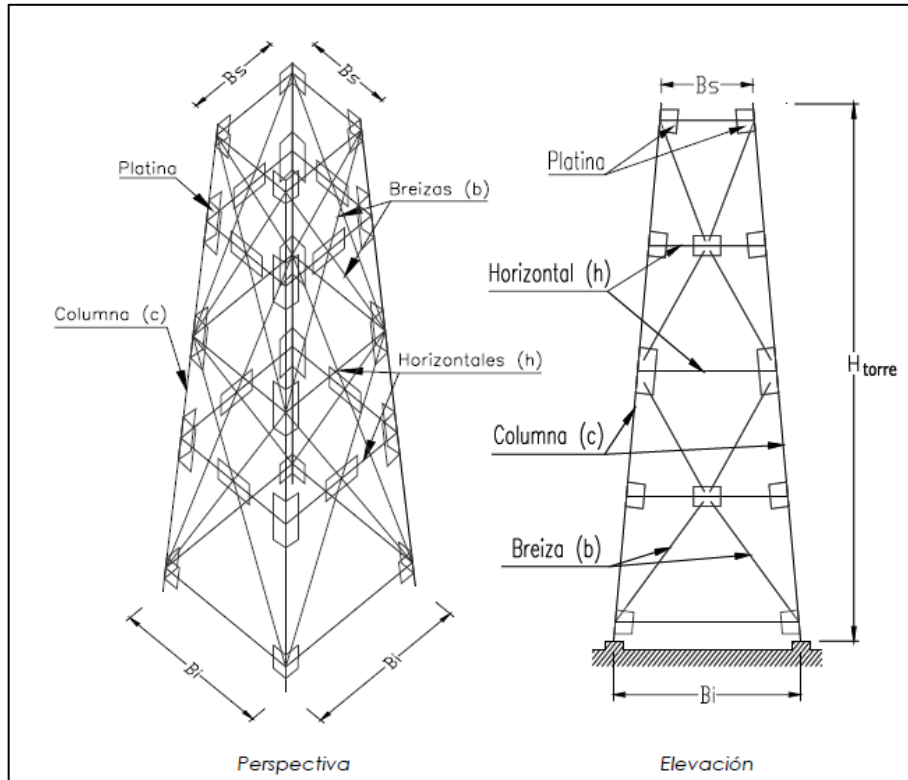


Fuente: RUANO PAZ, Marco Antonio. *Manual para diseño estructural de tanques metálicos elevados en la República de Guatemala*. p. 15.

- **Dimensionamiento de la torre**

La torre es una armazón estructural de gran altura con la función de sostener un tanque para agua a una altura determinada (H_{torre}). Está compuesta por un conjunto de elementos denominados columnas(c), horizontales(h), y breizas(b), unidos entre sí por medio de placas o platinas. Cada uno de estos elementos deberá ser diseñado lo más simple posible, y las uniones o conexiones entre los mismos, por medio de placas o platinas, podrán ser soldadas o pernadas.

Figura 37. **Perspectiva y elevación, elementos de torre**



Fuente: RUANO PAZ, Marco Antonio. *Manual para diseño estructural de tanques metálicos elevados en la República de Guatemala*. p. 16.

Con el diámetro del cuerpo (D_{cuerpo}), la altura de torre (H_{torre}), y el número de columnas (n) determinados, se procede a dimensionar la parte superior de la torre (B_s) y la parte inferior de la torre (B_i).

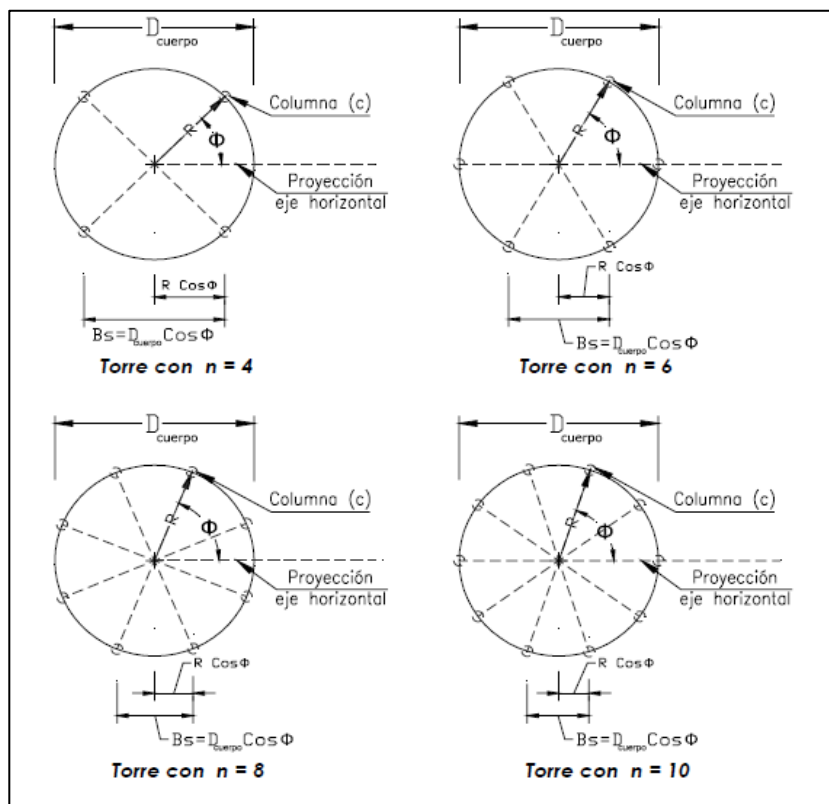
- Parte superior

El número de columnas (n) de la torre vistas en planta se ubicarán con un ángulo (Φ) formado entre un radio que pasa por una columna(c) y la proyección

del eje central horizontal. La parte superior de la torre (Bs) se dimensionará de acuerdo a la expresión:

$$B = D_{\text{cuerpo}} \cdot \cos \phi$$

Figura 38. **Planta, dimensión parte superior torre**



Fuente: RUANO PAZ, Marco Antonio. *Manual para diseño estructural de tanques metálicos elevados en la República de Guatemala*. p. 17.

- Parte inferior

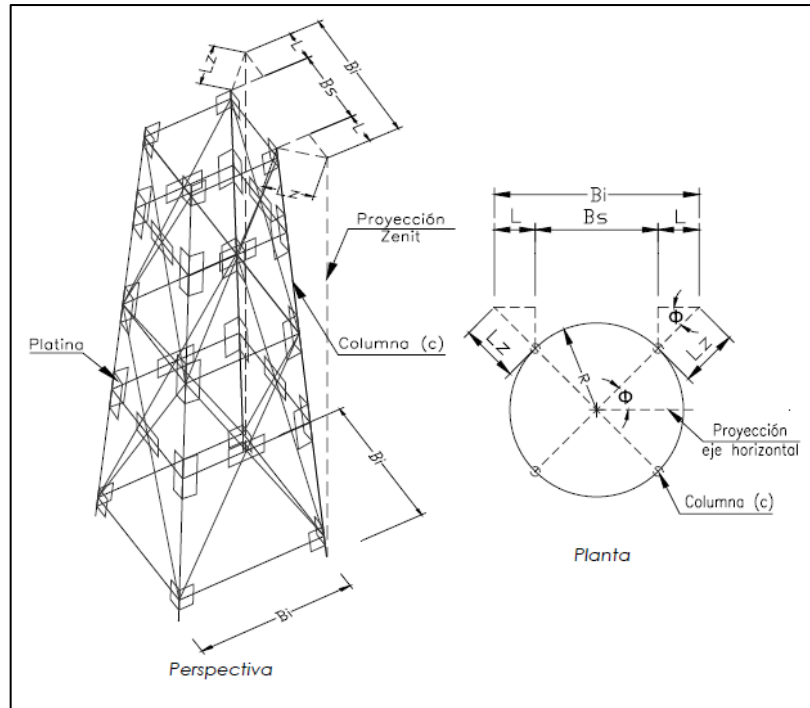
El eje de las columnas(c) de la torre vistas en perspectiva no podrá desviar su inclinación (m) del zenit por más del 15 % de la altura de torre (Htorre), esto

para limitar la separación de las columnas en la parte inferior y evitar la necesidad de terrenos demasiado extensos, determinándose así las distancias Lz y L :

$$0\% \leq m \leq 15\% ; Lz = m \cdot H_{\text{torre}}$$

$$L = Lz \cdot \cos \varphi$$

Figura 39. **Perspectiva y planta, inclinación columnas torre**

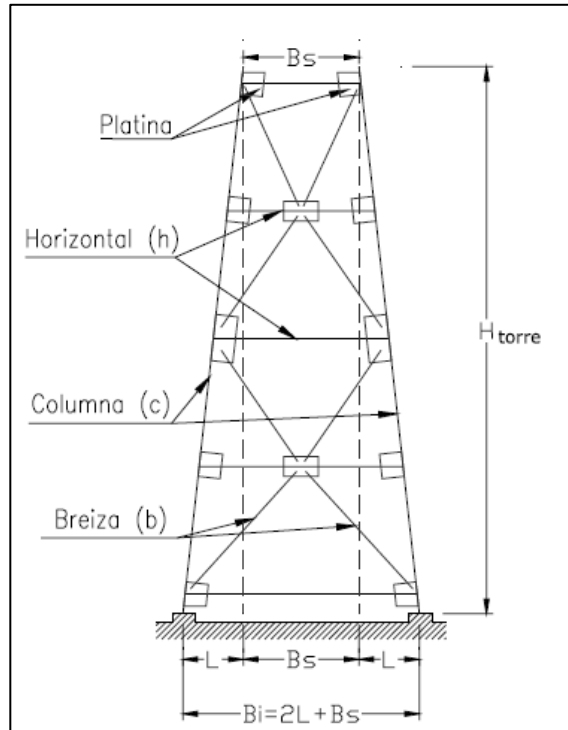


Fuente: RUANO PAZ, Marco Antonio. *Manual para diseño estructural de tanques metálicos elevados en la República de Guatemala*. p. 18.

Por lo que la parte inferior de la torre (B_i) se dimensionará de acuerdo a la expresión:

$$B_i = 2L + B_s$$

Figura 40. **Elevación, dimensión parte inferior torre**



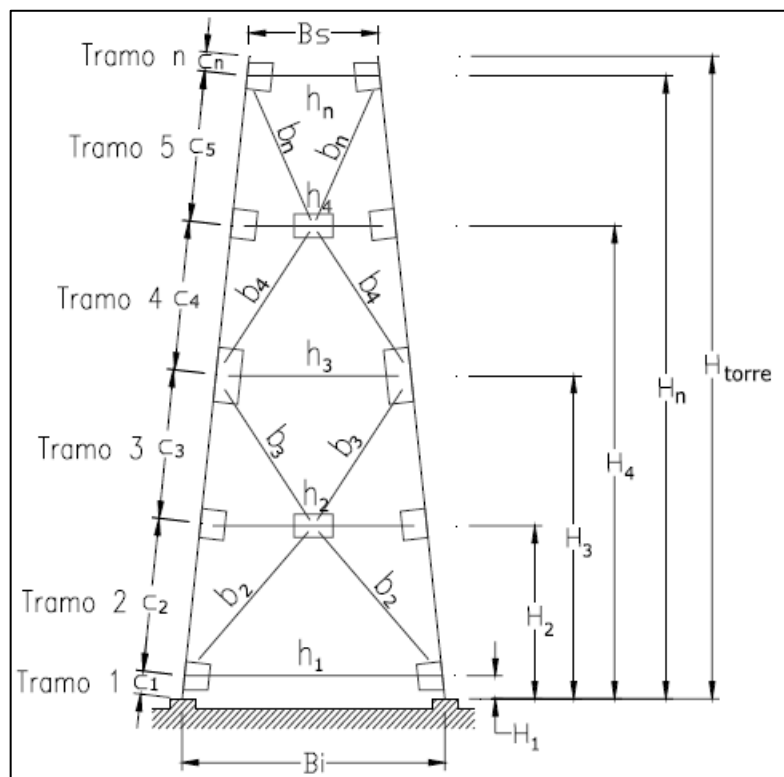
Fuente: RUANO PAZ, Marco Antonio. *Manual para diseño estructural de tanques metálicos elevados en la República de Guatemala*. p. 19.

- Elementos columnas, horizontales, y breizas

El número de elementos columnas(c), horizontales(h), y breizas(b) dependerá de la geometría de la torre, y el espaciamiento entre los elementos horizontales, el cual deberá procurarse que sea en tramos pares, dependerá a su vez de la altura de torre (H_{torre}), ya que es conveniente establecer tramos iguales para lograr simetría en la estructura de la torre; quedando a criterio de cada diseñador la cantidad y espaciamiento de cada uno de éstos. En este proyecto se proponen elementos breizas(b) en tramos dobles para lograr una mejor disipación de energía desde el punto de vista sísmico.

Las dimensiones de la parte superior de la torre (B_s), de la parte inferior de la torre (B_i), y de los elementos columnas(c), horizontales(h), y breizas(b), quedarán definidas de la siguiente forma:

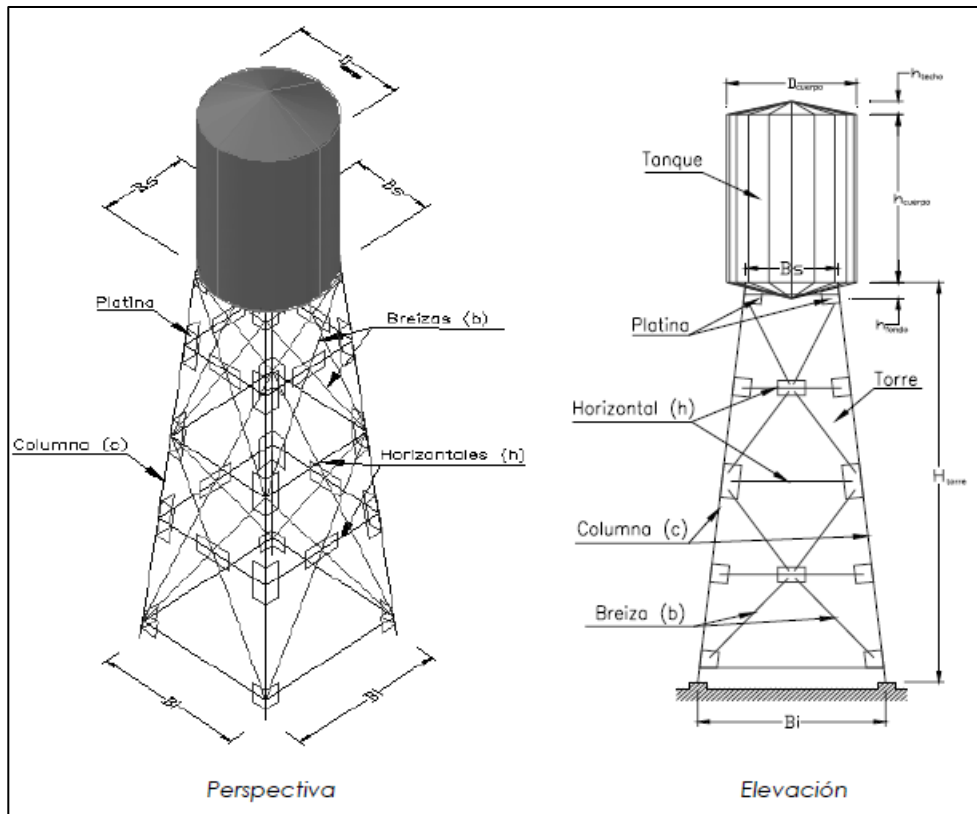
Figura 41. **Elevación, parte superior, parte inferior, columnas, horizontales, y breizas**



Fuente: RUANO PAZ, Marco Antonio. *Manual para diseño estructural de tanques metálicos elevados en la República de Guatemala*. p. 20.

Definidas las dimensiones de los elementos del tanque y los elementos de la torre, el tanque metálico elevado quedará de la siguiente forma:

Figura 42. **Perspectiva y elevación, modelo esquemático de tanque metálico elevado**



Fuente: RUANO PAZ, Marco Antonio. *Manual para diseño estructural de tanques metálicos elevados en la República de Guatemala*. p. 21.

- Predimensionamiento de secciones elementos de torre

Para establecer un valor inicial del peso de la torre, previo a la integración de cargas, se deberán predimensionar las secciones de los elementos denominados columnas(c), horizontales(h), y breizas(b); para el efecto, se proponen como valores iniciales los parámetros indicados en la tabla siguiente:

Tabla LI. **Predimensionamiento de secciones elementos de torre**

Altura Torre, Htorre (pies)	Módulo Sección Columna, Sc (pul ³)	Módulo Sección Horizontal, Sh (pul ³)	Módulo Sección Breiza, Sb (pul ³)
Htorre < 32,80	7,11	2,30	1,49
32,80 < Htorre < 49,20	15,80	4,57	2,93
49,20 < Htorre < 65,60	33,30	7,62	4,79
Htorre > 65,60	42,10	11,40	7,11

Fuente: RUANO PAZ, Marco Antonio. *Manual para diseño estructural de tanques metálicos elevados en la República de Guatemala*. p. 22.

Debido a que estos parámetros son propuestos, queda a criterio de cada diseñador, según las características y dimensiones de la torre y del tanque, las secciones a utilizar en la predimensión de los elementos de la torre.

- Diseño de espesores de elementos del tanque

Los criterios por aplicar para el diseño de espesores de los elementos techo, cuerpo, y fondo del tanque serán los establecidos en el estándar de la Asociación Americana de Abastecimiento de Agua (AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION) -AWWA D100-05-. Los espesores de los elementos cuerpo y fondo del tanque se calcularán como elementos de pared delgada, los cuales van a contener agua a una presión (P) y estarán sometidos a fuerzas o esfuerzos de tensión según su sección transversal, y dichas paredes deberán resistir estas fuerzas o esfuerzos de tensión para evitar su colapso.

En ingeniería estructural se usa el contexto de las teorías de falla como indicador de un buen diseño para materiales dúctiles. Von Mises propuso que un material dúctil sufría falla elástica cuando la energía de distorsión elástica rebasaba cierto valor. Esta teoría establece que la falla ocurrirá si el esfuerzo equivalente (σ_e) es mayor que la resistencia a la fluencia del material (F_y):

$$\sigma_e = \sqrt{\sigma_1^2 - \sigma_1 * \sigma_2 + \sigma_2^2}$$

$$\sigma_e < F_y; \sigma_1 = \frac{P*r}{t} \text{ \& } \sigma_2 = \frac{P*r}{2t}$$

Donde:

σ_1, σ_2 = esfuerzos de tensión, en lb/pul²

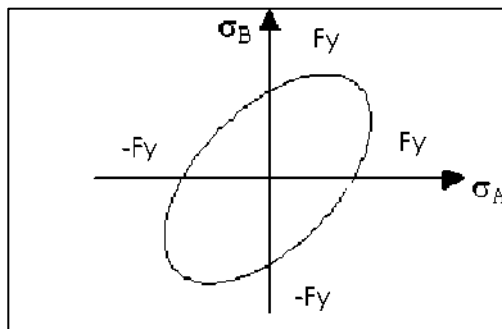
P = presión hidrostática, en lb/pul²

r = radio interno del tanque, en pulgadas

t = espesor requerido, en pulgadas

El esfuerzo equivalente (σ_e) también es llamado esfuerzo equivalente de Von Mises. Un material que falla de acuerdo con la teoría de falla elástica de Von Mises puede escribirse como el lugar geométrico de los puntos donde la tensión de Von Mises, como función de las tensiones principales, supera cierto valor.

Figura 43. **Gráfico F_y , límite de fluencia**



Fuente: RUANO PAZ, Marco Antonio. *Manual para diseño estructural de tanques metálicos elevados en la República de Guatemala*. p. 23.

El gráfico F_y representa el límite de fluencia, lo que significa que el material fallará a partir de los límites en el gráfico, o bien resistirá los esfuerzos mientras estos se mantengan en la zona sombreada; por lo que, en el presente proyecto, el diseño de los espesores de los elementos cuerpo del tanque y fondo del tanque se deberá revisar de acuerdo con los criterios de la Teoría de Falla de Von Mises descritos anteriormente.

El estándar AWWA D100-05 establece que el espesor de las placas de los elementos del tanque sometidos a esfuerzo por la presión del agua podrá ser calculado por la fórmula:

$$t = \frac{2,6 * hp * D_{cuerpo} * G}{s * E}$$

Donde:

t = espesor requerido, en pulgadas

hp = altura del nivel de diseño del líquido, en pies

Dcuerpo = diámetro nominal del cuerpo del tanque, en pies

G = gravedad específica del líquido, para agua 1,0

s = esfuerzo permisible de diseño, en lb/pul² según la tabla de esfuerzo permisible de diseño, s

E = eficiencia de la junta, según la tabla Eficiencia de la junta

Tabla LII. **Clases de material**

Clase	F_y (lb/pul ²)
0	< 27 000
1	27 000 < F_y < 34 000
2	> 34 000

Fuente: American Water Works Association. *AWWA D100-05*. p. 21.

Tabla LIII. **Esfuerzo permisible de diseño, s**

Renglón	Clase	Esfuerzo permisible de diseño, s (lb/pul ²)
Placas en pared del tanque	1,2	15 000
Acero estructural, elementos ensamblados, detalles estructurales	0	12 000
	1	15 000
	2	18 000
Anillos de tensión	1,2	15 000

Fuente: American Water Works Association. *AWWA D100-05*. p. 21.

Tabla LIV. **Eficiencia de la junta**

Tipo de junta	Tensión (%)	Compresión (%)
Doble con penetración completa	85	100
Doble con penetración parcial	$85(Z^*/T)$	$100(Z^*/T)$
Simple con penetración completa	85	100
A traslape con filete continuo en ambas caras de la junta	75	75
A traslape con filete continuo en un lado o discontinuo por los dos lados	$75[(1+X)/2]^+$	$75[(1+X)/2]^+$
A traslape soldado con filete, a puntos o discontinuo por un lado	$75[(XW1+YW2)/2t]^{++}$	$75[(XW1+YW2)/2t]^{++}$

* Longitud de penetración de soldadura.

+ X, es la longitud del filete discontinuo comparado con la longitud total de la junta, expresado como decimal.

++X & Y, son las longitudes del filete discontinuo de cada lado comparado con las longitudes totales de las juntas W1 y W2 respectivamente. Cuando está soldado por una cara, W2 es cero, y están expresados como decimal. T y t son los espesores respectivos por analizar, use las placas más delgadas del manto.

Fuente: American Water Works Association. *AWWA D100-05*. p. 21.

- Espesor por corrosión

El estándar AWWA D100-05 establece que, si se desea, se especificará el espesor por corrosión ($t_{\text{corrosión}}$), y este se adicionará al espesor requerido (t)

de los elementos del tanque. Para elementos que no se encuentran en contacto con agua, tal como el techo, no se considerará espesor por corrosión ($t_{\text{corrosión}}$), a menos que el tanque se construya en lugares o comunidades con un alto grado de humedad o salinidad relativa y/o por condiciones extremas de lluvia o granizo; esta consideración quedará a criterio de cada diseñador.

Para elementos en contacto con agua, tales como el cuerpo y el fondo, sí se considerará espesor por corrosión ($t_{\text{corrosión}}$).

En este proyecto se propone utilizar un espesor por corrosión ($t_{\text{corrosión}}$) de 1/16 de pulgada, a menos que el proveedor del material especifique un parámetro diferente.

$$t_{\text{corrosión}} = 1/16''$$

- Espesor mínimo elementos sin contacto con agua

El espesor mínimo para elementos que no se encuentran en contacto con agua (t_{min}), será de 3/16 de pulgada.

$$t_{\text{min}} = 3/16'' \text{ (Sección 3,10, AWWA D 100-05)}$$

- Espesor mínimo elementos en contacto con agua

El espesor mínimo para elementos que se encuentran en contacto con agua ($t_{\text{minh}_2\text{O}}$), cuando el tanque esté al nivel de su capacidad máxima, será de 1/4 de pulgada.

$$t_{\text{minh}_2\text{O}} = 1/4'' \text{ (Sección 3,10, AWWA D 100-05)}$$

- **Espesor mínimo placas cilíndricas en contacto con agua**

El espesor mínimo para las placas cilíndricas del cuerpo del tanque que se encuentran en contacto con agua (t_{\min} cuerpo), cuando el tanque esté al nivel de su capacidad máxima, se determinará de acuerdo a las dimensiones de este, y como se indica en la tabla siguiente:

Tabla LV. **Espesor mínimo placas cilíndricas en contacto con agua**

Diámetro Nominal, D (pies)	Altura Nominal, H (pies)	Espesor mínimo, t_{\min} cuerpo (pulgadas)
D < 20	Todas	1/4
20 < D < 50	H < 48	1/4
20 < D < 50	H > 48	1/4
50 < D < 120	Todas	1/4
120 < D < 200	Todas	5/16
D > 200	Todas	3/8

Fuente: American Water Works Association. *AWWA D100-05*. p. 50.

- **Espesor del techo**

El espesor del techo (t_{techo}), por ser un elemento que no se encuentra en contacto con agua, se determinará de acuerdo a lo indicado en Espesor mínimo elementos sin contacto con agua, y de ser necesario se adicionará el espesor por corrosión ($t_{\text{corrosión}}$) indicado anteriormente.

$$t_{\text{techo}} = t_{\min} + t_{\text{corrosión}}$$

- Espesor del cuerpo

El espesor del cuerpo (t_{cuerpo}) podrá ser calculado por la fórmula del estándar AWWA D100-05:

$$t = \frac{2,6 * hp * D_{\text{cuerpo}} * G}{s * E}$$

Donde hp será la altura del líquido en el cuerpo; adicionándole el espesor por corrosión ($t_{\text{corrosión}}$) indicado anteriormente, pero nunca será menor a lo indicado en la tabla de espesor mínimo placas cilíndricas en contacto con agua.

$t_{\text{cuerpo}} = t + t_{\text{corrosión}}$ El mayor de los 2

$t_{\text{cuerpo}} = t_{\text{min cuerpo}}$

- Espesor del fondo

El espesor del fondo (t_{fondo}) podrá ser calculado por la fórmula del estándar AWWA D100-05:

$$t = \frac{2,6 * hp * D_{\text{cuerpo}} * G}{s * E}$$

Donde hp será la altura del líquido en el cuerpo más la altura del fondo (h_{fondo}); adicionándole el espesor por corrosión ($t_{\text{corrosión}}$) indicado anteriormente, pero nunca será menor a lo indicado en espesor mínimo elementos en contacto con agua.

$t_{\text{fondo}} = t + t_{\text{corrosión}}$ El mayor de los 2

$t_{\text{fondo}} = t_{\text{min h}_2\text{O}}$

- Integración de cargas para el análisis estructural

Se considerarán las cargas gravitacionales, las cargas debidas a la acción del viento, y las cargas debidas a la acción de los sismos. Estas se establecerán de acuerdo al código IBC 2009 y al estándar ASCE 7-10.

- Cargas gravitacionales

Son las cargas que actúan en sentido y dirección de la gravedad, y se encuentran conformadas por:

- Cargas muertas
- Cargas vivas.

- Cargas muertas

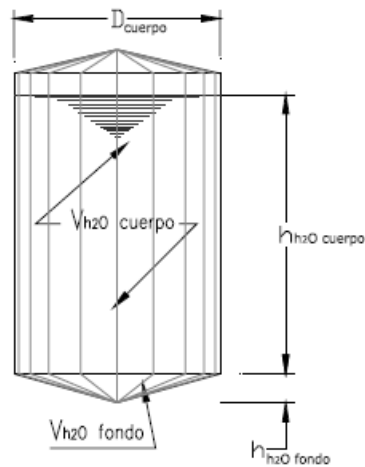
Son los pesos de los elementos que forman parte de la estructura del tanque metálico elevado, y de todos los aditamentos permanentemente sujetos a ella. Se considerarán el peso propio de los elementos del tanque, el peso propio de los elementos de la torre, y el peso del agua; debido a que los factores de carga son los mismos. Aprovechando las características del paquete de software o programa SAP2000, se le dejará a este el trabajo de calcular el peso propio de los elementos que componen el tanque y la torre, por lo que únicamente se establecerán el volumen de agua en el cuerpo del tanque (V_{h_2O} cuerpo), el volumen de agua en el fondo del tanque (V_{h_2O} fondo), y el peso del agua en el tanque (W_{h_2O}); esto para determinar la carga por presión hidrostática que actúa en el fondo del tanque (P_{fondo}).

$$V_{h_2o\text{ cuerpo}} = \pi * \left(\frac{D_{\text{cuerpo}}}{2}\right)^2 * h_{h_2o\text{ cuerpo}}$$

$$V_{h_2o\text{ fondo}} = \frac{\pi * \left(\frac{D_{\text{cuerpo}}}{2}\right)^2 * h_{h_2o\text{ fondo}}}{3}$$

$$W_{h_2o\text{ cuerpo}} = (V_{h_2o\text{ cuerpo}} + V_{h_2o\text{ fondo}}) * \gamma_{h_2o}$$

Figura 44. **Elevación, volumen de agua en cuerpo y fondo de tanque**



Fuente: RUANO PAZ, Marco Antonio. *Manual para diseño estructural de tanques metálicos elevados en la República de Guatemala*. p. 30.

Donde:

W_{h_2o} = peso del agua en el tanque, en libras

$V_{h_2o\text{ cuerpo}}$ = volumen de agua en el cuerpo del tanque, en pie^3

$V_{h_2o\text{ fondo}}$ = volumen de agua en el fondo del tanque, en pie^3

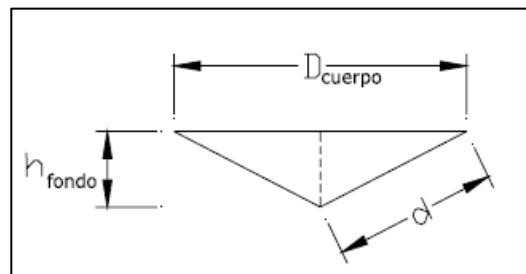
γ_{h_2o} = peso específico del agua, 62,4 libras/ pie^3

Con el peso del agua en el tanque (Wh_{2O}) establecido, se procede a encontrar el radio del disco o hipotenusa del fondo (d), y el área de la superficie de carga en el fondo del tanque (A_{fondo}):

$$d = \sqrt{h_{fondo}^2 + \left(\frac{D_{cuerpo}}{2}\right)^2}$$

$$A_{fondo} = \pi + \left(\frac{D_{cuerpo}}{2}\right) * d$$

Figura 45. **Elevación, radio del disco o hipotenusa del fondo**



Fuente: RUANO PAZ, Marco Antonio. *Manual para diseño estructural de tanques metálicos elevados en la República de Guatemala*. p. 31.

Con el radio del disco o hipotenusa del fondo (d) y el área de la superficie de carga en el fondo del tanque (A_{fondo}) establecidos, se determina la carga por presión hidrostática que actúa en el fondo del tanque (P_{fondo}). En este proyecto la carga por presión P_{fondo} será igual a la carga por fluido F establecida en las combinaciones de carga del -ASCE 7-10-, y será considerada como carga muerta o sobrecarga AGUA:

Donde:

P_{fondo} = carga por presión hidrostática en el fondo del tanque, en lb/pie²

W_{h2o} = peso del agua en el tanque, en libras

A_{fondo} = área de la superficie de carga en el fondo del tanque, en pie²

$$P_{fondo} = \frac{W_{h2o}}{A_{fondo}} (\text{Sobrecarga Agua})$$

- Cargas vivas

Son las cargas debidas al uso y ocupación de la estructura; se deberá considerar la carga viva en el techo, en las escaleras, y en el balcón; estas últimas dos si dentro del diseño del tanque se encuentran dichos elementos. La carga viva de diseño en el techo del tanque podrá variar entre 12 y 20 libras/pie², tomando en consideración la pendiente del techo; a mayor pendiente menor carga viva (ASCE 7-10).

- Carga de viento

Se deberá prever en el diseño los esfuerzos causados por el viento durante el montaje y después de terminada la construcción del tanque metálico elevado. Los procedimientos y limitaciones para dicho diseño deberán determinarse por la velocidad del viento en la zona, la topografía del lugar, la categoría de ocupación, etc.

- Velocidad básica del viento

La velocidad básica del viento (V) se podrá determinar de acuerdo a registros de velocidades máximas del viento ocurridas en el territorio nacional,

proporcionados por el Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología -INSIVUMEH-, de acuerdo con la tabla siguiente:

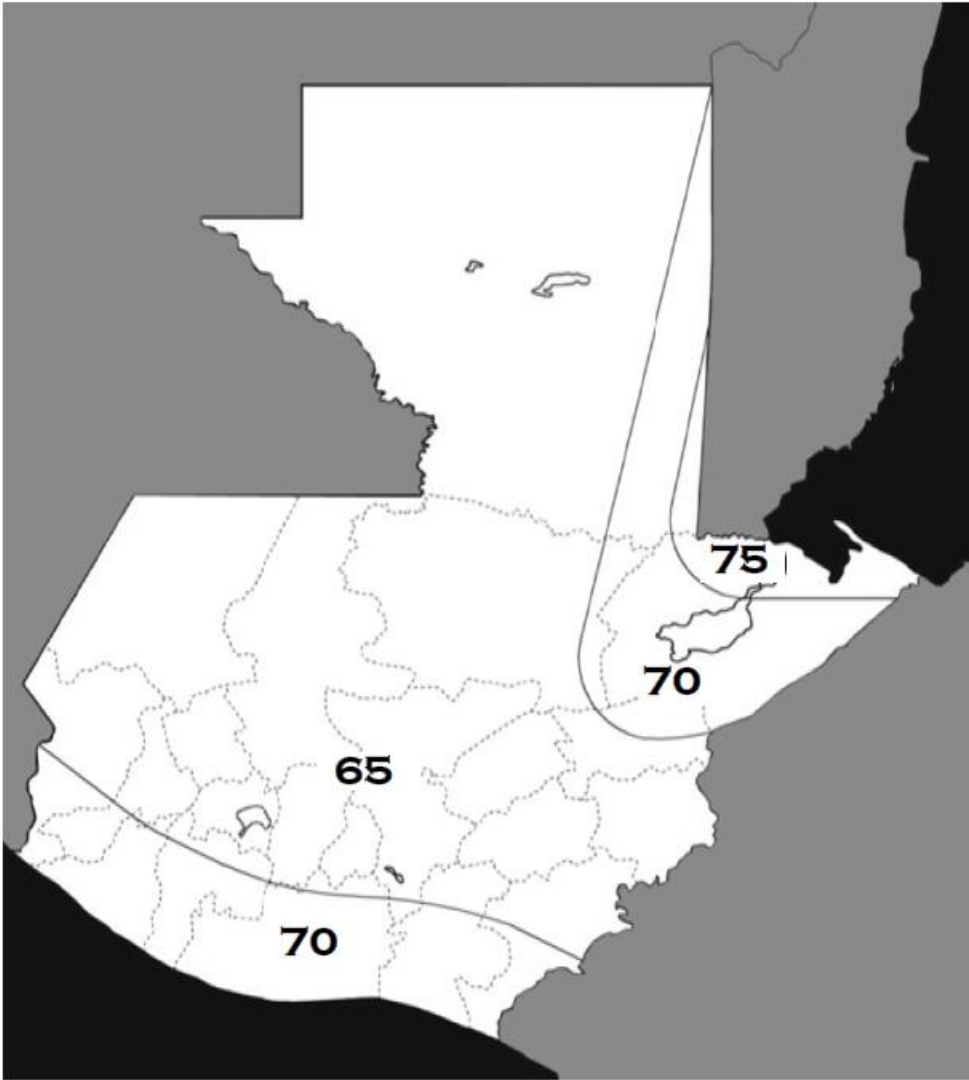
Tabla LVI. **Velocidades máximas del viento**

Lugar	Velocidad máxima (mph)
Sierra de La Minas	112
Cañón de Palín	110
Resto del territorio nacional	80

Fuente: Departamento de Investigación y Servicios Meteorológicos, INSIVUMEH.

Se podrán utilizar también los valores de velocidades básicas del viento de acuerdo con el mapa siguiente, que indica las zonas de velocidad básica del viento para la República de Guatemala.

Figura 46. **Zonas de velocidad básica del viento para la República de Guatemala (mph)**



Fuente: AGIES. *Normas de Seguridad Estructural de Edificaciones y Obras de Infraestructura para la República de Guatemala NSE 2-10*. p. 31.

- Factor de direccionalidad del viento

El factor de direccionalidad del viento (K_d) se determinará de acuerdo con la siguiente:

Tabla LVII. **Factor de direccionalidad del viento (K_d)**

Tipo de Estructura	Factor K_d
Tanques y estructuras similares con sección transversal:	
Cuadrada	0,90
Hexagonal	0,95
Circular	0,95

Fuente: ASCE. ASCE 7. *Minimum design loads for buildings and other structures*. p. 250.

- Factor de importancia por viento

El factor de importancia por viento (I_v) se asignará de acuerdo con la tabla de factor de importancia por viento, I_v , que se basa en la tabla de categoría de riesgo que se indica a continuación:

Tabla LVIII. **Categoría de riesgo**

Naturaleza de la ocupación	Categoría de riesgo
Edificios y otras estructuras designadas como instalaciones esenciales, incluyendo, pero no limitado a: Estructuras auxiliares (torres de comunicación, tanques de almacenamiento de combustible, torres de enfriamiento, estructuras de subestaciones eléctricas, tanques de almacenamiento de agua, apoyo de estructuras para tanques de agua o de extinción de incendios) necesarias para el funcionamiento de las estructuras de ocupación categoría IV durante una emergencia.	IV

Fuente: ASCE. ASCE 7. *Minimum design loads for buildings and other structures*. p. 2.

Tabla LIX. **Factor de importancia por viento, Iv**

Categoría de riesgo	Iv
IV	1,15

Fuente: ASCE. *ASCE 7. Minimum design loads for buildings and other structures*. p. 2.

En el documento ASCE 7-10 se elimina el factor de importancia por viento, debido a que los mapas de velocidades del viento para las zonas allí presentadas ya se encuentran calibradas; por lo que, en el presente proyecto, por carecer Guatemala de estos mapas calibrados, se utilizará el factor de importancia descrito en el documento ASCE 7-05.

- Rugosidad de la superficie

Con el propósito de asignar una categoría de exposición, la rugosidad de la superficie se define como:

- Superficie rugosa B: áreas urbanas y suburbanas, áreas boscosas, otros terrenos con numerosas obstrucciones cercanamente espaciadas que tienen el tamaño de viviendas unifamiliares o más grandes.
- Superficie rugosa C: terrenos abiertos, llanuras y sabanas con obstrucciones dispersas con alturas generalmente menores de 30 pies. Se incluyen las superficies costeras en las regiones propensas a huracanes.
- Superficie rugosa D: áreas planas sin obstrucciones, superficies costeras fuera de las regiones propensas a huracanes. Se incluyen suelos de barro suave y salinas.

- Categorías de exposición

Se consideran tres categorías de exposición (B, C, y D), que se definen como:

- Exposición B: se aplicará cuando la superficie rugosa B prevalezca en la dirección contra el viento (barlovento) a una distancia de por lo menos 2 630 pies o 20 veces la altura de la estructura, la que sea mayor. (Excepción: para estructuras cuya altura sea menor o igual a 30 pies, la distancia contra el viento puede ser reducida a 1 500 pies).
- Exposición C: se aplicará a todos los casos en que las exposiciones B o D no se aplican.
- Exposición D: se aplicará cuando la superficie rugosa D prevalezca en la dirección contra el viento (barlovento) a una distancia superior a 5 000 pies o 20 veces la altura de la estructura, la que sea mayor. La exposición D se extenderá a las zonas a sotavento de la superficie rugosa B o C en una distancia de 600 pies o 20 veces la altura de la estructura, la que sea mayor.

- Coeficiente de exposición de presión de velocidad

El coeficiente de exposición de presión de velocidad (K_z), se determinará de acuerdo con la categoría de exposición indicada anteriormente, con la altura del tanque sobre el terreno (z), y con las constantes de exposición del terreno α y z_g que se indican en la tabla siguiente:

Tabla LX. **Constantes de exposición del terreno**

Categoría de exposición	α	z_g (pies)	\hat{a}	\hat{b}	\bar{a}	\bar{b}	c	l (pies)	\bar{e}	Zmin (pies)
B	7,0	1 200	1/7,0	0,84	1/4,0	0,45	0,30	320	1/3,0	30
C	9,5	900	1/9,5	1,00	1/6,5	0,65	0,20	500	1/5,0	15
D	11,5	700	1/11,5	1,07	1/9,0	0,80	0,15	650	1/8,0	7

Fuente: ASCE. ASCE 7. *Minimum design loads for buildings and other structures*. p. 256.

- Para $z < 15$ pies:
 - $K_z = 2,01 * \left(\frac{15}{z_g}\right)^{2/\alpha}$ (Sección 27.3.1. ASCE 7-10)
- Para $15 \text{ pies} \leq z \leq z_g$:
 - $K_z = 2,01 * \left(\frac{z}{z_g}\right)^{2/\alpha}$ (Sección 27.3.1. ASCE 7-10)

Donde:

K_z = coeficiente de exposición de presión de velocidad

z = altura torre (H_{torre})+altura cuerpo (h_{cuerpo})+altura techo (h_{techo}), en pies

Z_g = constante de exposición del terreno, se obtiene de la tabla: Constantes de exposición del terreno

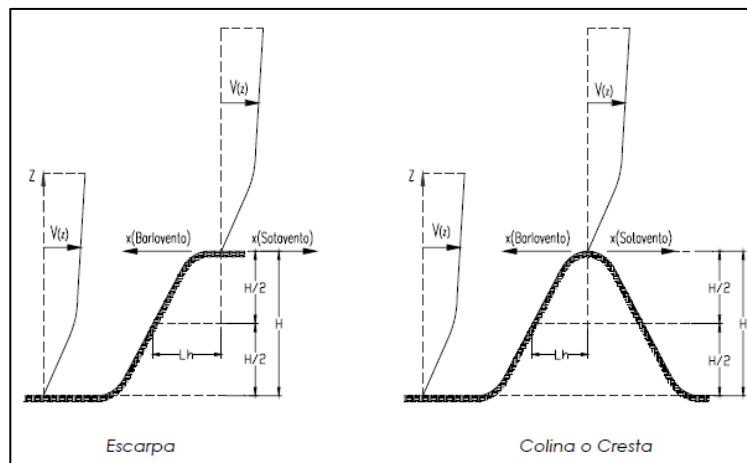
α = constante de exposición del terreno, se obtiene de la tabla: Constantes de exposición del terreno

- Efectos topográficos

Los efectos del viento en colinas aisladas, crestas, y escarpas, que constituyen los cambios bruscos en la topografía general, ubicados en cualquier categoría de exposición, se incluirán en el diseño cuando las condiciones del sitio y la ubicación de la estructura cumplan con las condiciones siguientes:

- La colina, cresta, o escarpa está aislada y sin obstáculos topográficos a barlovento de altura comparable a 100 veces su propia altura o 2 millas (3,22 km.), la que sea menor. Esta distancia se medirá horizontalmente a partir del momento en que se determina la altura H de la colina, cresta, o escarpa (ver figura 47).
- La colina, cresta, o escarpa sobresale por encima de la altura de las características del terreno a barlovento dentro de un radio de 2 millas (3,22 km.) en cualquiera de los cuadrantes en un factor de dos o más.
- La estructura está situada en la parte superior de la mitad de una colina o promontorio, o cerca de la cresta de un acantilado (ver figura 47).
- $H/L_h \geq 0,20$.
- H es mayor o igual a 15 pies (4,50 m.) para exposiciones C y D, y 60 pies (18 m.) para exposición B.

Figura 47. **Escarpa, colina o cresta**



Fuente: RUANO PAZ, Marco Antonio. *Manual para diseño estructural de tanques metálicos elevados en la República de Guatemala*. p. 39.

Donde:

H = altura de la colina o escarpa en relación con el terreno a barlovento, en pies
(ver figura escarpa, colina o cresta)

Lh = distancia de la cresta a donde la diferencia de altitud es la mitad de la altura de la colina o escarpa, en pies (Ver Figura Escarpa, colina o cresta)

- Factor topográfico

El factor topográfico (Kzt) representa el efecto de la velocidad del viento a lo largo de colinas aisladas, crestas, y escarpas, y se determinará por la ecuación:

$$kzt = (1 + k1 * k2 * k3)^2 \quad (\text{Sección 26.8.2. ASCE 7 - 10})$$

Donde:

K1 = factor que considera la forma de accidente topográfico y el máximo efecto de la velocidad, determinado en la tabla: Parámetros de velocidad sobre colinas y escarpas.

K2 = factor que considera la reducción de la velocidad con la distancia a barlovento o sotavento de la cresta $K2 = \left(1 - \frac{|x|}{\mu * Lh}\right)$ (Figura 26.8 – 1. ASCE 7 – 10).

K3 = factor que considera la reducción de la velocidad con la altura sobre el terreno local $K3 = e^{\frac{-\gamma * z}{Lh}}$ (Figura 26.8 – 1. ASCE 7 – 10).

x = distancia a barlovento o sotavento de la cresta a la obra, en pies

z = altura sobre el nivel del suelo, en pies.

μ = factor de atenuación horizontal, determinado en la tabla: Parámetros de velocidad sobre colinas y escarpas.

γ = factor de atenuación de altura, determinado en la tabla: Parámetros de velocidad sobre colinas y escarpas.

Tabla LXI. **Parámetros de velocidad sobre colinas y escarpas**

Forma de la colina o escarpa	K _i			Y	μ	
	Exposición				A barlovento de la cresta	A sotavento de la cresta
	B	C	D			
Cresta en 2 direcciones	1,30	1,45	1,55	3,00	1,50	1,50
Escarpas en 2 direcciones	0,75	0,85	0,95	2,50	1,50	4,00
Colinas en 3 direcciones	0,95	1,05	1,15	4,00	1,50	1,50

Fuente: ASCE. *ASCE 7. Minimum design loads for buildings and other structures*. p. 253.

Si las condiciones del sitio y la ubicación de las estructuras no cumplen con todas las condiciones especificadas en Efectos topográficos, entonces se deberá asignar el valor $K_{zt} = 1,0$.

- Presión de velocidad

La presión de velocidad (q_z) evaluada a la altura z , se determinará de acuerdo con la ecuación:

$$q_z = 0,00256 * k_z * k_{zt} * k_d * v^2 * I_v \quad (\text{Sección 6.5.10. ASCE 7 – 05})$$

Donde:

q_z = presión de velocidad, en lb/pie².

V = velocidad básica del viento, en millas/hora, se puede usar la tabla de Velocidades máximas del viento o el Mapa, que indica las zonas de velocidad básica del viento para la República de Guatemala.

K_d = factor de direccionalidad del viento, se obtiene de la tabla de Factor de direccionalidad del viento (K_d).

I_v = factor de importancia por viento, se obtiene de la tabla de Factor de importancia por viento, I_v .

K_z = coeficiente de exposición de presión de velocidad, se obtiene de la tabla de Constantes de exposición del terreno.

K_{zt} = factor topográfico, se puede obtener de la tabla de Parámetros de velocidad sobre colinas y escarpas o Si las condiciones del sitio y la ubicación de las estructuras no cumplen con todas las condiciones especificadas por los efectos topográficos, entonces se deberá asignar el valor $K_{zt} = 1,0$.

- Período fundamental de la estructura

El período fundamental de la estructura (T) será determinado por la ecuación de dinámica estructural siguiente:

$$\delta_{st} = \frac{0,010 * H_{cm} * I_v}{2,5}$$

$$T = 2\pi * \sqrt{\frac{\delta_{st}}{g}}$$

Donde:

T = período fundamental de la estructura, en segundos.

δ_{st} = desplazamiento lateral de la masa, en pies.

g = aceleración de la gravedad, en pie/seg².

H_{cm} = altura desde el nivel del terreno hasta el centro de masa del cuerpo del tanque, en pies.

I_v = factor de importancia por viento, se obtiene de la tabla de Factor de importancia por viento, I_v .

- Frecuencia natural de la estructura

La frecuencia natural de la estructura (f) será determinada por la ecuación:

$$f = \frac{1}{T}$$

Donde:

T = período fundamental de la estructura, en segundos

Si $f \geq 1$ Hz: ► Estructura Rígida (Sección 26.2. ASCE 7-10)

Si $f < 1$ Hz: ► Estructura Flexible (Sección 26.2. ASCE 7-10)

- Coeficiente de amortiguamiento

El valor del coeficiente de amortiguamiento (β) para estructuras de soporte, tales como torres de acero, puede ser mucho menor que el de los edificios, y puede encontrarse en el rango de 0,0015 a 0,005 (ASCE 7-10, Sección C26.9). Se utiliza solamente cuando la estructura se considera flexible.

- Altura equivalente de la estructura

La altura equivalente de la estructura (\bar{z}) será determinada por la ecuación:

$$hequi = \left(\frac{1}{2} * htecho\right) + hcuerpo + \left(\frac{1}{2} * hfondo\right)$$

$$\bar{z} = 0,60 * hequi \quad (\text{Sección 26.9.4. ASCE 7 - 10})$$

Si $\bar{z} < zmin$ ► utilizar $zmin$

Donde:

\bar{z} = altura equivalente de la estructura, en pies.

hequi. = altura equivalente del tanque, en pies.

zmin = constante de exposición del terreno, se obtiene de la tabla de Constantes de exposición del terreno.

- Intensidad de turbulencia

La intensidad de turbulencia a la altura equivalente de la estructura ($I_{\bar{z}}$) será determinada por la ecuación:

$$I_{\bar{z}} = c * \left(\frac{33}{\bar{z}}\right)^{\frac{1}{6}} \quad (\text{Sección 26.9.4. ASCE 7 - 10})$$

Donde:

c = constante de exposición del terreno, se obtiene de la tabla de Constantes de exposición del terreno.

\bar{z} = altura equivalente de la estructura, en pies.

- Longitud Integral de turbulencia

La longitud integral de turbulencia ($L_{\bar{z}}$) será determinada por la ecuación:

$$L_{\bar{z}} = \ell * \left(\frac{\bar{z}}{33}\right)^{\bar{e}} \quad (\text{Sección 26.9.4. ASCE 7 - 10})$$

Donde:

$L_{\bar{z}}$ = longitud integral de turbulencia, en pies.

ℓ = constante de exposición del terreno, se obtiene de la tabla de Constantes de exposición del terreno.

\bar{e} = constante de exposición del terreno, se obtiene de la tabla de Constantes de exposición del terreno.

\bar{z} = altura equivalente de la estructura, en pies.

- Factor de respuesta de fondo

El factor de respuesta de fondo (Q) será determinado por la ecuación:

$$Q = \frac{1}{\sqrt{1 + \left(0,63 * \left(\frac{B + h}{L_{\bar{z}}}\right)^{0,63}\right)}} \quad (\text{Sección 26.9.4. ASCE 7 - 10})$$

Donde:

$L_{\bar{z}}$ = longitud integral de turbulencia, en pies.

B = base del tanque normal a la dirección del viento, en pies.

h = altura del tanque, en pies.

- Factor máximo de respuesta de fondo

El factor máximo de respuesta de fondo (g_Q) será tomado como:

$$g_Q = 3,4 \quad (\text{Sección 26.9.5. ASCE 7-10})$$

- Factor máximo de respuesta de viento

El factor máximo de respuesta de viento (g_v) será tomado como:

$$g_v = 3,4 \text{ (Sección 26.9.5. ASCE 7-10)}$$

- Factor máximo de respuesta de resonancia

El factor máximo de respuesta de resonancia (g_R) será determinado por la ecuación:

$$g_R = \sqrt{2 * \ln(3\ 600 * f)} + \frac{0,577}{\sqrt{2 * \ln(3\ 600 * f)}} \text{ (Sección 26.9.5. ASCE 7 - 10)}$$

Donde:

f = frecuencia natural de la estructura, en Hz.

- Velocidad media del viento

La velocidad media del viento a una altura equivalente (\bar{V}_z) será determinada por la ecuación:

$$\bar{V}_z = \hat{b} * \left(\frac{\bar{z}}{33}\right)^{\bar{\alpha}} * \left(\frac{88}{60}\right) * V \text{ (Sección 26.9.5. ASCE 7 - 10)}$$

Donde:

\bar{V}_z = velocidad media del viento a una altura equivalente, en pie/seg.

V = velocidad básica del viento, en millas/hora.

\hat{b} = constante de exposición del terreno, se obtiene de la tabla Constantes de exposición del terreno.

$\bar{\alpha}$ = constante de exposición del terreno, se obtiene de la tabla Constantes de exposición del terreno.

\bar{z} = altura equivalente de la estructura, en pies.

- Frecuencia reducida

La frecuencia reducida (N_1) será determinada por la ecuación:

$$N_1 = \frac{f * L_{\bar{z}}}{\bar{V}_{\bar{z}}} \quad (\text{Sección 26.9.5. ASCE 7 - 10})$$

Donde:

f = frecuencia natural de la estructura, en Hz.

$L_{\bar{z}}$ = longitud integral de turbulencia, en pies.

$\bar{V}_{\bar{z}}$ = velocidad media del viento a altura equivalente, en pie/seg.

- Valores R_n , R_h , R_B , y R_L

Se determinarán los valores de R_n , R_h , R_B , y R_L de acuerdo con las ecuaciones siguientes:

$$R_n = \frac{7,47 * N_1}{(1 + (10,3 * N_1))^{5/3}} \quad (\text{Sección 26.9.5. ASCE 7 - 10})$$

- $\eta_h = (4,6 * f * h) / (\bar{V}_{\bar{z}})$ (Sección 26.9.5. ASCE 7-10)
 - Para $\eta_h > 0$ ► $R_h = \frac{1}{\eta_h} - \left(\frac{1}{2 * (\eta_h)^2} * (1 - e^{-2 * \eta_h}) \right)$
 - Para $\eta_h = 0$ ► $R_h = 1$
- $\eta_B = (4,6 * f * B) / (\bar{V}_{\bar{z}})$ (Sección 26.9.5. ASCE 7-10)
 - Para $\eta_B > 0$ ► $R_B = \frac{1}{\eta_B} - \left(\frac{1}{2 * (\eta_B)^2} * (1 - e^{-2 * \eta_B}) \right)$
 - Para $\eta_B = 0$ ► $R_B = 1$

- $\eta_L = (4,6 * f * L) / (\bar{V}_z)$ (Sección 26.9.5. ASCE 7-10)
 - Para $\eta_L > 0 \blacktriangleright R_L = \frac{1}{\eta_L} - \left(\frac{1}{2 * (\eta_L)^2} * (1 - e^{-2 * \eta_L}) \right)$
 - Para $\eta_L = 0 \blacktriangleright R_L = 1$

Donde:

η_h, η_B, η_L = valores determinados.

h = altura del cuerpo del tanque (hcuerpo), en pies.

B = base del cuerpo del tanque normal a dirección del viento, en pies.

L = base del cuerpo del tanque paralela a dirección del viento, en pies.

f = frecuencia natural de la estructura, en Hz.

\bar{V}_z = velocidad media del viento a altura equivalente, en pie/seg.

N_1 = frecuencia reducida.

- Factor de respuesta de resonancia

El factor de respuesta de resonancia (R) será determinado por la ecuación:

$$R = \sqrt{\frac{1}{\beta} * R_n * R_h * R_B * (0,53 + (0,47 * R_L))} \quad (\text{Sección 26.9.5. ASCE 7 - 10})$$

Donde:

β = factor de amortiguamiento.

R_n, R_h, R_B, R_L = valores determinados anteriormente.

- Factor de efecto de ráfaga para estructuras rígidas

Una estructura se considera rígida cuando su frecuencia natural (f) es mayor o igual a 1 Hz. Para estructuras rígidas el factor de efecto de ráfaga (G) será el menor entre 0,85 y el determinado por la fórmula:

$$G = 0,925 * \left(\frac{1 + (1,7 * g_Q * I_z * Q)}{1 + (1,7 * g_v * I_z)} \right) \quad (\text{Sección 26.9.5. ASCE 7 - 10})$$

Donde:

I_z = intensidad de turbulencia.

Q = factor de respuesta de fondo.

g_Q = factor máximo de respuesta de fondo.

g_v = factor máximo de respuesta de viento.

- Factor de efecto de ráfaga para estructuras flexibles

Una estructura se considera flexible cuando su frecuencia natural (f) es menor a 1 Hz. Para estructuras flexibles o dinámicamente sensibles el factor de efecto de ráfaga (G_f) se determinará por la fórmula:

$$G = 0,925 * \left(\frac{1 + (1,7 * I_z * \sqrt{g_Q^2 * Q^2 + g_R^2 * R^2})}{1 + (1,7 * g_v * I_z)} \right) \quad (\text{Sección 26.9.5. ASCE 7 - 10})$$

Donde:

I_z = intensidad de turbulencia.

Q = factor de respuesta de fondo.

g_Q = factor máximo de respuesta de fondo.

g_v = factor máximo de respuesta de viento.

g_R = factor máximo de respuesta de resonancia.

R = factor de respuesta de resonancia.

- Coeficiente de fuerza

El coeficiente de fuerza se deberá determinar tanto para el tanque (C_f tanque) como para la torre (C_f torre), de acuerdo con la siguiente:

Tabla LXII. **Coeficiente de fuerza para tanque (C_f tanque)**

Sección Transversal	Tipo de Superficie	Valores de C_f tanque para h/D		
		1	7	25
Cuadrada (viento normal a la cara)	Todas	1,3	1,4	2
Cuadrada (viento a lo largo en diagonal)	Todas	1	1,1	1,5
Hexagonal u Octogonal	Todas	1	1,2	1,4
Circular ($D \cdot (qz)^{1/2} > 2,5$)	Moderadamente lisa	0,5	0,6	0,7
	Rugosa ($D'/D = 0,02$)	0,7	0,8	0,9
	Muy rugosa ($D'/D = 0,08$)	0,8	1	1,2
Circular ($D \cdot (qz)^{1/2}$)	Todas	0,7	0,8	1,2

*Para valores de h/D diferentes a los establecidos en esta tabla, es permitido utilizar la interpolación lineal para determinar el coeficiente de fuerza C_f tanque.
Donde:

- h = altura del cuerpo del tanque (h_{cuerpo}), en pies.
- D =diámetro de la sección transversal circular (D_{cuerpo}) o la dimensión horizontal de la sección transversal cuadrada, hexagonal, u octogonal, en pies.
- D' = profundidad de las protuberancias que sobresalen, en pies.
- qz = presión de velocidad, en lb/ft^2 .

Fuente: ASCE. ASCE 7. *Minimum design loads for buildings and other structures*. p. 312 - 313.

Tabla LXIII. **Para torre (Cf torre)**

Relación área sólida/Área gruesa (ϵ)	Miembros de lados planos	Miembros circulares	
		$D \cdot (qz)^{1/2} \leq 2,5$	$D \cdot (qz)^{1/2} > 2,5$
< 0,1	2	1,2	0,8
0,1 a 0,29	1,8	1,3	0,9
0,30 a 0,70	1,6	1,5	1,1

*El cálculo de las fuerzas de diseño de viento se basará en el área de todos los miembros expuestos y los elementos proyectados en un plano normal a la dirección del viento. Se supone que las fuerzas actúan en paralelo a la dirección del viento.
Donde:

- ϵ = relación área sólida/área gruesa
- D =diámetro del miembro circular, en pies
- qz = presión de velocidad, en lb/pie²

Fuente: ASCE. ASCE 7. *Minimum design loads for buildings and other structures*. p. 312 y 313.

- Presión del viento

La presión del viento (p) se determinará de acuerdo con la ecuación:

$$p = qz \cdot G \cdot C_f \quad (\text{Sección 6.5.13. ASCE 7-05})$$

Donde:

p = presión del viento, en lb/pie²

qz = presión de velocidad, en lb/pie²

G = factor de efecto de ráfaga, el que haya sido seleccionado o sea si es factor de ráfaga para estructuras rígidas, o si es el factor de ráfaga para estructuras flexibles (según el análisis correspondiente).

Cf = coeficiente de fuerza tanto para el tanque (Cf tanque) como para la torre (Cf torre).

- Fuerza de viento

La fuerza de viento (F) se determinará de acuerdo con la ecuación:

$$F = p \cdot A \quad (\text{Sección 29.5. ASCE 7-10})$$

Donde:

F = fuerza de viento, en libras

p = presión del viento, en lb/pie²

A = área de tanque proyectada normal a la dirección del viento, en pie²

- Carga de sismo

Las estructuras sujetas a sismos se deberán diseñar bajo condiciones que resistan tales efectos, y los tanques metálicos elevados no son la excepción. Los procedimientos y limitaciones para dicho diseño deberán determinarse por la localización de la zona, las características del sitio, la categoría de riesgo, etc.

- Clase de sitio

Basado en las propiedades del suelo del sitio, establecidas por un estudio geotécnico, el sitio se clasificará como un sitio Clase A, B, C, D, E o F, de conformidad con la tabla siguiente. Cuando las propiedades del suelo no se conozcan con suficiente detalle como para determinar la clase de sitio, se podrá utilizar el sitio Clase D.

Tabla LXIV. **Clasificación del sitio**

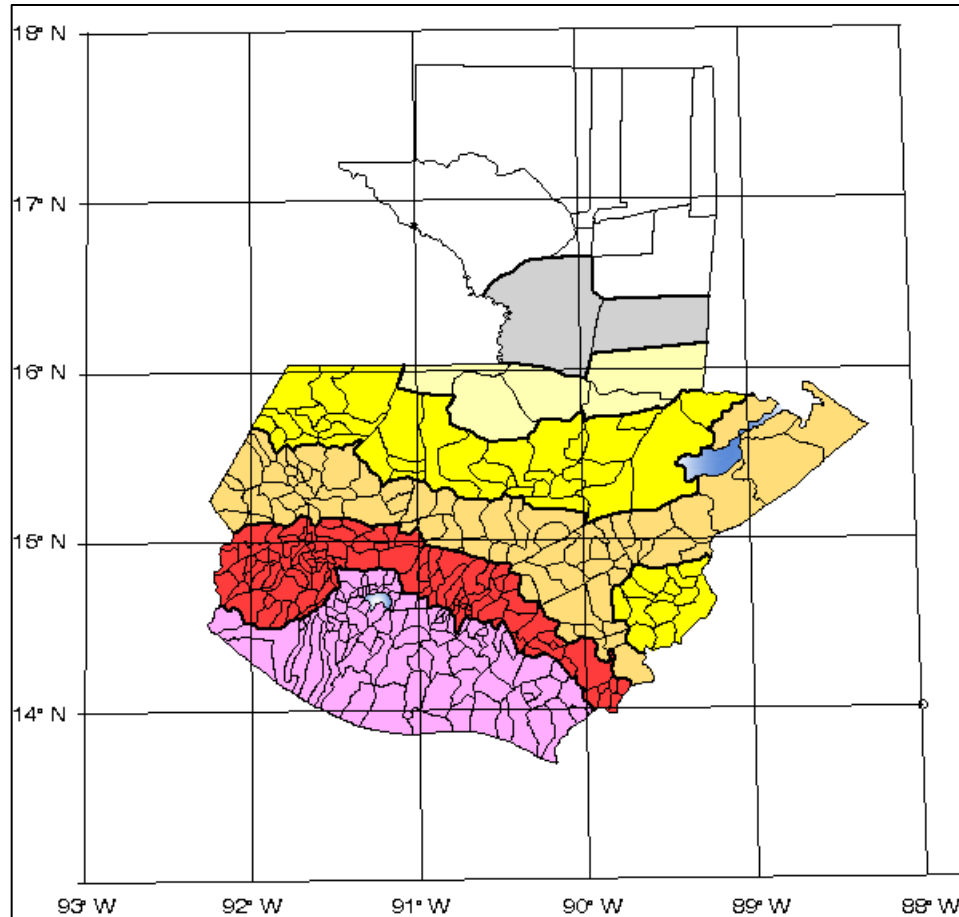
Clase de sitio	Perfil del suelo	Propiedades promedio sobre la base de primeros 100 pies		
		Velocidad de onda de corte del suelo, V_s , (pie/s)	Resistencia a la penetración estándar, \bar{N}	Resistencia al corte no drenado, S_u , (lb/pul ²)
A	Roca	> 5000 pie/s	N/A	N/A
B	Roca blanda	2500 a 5000 pie/s	N/A	N/A
C	Suelo rígido	1200 a 2500 pie/s	> 50	> 2000 lb/pie ²
D	Suelo firme	600 a 1200 pie/s	15 a 50	1000 a 2000 lb/pie ²
E	Suelo suave	< 600 pie/s	< 15	< 1000 lb/pie ²
		Cualquier perfil de suelo con más de 10 pies que tenga las siguientes características: 1. Índice de plasticidad $IP > 20$ 2. Contenido de humedad $w > 40\%$, y 3. Resistencia al corte no drenado $S_u < 500$ lb/pie ²		
F	Suelo con problema especial	Cualquier perfil de suelo que contenga una o más de las siguientes características: 1. Suelos vulnerables a la posible quiebra o colapso bajo cargas sísmicas, como suelos licuables, arcillas de alta sensibilidad, suelos plegables débilmente cementados. 2. Arcillas con turbas y/o altamente orgánicas ($H > 10$ pies de arcilla con turba y/o altamente orgánica, donde H = espesor del suelo) 3. Arcillas con muy alta plasticidad ($H > 25$ pies con índice de plasticidad $IP > 75$) 4. Arcillas rígidas, blandas o medianas ($H > 120$ pies)		

Fuente: ASCE. *ASCE 7. Minimum design loads for buildings and other structures*. p. 204.

- Parámetros de aceleración asignada

Los parámetros S_s y S_1 , se determinan a partir de períodos de 0,2 y 1 segundo de aceleraciones espectrales de respuesta, de acuerdo con el mapa siguiente, que indica la zonificación sísmica para la República de Guatemala.

Figura 48. **Zonificación sísmica para la República de Guatemala, Parámetros Ss y S1**



Fuente: AGIES. *Normas de Seguridad Estructural de Edificaciones y Obras de Infraestructura para la República de Guatemala NSE 2-10*. p. 14.

Adicionalmente al mapa anterior, los valores de los parámetros Ss y S1 por municipio para la República de Guatemala se encuentran especificados en el listado de parámetros de aceleración asignada siguiente:

Tabla LXV. **Listado de parámetros de aceleración asignada por municipio**

No.	Municipio	Departamento	Ss	S1
1	Acatenango	Chimaltenango	1,65	0,6
2	Agua Blanca	Jutiapa	1,1	0,43
3	Aguacatán	Huehuetenango	1,3	0,5
4	Almolonga	Quetzaltenango	1,5	0,55
5	Alotenango	Sacatepéquez	1,65	0,6
6	Amatitlán	Guatemala	1,65	0,6
7	Antigua Guatemala	Sacatepéquez	1,65	0,6
8	Asunción Mita	Jutiapa	1,3	0,5
9	Atescatempa	Jutiapa	1,5	0,55
10	Ayutla	San Marcos	1,5	0,55
11	Barberena	Santa Rosa	1,65	0,6
12	Cabañas	Zacapa	1,3	0,5
13	Cabricán	Quetzaltenango	1,5	0,55
14	Cajola	Quetzaltenango	1,5	0,55
15	Camotán	Chiquimula	1,1	0,43
16	Canillá	Quiché	1,3	0,5
17	Cantel	Quetzaltenango	1,5	0,55
18	Casillas	Santa Rosa	1,5	0,55
19	Catarina	San Marcos	1,5	0,55
20	Chahal	Alta Verapaz	1,1	0,43
21	Chajul	Quiché	1,1	0,43
22	Champerico	Retalhuleu	1,65	0,6
23	Chiantla	Huehuetenango	1,3	0,5
24	Chicacao	Suchitepéquez	1,65	0,6
25	Chicamán	Quiché	1,1	0,43
26	Chiché	Quiché	1,5	0,55
27	Chichicastenango	Quiché	1,5	0,55
28	Chimaltenango	Chimaltenango	1,5	0,55
29	Chinautla	Guatemala	1,5	0,55
30	Chinique	Quiché	1,5	0,55
31	Chiquimula	Chiquimula	1,1	0,43
32	Chiquimulilla	Santa Rosa	1,65	0,6
33	Chisec	Alta Verapaz	0,9	0,35
34	Chuarrancho	Guatemala	1,5	0,55
35	Ciudad Vieja	Sacatepéquez	1,65	0,6
36	Coatepeque	Quetzaltenango	1,5	0,55
37	Cobán (Norte)	Alta Verapaz	0,9	0,35
	Cobán (Sur)	Alta Verapaz	1,1	0,43

Continuación de la tabla LXV.

38	Colomba	Quetzaltenango	1,5	0,55
39	Colotenango	Huehuetenango	1,3	0,5
40	Comapa	Jutiapa	1,5	0,55
41	Comitancillo	San Marcos	1,5	0,55
42	Concepción	Atitlán	1,65	0,6
43	Concepción Chiquirichapa	Quetzaltenango	1,5	0,55
44	Concepción Huista	Huehuetenango	1,1	0,43
45	Concepción Las Minas	Chiquimula	1,1	0,43
46	Concepción Tutuapa	San Marcos	1,3	0,5
47	Conguaco	Jutiapa	1,65	0,6
48	Cubulco	Baja Verapaz	1,3	0,5
49	Cuilapa	Santa Rosa	1,65	0,6
50	Cuilco	Huehuetenango	1,3	0,5
51	Cunén	Quiché	1,1	0,43
52	Cuyotenango	Suchitepéquez	1,65	0,6
53	Dolores	Petén	0,5	0,2
54	El Adelanto	Jutiapa	1,5	0,55
55	El Asintal	Retalhuleu	1,5	0,55
56	El Estor	Izabal	1,1	0,43
57	El Júcaro	El Progreso	1,3	0,5
58	El Palmar	Quetzaltenango	1,5	0,55
59	El Progreso	Jutiapa	1,3	0,5
60	El Quetzal	San Marcos	1,5	0,55
61	El Rodeo	San Marcos	1,5	0,55
62	El Tejar	Chimaltenango	1,5	0,55
63	El Tumbador	San Marcos	1,5	0,55
64	Escuintla	Escuintla	1,65	0,6
65	Esquipulas	Chiquimula	1,1	0,43
66	Esquipulas Palo Gordo	San Marcos	1,5	0,55
67	Estanzuela	Zacapa	1,3	0,5
68	Flores	Petén	0,5	0,2
69	Flores Costa Cuca	Quetzaltenango	1,5	0,55
70	Fraijanes	Guatemala	1,65	0,6
71	Fray Bartolomé de las Casas	Alta Verapaz	0,9	0,35
72	Génova	Quetzaltenango	1,5	0,55
73	Granados	Baja Verapaz	1,3	0,5
74	Gualán	Zacapa	1,3	0,5

Continuación de la tabla LXV.

75	Guanagazapa	Escuintla	1,65	0,6
76	Guastatoya	El Progreso	1,3	0,5
77	Guatemala	Guatemala	1,5	0,55
78	Guazacapán	Santa Rosa	1,65	0,6
79	Huehuetenango	Huehuetenango	1,3	0,5
80	Huitán	Quetzaltenango	1,5	0,55
81	Huité	Zacapa	1,3	0,5
82	Ipala	Chiquimula	1,1	0,43
83	Ixcán	Quiché	0,9	0,35
84	Ixchiguan	San Marcos	1,3	0,5
85	Iztapa	Escuintla	1,65	0,6
86	Jacaltenango	Huehuetenango	1,1	0,43
87	Jalapa	Jalapa	1,3	0,5
88	Jalpatagua	Jutiapa	1,65	0,6
89	Jerez	Jutiapa	1,5	0,55
90	Jocotán	Chiquimula	1,1	0,43
91	Jocotenango	Sacatepéquez	1,65	0,6
92	Joyabaj	Quiché	1,5	0,55
93	Jutiapa	Jutiapa	1,5	0,55
94	La Democracia	Escuintla	1,65	0,6
95	La Democracia	Huehuetenango	1,3	0,5
96	La Esperanza	Quetzaltenango	1,5	0,55
97	La Gomera	Escuintla	1,65	0,6
98	La Libertad	Huehuetenango	1,3	0,5
99	La Libertad	Petén	0,5	0,2
100	La Reforma	San Marcos	1,5	0,55
101	La Unión	Zacapa	1,3	0,5
102	Lanquín	Alta Verapaz	1,1	0,43
103	Livingston Oriente	Izabal	1,3	0,5
	Livingston Poniente	Izabal	1,1	0,43
104	Los Amates	Izabal	1,3	0,5
105	Magdalena Milpas Altas	Sacatepéquez	1,65	0,6
106	Malacatán	San Marcos	1,5	0,55
107	Malacatancito	Huehuetenango	1,3	0,5
108	Masagua	Escuintla	1,65	0,6
109	Mataquescuintla	Jalapa	1,5	0,55
110	Mazatenango	Suchitepéquez	1,65	0,6
111	Melchor de Mencos	Petén	0,5	0,2
112	Mixco	Guatemala	1,5	0,55

Continuación de la tabla LXV.

113	Momostenango	Totonicapán	1,5	0,55
114	Monjas	Jalapa	1,3	0,5
115	Morales	Izabal	1,3	0,5
116	Morazán	El Progreso	1,3	0,5
117	Moyuta	Jutiapa	1,65	0,6
118	Nahualá	Atitlán	1,65	0,6
119	Nebaj	Quiché	1,1	0,43
120	Nentón	Huehuetenango	1,1	0,43
121	Nueva Concepción	Escuintla	1,65	0,6
122	Nueva Santa Rosa	Santa Rosa	1,5	0,55
123	Nuevo Progreso	San Marcos	1,5	0,55
124	Nuevo San Carlos	Retalhuleu	1,5	0,55
125	Ocós	San Marcos	1,65	0,6
126	Olintepeque	Quetzaltenango	1,5	0,55
127	Olopa	Chiquimula	1,1	0,43
128	Oratorio	Santa Rosa	1,65	0,6
129	Pachalum	Quiché	1,5	0,55
130	Pajapita	San Marcos	1,5	0,55
131	Palencia	Guatemala	1,5	0,55
132	Palestina de Los Altos	Quetzaltenango	1,5	0,55
133	Palín	Escuintla	1,65	0,6
134	Panajachel	Atitlán	1,65	0,6
135	Panzós	Alta Verapaz	1,1	0,43
136	Parramos	Chimaltenango	1,65	0,6
137	Pasaco	Jutiapa	1,65	0,6
138	Pastores	Sacatepéquez	1,65	0,6
139	Patulul	Suchitepéquez	1,65	0,6
140	Patzicía	Chimaltenango	1,65	0,6
141	Patzité	Quiché	1,5	0,55
142	Patzún	Chimaltenango	1,65	0,6
143	Pochuta	Chimaltenango	1,65	0,6
144	Poptún	Petén	0,7	0,27
145	Pueblo Nuevo	Suchitepéquez	1,65	0,6
146	Pueblo Nuevo Viñas	Santa Rosa	1,65	0,6
147	Puerto Barrios	Izabal	1,3	0,5
148	Purulhá	Baja Verapaz	1,3	0,5
149	Quesada	Jutiapa	1,5	0,55
150	Quetzaltenango	Quetzaltenango	1,5	0,55
151	Quetzaltepeque	Chiquimula	1,1	0,43

Continuación de la tabla LXV.

152	Rabinal	Baja Verapaz	1,3	0,5
153	Raxruhá	Alta Verapaz	0,9	0,35
154	Retalhuleu	Retalhuleu	1,65	0,6
155	Río Blanco	San Marcos	1,5	0,55
156	Río Bravo	Suchitepéquez	1,65	0,6
157	Río Hondo	Zacapa	1,3	0,5
158	Sacapulas	Quiché	1,3	0,5
159	Salamá	Baja Verapaz	1,3	0,5
160	Salcajá	Quetzaltenango	1,5	0,55
161	Samayac	Suchitepéquez	1,65	0,6
162	San Agustín Acasaguastlán	El Progreso	1,3	0,5
163	San Andrés	Chimaltenango	1,65	0,6
164	San Andrés	Petén	0,5	0,2
165	San Andrés Sajcabajá	Quiché	1,3	0,5
166	San Andrés Semetabaj	Atitlán	1,65	0,6
167	San Andrés Villa Seca	Retalhuleu	1,65	0,6
168	San Andrés Xecul	Totonicapán	1,5	0,55
169	San Antonio Aguas Calientes	Sacatepéquez	1,65	0,6
170	San Antonio Huista	Huehuetenango	1,1	0,43
171	San Antonio Ilootenango	Quiché	1,5	0,55
172	San Antonio La Paz	El Progreso	1,3	0,5
173	San Antonio Palopó	Atitlán	1,65	0,6
174	San Antonio Sacatepéquez	San Marcos	1,5	0,55
175	San Antonio Suchitepéquez	Suchitepéquez	1,65	0,6
176	San Bartolo	Totonicapán	1,5	0,55
177	San Bartolomé Jocotenango	Quiché	1,3	0,5
178	San Bartolomé Milpas Altas	Sacatepéquez	1,5	0,55
179	San Benito	Petén	0,5	0,2
180	San Bernardino	Suchitepéquez	1,65	0,6
181	San Carlos Alzatate	Jalapa	1,3	0,5
182	San Carlos Sija	Quetzaltenango	1,5	0,55
183	San Cristóbal Acasaguastlán	El Progreso	1,3	0,5

Continuación de la tabla LXV.

184	San Cristóbal Cucho	San Marcos	1,5	0,55
185	San Cristóbal Totonicapán	Totonicapán	1,5	0,55
186	San Cristóbal Verapaz	Alta Verapaz	1,1	0,43
187	San Diego	Zacapa	1,3	0,5
188	San Felipe	Retalhuleu	1,65	0,6
189	San Francisco	Petén	0,5	0,2
190	San Francisco El Alto	Totonicapán	1,5	0,55
191	San Francisco La Unión	Quetzaltenango	1,5	0,55
192	San Francisco Zapotitlán	Suchitepéquez	1,65	0,6
193	San Gabriel	Suchitepéquez	1,65	0,6
194	San Gaspar Ixchil	Huehuetenango	1,3	0,5
195	San Ildefonso Ixtahuacán	Huehuetenango	1,3	0,5
196	San Jacinto	Chiquimula	1,1	0,43
197	San Jerónimo	Baja Verapaz	1,3	0,5
198	San José (Escuintla)	Escuintla	1,65	0,6
199	San José (Petén)	Petén	0,5	0,2
200	San José Acatempa	Jutiapa	1,65	0,6
201	San José Chacayá	Atitlán	1,65	0,6
202	San José del Golfo	Guatemala	1,5	0,55
203	San José El Ídolo	Suchitepéquez	1,65	0,6
204	San José La Arada	Chiquimula	1,1	0,43
205	San José Ojetenam	San Marcos	1,3	0,5
206	San José Pinula	Guatemala	1,5	0,55
207	San José Poaquil	Chimaltenango	1,5	0,55
208	San Juan Atitán	Huehuetenango	1,3	0,5
209	San Juan Bautista	Suchitepéquez	1,65	0,6
210	San Juan Chamelco	Alta Verapaz	1,1	0,43
211	San Juan Comalapa	Chimaltenango	1,5	0,55
212	San Juan Cotzal	Quiché	1,1	0,43
213	San Juan Ermita	Chiquimula	1,1	0,43
214	San Juan Ixcoy	Huehuetenango	1,1	0,43
215	San Juan La Laguna	Atitlán	1,65	0,6
216	San Juan Ostuncalco	Quetzaltenango	1,5	0,55
217	San Juan Sacatepéquez	Guatemala	1,5	0,55
218	San Juan Tecuaco	Santa Rosa	1,65	0,6
219	San Lorenzo	San Marcos	1,5	0,55
220	San Lorenzo	Suchitepéquez	1,65	0,6

Continuación de la tabla LXV.

221	San Lucas Sacatepéquez	Sacatepéquez	1,5	0,55
222	San Lucas Tolimán	Atitlán	1,65	0,6
223	San Luis	Petén	0,9	0,35
224	San Luis Jilotepeque	Jalapa	1,1	0,43
225	San Manuel Chaparrón	Jalapa	1,3	0,5
226	San Marcos	San Marcos	1,5	0,55
227	San Marcos La Laguna	Atitlán	1,65	0,6
228	San Martín Jilotepeque	Chimaltenango	1,5	0,55
229	San Martín Sacatepéquez	Quetzaltenango	1,5	0,55
230	San Martín Zapotitlán	Retalhuleu	1,65	0,6
231	San Mateo Ixtatán	Huehuetenango	1,1	0,43
232	San Mateo Ixtatán	Quetzaltenango	1,5	0,55
233	San Miguel Acatán	Huehuetenango	1,1	0,43
234	San Miguel Chicaj	Baja Verapaz	1,3	0,5
235	San Miguel Dueñas	Sacatepéquez	1,65	0,6
236	San Miguel Ixtahuacán	San Marcos	1,3	0,5
237	San Miguel Panán	Suchitepéquez	1,65	0,6
238	San Miguel Petapa	Guatemala	1,65	0,6
239	San Miguel Sigüilá	Quetzaltenango	1,5	0,55
240	San Pablo	San Marcos	1,5	0,55
241	San Pablo Jocopilas	Suchitepéquez	1,65	0,6
242	San Pablo La Laguna	Atitlán	1,65	0,6
243	San Pedro Ayampuc	Guatemala	1,5	0,55
244	San Pedro Carchá	Alta Verapaz	1,1	0,43
245	San Pedro Jocopilas	Quiché	1,3	0,5
246	San Pedro La Laguna	Atitlán	1,65	0,6
247	San Pedro Necta	Huehuetenango	1,3	0,5
248	San Pedro Pinula	Jalapa	1,3	0,5
249	San Pedro Sacatepéquez	Guatemala	1,5	0,55
250	San Pedro Sacatepéquez	San Marcos	1,5	0,55
251	San Pedro Soloma	Huehuetenango	1,1	0,43
252	San Rafael La Independencia	Huehuetenango	1,1	0,43
253	San Rafael Las Flores	Santa Rosa	1,5	0,55
254	San Rafael Petzal	Huehuetenango	1,3	0,5

Continuación de la tabla LXV.

255	San Rafael Pie de la Cuesta	San Marcos	1,5	0,55
256	San Raymundo	Guatemala	1,5	0,55
257	San Sebastián	Retalhuleu	1,65	0,6
258	San Sebastián Coatán	Huehuetenango	1,1	0,43
259	San Sebastián Huehuetenango	Huehuetenango	1,3	0,5
260	San Vicente Pacaya	Escuintla	1,65	0,6
261	Sanarate	El Progreso	1,3	0,5
262	Sansare	El Progreso	1,3	0,5
263	Santa Ana	Petén	0,5	0,2
264	Santa Ana Huista	Huehuetenango	1,1	0,43
265	Santa Apolonia	Chimaltenango	1,5	0,55
266	Santa Bárbara	Huehuetenango	1,3	0,5
267	Santa Bárbara	Suchitepéquez	1,65	0,6
268	Santa Catalina La Tinta	Alta Verapaz	1,1	0,43
269	Santa Catarina Barahona	Sacatepéquez	1,65	0,6
270	Santa Catarina Ixtahuacán	Atitlán	1,65	0,6
271	Santa Catarina Mita	Jutiapa	1,3	0,5
272	Santa Catarina Palopó	Atitlán	1,65	0,6
273	Santa Catarina Pinula	Guatemala	1,5	0,55
274	Santa Clara La Laguna	Atitlán	1,65	0,6
275	Santa Cruz Balanyá	Chimaltenango	1,5	0,55
276	Santa Cruz Barillas	Huehuetenango	1,1	0,43
277	Santa Cruz del Quiché	Quiché	1,5	0,55
278	Santa Cruz el Chol	Baja Verapaz	1,3	0,5
279	Santa Cruz La Laguna	Atitlán	1,65	0,6
280	Santa Cruz Muluá	Retalhuleu	1,65	0,6
281	Santa Cruz Naranjo	Santa Rosa	1,65	0,6
282	Santa Cruz Verapaz	Alta Verapaz	1,1	0,43
283	Santa Eulalia	Huehuetenango	1,1	0,43
284	Santa Lucía Cotzumalguapa	Escuintla	1,65	0,6
285	Santa Lucía La Reforma	Totonicapán	1,5	0,55
286	Santa Lucía Milpas Altas	Sacatepéquez	1,65	0,6
287	Santa Lucía Utatlán	Atitlán	1,65	0,6
288	Santa María Cahabón	Alta Verapaz	1,1	0,43

Continuación de la tabla LXV.

289	Santa María Chiquimula	Totonicapán	1,5	0,55
290	Santa María de Jesús	Sacatepéquez	1,65	0,6
291	Santa María Ixhuatán	Santa Rosa	1,65	0,6
292	Santa María Visitación	Atitlán	1,65	0,6
293	Santa Rosa de Lima	Santa Rosa	1,5	0,55
294	Santiago Atitlán	Atitlán	1,65	0,6
295	Santiago Chimaltenango	Huehuetenango	1,3	0,5
296	Santiago Sacatepéquez	Sacatepéquez	1,5	0,55
297	Santo Domingo Suchitepéquez	Suchitepéquez	1,65	0,6
298	Santo Domingo Xenacoj	Sacatepéquez	1,5	0,55
299	Santo Tomás La Unión	Suchitepéquez	1,65	0,6
300	Sayaxché	Petén	0,7	0,27
301	Senahú	Alta Verapaz	1,1	0,43
302	Sibilia	Quetzaltenango	1,5	0,55
303	Sibinal	San Marcos	1,3	0,5
304	Sipacapa	San Marcos	1,3	0,5
305	Siquinalá	Escuintla	1,65	0,6
306	Sololá	Atitlán	1,65	0,6
307	Sumpango	Sacatepéquez	1,5	0,55
308	Tacaná	San Marcos	1,3	0,5
309	Tactic	Alta Verapaz	1,1	0,43
310	Tajumulco	San Marcos	1,5	0,55
311	Tamahú	Alta Verapaz	1,1	0,43
312	Taxisco	Santa Rosa	1,65	0,6
313	Tecpán Guatemala	Chimaltenango	1,5	0,55
314	Tectitán	Huehuetenango	1,3	0,5
315	Teculután	Zacapa	1,3	0,5
316	Tejutla	San Marcos	1,3	0,5
317	Tiquisate	Escuintla	1,65	0,6
318	Todos Santos Cuchumatanes	Huehuetenango	1,3	0,5
319	Totonicapán	Totonicapán	1,5	0,55
320	Tucurú	Alta Verapaz	1,1	0,43
321	Unión Cantinil	Huehuetenango	1,3	0,5
322	Uspantán	Quiché	1,1	0,43
323	Usumatlán	Zacapa	1,3	0,5
324	Villa Canales	Guatemala	1,65	0,6
325	Villa Nueva	Guatemala	1,65	0,6

Continuación de la tabla LXV.

326	Yepocapa	Chimaltenango	1,65	0,6
327	Yupiltepeque	Jutiapa	1,5	0,55
328	Zacapa	Zacapa	1,3	0,5
329	Zacualpa	Quiché	1,5	0,55
330	Zapotitlán	Jutiapa	1,5	0,55
331	Zaragoza	Chimaltenango	1,5	0,55
332	Zunil	Quetzaltenango	1,5	0,55
333	Zunilito	Suchitepéquez	1,65	0,6

Fuente: AGIES. *Normas de Seguridad Estructural de Edificaciones y Obras de Infraestructura para la República de Guatemala NSE 2-10*. p. 55-63.

- Coeficiente de sitio Fa

El coeficiente de sitio Fa dependerá de la clase de sitio (perfil del suelo), de conformidad con la siguiente:

Tabla LXVI. **Coeficiente de sitio Fa**

Clase de sitio	Parámetro de aceleración asignada a períodos cortos				
	Ss < 0,50g	Ss = 0,70g	Ss = 0,90g	Ss = 1,10g	Ss > 1,30g
A	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
B	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
C	1,20	1,00	1,00	1,00	1,00
D	1,40	1,20	1,10	1,00	1,00
E	1,70	1,20	1,00	0,90	0,90
F	Se requiere evaluación específica, ver numeral 2,5.3,4.1.				

Fuente: AGIES. *Normas de Seguridad Estructural de Edificaciones y Obras de Infraestructura para la República de Guatemala NSE 2-10*. p. 15.

- Coeficiente de sitio Fv

El coeficiente de sitio Fv dependerá de la clase de sitio (perfil del suelo), de conformidad con la tabla siguiente:

Tabla LXVII. **Coeficiente de sitio Fv**

Clase de sitio	Parámetro de aceleración asignada a períodos de 1 segundo				
	S1 < 0,20g	S1 = 0,27g	S1 = 0,35g	S1 = 0,43g	Ss > 0,50g
A	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
B	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
C	1,70	1,60	1,50	1,40	1,30
D	2,00	1,80	1,70	1,60	1,50
E	3,20	2,80	2,60	2,40	2,40
F	Se requiere evaluación específica, ver numeral 2,5.3,4.1.				

Fuente: AGIES. *Normas de Seguridad Estructural de Edificaciones y Obras de Infraestructura para la República de Guatemala NSE 2-10*. p. 15.

- Evaluación específica

Se deberá establecer el espectro en la superficie a partir de sismo en el basamento rocoso por métodos geofísicos analíticos basados en datos físicos relevantes para el sitio. Se puede utilizar como guía de criterio la sección 21.1 del Estándar de Cargas Mínimas de Diseño para Edificios y otras Estructuras (MINIMUM DESIGN LOADS FOR BUILDINGS AND OTHER STRUCTURES) - ASCE 7-10-. La sección 21.1.1 de dicho estándar describe una manera de modelar la excitación sísmica en el basamento rocoso utilizando como factores de escala los parámetros Ss y S1 del sitio de interés. La sección 21.1.2 se refiere a modelar la columna de suelo. La sección 21.1.3 se refiere a la respuesta en la parte superior del perfil de suelo.

Se pueden utilizar otros métodos de análisis que estén de acuerdo a práctica geofísica reconocida. La metodología estará descrita en el informe geofísico - geotécnico, avalada por el ingeniero responsable de estudios de suelos.

- Coeficientes para máximo sismo esperado

Los coeficientes de aceleración espectral a períodos cortos (SMS) y a períodos de 1 segundo (SM1), ajustados para efectos de la clase de sitio, serán determinados por las ecuaciones:

$$SMS = Fa * Ss \quad (\text{Sección 11.4.3. ASCE 7-10})$$

$$SM1 = Fv * S1 \quad (\text{Sección 11.4.3. ASCE 7-10})$$

Donde:

Ss = parámetro de aceleración asignada.

S1 = parámetro de aceleración asignada.

Fa = coeficiente de sitio.

Fv = coeficiente de sitio.

- Parámetros de aceleración espectral

Los parámetros de diseño de aceleración espectral a períodos cortos (SDS) y a períodos de 1 segundo (SD1), serán determinados por las ecuaciones:

$$SDS = \frac{2}{3} * SMS \quad (\text{Sección 11.4.4. ASCE 7 - 10})$$

$$SD1 = \frac{2}{3} * SM1 \quad (\text{Sección 11.4.4. ASCE 7 - 10})$$

Donde:

SMS = coeficiente de aceleración espectral a períodos cortos.

SM1 = coeficiente de aceleración espectral a períodos de 1 segundo.

- Espectro de respuesta

Se deberán establecer los períodos de control T_o , T_s , y T_L , para desarrollar el espectro de respuesta de diseño, según la Figura 14.

$$T_o = 0,2 * \frac{SD1}{SDS} \text{ (Sección 11.4.5. ASCE 7 – 10)}$$

$$T_s = \frac{SD1}{SDS} \text{ (Sección 11.4.5. ASCE 7 – 10)}$$

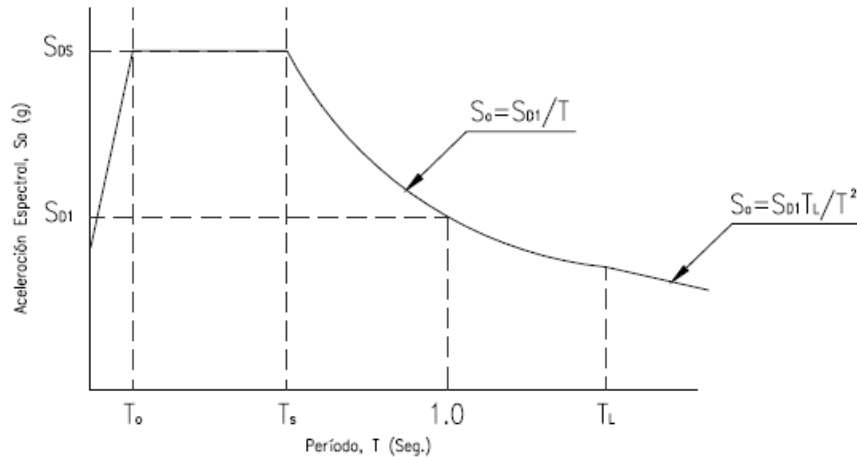
$$T_L \text{ (Sección 11.4.5. ASCE 7 – 10)}$$

Tabla LXVIII. **Período de transición a largo plazo, T_L**

Magnitud (M)	T_L (segundos)
6,00 - 6,50	4
6,50 - 7,00	6
7,00 - 7,50	8
7,50 - 8,00	12
8,00 - 8,50	16
8,50 - 9,00(+)	20

Fuente: ASCE. ASCE 7. *Minimum design loads for buildings and other structures*. p. 314.

Figura 49. Espectro de respuesta



Fuente: RUANO PAZ, Marco Antonio. *Manual para diseño estructural de tanques metálicos elevados en la República de Guatemala*. p. 66.

Donde:

S_a = aceleración de diseño de respuesta espectral.

S_{DS} = parámetro de aceleración espectral a períodos cortos.

S_{DS1} = parámetro de aceleración espectral a períodos de 1 segundo.

T_o = período de control, en segundos.

T_s = período de control, en segundos.

T_L = período de transición a largo plazo.

- Factor de importancia por sismo

El factor de importancia por sismo (I_s) se asignará de acuerdo con la tabla siguiente, basado en la categoría de riesgo que se indica en la tabla de Categoría de riesgo.

Tabla LXIX. **Factor de importancia por sismo, Is**

Categoría de riesgo	Is
IV	1,50

Fuente: ASCE. *ASCE 7. Minimum design loads for buildings and other structures*. p. 5.

- **Categoría de diseño sísmico**

Se asignará una categoría de diseño sísmico en función de la categoría de riesgo indicada en la tabla de Categoría de riesgo, y de los parámetros de aceleración espectral SDS y SD1, determinados anteriormente.

La categoría de diseño sísmico se determinará de acuerdo con la tabla Categoría de diseño sísmico basada en SDS y la tabla Categoría de diseño sísmico basada en SD1, asignándose la categoría más crítica o severa de ambas, independientemente del período fundamental de vibración de la estructura (T).

Tabla LXX. **Categoría de diseño sísmico basada en SDS**

Valor de S _{DS}	Categoría de riesgo
	IV
S _{ds} < 0,167	A
0,167 < S _{ds} < 0,33	C
0,33 < S _{ds} < 0,50	D
S _{ds} > 0,50	D

Fuente: ASCE. *ASCE 7. Minimum design loads for buildings and other structures*. p. 67.

Tabla LXXI. **Categoría de diseño sísmico basada en SD1**

Valor de S_{D1}	Categoría de riesgo	
		IV
$S_{D1} < 0,067$	A	
$0,067 < S_{D1} < 0,133$	C	
$0,133 < S_{D1} < 0,20$	D	
$S_{D1} > 0,20$	D	

Fuente: ASCE. ASCE 7. *Minimum design loads for buildings and other structures*. p. 67.

- Sistema estructural

Se utilizará un sistema estructural para estructuras no similares a edificios, y los coeficientes sísmicos serán de acuerdo con la tabla siguiente, los cuales se encuentran sujetos a las limitaciones del sistema (Categoría de diseño sísmico) y a los límites de altura.

Tabla LXXII. **Coefficientes sísmicos para estructuras no similares a edificios**

Tipo de Estructura	Coeficiente de modificación de respuesta, R	Factor de sobreesfuerzo, Ω_0	Factor de amplificación, Cd	Categoría de diseño sísmico y límite de altura (pies)					
				A	B	C	D	E	F
Tanques Elevados, recipientes, contenedores o tolvas:									
Con columnas simétricamente embreizadas	3	2	2,5	sin limite	sin limite	sin limite	160	100	100
Con columnas no embreizadas o embreizadas asimétricamente	2	2	2,5	sin limite	sin limite	sin limite	100	60	60

Fuente: ASCE. ASCE 7. *Minimum design loads for buildings and other structures*. p. 42.

- Período fundamental de la estructura

El período fundamental de la estructura (T) será determinado por la ecuación de dinámica estructural siguiente:

$$\delta_{st} = \frac{\Delta_{per}}{\left(\frac{Cd}{I_s}\right)}$$

$$T = 2 * \pi * \sqrt{\frac{\delta_{st}}{g}}$$

Donde:

T = período fundamental de la estructura, en segundos.

δ_{st} = desplazamiento lateral de la masa, en pies.

g = aceleración de la gravedad, en pie/seg².

I_s = factor de importancia por sismo, se obtiene de la tabla Factor de importancia por sismo, I_s

C_d = factor de amplificación, se obtiene de la tabla Coeficientes sísmicos para estructuras no similares a edificios

Δ_{per} = deriva permisible, en pies, se obtiene de la tabla Deriva permisible, Δ_{per}

Tabla LXXIII. **Deriva permisible, Δ_{per}**

Tipo de estructura	Categoría de riesgo IV
Tanques elevados	0,010 Hcm

Fuente: ASCE. ASCE 7. *Minimum design loads for buildings and other structures*. p. 97.

Donde:

Hcm = altura desde el nivel del terreno hasta el centro de masa del cuerpo del tanque, en pies.

Si $T < 0,06$ segundos: Estructura Rígida (Sección 15.3.2. ASCE 7-10)

Si $T \geq 0,06$ segundos: Estructura Flexible (Sección 15.3.2. ASCE 7-10)

- Coeficiente de respuesta sísmica

El coeficiente de respuesta sísmica (Cs) se determinará de acuerdo con la ecuación:

$$C_s = \frac{SDS}{\left(\frac{R}{I_s}\right)} \quad (\text{Sección 12,8.1. ASCE 7 - 10})$$

Donde:

Cs = coeficiente de respuesta sísmica.

SDS = parámetro aceleración espectral a períodos cortos.

I_s = factor de importancia por sismo, se obtiene de la tabla Factor de importancia por sismo, I_s.

R = coeficiente de modificación de respuesta, se obtiene de la tabla Coeficientes sísmicos para estructuras no similares a edificios.

- El valor del coeficiente de respuesta sísmica (Cs), no deberá exceder los límites siguientes:

- Para $T \leq T_L$

$$\checkmark \quad C_{smax} = \frac{Sd1}{T^* \left(\frac{R}{I_s}\right)} \quad (\text{Sección 12.8.1.1. ASCE 7 - 10})$$

- Para $T > T_L$
 - ✓ $C_{smax} = \frac{S_{d1} * T_L}{T^2 * \left(\frac{R}{I_s}\right)}$ (Sección 12.8.1.1. ASCE 7 – 10)
- Cs no deberá ser menor a:
 - $C_{smin} = 0,03$ (Sección 15.4. ASCE 7-10)
- Para estructuras localizadas en lugares donde $S_1 \geq 0,60g$, Cs no deberá ser menor a:
 - $C_{smin} = \frac{0,80 * S_{d1}}{\left(\frac{R}{I_s}\right)}$ (Sección 15.4. ASCE 7 – 10)

Donde:

C_{smax} = coeficiente de respuesta sísmica máximo

C_{smin} = coeficiente de respuesta sísmica mínimo

S_1 = parámetro de aceleración asignada, numeral 2.5.3.2., Mapa 2

S_{D1} = parámetro de aceleración espectral a períodos de 1 segundo, numeral 2.5.3.6.

T_L = período de transición a largo plazo, en segundos, numeral 2.5.3.7., Tabla XVI

I_s = factor de importancia por sismo, numeral 2.5.3.8., Tabla XVII

R = coeficiente de modificación de respuesta, numeral 2.5.3.10., Tabla XX

T = período fundamental de la estructura, en segundos, numeral 2.5.3.11.

- Cortante en la base

El cortante en la base (V), se determinará de acuerdo con la ecuación:

- Para Estructuras Rígidas:
 - $V = 0,30 * SDS * W * I_s$ (Sección 15.4.2. ASCE 7-10)

- Para Estructuras Flexibles:
 - $V = C_s * W$ (Sección 12.8.1. ASCE 7-10)

Donde:

V = cortante en la base, en libras.

SDS = parámetro aceleración espectral a períodos cortos.

W = peso de la estructura, en libras.

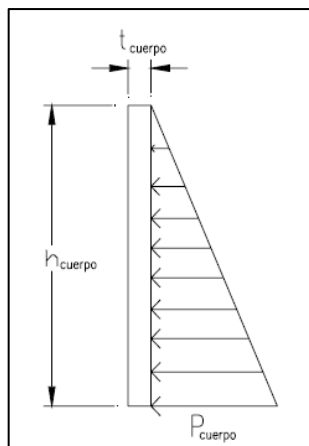
I_s = factor de importancia por sismo, se obtiene de la tabla Factor de importancia por sismo, I_s .

C_s = coeficiente de respuesta sísmica.

- Carga por presión hidrostática en cuerpo del tanque

Se deberá determinar la carga por presión hidrostática que actúa en el cuerpo del tanque (P_{cuerpo}):

Figura 50. **Presión hidrostática en el cuerpo de tanque**



Fuente: RUANO PAZ, Marco Antonio. *Manual para diseño estructural de tanques metálicos elevados en la República de Guatemala*. p. 72.

En este proyecto no se considera dentro del análisis y el diseño la condición de chapoteo (Sloshing) producida por el agua.

Para encontrar la presión hidrostática que actúa en el cuerpo del tanque (P_{cuerpo}) utilizamos la siguiente fórmula:

$$P_{\text{cuerpo}} = \gamma_{\text{H}_2\text{O}} \cdot h_{\text{cuerpo}} \text{ (carga AGUA PR)}$$

Donde:

P_{cuerpo} = carga por presión hidrostática en cuerpo del tanque, en lb/pie².

$\gamma_{\text{H}_2\text{O}}$ = peso específico del agua, 62,4 libras/pie³.

h_{cuerpo} = altura del cuerpo del tanque, en pies.

- Modelo y análisis estructural en SAP2000

El programa SAP2000 es uno de los paquetes de software o programas de uso comercial líderes en la ingeniería estructural. Es un paquete de software o programa de cálculo estructural que modela estructuras en tres dimensiones mediante el uso del método de elementos finitos con la implementación del cálculo sísmico. Uno de los elementos más destacados en sus ventajas es la posibilidad de transferir información desde otras aplicaciones compatibles con la plataforma de Microsoft®Windows de una forma muy sencilla de utilizar. Con este recurso computacional es posible modelar complejas geometrías, definir diversos estados de carga, generar pesos propios automáticamente, asignar secciones, asignar materiales, así como realizar cálculos y diseños estructurales de manera precisa basados, entre otras normativas, en los códigos americanos, euro códigos, y otros códigos vigentes.²¹

- Fases para el modelado de la estructura

La preparación de datos para el modelado de una estructura mediante el paquete de software o programa SAP2000 comprende básicamente la siguiente secuencia de fases:

²¹ Structuralia. *SAP 2000, el mejor software aplicado al cálculo de estructuras*. <https://blog.structuralia.com/sap-2000>. Consulta: enero de 2020.

- Descripción de la geometría estructural y de los materiales, así como sus condiciones de borde y datos generales.
- Definición de los estados de carga para los cuales la estructura precisa ser analizada.
- Realización del análisis estructural del modelo.
- Revisión de resultados del análisis estructural.
- Verificación del diseño de la estructura.

Usualmente este es un proceso iterativo que puede involucrar varios ciclos de la secuencia de fases anteriormente descrita.

- Geometría del modelo

En el caso específico de los tanques metálicos elevados, la geometría del modelo puede ingresarse o dibujarse de varias formas, de acuerdo al criterio o preferencia de cada diseñador.

- Consideraciones en el ingreso de datos a SAP2000

De conformidad con las condiciones y alcances de este proyecto, se describen algunas consideraciones a tomar en cuenta para la definición del modelo, la asignación de cargas, y las combinaciones de carga a utilizar para el análisis estructural de los elementos del tanque metálico elevado en el paquete de software o programa SAP2000:

- Se deberá asignar la carga por presión hidrostática Pfondo como sobrecarga AGUA (tipo SUPER DEAD) al elemento área del fondo.
- Se deberá asignar la carga VIVA (tipo LIVE) al elemento área del techo.

- Se deberá asignar carga por viento (tipo WIND), ingresando los factores necesarios de acuerdo a los cálculos realizados conforme a la Carga de viento que se estableció anteriormente.
- Se deberá asignar presión de viento en el tanque en las direcciones X, Y.
- Se deberá asignar carga por sismo (tipo QUAKE), ingresando los factores necesarios de acuerdo a los cálculos realizados conforme a la carga de sismo que se estableció anteriormente.
- Se deberá asignar la carga por presión hidrostática P_{cuerpo} como carga AGUA PR (tipo WATER PR) al elemento área del cuerpo, en función de la altura de este (h_{cuerpo}).
- Para simular el comportamiento hidrodinámico dentro del tanque, se deberán calcular las masas de agua en los nodos o juntas de los elementos área del cuerpo y área del fondo, conforme la geometría radial de estos, y se deberán asignar estas en las direcciones X, Y, Z.
- Se debe considerar el peso del agua como parte de la masa para el cálculo del cortante basal.
- Se deberá definir el espectro de respuesta de diseño ingresando los factores necesarios de acuerdo a los cálculos realizados conforme a la carga de sismo analizada.
- Se deberá asignar carga por sismo dinámico utilizando el espectro de respuesta de diseño (Response Spectrum), en las direcciones X, Y.
 - El factor de escala (Scale Factor) a utilizar en el apartado de cargas aplicadas (Loads Applied) del recuadro anterior, se determinará por la fórmula:
 - $$F.E. = \frac{g}{\left(\frac{R}{Ts}\right)}$$

Donde:

F.E. = factor de escala.

g = aceleración de la gravedad, en pie/seg².

Is = factor de importancia por sismo, Tabla Factor de importancia por sismo, Is.

R = coeficiente modificación de respuesta, Tabla Coeficientes sísmicos para estructuras no similares a edificios.

- Y para incluir los efectos ortogonales en cada caso de sismo dinámico, se utilizará el 100 % en la dirección que se aplica la carga y el 30 % en la dirección perpendicular.
- Se deberá definir el análisis por efecto P-DELTA, indicando las cargas y los factores a utilizar.
- Para efectos de la integridad o estabilidad estructural y del método de análisis directo (Direct Analysis Method, DAM), se deberán definir las cargas HIPOTÉTICAS (Tipo NOTIONAL) por carga muerta y por carga viva (Sección C.2. AISC 360-10), en las direcciones X, Y.
- Se deberán definir las combinaciones de carga (Capítulo 2, ASCE 7-10).
- Análisis estructural en SAP2000.

De acuerdo a lo indicado en las Fases para el modelado de la estructura, posterior a la fase de definición de los estados de carga, para los cuales la estructura precisa ser analizada, se procederá a la realización del análisis

estructural del modelo por medio del paquete de software o programa SAP2000, tomando en cuenta las consideraciones siguientes:

- Se deberá definir la opción del análisis a realizar.
- Se deberán definir los casos de carga a correr y correr el análisis estructural.
- Después de que se ha corrido el análisis estructural, se deberá revisar:
 - Que el 85 % del cortante estático en la base ($V_{estático}$) sea menor que el cortante dinámico en la base ($V_{dinámico}$).
 - Si esto no se cumple se deberá corregir el factor de escala (F.E.) utilizado en los casos de carga por sismo dinámico, multiplicando este por el valor de $\frac{V_{dinámico}}{0,85}$, e ingresándolo de nuevo para dichos casos; para después correr nuevamente el análisis estructural.
 - Que la participación modal de la masa sea por lo menos del 90 %:

Es de suma importancia indicar que se deberán ingresar todos los datos necesarios para la adecuada simulación del modelo en el software de aplicación o programa SAP2000, conforme los parámetros de geometría, propiedades y cargas de este.

- Diseño de elementos

La filosofía que orienta el diseño sismo resistente está plasmada en los llamados criterios de diseño que usualmente van desarrollados en los códigos, estándares, o normas de diseño. Esta define cual es el comportamiento deseado

de la estructura. La gran mayoría de normas internacionales coincide en que los objetivos generales del diseño sismo resistente deberán ser los siguientes:

- Prevenir daños no estructurales para temblores o terremotos pequeños que pueden ocurrir frecuentemente durante la vida útil de la estructura.
- Prevenir daños estructurales y hacer que los no estructurales sean mínimos para terremotos moderados que pueden ocurrir de vez en cuando. Usualmente se señala expresamente que la estructura sufrirá varios de éstos.
- Evitar el colapso o daños graves en terremotos intensos y de larga duración que pueden ocurrir raras veces. Usualmente uno durante la vida útil de la estructura.

En base a la experiencia de los últimos años, en que se ha podido registrar con mayor amplitud los movimientos sísmicos, se ha observado que tanto las aceleraciones como las deformaciones que se pueden desarrollar durante un sismo severo, e incluso moderado, son muy altas; además de las incertidumbres en la determinación de las sollicitaciones y capacidades de la estructura. Lo anterior implica que la filosofía ideal del diseño es proporcionándole a la estructura la rigidez, resistencia, y capacidad de disipación de energía necesarias.

- Diseño por capacidad

Es un método de diseño para estructuras sometidas a la acción sísmica, en el cual los elementos estructurales que resistirán las fuerzas gravitatorias y las originadas por dicha acción sísmica son cuidadosamente seleccionados y apropiadamente diseñados para ser capaces de disipar energía por

deformaciones inelásticas en zonas preestablecidas, todos los otros elementos no pensados para disipar energía deben poseer suficiente resistencia para asegurar su comportamiento elástico, mientras las fuentes de disipación de energía desarrollan toda su capacidad.

El objetivo del diseño por capacidad es conseguir una estructura extremadamente tolerante a los desplazamientos impuestos por el sismo, para asegurar que la fluencia ocurra sólo en zonas dúctiles escogidas, lo que orienta a evitar el colapso, a pesar de haberse excedido su resistencia.

La filosofía del diseño por capacidad está basada en el simple modelo de una cadena en la que se ha escogido un eslabón débil, diseñado expresamente para que se comporte como si fuera dúctil, y así asegurar que cuando esta sea estirada al máximo solo este eslabón dúctil se deforme o fluya y se comporte como inelástico, y así los eslabones restantes, teniendo alguna resistencia adicional se comporten elásticos, y por consiguiente podrán ser frágiles, pero la cadena como un todo no tendrá una falla frágil. La fuerza que se aplica a todos los eslabones de la cadena es la misma, por consiguiente, si se provee a los eslabones débiles o frágiles con una resistencia mayor a la máxima que puedan tener (sobre resistencia), se habrá conseguido una cadena dúctil que resiste la fuerza aplicada.

La ductilidad es una característica esencial en el buen comportamiento sísmico resistente de cualquier estructura, la necesidad de contar con ella parte de la metodología de diseño usada en la actualidad, que confía en la disipación de energía por acción inelástica para resistir adecuadamente un sismo severo. Adicionalmente, la ductilidad local es la capacidad que tiene una sección o un elemento para deformarse inelásticamente y disipar energía sin una degradación importante de su resistencia.

Un sistema se puede considerar dúctil cuando es capaz de experimentar deformaciones substanciales bajo carga constante, sin sufrir daños excesivos o pérdida de resistencia bajo ciclos repetidos de carga y descarga. Para asegurar la supervivencia de la estructura a un sismo, se necesita escoger un sistema plástico racional, o sea, un mecanismo estructural estáticamente admisible y cinemáticamente posible, que el diseñador debe elegir para aplicar los principios de diseño por capacidad. Esto se hace necesario para asegurar que todos los lugares donde tendrá lugar la disipación de energía por deformación inelástica estén claramente identificados.

Es necesario estimar las demandas de ductilidad de estas regiones plásticas, usualmente llamadas rótulas plásticas. Al escoger el sistema plástico completo, debemos intentar minimizar las demandas locales de ductilidad en estas rótulas plásticas predeterminadas. Algunos principios en los que se basa este procedimiento son:

- Las zonas de comportamiento inelástico son clara y previamente definidas y diseñadas para alcanzar la resistencia necesaria;
- Las formas indeseables de deformación inelástica (fallas por corte o anclaje) deben evitarse, asegurándose que su resistencia sea mayor a la capacidad, incluyendo la sobre resistencia de las rótulas plásticas;
- Todos los elementos adyacentes a estas rótulas plásticas escogidas donde se desarrollarán las máximas acciones pueden entonces ser diseñados para resistir estas acciones sobre resistentes y permanecer elásticos todo el tiempo. Por consiguiente, se conocen cuáles son las regiones plásticas y cuáles las regiones elásticas protegidas de la estructura.

Debe aceptarse el principio de que un sismo o terremoto sólo reconocerá las propiedades que han sido dadas a la estructura tal como ha sido construida, los sismos o terremotos no reconocerán aquellas propiedades supuestas o especificadas. Por consiguiente, en la evaluación de la sobre resistencia de los eslabones débiles o dúctiles deben ser tomadas en cuenta todas las fuentes de resistencia que estarán presentes.

En el caso específico de los tanques metálicos elevados considerados, después de haber realizado el análisis estructural por medio del paquete de software o programa SAP2000 de los elementos propuestos de acuerdo al predimensionamiento de secciones elementos de torre, se procederá a realizar el diseño por capacidad de los elementos breizas(b), columnas(c), y horizontales(h), utilizando como base los resultados de dicho análisis y seleccionándose como el eslabón débil o elemento dúctil del sistema al elemento breiza(b), el cual será apropiadamente diseñado para ser capaz de disipar energía por deformación inelástica, con lo cual se verificarán o se optimizarán las secciones propuestas en dicho predimensionamiento; todo esto aplicado a un sistema de Marcos Especiales Embreizados Concéntricamente -SCBF- (SPECIAL CONCENTRICALLY BRACED FRAMES).

- Diseño de elementos de acero

Los criterios por aplicar para el diseño de los elementos de acero breizas(b), columnas(c), y horizontales(h) de la torre del tanque elevado, serán los establecidos en la Especificación para Edificios de Acero Estructural o Código del Instituto Americano de Construcción de Acero (AMERICAN INSTITUTE OF STEEL CONSTRUCTION) -AISC 360-10-.

Los criterios por aplicar para el diseño del sistema de resistencia de la fuerza sísmica o lateral serán los establecidos en las Provisiones Sísmicas para Edificios de Acero Estructural o Código del Instituto Americano de Construcción de Acero (AMERICAN INSTITUTE OF STEEL CONSTRUCTION) -AISC 341-05-. Los criterios por aplicar para las combinaciones de carga serán los establecidos en el Estándar de Cargas Mínimas de Diseño para Edificios y otras Estructuras (MINIMUM DESIGN LOADS FOR BUILDINGS AND OTHER STRUCTURES) - ASCE 7-10-. En este proyecto, para el diseño de los elementos de acero se utilizarán las especificaciones de Diseño por Factores de Carga y Resistencia – LRFD (LOAD AND RESISTANCE FACTOR DESIGN); y los requerimientos para la integridad estructural deberán basarse en la fuerza nominal en lugar de la resistencia de diseño.

El diseño se fundamentará en el principio de que ninguna fuerza aplicada o estado límite de servicio será excedido cuando la estructura sea sometida a todas las combinaciones de carga definidas. Esto se satisface cuando la fuerza de diseño de cada elemento de la estructura es igual o superior a la fuerza requerida determinada sobre la base de las combinaciones de carga de las especificaciones -LRFD-. El diseño de los elementos y las conexiones deberá ser coherente con el comportamiento previsto del sistema y las hipótesis formuladas en el análisis estructural.

- Diseño de elementos breizas

La función principal de estos elementos será la de resistir la fuerza de sismo extremo en la estructura. El diseño de los elementos breizas(b) se deberá realizar utilizando como base los resultados de las cargas de tensión y compresión máximas aplicadas en estos y obtenidos del análisis estructural, y se revisará que:

- Las propiedades o especificaciones de la sección propuesta cumplan con las indicadas en la Tabla 2-3 del AISC 360-10.
 - La sección propuesta cumpla con los límites de compacidad sísmica establecidos en la Sección 8.2b., Tabla I-8-1 del AISC 341-05.
 - La sección propuesta cumpla con la esbeltez límite indicada en la Sección 13.2a. del AISC 341-05.
 - El diseño por compresión de la sección propuesta cumpla con lo establecido en el Capítulo E del AISC 360-10.
 - El diseño por tensión de la sección propuesta cumpla con lo establecido en el Capítulo D del AISC 360-10.
 - La relación Demanda/Capacidad de la sección propuesta, tanto en compresión como en tensión, sea menor del 95 %.
- Diseño de elementos columnas

El diseño de los elementos columnas(c) se deberá realizar utilizando como base los resultados de las cargas muerta (muerta + sobrecarga) y viva máximas aplicadas en estos y del parámetro de aceleración espectral a períodos cortos (SDS) obtenidos del análisis estructural y empleados en la combinación gravitacional $((1,20 + 0,20 \text{ SDS}) * \text{CargaMuerta}) + (0,50 * \text{CargaViva})$, y de las fuerzas totales de compresión y tensión establecidas de acuerdo a la capacidad de los elementos breizas(b), y se revisará que:

- Las propiedades o especificaciones de la sección propuesta cumplan con las indicadas en la Tabla 2-3 del AISC 360-10.
- La sección propuesta cumpla con los límites de compacidad sísmica establecidos en la Sección 8.2b., Tabla I-8-1 del AISC 341-05.

- La sección propuesta cumpla con la esbeltez límite indicada en la Sección 13.2a. del AISC 341-05.
 - El diseño por compresión de la sección propuesta cumpla con lo establecido en el Capítulo E del AISC 360-10.
 - El diseño por tensión de la sección propuesta cumpla con lo establecido en el Capítulo D del AISC 360-10.
 - La relación Demanda/Capacidad de la sección propuesta, tanto en compresión como en tensión, sea menor del 95 %.
- Diseño de elementos horizontales

El diseño de los elementos horizontales(h) se deberá realizar utilizando como base los resultados de las componentes horizontal y vertical de las fuerzas de tensión y compresión aplicadas en estos, y establecidas de acuerdo a la capacidad de los elementos breizas(b), y se revisará que:

- Las propiedades o especificaciones de la sección propuesta cumplan con las indicadas en la Tabla 2-3 del AISC 360-10.
- La sección propuesta cumpla con los límites de compacidad sísmica establecidos en la Sección 8.2b., Tabla I-8-1 del AISC 341-05.
- La sección propuesta cumpla con la esbeltez límite indicada en la Sección 13.2a. del AISC 341-05.
- El diseño por flexo-compresión de la sección propuesta cumpla con lo establecido en el Capítulo H del AISC 360-10.
- El diseño por corte de la sección propuesta cumpla con lo establecido en el Capítulo G del AISC 360-10.
- La relación Demanda/Capacidad de la sección propuesta, en flexo-compresión, sea menor o igual al 95 %.

- La relación Demanda/Capacidad de la sección propuesta, en corte, sea menor del 95 %.
- Verificación del diseño de elementos en SAP2000

De acuerdo a lo indicado en las Fases para el modelado de la estructura, posterior a la fase de revisión de resultados del análisis, y después de haber realizado el diseño por capacidad de los elementos breizas(b), columnas(c), y horizontales(h), se procederá a la verificación del diseño de estos por medio del paquete de software o programa SAP2000, tomando en cuenta las consideraciones siguientes:

- Se deberá definir el código de diseño, el sistema estructural, el método de diseño, los parámetros y los coeficientes necesarios para la realización adecuada de la verificación del diseño estructural.
- Se deberá correr el diseño/verificación de la estructura ya con los elementos breizas(b), columnas(c), y horizontales(h) anteriormente diseñados por capacidad.
- Se deberá revisar que la relación Demanda/Capacidad de los elementos diseñados sea menor del 95 %, de acuerdo con el código de colores que indica el paquete de software o programa SAP2000.
- Diseño de conexiones con placa

Se deberán diseñar conexiones con placa entre los elementos breiza(b) horizontal(h), y entre los elementos columna(c)-breiza(b)- horizontal(h). El diseño de las conexiones con placa se deberá realizar utilizando como base los resultados de las fuerzas de tensión y compresión máximas aplicadas en éstas,

y establecidas de acuerdo a la capacidad de los elementos breizas(b), y se revisará que:

- Las propiedades o especificaciones del elemento breiza(b) cumplan con las indicadas en la Tabla 2-3 del AISC 360-10.
 - Las propiedades o especificaciones de la placa de conexión cumplan con las indicadas en la Tabla 2-4 del AISC 360-10.
 - El diseño en tensión y en compresión de la conexión cumpla con lo establecido en el Capítulo J del AISC 360-10.
- Diseño de elementos breizas horizontales

La función principal de estos elementos será la de evitar el desplazamiento lateral de los elementos horizontales(h). El diseño de los elementos breizas horizontales se deberá realizar utilizando como base los resultados de la capacidad axial de los elementos horizontales(h), y se revisará que:

- Las propiedades o especificaciones de la sección propuesta cumplan con las indicadas en la Tabla 2-3 del AISC 360-10.
 - La sección propuesta cumpla con la resistencia mínima y la rigidez necesaria según lo establecido en el Apéndice 6 del AISC 360-10.
- Diseño de placa de base y pernos de anclaje

La unión entre el elemento columna(c) y el pedestal de concreto deberá realizarse por medio de una placa de base metálica asegurada al pedestal de concreto con un mínimo de cuatro (4) pernos de anclaje. Se utilizará el pedestal de concreto para lograr mantener la columna(c) por encima del nivel del terreno, y de esta forma prevenir algún tipo de corrosión por contacto de esta con el suelo.

La placa de base y el extremo del pedestal que estará en contacto con ella se podrán alisar para efectuar la transferencia de carga por asiento directo. La placa de base generalmente se asienta sobre el pedestal de concreto usando un grout de alta resistencia, el cual tiene como objetivo igualar un desajuste entre la cimentación y el pedestal.

- Diseño de placa de base: el diseño de la placa de base se deberá realizar utilizando los resultados de la fuerza de compresión máxima aplicada en esta, y establecida de acuerdo a la capacidad de los elementos breizas(b), y se revisará que:
 - Las propiedades o especificaciones del elemento columna(c) cumplan con las indicadas en la Tabla 2-3 del AISC 360-10.
 - Las propiedades o especificaciones de la placa de base cumplan con las indicadas en la Tabla 2-4 del AISC 360-10.
 - El dimensionamiento de la placa de base cumpla con lo establecido en el Capítulo J, sección J8, y Parte 14 del AISC 360-10.
 - La resistencia del pedestal de concreto cumpla con lo establecido en el Capítulo J, sección J8, del AISC 360-10.
 - Los espesores requeridos de la placa de base cumplan con lo establecido en la Parte 14 del AISC 360-10.

- Diseño de pernos de anclaje: los pernos de anclaje deberán estar diseñados para proporcionar la resistencia necesaria a las cargas sobre el pedestal de concreto, incluyendo las componentes de tensión neta de cualquier momento de volteo (M_v) en la parte inferior de la torre (B_i) que pueda resultar de la acción del cortante estático en la base (Vestático) por la altura al centro de masa del tanque (H_{cm}); y de acuerdo a lo estipulado en el Capítulo J, Tabla

J3,2., y sección J9 del -AISC 360-10-. El diseño de los pernos de anclaje embebidos en los pedestales de concreto, para el traslado de fuerzas a la cimentación, podrá cumplir también con los requisitos del Apéndice D del Código del Instituto Americano del Concreto (AMERICAN CONCRETE INSTITUTE) -ACI 318-08-.

- Diseño de elementos de concreto reforzado

Los criterios por aplicar para el diseño de los elementos de concreto reforzado que servirán de base, darán estabilidad, y resistirán las cargas transmitidas por la estructura del Tanque Metálico Elevado, serán los establecidos en el Código del Instituto Americano del Concreto (AMERICAN CONCRETE INSTITUTE) -ACI 318-08-.

- Diseño de pedestal: el pedestal deberá ser considerado como un elemento tipo columna corta, por lo que su relación de esbeltez deberá ser menor o igual a 22.

$$e \leq 22$$

El diseño del pedestal se deberá realizar utilizando como base los resultados de las cargas que actúan sobre este, y se revisará que cumpla con los requerimientos establecidos en el -ACI 318-08-.

- Diseño de cimentación: El tipo de cimentación a utilizar lo determinarán los resultados del Estudio de Suelos realizado en el sitio de construcción del tanque metálico elevado, el cual establecerá las características mecánicas del suelo, el tipo de cimentación recomendado, y la cota de cimentación respectiva. Los tipos de cimentación más recomendados y utilizados en estas

estructuras son las zapatas, las losas de cimentación, y/o los pilotes. El diseño de la cimentación se deberá realizar con base a los resultados de las cargas que actúan sobre esta, y se revisará que cumpla con los requerimientos establecidos en el ACI 318-08.

Adicionalmente, se deberá realizar la revisión de la estabilidad global del tanque metálico elevado. Se tiene un momento de volteo (M_v) provocado por la carga sísmica (Vestático) aplicada a la altura del centro de masa del tanque (H_{cm}), y por otro lado se tiene un momento resistente (M_r) que es igual al peso total del tanque metálico elevado (W) multiplicado por su brazo de momento respecto a uno de sus apoyos en la parte inferior de la torre (B_i).

Entonces:

- Si la relación $\frac{M_r}{M_v} > 1,50$ el tanque se considera estable.
- Si la relación $\frac{M_r}{M_v} \leq 1,50$ se deberá diseñar la cimentación para resistir la tensión provocada por el momento de volteo (Extracción).

Para calcular el momento de volteo (M_v) y el momento resistente (M_r), utilizamos las siguientes ecuaciones:

$$M_v = \text{Vestático} * H_{cm}$$

$$M_r = W * \frac{B_i}{2}$$

En la sección de anexos se encuentra el diseño del tanque elevado de estructura metálica, así como sus elementos de concreto reforzado.

- Línea de distribución

Es el tramo de tubería que va del tanque de almacenamiento o la planta de tratamiento de agua potable, hacia la red de distribución. También es conocida como línea matriz.

Para calcular la presión en el nodo inicial y la cota piezométrica a la entrada de una red de distribución utilizamos la ecuación general de la energía o ecuación de Bernoulli. Este cálculo lo realizaremos desde el tanque de almacenamiento, de nodo en nodo hasta el nodo de entrada a la red de distribución, para los sectores 1 y 2.

- Ecuación de la energía o ecuación de Bernoulli

La ecuación de la energía también denominada ecuación de Bernoulli, describe el comportamiento de un fluido en movimiento en un conducto o tubería. Describe un fluido ideal en un conducto cerrado, en el que la energía permanece constante a lo largo del recorrido y consta de tres componentes o tipos de energía:

- Cinética: es la energía debida a la velocidad que posea el fluido.
- Energía de presión o de flujo: es la energía que un fluido contiene debido a la presión que posee.
- Potencial o gravitacional: es la energía debido a la altitud que un fluido posee.

A continuación, se presenta la ecuación de Bernoulli con los términos correspondientes expresada en longitudes:

$$\frac{V^2}{2g} + \frac{P}{\gamma} + z = \text{constante}$$

Donde:

V = velocidad del fluido en la sección considerada

γ = peso específico del fluido

P = presión a lo largo de la línea de corriente

g = aceleración de la gravedad

Z = altura en la dirección de la gravedad desde una cota de referencia

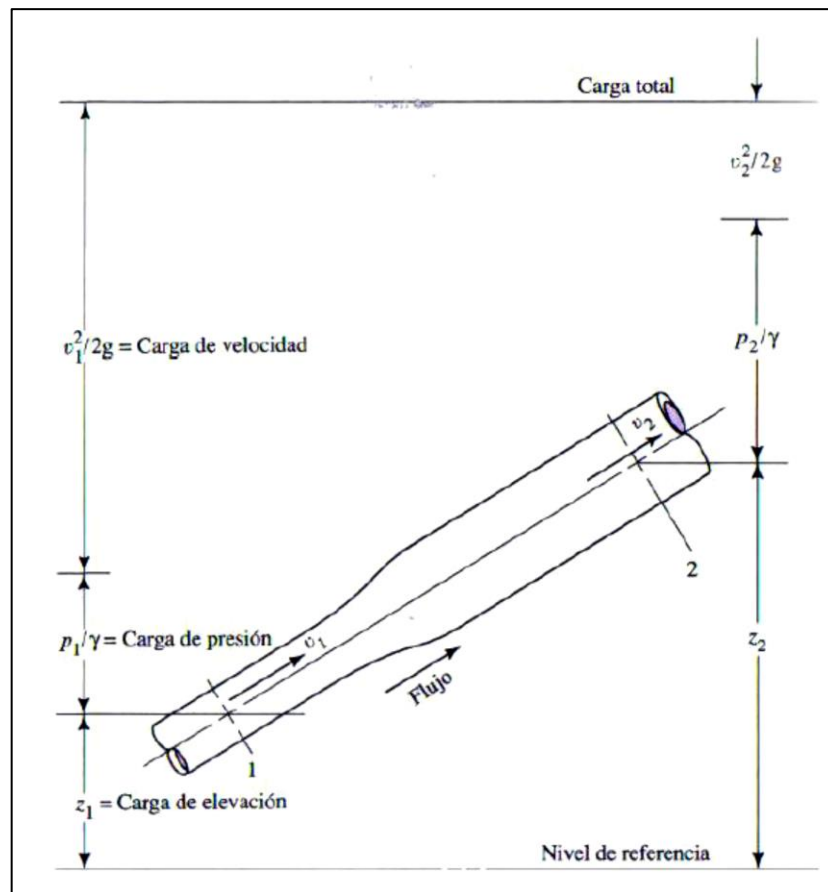
La ecuación de Bernoulli toma en cuenta los cambios de elevación, carga de presión y carga de velocidad entre dos puntos en un sistema de flujo de fluido. Se supone que no hay pérdidas o adiciones de energía entre los dos puntos, por lo que la carga permanece constante. Por lo tanto, se deben tomar en cuenta los siguientes supuestos:

- Viscosidad (fricción interna) = 0. Es decir, se considera que la línea de corriente sobre la cual se aplica se encuentra en una zona no viscosa del fluido.
- Caudal constante.
- Flujo incompresible, donde ρ es constante.
- La ecuación se aplica a lo largo de una línea de corriente o en un flujo irrotacional.

Cada término de la ecuación resulta de dividir una expresión de la energía entre el peso de un elemento del fluido. Por lo anterior, cada término de la ecuación de Bernoulli es una forma de la energía que posee el fluido, por unidad de peso de este que se mueve en el sistema. La unidad de cada término es energía por unidad de peso y la unidad de fuerza o peso aparece tanto en el

denominador como en el numerador y por ello puede cancelarse. La unidad resultante es de longitud y se interpreta como una altura, como es común en hidráulica expresar la energía, que a la vez representa diferentes formas de energía. En la ecuación de Bernoulli los términos suelen llamarse alturas de velocidad, de presión y de cabezal hidráulico.

Figura 51. **Carga de presión, carga de elevación, carga de velocidad y carga total**



Fuente: MOTT, Robert. *Mecánica de Fluidos*. p. 166.

- Líneas de carga total y carga piezométrica

Si la presión arriba de la superficie libre del fluido es diferente de la presión ambiental fuera del área es necesario hacer un cambio en el procedimiento, entonces se da el concepto de carga piezométrica, donde la presión real sobre el fluido P_a se convierte en una profundidad equivalente de dicho fluido h_a , lo cual crearía la misma presión:

$$h_a = \frac{P_a}{\gamma}$$

La línea de carga referente a una tubería es el lugar geométrico de los puntos representativos de las tres cargas; de velocidad, de presión y de posición. La línea piezométrica corresponde a las alturas a las que el líquido subiría en piezómetros instalados a lo largo de la misma: es la línea de las presiones. Las dos líneas están separadas del valor correspondiente al término $V^2/2g$, esto es, energía cinética o carga de velocidad. Si el diámetro del tubo fuese constante, la velocidad del líquido será constante y las dos líneas serán paralelas.

La línea piezométrica es la línea que une los puntos hasta los que el líquido podría ascender si se insertan tubos piezométricos en distintos lugares a lo largo de la tubería o canal abierto. Es una medida de la altura de presión hidrostática disponible en dichos puntos. En un sistema de tubos está formada por el lugar geométrico de los puntos localizado a una distancia p/γ sobre el centro del tubo $p/\gamma + z$ sobre un nivel de referencia seleccionado, el líquido de un tubo piezométrico se eleva hasta la línea piezométrica.

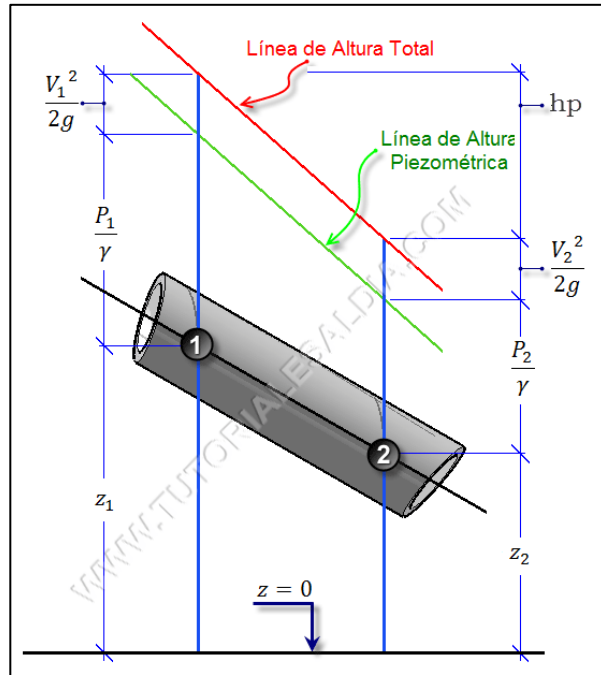
La línea de energía está formada por el lugar geométrico de los puntos localizados a una distancia $V^2/2g$ sobre la línea piezométrica, o la distancia

$V^2/2g + p/\gamma + z$ sobre el nivel de referencia: el líquido en un tubo pitot se eleva hasta la línea de energía.

La altura piezométrica es la altura que marcaría un tubo piezométrico conectado verticalmente en un punto de un fluido. Dicha altura es equivalente a la presión del fluido en el punto donde está conectado el tubo piezométrico.

La línea de energía también es llamada línea de carga total. La energía total del flujo en cualquier sección, con respecto de un plano de referencia determinado es la suma de la altura geométrica o de elevación Z , la altura piezométrica o de carga más la altura cinética o de presión dinámica $V^2/2g$. La variación de la energía total de una sección a otra se representa por una línea denominada de carga o de energía y también gradiente de energía. En ausencia de pérdidas de energía, la línea de carga se mantendrá horizontal, aun cuando podría variar la distribución relativa de la energía entre las alturas geométrica, piezométrica y cinética. Sin embargo, en todos los casos reales se producen pérdidas de energía de rozamiento y la línea de carga resultante es inclinada.

Figura 52. Línea de energía o carga total y línea piezométrica



Fuente: Ingeniería Civil. *Principios de la hidráulica.*

<http://ingenieriacivil.tutorialesaldia.com/principios-de-la-hidraulica-que-necesitas-conocer-el-principio-de-energia/>. Consulta: 18 de septiembre de 2020.

- Pérdidas de carga

El flujo de un líquido en una tubería viene acompañado de una pérdida de energía, que suele expresarse en términos de energía por unidad de peso de fluido circulante, que se denomina pérdida de carga y que tiene dimensiones de longitud. La pérdida de carga que tiene lugar en una conducción representa la pérdida de energía de un flujo hidráulico a lo largo de la misma por efecto del rozamiento. En resumen, es la pérdida de energía dinámica del fluido debido a la fricción de las partículas del fluido entre sí y contra las paredes de la tubería que las contiene.

Las pérdidas de carga pueden ser continuas a lo largo de conductos regulares y accidentales o localizadas, debido a entradas y salidas de las tuberías, a un cambio de sección, codos, válvulas, etc.

Para el cálculo de pérdidas de carga se utiliza la ecuación de Hazen-Williams.

- Pérdida de carga en un conducto regular:

Si el flujo es uniforme, es decir, que la sección es constante y por lo tanto la velocidad también es constante, el principio de Bernoulli, entre dos puntos puede escribirse de la siguiente forma:

$$E_1 = E_2 + H_f \text{ ó } p$$

$$\frac{V_1^2}{2g} + \frac{P_1}{\gamma} + z_1 = \frac{V_2^2}{2g} + \frac{P_2}{\gamma} + z_2 + H_f$$

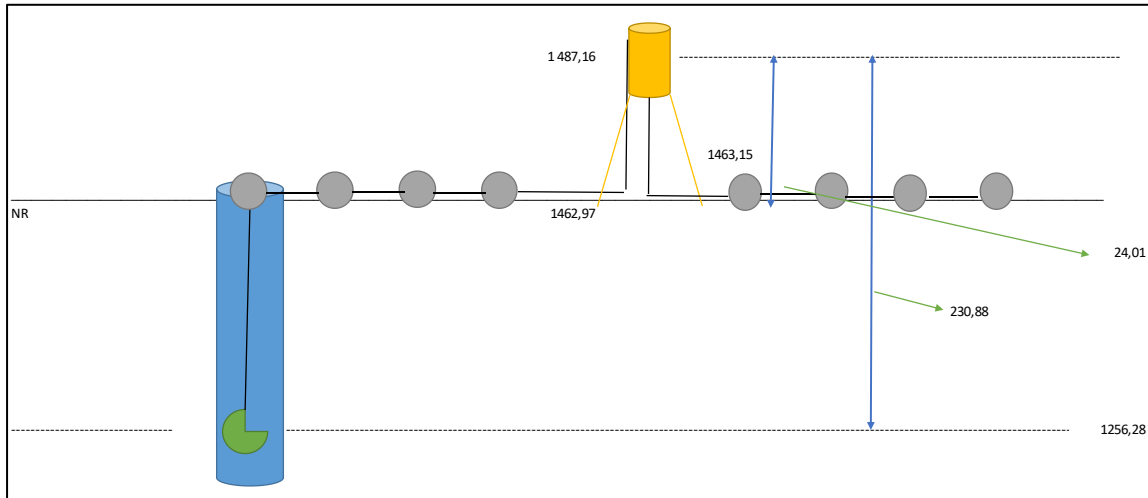
- Análisis del tramo T-34, Sector 2:

Tabla LXXIV. **Datos para análisis del tramo**

Tramo:	T-34	
Nodo inicial:	T-1	
Nodo final:	J-8	
Cota inicial:	1 462,97	m
Cota final:	1 463,15	m
Caudal en el tramo=	9,95799	L/s
Diámetro interno de la tubería del tramo=	6,115	pulgadas
C=	150	
g=	9,81	m/s ²
Longitud=	3,72	m

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 365.

Figura 53. Esquema del tramo a analizar



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 365.

- Pérdida de carga en el tramo por medio de la ecuación de Hazen-Williams:

$$Hf_3 = (1\,743,811 * 3,72 * (9,95799)^{1,85}) / ((150^{1,85}) * (6,115)^{4,87}) = 0,00635536320676355 \text{ m}$$

- Cálculo de la velocidad en el tramo:

$$V = Q/A = (0,00995799 \text{ m}^3/\text{s}) / ((\pi/4) * (0,01894750256501 \text{ m})^2) \\ V = Q/A = 0,52556 \text{ m/s}$$

- Cálculo de la presión y cota piezométrica en el nodo J-8:

$$ZT-1 = P_s/\gamma + 0,53^2/2g + Hf_3 \\ 24,01 = P_s/\gamma + 0,0140779824518582 + 0,00635536320676355 \\ P_s/\gamma = 23,98957 \text{ m}$$

Cota piezométrica = $1\ 463,15 + 23,98957$

Cota piezométrica = $1\ 487,13\ 957$ metros

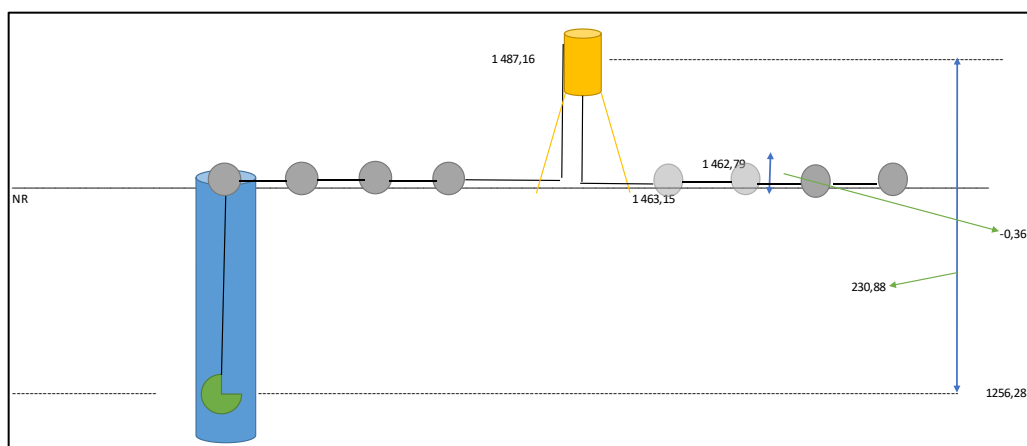
- Análisis del tramo T-31, Sector 2:

Tabla LXXV. **Datos para análisis del tramo**

Tramo:	T-31	
Nodo Inicial:	J-8	
Nodo Final:	J-12	
Cota Inicial:	1463,15	m
Cota Final:	1462,79	m
Caudal en el tramo=	9,95799	L/s
Diámetro interno de la tubería del tramo=	6,115	pulgadas
C=	150	
g=	9,81	m/s ²
Longitud=	18,37	m

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 365.

Figura 54. **Esquema del tramo a analizar**



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 365.

- Pérdida de carga en el tramo por medio de la ecuación de Hazen-Williams:

$$Hf_3 = (1\,743,811 * 18,37 * (9,95799)^{1,85}) / ((150^{1,85}) * (6,115)^{4,87}) = 0,0313838769108189 \text{ m}$$

- Cálculo de la velocidad en el tramo:

$$V = Q/A = (0,00995799 \text{ m}^3/\text{s}) / ((\pi/4) * (0,01894750256501 \text{ m})^2) \\ V=Q/A=0,52556 \text{ m/s}$$

- Cálculo de la presión y cota piezométrica en el nodo J-12:

$$P_{J-8}/\gamma = P_s/\gamma + 0,53^2/2g + Hf_3 - Z_{J-12} \\ 23,9895666543414 = P_s/\gamma + 0,0140779824518582 + 0,0313838769108189 - 0,360000000000127 \\ P_s/\gamma = 24,31818 \text{ m}$$

Cota piezométrica = 1 462,79 + 24,31818

Cota piezométrica = 1 487,10818 metros

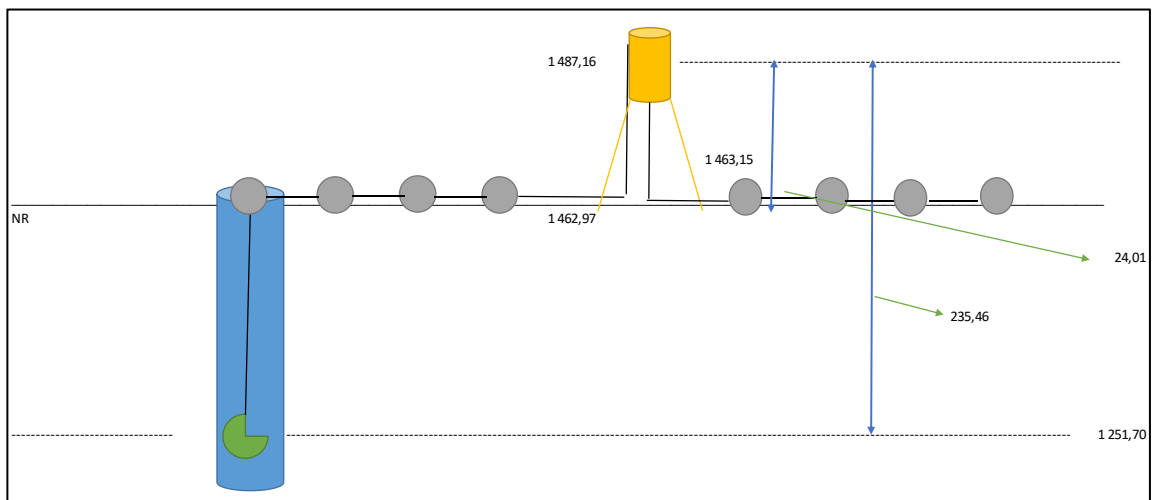
- Análisis del tramo T-34, Sector 1:

Tabla LXXVI. **Datos para análisis del tramo**

Tramo:	T-34	
Nodo inicial:	T-1	
Nodo final:	J-8	
Cota inicial:	1 462,97	m
Cota final:	1 463,15	m
Caudal en el tramo=	10,13519	L/s
Diámetro interno de la tubería del tramo=	6,115	pulgadas
C=	150	
G=	9,81	m/s ²
Longitud=	3,72	m

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 365.

Figura 55. **Esquema del tramo a analizar**



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 365.

- Pérdida de carga en el tramo por medio de la ecuación de Hazen-Williams:

$$Hf3 = (1743,811 * 3,72 * (10,13519)^{1,85}) / ((150^{1,85}) * (6,115)^{4,87}) = 0,00656616454426073 \text{ m}$$

- Cálculo de la velocidad en el tramo:

$$V = Q/A = (0,01013519 \text{ m}^3/\text{s}) / ((\pi/4)*(0,01894750256501\text{m})^2)$$

$$V = Q/A = 0,53491 \text{ m/s}$$

- Cálculo de la presión y cota piezométrica en el nodo J-8:

$$ZT-1 = P_s/\gamma + 0,53^2/2g + H_f3$$

$$24,01 = P_s/\gamma + 0,0145834688108235 + 0,00656616454426073$$

$$P_s/\gamma = 23,98885 \text{ m}$$

$$\text{Cota piezométrica} = 1\,463,15 + 23,98885$$

$$\text{Cota piezométrica} = 1\,487,13885 \text{ metros}$$

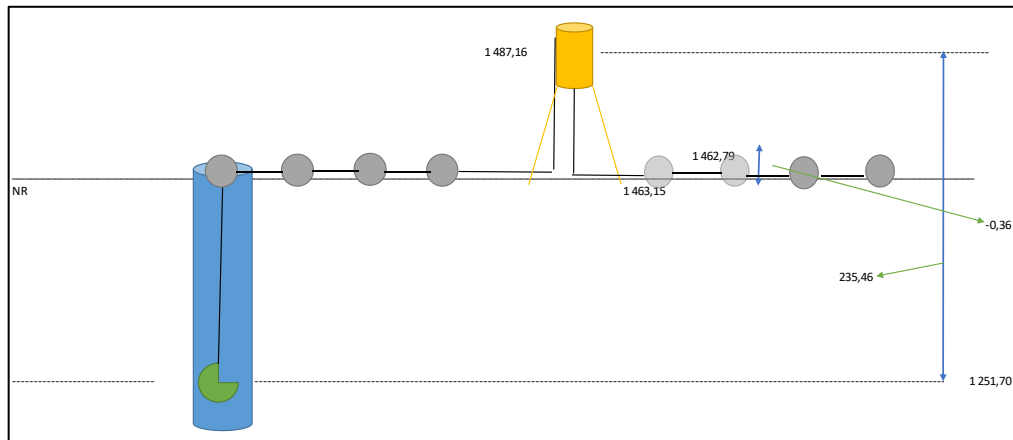
- Análisis del tramo T-31, Sector 1:

Tabla LXXVII. **Datos para análisis del tramo**

Tramo:	T-31	
Nodo inicial:	J-8	
Nodo final:	J-12	
Cota inicial:	1463,15	m
Cota final:	1462,79	m
Caudal en el tramo=	10,13519	L/s
Diámetro interno de la tubería del tramo=	6,115	pulgadas
C=	150	
G=	9,81	m/s ²
Longitud=	18,37	m

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 365.

Figura 56. Esquema del tramo a analizar



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 365.

- Pérdida de carga en el tramo por medio de la ecuación de Hazen-Williams:

$$Hf3 = (1743,811 * 18,37 * (10,13519)^{1,85}) / (((150)^{1,85}) * (6,115)^{4,87}) = 0,0324248501822767 \text{ m}$$

- Cálculo de la velocidad en el tramo:

$$V = Q/A = (0,01013519 \text{ m}^3/\text{s}) / ((\pi/4) * (0,01894750256501 \text{ m})^2) \\ V = Q/A = 0,53491 \text{ m/s}$$

- Cálculo de la presión y cota piezométrica en el nodo J-12:

$$P_{J-8}/\gamma = P_s/\gamma + 0,53^2/2g + Hf3 - Z_{J-12} \\ 23,9888503666449 = P_s/\gamma + 0,0145834688108235 + 0,0324248501822767 - 0,360000000000127 \\ P_s/\gamma = 24,31643 \text{ m}$$

Cota piezométrica = $1\ 462,79 + 24,31643$

Cota piezométrica = $1\ 487,10643$ metros

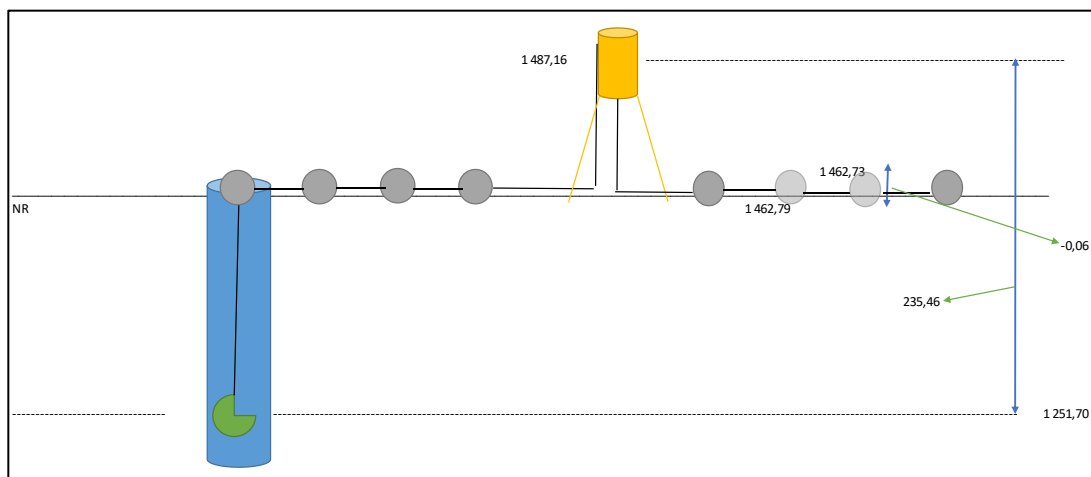
- Análisis del tramo T-10, Sector 1:

Tabla LXXVIII. **Datos para análisis del tramo**

Tramo:	T-10	
Nodo Inicial:	J-12	
Nodo Final:	J-1422	
Cota Inicial:	1 462,79	m
Cota Final:	1 462,73	m
Caudal en el tramo=	10,13519	L/s
Diámetro interno de la tubería del tramo=	6,115	pulgadas
C=	150	
g=	9,81	m/s ²
Longitud=	3,17	m

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 365.

Figura 57. **Esquema del tramo a analizar**



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 365.

- Pérdida de carga en el tramo por medio de la ecuación de Hazen-Williams:

$$Hf_3 = (1743,811 * 3,17 * (10,13519)^{1,85}) / ((150^{1,85}) * (6,115)^{4,87}) = 0,00559536064658777 \text{ m}$$

- Cálculo de la velocidad en el tramo:

$$V = Q/A = (0,01013519 \text{ m}^3/\text{s}) / ((\pi/4) * (0,01894750256501 \text{ m})^2) \\ V=Q/A=0,53491 \text{ m/s}$$

- Cálculo de la presión y cota piezométrica en el nodo J-1422:

$$PJ-12/\gamma = P_s/\gamma + 0,53^2/2g + Hf_3 - Z_{J-1422} \\ 24,3164255164628 = P_s/\gamma + 0,0145834688108235 + 0,00559536064658777 - 0,059999999999999454 \\ P_s/\gamma = 24,37083 \text{ m}$$

Cota piezométrica = 1 462,73 + 24,37083

Cota piezométrica = 1 487,10083 metros

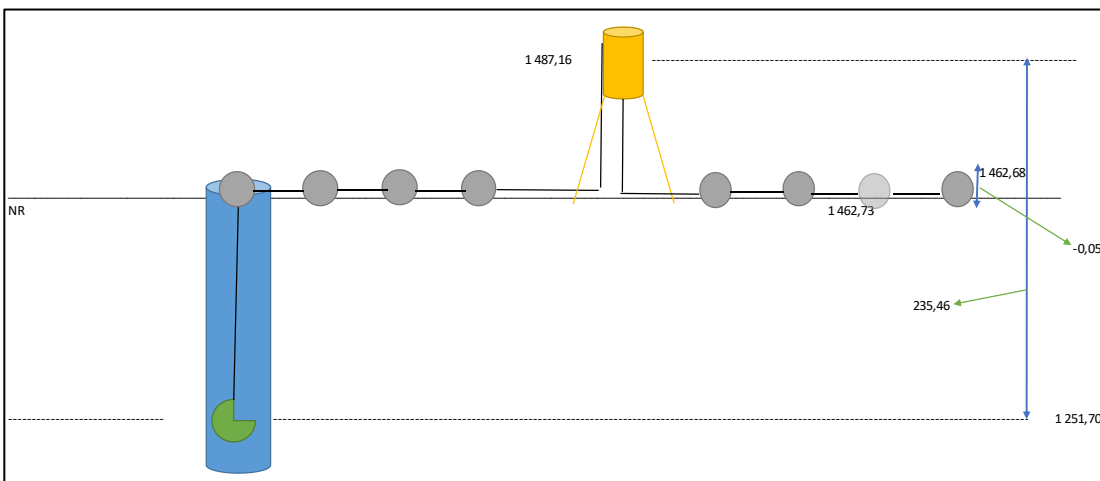
- Análisis del tramo T-12, Sector 1:

Tabla LXXIX. **Datos para análisis del tramo**

Tramo:	T-12	
Nodo inicial:	J-1422	
Nodo final:	J-3	
Cota inicial:	1 462,73	m
Cota final:	1 462,68	m
Caudal en el tramo=	10,13519	L/s
Diámetro interno de la tubería del tramo=	6,115	pulgadas
C=	150	
G=	9,81	m/s ²
Longitud=	2,83	m

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 365.

Figura 58. **Esquema del tramo a analizar**



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 365.

- Pérdida de carga en el tramo por medio de la ecuación de Hazen-Williams:

$$Hf3 = (1743,811 * 2,83 * (10,13519)^{1,85}) / ((150^{1,85}) * (6,115)^{4,87}) = 0,0049952273280263 \text{ m}$$

- Cálculo de la velocidad en el tramo:

$$V=Q/A= (0,01013519 \text{ m}^3/\text{s}) / ((\pi/4)*(0,01894750256501\text{m})^2)$$

$$V=Q/A=0,53491 \text{ m/s}$$

- Cálculo de la presión y cota piezométrica en el nodo J-3:

$$PJ-1422/\gamma = P_s/\gamma + 0,53^2/2g + Hf3-ZJ-3$$

$$24,3708301558161 = P_s/\gamma + 0,0145834688108235 + 0,0049952273280263-$$

$$0,04999999999999545$$

$$P_s/\gamma= 24,41583 \text{ m}$$

$$\text{Cota piezométrica} = 1\ 462,68 + 24,41583$$

$$\text{Cota piezométrica} = 1\ 487,09583 \text{ metros}$$

2.3.10.1. Red de distribución

Un adecuado sistema de distribución debe de ser capaz de proporcionar agua potable, en cantidad adecuada y presión necesaria, dentro de la zona de servicio.

Una red de distribución de agua potable es el conjunto de tuberías de diferentes diámetros, accesorios y estructuras, cuyo origen está en el punto de entrada a la ciudad (final de la línea de aducción o distribución). Su finalidad es proporcionar agua a los usuarios para consumo doméstico, público, comercial, industrial.

La red debe proporcionar este servicio todo el tiempo, en cantidad suficiente, con la calidad requerida y a una presión adecuada.

Es importante mencionar que una vez empleada el agua, esta debe ser desalojada mediante una red de alcantarillado y conducida a una planta de tratamiento, para posteriormente ser reutilizada o reintegrada a la naturaleza sin causar deterioro ambiental.

El trazo de la red debe obedecer a la conformación física de la población y por tanto no existe una forma predefinida. Hidráulicamente, la red de distribución puede ser:

- Red abierta: se diseña en líneas que van de mayor a menor diámetro, o bien, en forma de árbol. Se recomienda su utilización en aquellos casos en que la población es muy dispersa y su cálculo hidráulico se realiza mediante la fórmula de Hazen-Williams para conductos circulares a presión.
- Red cerrada: se conforma por circuitos de tuberías y según sea el caso habrá redes principales que alimentan a redes secundarias o llamadas de relleno. Desde el punto de vista técnico funciona mejor que la anterior, ya que esta elimina extremos muertos y permite la circulación del agua. Para su diseño, la UNEPAR recomienda utilizar el método de la gradiente hidráulica, o bien, el método de Hardy-Cross.
- Red mixta: una combinación de las dos anteriores.

Para este proyecto en particular, se ha escogido este tipo de red debido a la topografía y distribución de las casas de la colonia.

La red de distribución comprende la tubería que sale de los tanques de distribución para conducirla a cada una de las conexiones domiciliarias. La configuración que se dé al sistema depende, principalmente, de la trayectoria de

las calles, topografía, grado y tipo de desarrollo del área y localización de las obras de tratamiento y regularización.

La red de distribución de agua potable se analiza y diseña hidráulicamente por el método de Hardy-Cross, a través del programa computarizado WaterCAD. Se analiza bajo la condición del factor hora máximo y sin consumo, tomando en cuenta las presiones máximas y mínimas en todos los puntos o nodos de consumo que forman la red de distribución de agua potable.

2.3.10.1.1. Circuito cerrado

- **Descripción del software empleado**

WaterCAD: es un programa de ordenador que realiza simulaciones en período extendido del comportamiento hidráulico y de la calidad del agua en redes de distribución a presión. En general, una red consta de tuberías, nudos (conexiones entre tuberías), bombas, válvulas y tanques de almacenamiento o depósitos.

WaterCAD determina el caudal que circula por cada una de las conducciones, la presión en cada uno de los nudos, el nivel de agua en cada tanque y la concentración de diferentes componentes químicos a través de la red durante un determinado período de simulación analizado en diferentes intervalos de tiempo. Además del conocimiento de la concentración de diferentes componentes químicos, es posible determinar la edad de las tuberías, así como estudios de la procedencia del agua en cada punto de la red.

WaterCAD, que puede emplearse bajo sistemas operativos Windows, ofrece un entorno de trabajo integrado para la edición de los datos de entrada de la red, para el cálculo hidráulico y las simulaciones de la calidad del agua, y para poder visualizar los resultados obtenidos en una amplia variedad de formatos.

Esta variedad de formatos incluye planos de la red con códigos de colores, tablas de datos, gráficos con evoluciones temporales de diferentes variables, y planos con curvas de isóbaras.

Capacidad de simulación hidráulica: Para la realización del modelo de calidad del agua es necesario disponer de un modelo hidráulico preciso y completo. WaterCAD es un motor de análisis hidráulico actual que incluye las siguientes características:

- No existe límite en el tamaño de la red que se desea analizar.

- Calcula las pérdidas por fricción en las conducciones mediante las expresiones de Hazen-Williams, Darcy-Weisbach, o Chezy-Manning.
- Incluye pérdidas menores en conexiones tales como codos, acoplamientos, etc.
- Modeliza bombas funcionando tanto a velocidad de giro constante como a velocidades de giro variables.
- Calcula la energía consumida y el coste de bombeo de las estaciones.
- Modeliza diferentes tipos de válvulas, incluyendo válvulas de regulación, válvulas de retención, válvulas de aislamiento, válvulas reductoras de presión, válvulas de control de caudal, etc.
- Permite el almacenamiento de agua en tanques que presenten cualquier geometría (por ejemplo, que la sección del tanque sea variable con la altura de este).
- Considera la posibilidad de establecer diferentes categorías de consumo en los nudos, cada una de ellas con su propia curva de modulación.
- Modeliza consumos dependientes de la presión que salen al exterior del sistema a través de emisores (rociadores, aspersores).
- Puede determinar el funcionamiento del sistema simplemente con el nivel de agua en el tanque y controles de tiempo o utilizar un complicado sistema de regulación temporal.
- Simulación de la calidad del agua: Además del modelo hidráulico, WaterCAD también tiene las siguientes capacidades en la modelización de la calidad del agua:
 - Realiza el seguimiento a lo largo del tiempo de materiales no reactivos que se encuentren en la red.
 - Modeliza el comportamiento de un material reactivo tanto si aumenta su concentración como si se disipa a lo largo del tiempo.
 - Modeliza la edad del agua a lo largo de la red.
 - Realiza el seguimiento de una porción de flujo desde un nudo dado a través de todos los demás a lo largo del tiempo.
 - Modeliza reacciones en el seno del fluido y en la capa de la pared de la tubería.
 - Utiliza ecuaciones cinéticas polinómicas para modelizar las reacciones en el seno del flujo.
 - Utiliza coeficientes y ecuaciones lineales para modelizar las reacciones en la pared de la tubería.
 - Tiene en cuenta las limitaciones de la conservación de la masa en la modelización de las reacciones de la pared de tubería.
 - Permite el crecimiento o descenso de la reacción hasta una concentración límite.
 - Emplea coeficientes generales en las reacciones que pueden ser modificados tubería por tubería.
 - Permite que los coeficientes de las reacciones de pared sean correlativos con la rugosidad de la tubería.
 - Permite a lo largo del tiempo entradas de concentración o masa en cualquier punto de la instalación.

- Modeliza los depósitos de tres formas: de mezcla completa, de caudal desplazable (plug flow), o con dos compartimentos de mezcla.

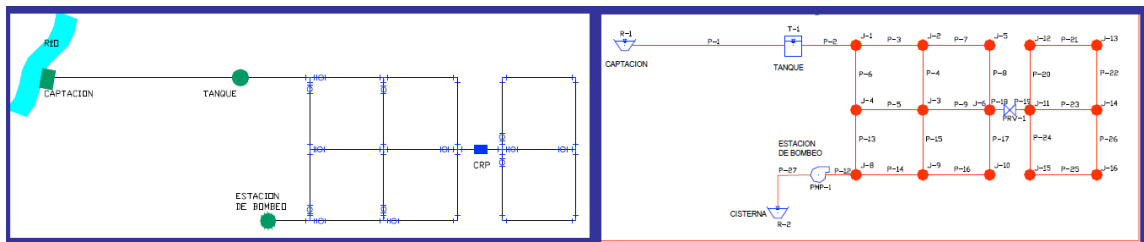
Gracias a todas estas características, WaterCAD puede estudiar cualquier fenómeno de calidad del agua, tales como:

- Mezclado de aguas de diferentes fuentes.
- Edad del agua a lo largo del sistema.
- Disminución del cloro residual.
- Crecimiento de los subproductos de desinfección.
- Seguimiento de posibles situaciones de propagación de la contaminación.

- Elementos del sistema:

WaterCAD, modeliza un sistema de distribución de agua como una serie de líneas conectadas a nudos. Las líneas representan tuberías, bombas y válvulas de control. Los nudos representan conexiones, tanques y depósitos (también llamados reservorios). La figura siguiente muestra cómo estos objetos pueden ser conectados para representar una red.²²

Figura 59. Componentes físicos en un sistema de distribución de agua



Fuente: elaboración propia, empleando WaterCAD 2019.

²² PAUCAR CARRASCO, Elvis Yury. *sistema de abastecimiento de agua potable en las urbanizaciones Nuevo Progreso y Unión Milluni del distrito Demacari, provincia de Melgar – Región*. <https://1library.co/document/y96jn9vy-sistema-abastecimiento-urbanizaciones-progreso-milluni-districto-provincia-region.html>. Consulta: marzo de 2020.

- Análisis hidráulico

El modelo de simulación hidráulica de WaterCAD, calcula alturas en conexiones y caudales en las líneas para un conjunto fijo de niveles de depósitos, niveles de tanques, y demandas de agua a lo largo de una sucesión de instantes temporales. Desde un instante de tiempo, los siguientes niveles de depósitos y demandas en las conexiones son actualizadas de acuerdo a los patrones de tiempo que se les ha asociado mientras que los niveles del tanque son actualizados utilizando los datos solución de caudal. La solución de altura y caudal en un determinado punto a lo largo del tiempo supone el cálculo simultáneo de la conservación del caudal en cada conexión y la relación de pérdidas que supone su paso a través de las conexiones de todo el sistema.

Este proceso, conocido como equilibrado hidráulico de la red, requiere métodos iterativos de resolución de ecuaciones no lineales. WaterCAD utiliza el algoritmo del Gradiente con este propósito.

El intervalo de tiempo utilizado para la simulación de período extendido (EPS, o SPE en español) puede modificarse por el usuario. Un valor bastante común es 1 hora. Pueden darse intervalos de cálculo inferiores al normal cuando se produzca alguno de los siguientes sucesos:

- Cuando ocurre el siguiente periodo de obtención de resultados.
- Cuando ocurre el siguiente periodo del patrón de tiempo.
- Cuando se produce el llenado o vaciado de un tanque.
- Cuando se activa un control simple o un control programado.

Ahora se realizará un ejemplo teórico para dos tramos de ambas divisiones de la red de distribución de agua potable.

- Ejemplo de diseño de un tramo, sector 2:

Se procederá a diseñar el tramo T-62, para realizar el diseño, previamente se deben conocer las bases generales de diseño, las cuales se muestran en la siguiente tabla:

Tabla LXXX. **Datos de diseño tramo del sector 2**

Tipo de sistema:	Red de agua potable
Tipo de conducción:	A presión
Período de diseño:	20 años
Tramo =	T-62
Número de tramo =	T-62
Distancia (de borde a borde) =	317 metros
Número de casas en el tramo =	24
Número de casas acumuladas (actualmente) =	24
Densidad de vivienda =	8 habitantes/vivienda
Total de habitantes a servir (actualmente) =	195
Total de habitantes a servir (futuro) =	336 habitantes
Nodo inicial	J-10
Nodo final	J-53
Cota del terreno inicial =	1460,98 metros
Cota del terreno final =	1462,85 metros
Desnivel =	-1,87 metros
Diámetro de la tubería (interno) =	1,532 pulgadas
C =	150
Dotación =	150 l/hab/día
Factor de hora máximo=	2
Material de la tubería:	PVC

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 365.

$$\text{Desnivel} = 1\ 460,98 - 1462,85 = -1,87 \text{ metros}$$

Para calcular el caudal medio del tramo se tomaron en cuenta los datos de población futuros, ya que es con estos que se diseñó el proyecto.

Habitantes actuales = 24 viviendas * 8 habitantes/vivienda = 195 habitantes

Población futura = 195 * (1 + (2,40294/100))²³ = 336 habitantes

Número de casas en el futuro= 336 habitantes / 8 habitantes/vivienda = 42 viviendas

- Cálculo del caudal medio

$$Q_m = Q_{dom} + Q_{com} + Q_{ind}$$

- Caudal domiciliar

Caudal de vivienda en tramo:

$$Q_{vivienda} = \left(\frac{(336 \text{ habitantes} * 150 \text{ l/hab/día})}{(86\,400 \text{ seg})} * 2 \right) / (42 \text{ viviendas}) = 0,02778 \text{ Lts/seg}$$

$$Q_{vivienda \text{ en el tramo}} = (0,02778 \text{ Lts/seg}) * (42 \text{ viviendas}) = 1,16667 \text{ Lts/seg}$$

- Caudal comercial

No existe ningún tipo de comercio en el tramo T-62.

- Caudal industrial

No existe ningún tipo de industria en el tramo T-62.

- Caudal medio

$$Q_m \text{ futuro} = 1,166666666666667 \text{ l/s} + 0 + 0 = 1,166666666666667 \text{ l/s}$$

- Cálculo del diámetro aproximado procedimiento 1:

$$\varnothing = (1\,743,811 * 317 \text{ metros} (1,166666666666667 \text{ l/s})^{1,85}) / (150^{1,85} * 1,869999999999989 \text{ metros})^{(1/4,87)} = 2,099594771365 \text{ pulgadas}$$

$$\varnothing \text{ aproximado} = 2,5 \text{ pulgadas}$$

- Cálculo de pérdida por fricción por medio de la ecuación Hazen-Williams

$$H_f = (1\,743,811 * 317 \text{ metros} (1,166666666666667 \text{ l/s})^{1,85}) / (150^{1,85} * (2,5 \text{ pulgadas})^{4,87}) = 0,79923328892129 \text{ metros}$$

- Velocidad

$$V = (1,166666666666667 \text{ l/s} * (1 \text{ m}^3 / 1\,000 \text{ l}))^{1/2} / ((\pi/4) * (2,5 \text{ pulgadas} * 1 \text{ m} / 39,37 \text{ pulgadas})^2) = 0,368389904828757 \text{ m/s}$$

- Cotas piezométricas

$$\text{Cota piezométrica inicial} = 1\,485,60409352509 \text{ metros}$$

$$\text{Cota piezométrica final} = 1\,485,60409352509 \text{ metros} - 0,79923328892129 \text{ metros} = 1\,484,80486023616 \text{ metros}$$

- Presiones

$$\text{Presión inicial} = 24,624093525086 \text{ mca}$$

$$\text{Presion final} = 1\,484,80486023616 \text{ metros} - 1\,462,85 \text{ metros} = 21,9548602361649 \text{ mca}$$

- Cálculo del diámetro aproximado procedimiento 2

$$\varnothing \text{ seleccionado} = 1,25 \text{ pulgadas}$$

$$\varnothing \text{ interno seleccionado} = 1,532 \text{ pulgadas}$$

- Cálculo de pérdida por fricción por medio de la ecuación Hazen-Williams

$$H_f = (1\,743,811 * 317 \text{ metros} (1,16666666666667 \text{ l/s})^{1,85}) / (150^{1,85} * (1,532 \text{ pulgadas})^{4,87}) = 8,67823127021561 \text{ metros}$$

- Velocidad

$$V = (1,16666666666667 \text{ l/s} * (1 \text{ m}^3/1000 \text{ l}))^{1/2} / ((\pi/4) * (1,532 \text{ pulgadas} * 1 \text{ m}/39,37 \text{ pulgadas})^{1/2}) = 0,981002710317292 \text{ m/s}$$

- Cotas piezométricas

$$\text{Cota piezométrica inicial} = 1486,79348364992 \text{ metros}$$

$$\text{Cota piezométrica final} = 1\,486,79348364992 \text{ metros} - 8,67823127021561 \text{ metros} = 1\,478,1152523797 \text{ metros}$$

- Presiones

$$\text{Presion inicial} = 25,8134836499169 \text{ mca}$$

$$\text{Presion final} = 1\,478,1152523797 \text{ metros} - 1\,462,85 \text{ metros} = 15,2652523797015 \text{ mca}$$

- Ejemplo de diseño de un tramo, sector 1:

Se procederá a diseñar el tramo T-61, para realizar el diseño, previamente se deben conocer las bases generales de diseño, las cuales se muestran en la siguiente tabla:

Tabla LXXXI. **Datos de diseño tramo del sector 1**

Tipo de sistema:	Red de agua potable
Tipo de conducción:	A presión
Período de diseño:	20 años
Tramo=	T-61
Número de tramo=	T-61
Distancia (de borde a borde) =	310,2 metros
Número de casas en el tramo =	23
Número de casas acumuladas (actualmente) =	23
Densidad de vivienda=	8habitantes/vivienda
Total de habitantes a servir (Actualmente) =	185
Total de habitantes a servir (Futuro) =	320 habitantes
Nodo Inicial	J-15
Nodo Final	J-49
Cota del terreno Inicial=	1460,85 metros
Cota del terreno Final=	1 466,5 metros
Desnivel=	-5,65 metros
Diámetro de la tubería (interno) =	1,532 pulgadas
C=	150
Dotación=	150 l/hab/día
Factor de Hora Máximo=	2
Material de la tubería:	PVC

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 365.

$$\text{Desnivel} = 1\,460,85 - 1\,466,5 = -5,65 \text{ metros}$$

Para calcular el caudal medio del tramo se tomaron en cuenta los datos de población futuros, ya que es con estos que se diseñó el proyecto.

Habitantes actuales = 23 viviendas * 8 habitantes/vivienda = 185 habitantes

Población futura = $185 * (1 + (2,40294/100))^{23} = 320$ habitantes

Número de casas en el futuro = 320 habitantes / 8 habitantes/vivienda = 40 viviendas

- Cálculo del caudal medio

$$Q_m = Q_{dom} + Q_{com} + Q_{ind}$$

- Caudal domiciliar

- Caudal de vivienda en tramo

$$Q_{vivienda} = \left(\frac{(320 \text{ habitantes} * 150 \text{ l/hab/día})}{(86400 \text{ seg})} * 2 \right) / (40 \text{ viviendas}) = 0,02778 \text{ Lts/seg}$$

$$Q_{vivienda \text{ en el tramo}} = (0,0277777777777778 \text{ Lts/seg}) * (40 \text{ viviendas}) = 1,11111 \text{ Lts/seg}$$

- Caudal comercial

No existe ningún tipo de comercio en el tramo T-61.

- Caudal industrial

No existe ningún tipo de industria en el tramo T-61.

- Caudal medio

$$Q_m \text{ futuro} = 1,111111111111111 \text{ l/s} + 0 + 0 = 1,111111111111111 \text{ l/s}$$

- Cálculo del diámetro aproximado PROCEDIMIENTO 1

$$\begin{aligned} \varnothing = & (1\,743,811 * 310,2 \text{ metros} (1,111111111111111 \text{ l/s})^{1,85}) / (150^{1,85} \\ & * 5,65000000000009 \text{ metros})^{1/4,87} = 1,63511117549686 \text{ pulgadas} \end{aligned}$$

\varnothing aproximado=2 pulgadas

- Cálculo de pérdida por fricción por medio de la ecuación Hazen-Williams

$$H_f = (1\,743,811 * 310,2 \text{ metros} (1,111111111111111 \text{ l/s})^{1,85}) / (150^{1,85} * (2 \text{ pulgadas})^{4,87}) = 2,11839847810074 \text{ metros}$$

- Velocidad

$$V = (1,111111111111111 \text{ l/s} * (1 \text{ m}^3/1000 \text{ l}))^{1/2} / ((\pi/4) * (2 \text{ pulgadas} * 1 \text{ m}/39,37 \text{ pulgadas})^2) = 0,548199263138031 \text{ m/s}$$

- Cotas piezométricas

Cota piezométrica inicial = 1 486,36602901978 metros

Cota piezométrica final = 1 486,36602901978 metros - 2,11839847810074 metros = 1 484,24763054168 metros

- Presiones

Presion inicial = 25,5160290197787 mca

Presion final = 1 484,24763054168 metros – 1 466,5 metros = 17,7476305416778 mca

- Cálculo del diámetro aproximado PROCEDIMIENTO 2

- Cálculo del diámetro aproximado

Ø seleccionado = 1,25 pulgadas

Ø interno seleccionado = 1,532 pulgadas

- Cálculo de pérdida por fricción por medio de la ecuación Hazen-Williams

$H_f = (1\,743,811 * 310,2 \text{ metros} (1,11111111111111 \text{ l/s})^{1,85}) / (150^{1,85} * (1,532 \text{ pulgadas})^{4,87}) = 7,75913927867984 \text{ metros}$

- Velocidad

$V = (1,11111111111111 \text{ l/s} * (1 \text{ m}^3/1000 \text{ l}))^2 / ((\pi/4) * (1,532 \text{ pulgadas} * 1 \text{ m}/39,37 \text{ pulgadas})^2) = 0,934288295540278 \text{ m/s}$

- Cotas piezométricas

Cota piezométrica inicial=1486,88670725584 metros

Cota piezométrica final = 1 486,88670725584 metros - 7,75913927867984 metros = 1479,12756797716 metros

- Presiones

Presion inicial = 26,0367072558417 mca

Presion final = 1 479,12756797716 metros – 1 466,5 metros = 12,6275679771618 mca

2.3.10.2. Sistema de desinfección

Para tratar el agua y hacerla apta para el consumo humano existen procesos sanitarios de tratamiento que alteran la condición específica del agua.

El proceso más común es la cloración, cuyo proceso está destinado a destruir o dificultar el desarrollo de microorganismos de significado sanitario.

Para tomar la decisión del porcentaje de cloro que se utilizará, debe realizarse el examen bacteriológico y el análisis físico químico sanitario, con el fin de determinar las concentraciones de los diferentes parámetros que son evaluados.

Para este proyecto se utilizará un alimentador automático de tricloro, que es un recipiente en forma de termo que alberga dichas tabletas, las cuales se disolverán mediante el paso del agua por el mismo, dichos alimentadores vienen

en diferentes capacidades de almacenamiento de tabletas, la cual depende del caudal requerido para el proyecto, se optó por utilizar las tabletas a través del alimentador automático, dado que es el más económico en cuanto a operación y mantenimiento, para determinar la cantidad de tabletas para clorar el caudal de agua del presente proyecto, se hará de la siguiente forma:

- Tablet de tricloro: es una forma de presentación del cloro, la cual consiste en pastillas o tabletas que tienen un tamaño de 3" de diámetro, por 1" de espesor, con una solución de cloro al 90 % y un 10 % de estabilizador, el peso de la tableta es de 200 g. y la velocidad a la que se disuelve en agua en reposo es de 15 g. en 24 horas. Para determinar la cantidad de tabletas para clorar el caudal de agua para los proyectos se hace mediante la fórmula siguiente:

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

Donde:

G = gramos de tricloro

C = miligramos por litro

M = litros de agua a tratarse por día = $Q_m \times 86,400 \text{ seg}$

D = número de días que dura el tricloro

%C = concentración de cloro

Para calcular el valor de M utilizamos la siguiente expresión:

$$M = Q_m * 86400 \text{ seg}$$

Donde:

Qm = caudal medio

86 400 seg = segundos que tiene un día

$$M = 5,0676 \text{ l/s} * 86\ 400 \text{ seg} = 437\ 840,28608 \text{ Litros}$$

Para este proyecto se determina la cantidad de tabletas de tricloro que se necesita para clorar el agua, para un periodo de 30 días.

Los datos que utilizaremos para este proyecto son los siguientes:

C = 0,001 miligramos por litro

D = 30 días que dura el tricloro

%C = 0,9

$$G = (0,001 * 437\ 840,28608 * 30) / 0,9 = 14\ 594,6762 \text{ gramos}$$

$$\text{Número de tabletas de tricoloro} = 14\ 594,6762 \text{ gramos} * (1 \text{ tableta de Tricloro} / 200 \text{ gramos}) = 73$$

- Recomendaciones para el sistema alimentador de tabletas de tricloro:
 - Funcionamiento: deberá ser automático, sin partes móviles, sin requerir energía eléctrica para su funcionamiento, debe permitir el flujo de agua a través de las tabletas de hipoclorito de calcio para formar la solución.
 - Ubicación del clorador: se deberá instalar el clorador en una caja instalada, en la tubería de entrada al tanque elevado y deberá

- graduarse el flujo para permitir que la cantidad de cloro residual, en el punto más alejado oscile entre 0,7 y 1,5 partes por millón.
- Caja para hipoclorador: Tiene como finalidad proteger al clorador. En lo posible deberá construirse con materiales locales. Deberá tener una tapadera de registro con pasador y candado. Como referencia tórnense como dimensiones interiores 1,00 x 1,00 metro en planta por 1,00 metro de altura.

2.3.10.3. Obras de arte

Las obras de arte en esta área de la ingeniería se les denomina a las construcciones necesarias para captar el agua desde la fuente, realizar un tratamiento previo para luego conducirla, almacenarla y distribuirla a la comunidad en forma regular y segura. Entre estas obras están: los túneles, puentes, sifones, cámaras limitadores de presión, cámaras de desagüe, válvulas de aire, dispositivos antiarrietes, entre otros.

2.3.10.4. Válvulas

Las válvulas dentro de un sistema de acueducto sirven para abrir y cerrar, conectar y desconectar, regular, modular o aislar el flujo de agua. Para este proyecto se emplearon válvulas en las conexiones domiciliarias, las cuales son las siguientes:

- Válvula de compuerta: las características principales de esta válvula de compuerta son: cierra el orificio con un disco vertical de cara planamente que se desliza en ángulos rectos sobre el asiento. Se utiliza para abrir o cerrar total el flujo, no es utilizada para regular el caudal de agua y no debe de ser usada frecuentemente.

- Válvula de cheque: la válvula de retención está destinada a impedir una inversión de la circulación. La circulación del líquido en el sentido deseado abre la válvula; al invertirse la circulación, se cierra.
- Llave de paso o válvula antifraude: una llave de paso también llamado llave de corte, es un dispositivo usado para dar paso o cortar el flujo de agua de una tubería de la cual forma parte. La válvula antifraude es una válvula o llave de paso que, de manera similar a una caja fuerte, únicamente puede abrirse con una llave específica y con una secuencia de actuación, que sólo conocen las empresas de distribución.

2.3.10.5. Conexiones prediales

Lo componen las tuberías y accesorios destinados a llevar el servicio de agua de la red de distribución al interior de la vivienda, también son llamadas conexiones domiciliarias. El tipo de distribución es domiciliar en su totalidad y contará con los siguientes elementos:

Tabla LXXXII. Elementos de conexión domiciliar

Descripción recurso	Und.	Cantidad
Adaptador macho PVC de 3/4"	u	2,0000
Arena de río	m3	0,0100
Caja de registro para válvulas concreto prefabricado marco y tapa	und	1,0000
Cemento solvente para tubería PVC	gal	0,0100
Codo de PVC 45° de 3/4" campana cementada	und	2,0000
Contador de 3/4"	u	1,0000
Copla de PVC de 3/4" campana cementada	und	1,0000
Curva de PVC de 3/4" x 90°	u	1,0000
Llave de paso de bronce de 3/4" he-he antifraude	und	1,0000
Niple 3/4" he-he PVC (cuenta con terminales de rosca tipo macho en ambos extremos)	und	1,0000

Continuación de la tabla LXXXII.

Teflón	und	1,5000
Tubería de pvc 3/4", agua potable astm d2241 250 psi, sdr26,tubo 6m. Con campana	u	2,0000
Unión universal de pvc 3/4"	und	1,0000
Válvula corporation 3/4"	und	1,0000
Válvula de cheque 3/4"	u	1,0000
Válvula de compuerta de bronce ø 3/4"	und	1,0000

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 365.

2.3.11. Propuesta de tarifa

Para utilizar el servicio de agua potable es necesario proponer una tarifa, la cual tendrá que ser aprobada por el COCODE de la colonia y autorizada por la municipalidad. A continuación, se hace un desglose de los gastos necesarios para el funcionamiento de la red de distribución de agua potable:

- Costo de operación (Co)

Contempla el pago mensual de un fontanero para efectuar revisiones constantes al sistema y operar el sistema de cloración.

Se utiliza la siguiente fórmula:

$$C_o = \left(\frac{L}{3} + \frac{N_c}{P} \right) * P_f * 1,67$$

Donde:

Co = costo de operación.

L = longitud de la tubería en kilómetros.

Nc = número de conexiones.

Pf = pago del fontanero.

1,67 = factor que representa prestaciones.

P = número de conexiones diarias que revisa el fontanero.

3 = número de kilómetros que recorre por día el fontanero en la red de distribución.

Tabla LXXXIII. **Datos para costo de operación**

Descripción	Cantidad
L = Longitud de la tubería en kilómetros	9,75
Nc = Número de conexiones	655,00
Pf = Pago del fontanero (diario)	90,16
Factor que representa prestaciones	1,67
P= Número de conexiones que revisa por día el fontanero	20,00

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 365.

$$Co = ((9,75425/3)+(655/20))*90,16*1,67= Q.5420,6325 /mensuales$$

- Costo de mantenimiento (Cm)

Se estima el quince por millar del costo total del proyecto presupuestado. Y este fondo será utilizado para la compra de materiales cuando haya necesidad de reparar averías o hacer mejoras en la red.

Se utiliza la siguiente fórmula:

$$C_m = \left(\frac{L * 0,015}{P} \right)$$

Donde:

Cm = costo de mantenimiento

0,015 = quince por millar

C = costo total del proyecto

P = período de diseño en años

Tabla LXXXIV. **Datos para costo de mantenimiento**

Costo total del proyecto (Q.) =	10 671 378,47
Período de diseño (n) =	23,00
0.015 = Quince por millar	15,00

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 365.

$$C_m = (0,015 * 10671378,47) / 23 = Q.6959,59465434783 / \text{mensuales}$$

- Costo del tratamiento (Ct)

Es calculado especialmente para la compra de calcio.

Se utiliza la siguiente fórmula:

$$C_t = \frac{30 * C_{hth} * Q_{hm} * R_{ac} * 86\ 400}{18\ 389,29202 * 0,65}$$

Donde:

Ct = costo de tratamiento

Chth = costo de cien libras hipoclorito de calcio

Qhm = caudal máximo horario

Rac = relación agua cloro en una parte por millar

86 400 = segundos que tiene un día

18 389,29202 = gramos necesarios de calcio para satisfacer el caudal máximo horario

30 = días del mes

0,65 = Concentración de cloro

Tabla LXXXV. **Datos costo del tratamiento**

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
Chth = Costo de cien libras hipoclorito de calcio	2 350,00
Qhm = Caudal máximo horario (L/s)	10,14
Rac = Relación agua cloro en una parte por millar	0,00
Segundos que tiene un día	86 400,00
Gramos en cien libras	18 389,29
días del mes	30,00
Concentración de cloro	0,65

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 365.

$$\begin{aligned} Ct &= (30 * 2\,350 * 10,1351918074074 * 0,001 * 86\,400 / 18\,389,29201536 * 0,65 \\ &= Q. 5\,164,83516 \text{ /mensuales} \end{aligned}$$

- Gastos administrativos (Ga)

Estos serán utilizados para comprar útiles de oficina tales como: papel bond, sellos, viáticos, pagos del tesorero y otros. Este cálculo se hace con un porcentaje

de los tres anteriores que son: costo de operación, costo de mantenimiento, costo de tratamiento.

Se utiliza la siguiente fórmula:

$$G_a = (C_o + C_m + C_t) * 0,10$$

Donde:

Ga = gastos administrativos

Co = costo de operación

Cm = costo de mantenimiento

Ct = costo de tratamiento

Tabla LXXXVI. **Datos gastos administrativos**

Porcentaje	0,10
------------	------

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 365.

$$G_a = (5\,420,6325 + 6\,959,59465434783 + 5\,164,83516) * 0,1 = Q. 1\,754,50623$$

/mensuales

- Costo de reserva (Cr)

Se le denomina así, a una reserva de dinero que se debe tener para cualquier imprevisto que afecte el proyecto, el cual será un 10 % de los costos de operación, mantenimiento y tratamiento.

Se utiliza la siguiente fórmula:

$$C_r = (C_o + C_m + C_t) * 0,10$$

Donde:

Cr = Costo de reserva

Co = Costo de operación

Cm = Costo de mantenimiento

Ct = Costo de tratamiento

Tabla LXXXVII. **Datos costo de reserva**

Porcentaje	0,10
------------	------

Fuente: Elaboración propia

$$Cr = (5\,420,6325 + 23\,198,6488478261 + 5\,164,83516) * 0,1 = Q. 1\,754,50623$$

/mensuales

- Propuesta de tarifa para consumo

Para que un sistema de agua potable cumpla con su cometido y sea sostenible durante el período para el que se diseña, se requiere de un fondo para operar el sistema y darle mantenimiento. Para esto se determinó una tarifa que cada una de las viviendas como usuarios deben cancelar. La tarifa por vivienda es la suma de: costo de operación (Co), costo de mantenimiento (Cm), costo de tratamiento (Ct), costo de administración (Ca) y costo de reserva (Cr).

Se utiliza la siguiente fórmula:

$$U = \frac{C_o + C_m + C_t + C_a + C_r}{n}$$

Donde:

n = número de viviendas del proyecto

U= Consumo por vivienda

Tabla LXXXVIII. **Datos propuesta de tarifa para consumo**

Número de viviendas =	652,00
-----------------------	--------

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 365.

$$U = (5\,420,6325 + 6\,959,59465434783 + 5\,164,83516 + 1\,754,50623 + 1\,754,50623) / 652 = Q. 32,29153/\text{mensuales}$$

2.3.11.1. Programa de operación y mantenimiento

- Manual de operación y mantenimiento

El agua para consumo humano es fundamental para la vida, no solo porque se requiere para beber sino también porque es necesaria para la higiene, la producción de alimentos y otras actividades.

¿Cómo era el agua que se consumía antes de la construcción del sistema de agua para consumo humano? Seguramente se consumía del riachuelo o manantial de la población, que al estar a campo abierto se contamina con heces y organismos infecciosos que producen enfermedades como el cólera, fiebre tifoidea y diarreas que se propagan rápidamente a través del agua y alimentos que se consumen.

- Sistemas de agua para consumo humano y cómo está integrado

El Sistema de agua, es el conjunto de infraestructura pública que se ha construido para suministrar agua en cantidad y calidad suficientes para el consumo humano. El sistema está integrado por: la captación, línea de conducción o de impulsión, tanque de distribución, cajas de válvulas, cajas rompe presión, las redes de distribución y conexiones domiciliarias.

- Captación
 - ¿Cuáles son las actividades de operación y mantenimiento (OM) preventivo en las captaciones?

Para captaciones laterales y de fondo pueden realizarse las siguientes actividades de mantenimiento preventivo:

- Limpiar las rejillas retirando hojas, troncos o cualquier residuo presente.
- Lavar y limpiar el tanque recolector para remover los sólidos y la suciedad acumulados en las paredes y en el fondo.
- Abrir la válvula de limpieza del tanque recolector y dejar salir los sedimentos acumulados en su interior.
- Abrir o cerrar las compuertas, según el caudal de agua que necesite.
- Verificar el funcionamiento de las válvulas y lubricarlas, de ser necesario.
- Tener en cuenta los cambios en la calidad del agua cruda, especialmente relacionados con el caudal, la turbiedad y los sedimentos de gran tamaño.

- Interrumpir el servicio cuando el agua esté muy turbia o tenga mucho lodo y avisar al operador de planta sobre esta situación, si hay planta.
- Para captaciones flotantes o móviles se lleva a cabo lo siguiente:
 - Actividades:
 - Encender y apagar los equipos de bombeo según la programación establecida.
 - Realizar el cebado de los equipos de bombeo colocando agua para que no arranquen en seco.
 - Realizar labores de mantenimiento de los equipos de bombeo según las recomendaciones de los manuales de operación y mantenimiento que suministra el fabricante.

A continuación, se citan las principales actividades para el mantenimiento de la captación y la frecuencia con la que se deben realizar.

Tabla LXXXIX. **Mantenimiento captación por medio de pozo**

CAPTACIÓN POR MEDIO DE POZO	
Frecuencia	Diaria
Actividad	<ul style="list-style-type: none"> • Encienda y apague los equipos de bombeo según la programación establecida. • Ceba los equipos de bombeo, colocando agua para que no arranquen en seco.
Frecuencia	Según manuales de bombeo o fabricantes de estos.
Actividad	<ul style="list-style-type: none"> • Realice el mantenimiento preventivo y periódico de estos.
Observaciones	<ul style="list-style-type: none"> • Comprobar si hay evidencias de acceso a la captación de personas ajenas a la comunidad, ganado o animales mayores. En caso de comprobarlo, verificar el estado de las cercas de aislamiento y reparar cualquier daño encontrado. • Dejar registro escrito de todas las actividades de mantenimiento realizadas a la captación. • Informar al administrador/a o Junta Administradora sobre las actividades realizadas y sobre cualquier novedad o daño encontrado que no se haya podido reparar.

Fuente: Fundación Avina. *Operación y Mantenimiento de sistemas de agua potable*. p. 98.

- **Conducción**
 - ¿Cuáles son las actividades de operación y mantenimiento preventivo de las tuberías de aducción y conducción?

Los principales problemas en las tuberías de aducción y conducción ocurren debido a obstrucciones por material que llega desde la captación cuando no hay desarenador, planta de tratamiento o filtros. Además, se pueden presentar fallas por asentamiento o deslizamiento del suelo que los soporta; también por la presencia de aire, cuando la aducción es demasiada larga. Por último, se

puede presentar rotura por debilitamiento de las tuberías, cuando quedan expuestas al ambiente, en especial si son de plástico. Cuando las tuberías quedan expuestas, pueden igualmente ser objeto de vandalismo o de roturas por realización de trabajos u otros.

Para las tuberías de aducción y conducción se deben, realizar las siguientes actividades de mantenimiento preventivo:

- Mantener despejada el área adyacente a la tubería. Esto facilita su inspección.
- Hacer recorridos frecuentes a lo largo de las tuberías para verificar su estado y detectar riesgos de inestabilidad del terreno.
- Debe evitarse que queden tramos de tubería expuestos al sol, sobre todo si son de plástico o polietileno. El sol daña la superficie de las tuberías, afecta su flexibilidad y las hace menos resistentes. Si esta situación se presenta, hay que cubrir la tubería a una altura mínima de 60 centímetros por encima del lomo del tubo.
- Detectar fugas, filtraciones y roturas, y repararlas de inmediato. Recuerde que las fugas producen exceso de humedad en el suelo, lo que a su vez puede provocar derrumbes o asentamientos del terreno alrededor de las tuberías, con el consecuente daño de la tubería o de otro tipo de infraestructura / instalación como calles, carreteras, muros, casas, etc.
- Revisar periódicamente que las válvulas para aire o ventosas tengan un funcionamiento correcto, es decir, que expulsen el

aire contenido en las tuberías. La válvula de conexión entre la tubería de conducción y la ventosa debe permanecer siempre abierta.

- Abrir periódicamente las válvulas de purga y drenar los sedimentos acumulados en el fondo de las tuberías. Durante esta operación, las válvulas se deben abrir y cerrar lentamente, con el fin de evitar sobrepresiones en las tuberías (golpe de ariete).
- Verificar que el chorro en la cámara de quiebre de presión o tanque rompe presión esté sumergido.
- Revisar periódicamente el funcionamiento de las válvulas y lubricarlas.
- Detectar y eliminar conexiones no autorizadas.

Tabla XC. **Mantenimiento preventivo de tuberías de aducción y conducción**

MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE TUBERÍAS DE ADUCCIÓN Y CONDUCCIÓN	
Frecuencia	Diaria
Actividad	<ul style="list-style-type: none"> • Revise la tubería para detectar fugas y daños y repárela de inmediato. • Verificar que las válvulas estén funcionando en forma adecuada. Si no es así, repárelas.
Materiales requeridos	Tubería, pala, pico, segueta, balde, guantes, pegamento, uniones, etc. 2 cepillos y aceite lubricante.
Frecuencia	Cada mes
Actividad	<ul style="list-style-type: none"> • Revise la colocación de los puntos de referencia del trazado de la tubería (indicadores o mojones), importantes para saber por dónde pasa enterrada la tubería; si no están, colóquelos nuevamente.

Continuación de la tabla XC

Actividad	<ul style="list-style-type: none">• Drenar las tuberías para eliminar sedimentos e incrustaciones que se hayan formado. Para realizar esta actividad, se deben abrir las válvulas de purga principalmente en las horas de bajo consumo y procurando que el tanque esté con alto nivel. El tiempo que tarde en mantener la purga abierta depende de la cantidad de sedimentos que exista en la aducción y conducción.
Materiales requeridos	<ul style="list-style-type: none">• Estacas, mazo o martillo, machete.• Llave maestra para abrir las purgas.
Observaciones	<ul style="list-style-type: none">• Deje registro escrito de todas las actividades de mantenimiento realizadas en las tuberías de aducción y conducción.• Informe al administrador/a o Junta Administradora sobre las actividades realizadas y sobre cualquier novedad o daño encontrado que no se haya podido reparar.

Fuente: Fundación Avina. *Operación y Mantenimiento de sistemas de agua potable*. p. 99.

- Para no olvidar:

Recuerde siempre actualizar los planos de las tuberías de aducción, conducción y distribución, de acuerdo con las reparaciones, cambios y ampliaciones que se realicen.

- Tanque de almacenamiento
 - ¿Cuáles son las actividades de operación y mantenimiento preventivo de los tanques de almacenamiento?
 - Limpie el área circundante y elimine cualquier foco de suciedad o contaminación.
 - Revise si existen fugas o grietas en el tanque y repárelas.
 - Inspeccione la presencia de sedimentos en el fondo del tanque. Si los hay, brinde mantenimiento requerido. Avise a la comunidad que el servicio se va a suspender mientras se lava el tanque. Para lavarlo, cierre la válvula de entrada de agua al tanque y la salida hacia la comunidad. Abra la válvula de desagüe; si hay tubería de paso directo (by-pass), abra la válvula para que la comunidad no se quede sin agua. Deje que el tanque baje de nivel y con ayuda de botas limpias, escoba y cepillo limpios, saque el lodo que está en el fondo del tanque. Aproveche para lavar las paredes con el cepillo. Para el lavado, ayúdese de una manguera a presión conectada a la entrada del tanque o de un balde. Una vez limpio el tanque, cierre la válvula de desagüe, la de la tubería de derivación y abra la válvula de entrada de agua al tanque y luego abra la válvula de la tubería de salida a la comunidad. Cuando esté manipulando las válvulas hágalo suavemente, para evitar el golpe de ariete y que se reviente la tubería. Saque el aire que queda atrapado en la red con las válvulas de purga, válvulas para aire o hidrantes existentes.
 - Limpie periódicamente el interior del tanque. La frecuencia depende de la calidad del agua y de las condiciones del

ambiente. Esta limpieza debe efectuarse con espátula y cepillo, eliminando con cuidado toda suciedad del piso y de las paredes; hay que lavar el interior del tanque sin usar jabón.

- Las válvulas de entrada, salida, desagüe y de paso directo deben cuidarse de la corrosión. Por lo tanto, periódicamente se las debe proteger con pintura anticorrosiva y lubricarlas cuando se requiera.
- Programar la limpieza del tanque de tal forma que no afecte la presión en la red de distribución, ni se suspenda totalmente el servicio de agua a la población.

Las actividades de mantenimiento preventivo que el operador u operadora debe hacer al tanque de almacenamiento y la frecuencia con que debe realizarlas se describen a continuación:

Tabla XCI. **Mantenimiento preventivo tanque de almacenamiento**

Frecuencia	Diaria
Actividad	<ul style="list-style-type: none"> • Revise que las tapas o compuertas de las cámaras de válvulas estén bien cerradas y aseguradas. • Observe si existen grietas, fugas y rajaduras para corregirlas. • Revise si el tanque tiene sedimentos. • Proteja el agua del tanque de la entrada de la presencia de agentes extraños. Instale tapas o compuertas o cambie los empaques protectores.
Materiales requeridos	Mortero, arena y herramientas apropiadas.

Continuación de la tabla XCI.

Frecuencia		Cada dos semanas
Actividad	<ul style="list-style-type: none"> • Limpie los sedimentos manipulando la válvula de desagüe sin ingresar al tanque. En temporada de lluvias, realice toda la actividad dependiendo del volumen de lodos acumulados. 	
Materiales requeridos	Cepillo, balde, manguera, botas, llaves.	
Frecuencia		Cada mes
Actividad	<ul style="list-style-type: none"> • Limpie los sedimentos, ingrese al tanque para evaluar si requiere ser lavado. Antes de ingresar al tanque quite todas las tapas y déjelo ventilar por lo menos durante una hora. Revise la escalera de acceso al tanque, verifique que las tuercas y los tornillos estén bien ajustados. • Revise en el interior del tanque si existen grietas, fugas o desprendimientos de la pared y realice los correctivos necesarios. Recuerde que, por su seguridad, siempre que ingresa a un tanque otra persona debe quedar afuera pendiente de su actividad. 	
Materiales requeridos	Cepillo, balde, manguera, botas, llaves.	
Frecuencia		Cada año
Actividad	<ul style="list-style-type: none"> • Pinte las escaleras de acceso al tanque. 	
Materiales requeridos	<ul style="list-style-type: none"> • Retoque, resane y pinte el tanque externamente. Pintura anticorrosiva, brocha, balde. 	
Frecuencia		Cada dos años
Actividad	<ul style="list-style-type: none"> • Recubra las paredes interiores del tanque con mortero impermeabilizado. 	
Materiales requeridos	Mortero, arena y herramientas apropiadas.	
Observaciones	<ul style="list-style-type: none"> • Deje registro escrito de todas las actividades de mantenimiento realizadas en el tanque. • Informe al administrador/a o Junta Administradora sobre las actividades realizadas y sobre cualquier novedad o daño encontrado que no se haya podido reparar. 	

Fuente: Fundación Avina. *Operación y Mantenimiento de sistemas de agua potable*. p. 105.

- ¿Cómo se limpia y desinfecta un tanque de almacenamiento?

Para realizar la operación de limpieza y desinfección del tanque de almacenamiento, debe seguirse el procedimiento indicado a continuación:

- Programar de antemano la limpieza y avisar a los y las usuarias en caso de que sea necesaria una suspensión del servicio.
- Desocupar el tanque y limpiar los sedimentos acumulados.
- Restregar las paredes y el piso del tanque con un cepillo de cerda gruesa o grata metálica, para eliminar la suciedad adherida. No usar detergente.
- Enjuagar el tanque con suficiente agua.
- Llenar el tanque con una mezcla de agua e hipoclorito de calcio con 70 % en forma de cloro, para que el resultado sea una concentración de 50 partes por millón (50 g/m³) de cloro en el agua de llenado (ver explicación sobre el cloro).
- Dejar actuar la mezcla durante un mínimo de 24 horas.
- Vaciar el tanque totalmente. Permitir el desalojo del agua en el alcantarillado, si existe.
- Medir el cloro residual con el comparador o dispositivo de medición. Si el cloro residual resulta inferior a 0,4mg/L repetir la operación, pero con la mitad del cloro utilizado en el paso número 5.

- Redes de distribución

Son las tuberías que nacen después del reservorio y van llevando el agua a diferentes grupos de familias de su población.

- ¿Cuál es la actividad más frecuente que realiza un operador en un sistema de agua potable?

El operador o la operadora emplea una gran parte de su tiempo en reparar daños en las tuberías, sus accesorios y conexiones domiciliarias.

- ¿Cuáles son las principales causas de los daños?

En un sistema de agua potable, los daños más frecuentes se presentan por las siguientes causas:

- Asentamiento o desplazamiento del terreno donde están cimentados o enterrados los sistemas.
- Desalojo a través de las raíces de árboles que finalmente parten la tubería.
- Fracturas por expansión o contracción de los suelos.
- Tráfico pesado. Cuando las tuberías están instaladas en las vías, el impacto y el asentamiento producido por las ruedas de los vehículos hace que se partan las tuberías cuando no están cimentadas a una buena profundidad.
- Estallido de tuberías por exceso de presión; cambios bruscos y golpe de ariete.
- Mala calidad o fatiga de los materiales.

- Movimientos sísmicos y otros desastres naturales como: exceso de lluvia, inundaciones o crecidas.
 - Daños por vandalismo.
- ¿Cómo se reparan los daños?
- Se reparan según el tipo de daño y el material de la tubería y accesorios averiados.

Quando es necesario reemplazar un tramo de la tubería, por más pequeño que sea, deben seguirse los procedimientos descritos en los manuales de instalación y mantenimiento de los fabricantes de tuberías. Se considera que una reparación es similar a la instalación de un tubo de muy poca longitud.

A continuación, se presentan algunas recomendaciones generales para la reparación de daños:

- Si es necesario suspender el servicio, se debe informar a los y las usuarias afectadas.
- El operador u operadora deben tener siempre su caja de herramientas con todos los elementos necesarios, incluyendo algunos repuestos y accesorios menores, de uso frecuente en la reparación de daños.
- Todo daño reportado debe ser reparado en el menor tiempo posible.
- Se deben aislar y señalizar los sitios de trabajo. Especialmente cuando las reparaciones se hacen en la calle.
- Dejar constancia escrita de la reparación en un formulario para ese fin.

- ¿Cuál es el procedimiento para instalar tuberías y accesorios?

El procedimiento depende del tipo de tuberías y accesorios que se quiera ensamblar.

- ¿Cómo se instalan las tuberías PVC?

La profundidad mínima para la instalación de las tuberías en vías públicas debe ser de por lo menos 0,60 metros de la superficie del terreno hasta el lomo del tubo, considerando apropiada una profundidad de 0,80 metros.

En áreas de cultivo, cruces con carretes o vías de tráfico pesado, la profundidad mínima debe de ser mayor. Se recomienda instalarla bajo los 1,20 metros de profundidad.

Cuando la tubería se instala en suelos inestables o sometidos a tráfico pesado deben tomarse las medidas de protección necesarias, tales como revestimientos de concreto simple o mediante “encamisado” de la tubería con tubos de acero.

La tubería nunca debe quedar expuesta a la superficie. Cuando esto sea imposible, como por ejemplo en un cruce u orilla de quebrada o río, así como en pasos especiales, debe contar con las protecciones adecuadas.

Las reparaciones de tramos de tubería deben hacerse en ambiente seco. Se debe sacar primero el agua acumulada en la zanja y levantar la tubería unos 10 centímetros por encima del fondo de la zanja para evitar el ingreso de lodo a la red.

Las tuberías rotas o en mal estado pueden permitir el ingreso de agentes contaminantes a la red, sobre todo cuando hay pérdida de presión o se suspende el servicio. Para evitar eso, repare lo más pronto posible los daños de las tuberías o accesorios que produzcan fugas.

Antes de rellenar la zanja con la tubería instalada o reparada, compruebe que todo esté funcionando bien, es decir que no existan fugas. El relleno no se debe hacer con piedras o rocas, porque pueden deteriorar la tubería.

- Ensamble y reparación de tuberías:
 - Tuberías PVC (unión mecánica)
 - Antes de unirlos, limpie cuidadosamente tanto el interior de la campana como el espigo.
 - Coloque el lubricante indicado de manera pareja hasta alcanzar la mitad de la longitud del espigo. Mueva el espigo de tal forma que gire y “riegue” el lubricante. Nunca use jabón, manteca u otra sustancia diferente del lubricante indicado.
 - Asegúrese de que las tuberías estén alineadas. Nunca trate de introducir el espigo en ángulo.

- Tuberías PVC presión (unión soldada)
 - Corte el tubo con una segueta y asegúrese de que este quede a escuadra, es decir que el corte debe ser parejo en la “boca” del

- tubo. Si en el primer intento no lo logra, repita la operación. Quite las marcas de la segueta para que la superficie quede bien lisa.
- Limpie las superficies que va a unir (tanto el tubo como el accesorio), usando un trapo humedecido con limpiador PVC.
 - Pruebe la unión entre el tubo y el accesorio antes de aplicar la soldadura líquida. El tubo debe penetrar dentro del accesorio entre $1/3$ y $2/3$ de la longitud de la campana. Cuide que el tubo y el accesorio no queden fijos en esta prueba, de tal manera que se suelten fácilmente.
 - Aplique una ligera capa de soldadura líquida en el interior de la campana del accesorio. Una el tubo con el accesorio hasta que exista un buen ensamble y gire $1/4$ de vuelta para distribuir la soldadura; mantenga firmemente la unión por 30 segundos.
 - Evite que la soldadura penetre en el interior del tubo. Si esto sucede, seque rápidamente.
- Recomendaciones:
 - Nunca utilice empaques de neumático amarrados con alambre para reparar fugas. Estas soluciones temporales terminan siendo permanentes y causan muchas pérdidas de agua y pueden provocar contaminación del agua en la red.
 - Siempre utilice tubería de PVC para agua potable. Nunca utilice tubería sanitaria para aguas de lluvia, riego, redes eléctricas o cualquier otro uso diferente del sistema de agua potable.
 - Utilice accesorios para cambios de dirección; nunca caliente la tubería para doblarla y evitar el uso del codo.

- No haga una unión si la tubería está húmeda (aunque ahora existen tipos de soldadura líquida para PVC que permiten trabajar aun cuando la tubería esté húmeda o mojada).
 - No trabaje bajo la lluvia.
 - No permita que el agua entre en contacto con la soldadura líquida. Esta solo debe abrirse durante la aplicación a la tubería.
 - Desde la aplicación de la soldadura hasta la terminación de la unión no debe demorarse más de un minuto. Por lo tanto, aplique la soldadura solo cuando haya realizado todos los pasos anteriores.
- ¿Cuáles son las actividades de operación y mantenimiento de la red de distribución?

La red de distribución es uno de los componentes del sistema de agua potable al se debe prestar mayor atención. Debe funcionar en forma correcta para que el servicio sea prestado en las condiciones de calidad, cantidad, presión y continuidad requeridas por los usuarios y usuarias.

La operación de un sistema de agua potable consiste principalmente en abrir y cerrar válvulas a la entrada y salida del tanque de almacenamiento y en la red de distribución, con el fin de regular la cantidad de agua que pasa por la tubería y distribuir el flujo para que no se presenten deficiencias en ningún sector de la población.

También es necesario hacer toma de presiones en puntos altos, medios y bajos de la red. Tenga en cuenta que es recomendable que la presión mínima sea de 10 metros columna (mca), en los sitios más altos de la población y no mayor a 60 mca en los puntos más bajos.

Para esta actividad utilice los hidrantes o las conexiones domiciliarias con ayuda de un manómetro que puede ser adaptado a un punto terminal como una llave de horro o grifo, o bien a un adaptador hembra.

Periódicamente se deben revisar los accesorios para tener seguridad de su buen funcionamiento.

Tabla XCII. **Mantenimiento preventivo de la red de distribución**

MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN	
Frecuencia	Trabajo por realizar
Diario	<ul style="list-style-type: none"> • Compruebe si existen instalaciones clandestinas, ya sea por quejas o denuncias, por evidencias o rastros de su ejecución. • Revise y repare fugas en todos los tramos para evitar el desperdicio de agua. • Instruya a la comunidad para que informe oportunamente los daños o fugas a la entidad supervisora encargada.
Semanal	<ul style="list-style-type: none"> • Verifique si el terreno está cediendo en la zona donde está instalada la tubería. En caso de presentarse esta situación es necesario excavar porque esto generalmente es señal de que existe una posible fuga en la tubería. • Observe si las uniones están corridas. • Observe si hay humedad o encharcamiento sobre la zona de la tubería. • Determine si hay desplazamiento de la tubería por topografía quebrada. • Se debe verificar que el nivel del tanque de almacenamiento no baje en las horas de la noche, cuando no existe consumo en las viviendas. Si esto sucede, verifique que no sea por causa de fugas en la red, desperdicio a nivel domiciliario o uso del agua para fines distintos del uso doméstico.

Continuación de la tabla XCII.

Quincenal	Abra y cierre las válvulas con unas pocas vueltas para evitar que se peguen. Se recomienda aplicar, si es necesario, unas gotas de aceite lubricante.
Mensual	Por lo menos una vez al mes se deben lavar las tuberías para eliminar sedimentos que se hayan formado o acumulado. Para realizar esta actividad se deben abrir las válvulas de purga en la noche y en las horas de más bajo consumo.

Fuente: Fundación Avina. *Operación y Mantenimiento de sistemas de agua potable*. p. 112.

- **Conexión domiciliar**

Este es el último componente del sistema de distribución de agua potable y tiene como finalidad, suministrar el líquido en condición aceptable a la población, ya sea a través de un servicio domiciliar o un servicio tipo comunitario (llena cántaros o chorros públicos). Básicamente consiste en una derivación de la tubería de la red, a través de un tubo de diámetro pequeño, generalmente de ½ ó ¾ pulgada de poca longitud, que termina en una llave de paso o en un medidor de caudal, para la instalación interna del servicio en la infraestructura a la cual se le suministrará el servicio de agua potable.

Un elemento fundamental de las acometidas o conexiones domiciliarias son las válvulas. Requieren los siguientes cuidados:

- **Operación de válvulas**
 - Abra y cierre lentamente cuando se requiera, para evitar golpes de ariete.

- No permita que las válvulas se cierren forzosamente, evite que se peguen.
 - Las válvulas deben tener una tarjeta de control con los siguientes datos: sitio y fecha de instalación, tipo, marca, diámetro, fechas de mantenimiento y estado.
- Mantenimiento de válvulas

Si se necesita cambiar una válvula por presencia de fugas, daños o porque al cerrarlas deja pasar agua, se recomienda el siguiente procedimiento:

- Ubique en el plano la válvula que debe ser retirada.
- Suspnda el servicio de agua en la zona donde está la válvula que va a ser retirada.
- Excave alrededor de la caja para sacarla y así facilitar la reparación o cambio.
- Retire de la válvula los accesorios que la ajustan, bien sea la unión de reparación, brida, niple etc.
- Saque la válvula para su reparación. Si debe cambiar algún accesorio en el sitio, hágalo rápidamente; de lo contrario lleve la válvula al taller de reparación y coloque en su lugar una válvula de repuesto.
- Aproveche para hacer una buena limpieza de la válvula y para aceitar sus componentes. Si durante esta labor encuentra algún otro componente dañado, cámbielo.
- Coloque nuevamente la válvula en su lugar utilizando para ello cinta teflón, sellante o pegador.
- En caso de que no exista válvula de repuesto para reemplazar la que se va a llevar al taller, instale en su lugar un accesorio (unión,

niple, etc.) para continuar con el suministro de agua mientras la válvula es reparada. Instale el accesorio más adecuado, de acuerdo con los empates que tenga la válvula.

Tabla XCIII. **Mantenimiento preventivo de válvulas**

MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE VÁLVULAS		
Frecuencia	Trabajo por realizar	Herramientas
Diario	<ul style="list-style-type: none"> • Revise que no existan fugas; si las hay, repárelas. • Si encuentra manijas trabadas o cabezotes faltantes, repóngalos. • Retire los elementos extraños y la suciedad que encuentre dentro de la caja de operación de la válvula. 	Llave de boca fija, barra, pala, pico, llave inglesa. Llave para operar válvulas.
Semanal	Drene y limpie las cajas que protegen las válvulas para evitar que se dañen.	Balde, cepillo. Llave para operar válvulas.
Trimestral	<ul style="list-style-type: none"> • Verifique el estado, la apertura y el cierre de las válvulas. • Engrase los mecanismos de operación y los tornillos de las uniones de montaje. 	Aceite, destornillador, llave de boca fija, llave inglesa. Llave para operar válvulas.
Anual	Pinte las válvulas para evitar la corrosión, así como las tapas de la caja de protección.	Pintura anticorrosiva, brocha, thinner, llaves para operar válvulas.

Fuente: Fundación Avina. *Operación y Mantenimiento de sistemas de agua potable*. p. 113.

- Aparato de medición (contador)

Es un equipo que se instala en la tubería de la conexión domiciliaria antes del ingreso a la vivienda y sirve para medir el consumo del agua. Dicho equipo está protegido por una caja de concreto con una tapa metálica. El servicio del

agua para consumo humano es exclusivo para uso doméstico; por lo que, en las viviendas donde el uso del agua es indebido se recomienda la instalación del aparato de medición.

Tabla XCIV. **Mantenimiento preventivo de los medidores**

MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE LOS MEDIDORES	
Frecuencia	Trabajo por realizar
Cada vez que se realice la lectura	<ul style="list-style-type: none"> • Revise que no existan fugas, si las hay repárelas o programe su reparación. • Verifique que el medidor registre el consumo. • Observe que no existan elementos extraños dentro de la caja; límpiela. • Revise que no haya deterioro del medidor. • Registre en el formato apropiado lo que ha podido encontrar e infórmelo a la Dirección de Agua y Saneamiento de la Municipalidad de Villa Nueva. • Verifique que el consumo en la vivienda corresponda a lo real (una forma es consultando los registros que lleva la Dirección de Agua y Saneamiento de la Municipalidad de Villa Nueva); si hay dudas, identifique la causa y repórtela tanto al propietario como a la Dirección de Agua y Saneamiento de la Municipalidad de Villa Nueva. • Si se presenta una anomalía debido al deterioro del medidor, programe su retiro para llevarlo a reparación e instale un medidor provisional. • Si la anomalía se debe al daño del medidor programe su cambio.
	<ul style="list-style-type: none"> • Si se debe a una alteración en el funcionamiento normal del medidor por parte del usuario o por conexiones fraudulentas antes del medidor, informe a la institución encargada correspondiente y actúe de acuerdo con el reglamento que esta rige. • Si se debe a fugas al interior de la vivienda, recomiende al usuario/a que las corrija.
Cada dos años	Haga mantenimiento preventivo al medidor. De ser necesario calíbrelo.

Fuente: Fundación Avina. *Operación y Mantenimiento de sistemas de agua potable*. p. 114.

No se debe olvidar que: “Cada usuario o usuaria es propietario/a de su medidor (contador), por lo tanto, es responsable de su cuidado”.

2.3.12. Elaboración de planos

Los planos constructivos para el sistema de agua potable están conformados por los siguientes:

- Planta general
- Planta general de curvas de nivel
- Planta general densidad de vivienda
- Planta general diseño hidráulico por sectores
- Planta-perfil diseño hidráulico por sectores
- Detalles constructivos de conexiones domiciliarias
- Caseta de bombeo
- Detalles caja de válvulas y clorinador
- Estructura de tanque elevado metálico + detalles

2.3.13. Elaboración de presupuesto

El presupuesto se elaboró con base de precios unitarios, tomando como referencia los precios de materiales que se cotizan en el área de Villa Nueva.

A continuación, se muestra el cuadro resumen del presupuesto:

Tabla XCV. Presupuesto

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio (Q)	Parcial (Q)	Indirectos	Total
01	RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE				7 359 571,36	3 311 807,11	Q 10 671 378,47
01.01	TRABAJOS PRELIMINARES				6 208,59	2 793,87	Q 9 002,46
01.01.01	RÓTULO				1 878,88	845,50	Q 2 724,38
01.01.01.01	RÓTULO DE 1.22m * 2.44m	und	1,00	1 878,88	1 878,88	845,50	Q 2 724,38
01.01.02	BODEGA				2 327,31	1 047,29	Q 3 374,60
01.01.02.01	BODEGA	gib	1,00	2 327,31	2 327,31	1 047,29	Q 3 374,60
01.01.03	TRANSPORTE				2 002,40	901,08	Q 2 903,48
01.01.03.01	TRANSPORTE	km	40,00	50,06	2 002,40	901,08	Q 2 903,48
01.02	CASETA DE BOMBEO				43 837,91	19 727,06	Q 63 564,97
01.02.01	TRAZO, NIVELACIÓN Y REPLANTEO				88,66	39,90	Q 128,56
01.02.01.01	TRAZO, NIVELACIÓN Y REPLANTEO	m	13,00	6,82	88,66	39,90	Q 128,56
01.02.02	MOVIMIENTO DE TIERRAS				1 169,49	526,27	Q 1 695,76
01.02.02.01	ZANJEO				1 136,27	511,32	Q 1 647,59
01.02.02.01.01	EXCAVACIÓN CON RETROEXCAVADORA	m3	9,75	61,97	604,21	271,89	Q 876,10
01.02.02.01.02	RELLENO COMPACTADO EN ZANJA CON MATERIAL PROPIO	m3	8,42	63,19	532,06	239,43	Q 771,49
01.02.02.02	ACARREO DE MATERIALES				33,22	14,95	Q 48,17
01.02.02.02.01	ACARREO DE MATERIALES	m3	1,33	24,98	33,22	14,95	Q 48,17
01.02.03	ELEMENTOS DE CONCRETO ARMADO				26 384,76	11 873,14	Q 38 257,90
01.02.03.01	COLUMNA TIPO "A"	und	5,00	1 101,87	5 509,35	2 479,21	Q 7 988,56
01.02.03.02	COLUMNA TIPO "B"	und	4,00	953,51	3 814,04	1 716,32	Q 5 530,36
01.02.03.03	SOLERA DE HUMEDAD	und	9,00	316,84	2 851,56	1 283,20	Q 4 134,76
01.02.03.04	SOLERA INTERMEDIA	und	8,00	353,99	2 831,92	1 274,36	Q 4 106,28
01.02.03.05	SOLERA DE AZOTEA	und	9,00	316,84	2 851,56	1 283,20	Q 4 134,76
01.02.03.06	LOSA	und	1,00	4 255,70	4 255,70	1 915,07	Q 6 170,77
01.02.03.07	CIMIENTO CORRIDO	m	13,00	328,51	4 270,63	1 921,78	Q 6 192,41
01.02.04	MUROS				8 439,66	3 797,85	Q 12 237,51
01.02.04.01	LEVANTADO DE MUROS	m2	36,64	230,34	8 439,66	3 797,85	Q 12 237,51
01.02.05	PISO				6 927,86	3 117,54	Q 10 045,40
01.02.05.01	PISO DE CONCRETO	m2	11,25	615,81	6 927,86	3 117,54	Q 10 045,40
01.02.06	PUERTA				827,48	372,37	Q 1 199,85
01.02.06.01	PUERTA METÁLICA	und	1,00	827,48	827,48	372,37	Q 1 199,85
01.03	LÍNEA DE CONDUCCIÓN DE AGUA POTABLE				1 171 140,52	527 013,23	Q 1 698 153,75
01.03.01	TRAZO, NIVELACIÓN Y REPLANTEO				3 134,74	1 410,63	Q 4 545,37
01.03.01.01	TRAZO, NIVELACIÓN Y REPLANTEO	m	459,64	6,82	3 134,74	1 410,63	Q 4 545,37
01.03.02	MOVIMIENTO DE TIERRAS				46 113,94	20 751,27	Q 66 865,21
01.03.02.01	ZANJEO				45 858,64	20 636,39	Q 66 495,03
01.03.02.01.01	EXCAVACIÓN CON RETROEXCAVADORA PARA TUBERÍA AGUA POTABLE	m3	371,56	61,97	23 025,57	10 361,51	Q 33 387,08
01.03.02.01.02	RELLENO COMPACTADO EN ZANJA CON MATERIAL PROPIO	m3	361,34	63,19	22 833,07	10 274,88	Q 33 107,95
01.03.02.02	ACARREO DE MATERIALES				255,30	114,89	Q 370,19
01.03.02.02.01	ACARREO DE MATERIALES	m3	10,22	24,98	255,30	114,89	Q 370,19
01.03.03	LÍNEA DE TUBERÍAS PARA CONDUCCIÓN DE AGUA POTABLE				364 788,69	164 154,91	Q 528 943,60
01.03.03.01	TUBERÍA Ø 6" ACERO GALVANIZADO ASTM A53 SCH40	m	459,64	793,64	364 788,69	164 154,91	Q 528 943,60
01.03.04	ACCESORIOS				114 309,66	51 439,35	Q 165 749,01
01.03.04.01	INSTALACIÓN DE VÁLVULAS Y ACCESORIOS PARA TUBERÍA DE ACERO GALVANIZADO	gib	1,00	114 309,66	114 309,66	51 439,35	Q 165 749,01
01.03.05	CAJA PARA VÁLVULAS				6 063,95	2 728,78	Q 8 792,73
01.03.05.01	CAJA PARA VÁLVULAS	und	4,00	1 212,79	4 851,16	2 183,02	Q 7 034,18
01.03.05.02	CAJA PARA CLORINADOR	und	1,00	1 212,79	1 212,79	545,76	Q 1 758,55
01.03.06	INSTALACIÓN DE CLORINADOR DE TABLETAS				11 222,08	5 049,94	Q 16 272,02
01.03.06.01	INSTALACIÓN DE CLORINADOR DE TABLETAS	und	1,00	11 222,08	11 222,08	5 049,94	Q 16 272,02
01.03.07	EQUIPAMIENTO POZO MECÁNICO				625 507,46	281 478,36	Q 906 985,82
01.03.07.01	EQUIPAMIENTO POZO MECÁNICO	gib	1,00	625 507,46	625 507,46	281 478,36	Q 906 985,82

Continuación de la tabla XCIV.

01.04	RED DE DISTRIBUCIÓN					2 979 191,23	1 340 636,05	Q 4 319 827,28
01.04.01	TRAZO, NIVELACIÓN Y REPLANTEO					66 523,99	29 935,80	Q 96 459,79
01.04.01.01	TRAZO, NIVELACIÓN Y REPLANTEO	m	9 754,25	6,82		66 523,99	29 935,80	Q 96 459,79
01.04.02	MOVIMIENTO DE TIERRAS					1 941 064,93	873 479,22	Q 2 814 544,15
01.04.02.01	ZANJEO					1 940 594,31	873 267,44	Q 2 813 861,75
01.04.02.01.01	EXCAVACIÓN CON RETROEXCAVADORA PARA TUBERÍA AGUA POTABLE	m3	15 514,42	61,97		961 428,61	432 642,87	Q 1 394 071,48
01.04.02.01.02	RELLENO COMPACTADO EN ZANJA CON MATERIAL PROPIO	m3	15 495,58	63,19		979 165,70	440 624,57	Q 1 419 790,27
01.04.02.02	ACARREO DE MATERIALES					470,62	211,78	Q 682,40
01.04.02.02.01	ACARREO DE MATERIALES	m3	18,84	24,98		470,62	211,78	Q 682,40
01.04.03	RED DE DISTRIBUCIÓN					234 810,69	105 664,81	Q 340 475,50
01.04.03.01	RED DE TUBERÍAS					179 958,77	80 981,45	Q 260 940,22
01.04.03.01.01	TUBERÍA Ø 6" PVC 160 PSI	m	28,28	164,50		4 652,06	2 093,43	Q 6 745,49
01.04.03.01.02	TUBERÍA Ø 4" PVC 160 PSI	m	261,35	76,98		20 118,72	9 053,42	Q 29 172,14
01.04.03.01.03	TUBERÍA Ø 2" PVC 160 PSI	m	195,23	24,15		4 714,80	2 121,66	Q 6 836,46
01.04.03.01.04	TUBERÍA Ø 1" PVC 160 PSI	m	2 198,86	12,70		27 925,52	12 566,48	Q 40 492,00
01.04.03.01.05	TUBERÍA Ø 1 1/4" PVC 160 PSI	m	1 719,08	13,10		22 519,95	10 133,98	Q 32 653,93
01.04.03.01.06	TUBERÍA Ø 3/4" PVC 250 PSI	m	2 421,02	9,27		22 442,86	10 099,29	Q 32 542,15
01.04.03.01.07	TUBERÍA Ø 3" PVC 160 PSI	m	581,99	48,26		28 086,84	12 639,08	Q 40 725,92
01.04.03.01.08	TUBERÍA Ø 2 1/2" PVC 160 PSI	m	572,24	33,98		19 444,72	8 750,12	Q 28 194,84
01.04.03.01.09	TUBERÍA Ø 1 1/2" PVC 160 PSI	m	1 776,20	16,92		30 053,30	13 523,99	Q 43 577,29
01.04.03.02	ACCESORIOS					54 851,92	24 683,36	Q 79 535,28
01.04.03.02.01	ACCESORIOS PARA TUBERÍA PVC	glb	1,00	44 149,82		44 149,82	19 867,42	Q 64 017,24
01.04.03.02.02	ACCESORIOS PARA TUBERÍA PVC (CONEXIONES DOMICILIARES)	glb	1,00	10 702,10		10 702,10	4 815,95	Q 15 518,05
01.04.04	CONEXIONES DOMICILIARES					727 089,30	327 190,19	Q 1 054 279,49
01.04.04.01	CONEXIÓN DOMICILIAR CON CONTADOR	und	655,00	1 110,06		727 089,30	327 190,19	Q 1 054 279,49
01.04.05	CAJA PARA VÁLVULAS					9 702,32	4 366,04	Q 14 068,36
01.04.05.01	CAJA PARA VÁLVULAS	und	8,00	1 212,79		9 702,32	4 366,04	Q 14 068,36
01.05	TANQUE ELEVADO					3 159 193,11	1 421 636,90	Q 4 580 830,01
01.05.01	TRAZO, NIVELACIÓN Y REPLANTEO					3 649,68	1 642,36	Q 5 292,04
01.05.01.01	TRAZO, NIVELACIÓN Y REPLANTEO	m2	161,92	22,54		3 649,68	1 642,36	Q 5 292,04
01.05.02	MOVIMIENTO DE TIERRAS					75 519,47	33 983,76	Q 109 503,23
01.05.02.01	ZANJEO					71 880,63	32 346,28	Q 104 226,91
01.05.02.01.01	EXCAVACIÓN CON RETROEXCAVADORA PARA TANQUE ELEVADO	m3	647,86	61,97		40 147,88	18 066,55	Q 58 214,43
01.05.02.01.02	RELLENO COMPACTADO EN ZANJA CON MATERIAL PROPIO PARA TANQUE ELEVADO	m3	502,18	63,19		31 732,75	14 279,74	Q 46 012,49
01.05.02.02	ACARREO DE MATERIALES					3 638,84	1 637,48	Q 5 276,32
01.05.02.02.01	ACARREO DE MATERIALES PARA TANQUE ELEVADO	m3	145,67	24,98		3 638,84	1 637,48	Q 5 276,32
01.05.03	ELEMENTOS DE CONCRETO ARMADO					643 614,08	289 626,34	Q 933 240,42
01.05.03.01	ZAPATA	und	4,00	67 754,84		271 019,36	121 958,71	Q 392 978,07
01.05.03.02	PEDESTAL	und	4,00	19 499,49		77 997,96	35 099,08	Q 113 097,04
01.05.03.03	VIGA DE CIMENTACIÓN	und	6,00	49 099,46		294 596,76	132 568,54	Q 427 165,30
01.05.04	ELEMENTOS DE ACERO					2 336 697,92	1 051 514,06	Q 3 388 211,98
01.05.04.01	PLACA BASE	und	4,00	2 593,23		10 372,92	4 667,81	Q 15 040,73
01.05.04.02	UNIÓN TRAMO 2	und	4,00	11 354,95		45 419,80	20 438,91	Q 65 858,71
01.05.04.03	UNIÓN TRAMO 3	und	4,00	7 365,47		29 461,88	13 257,85	Q 42 719,73
01.05.04.04	UNIÓN TRAMO 4	und	4,00	7 421,82		29 687,28	13 359,28	Q 43 046,56
01.05.04.05	UNIÓN TRAMO 5	und	4,00	11 227,92		44 911,68	20 210,26	Q 65 121,94
01.05.04.06	TORRE DE ESTRUCTURA METÁLICA	und	1,00	736 014,13		736 014,13	331 206,36	Q 1 067 220,49
01.05.04.07	UNIÓN COLUMNA TRAMO 4	und	4,00	1 910,29		7 641,16	3 438,52	Q 11 079,68
01.05.04.08	UNIÓN COLUMNA-TANQUE	und	4,00	5 261,26		21 045,04	9 470,27	Q 30 515,31
01.05.04.09	TANQUE Y ACCESORIOS (PLATAFORMA, ACCESORIOS DE PVC, ESCALERA DE SEGURIDAD TIPO GATO, ETC.)	und	1,00	1 412 144,03		1 412 144,03	635 464,81	Q 2 047 608,84
01.05.05	FISO					99 711,96	44 870,38	Q 144 582,34
01.05.05.01	PISO DE CONCRETO	m2	161,92	615,81		99 711,96	44 870,38	Q 144 582,34

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 365.

Tabla XCVI. Cronograma valorizado de obra del proyecto

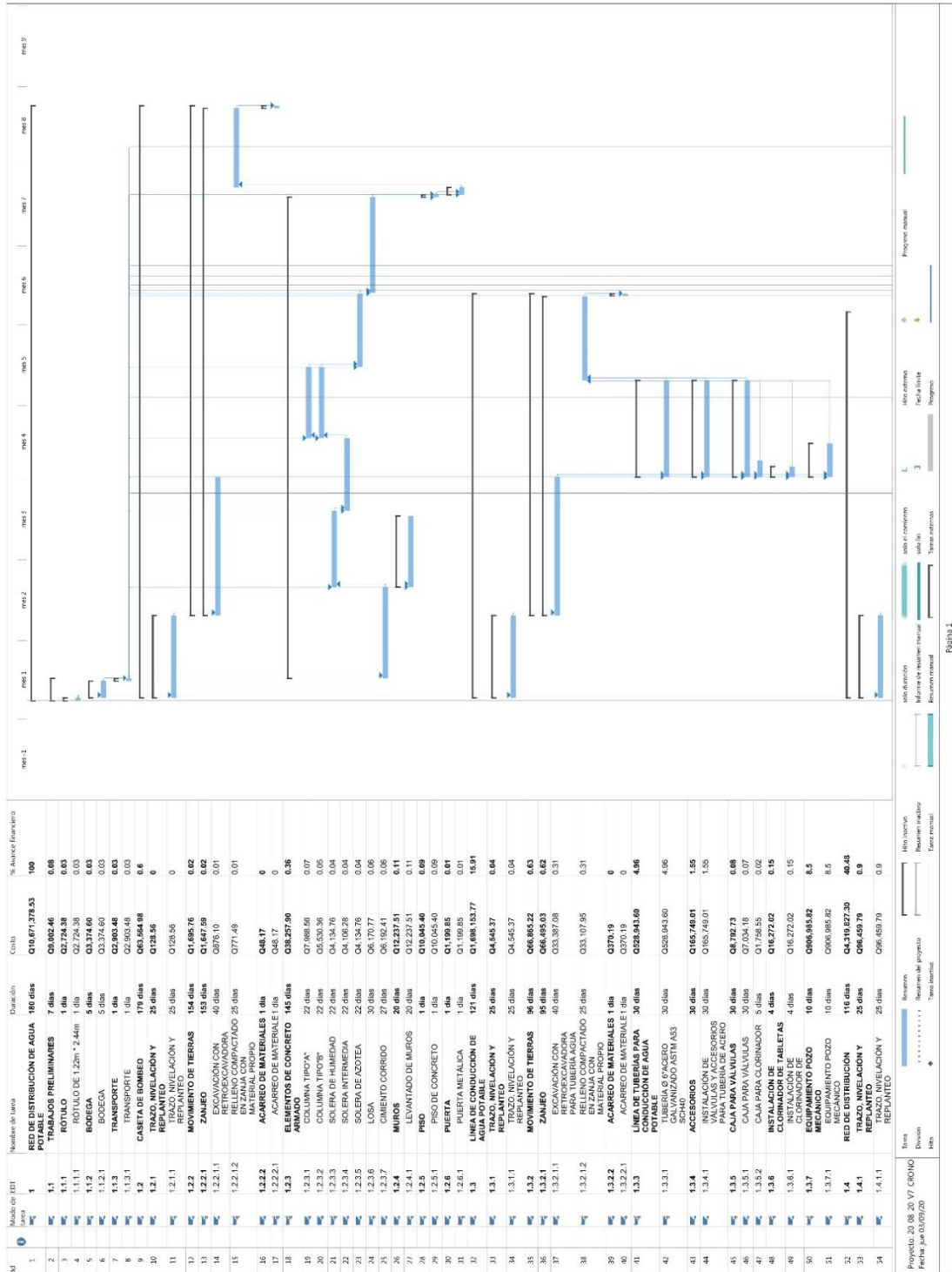
Item	Descripción	Und.	Metrado	MES 1	MES 2	MES 3	MES 4	MES 5	MES 6	MES 7	MES 8	TOTAL
01	RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE			Q 87 259,60	Q 712 973,20	Q 1 088 286,38	Q 2 797 003,21	Q 2 084 371,15	Q 2 641 038,31	Q 1 099 643,15	Q 160 803,54	Q 10 671 378,54
01.01	TRABAJOS PRELIMINARES			Q 9 002,46								Q 9 002,46
01.01.01	ROTULO			Q 2 724,38								Q 2 724,38
01.01.01.01	ROTULO DE 1,22m * 2,44m	und	1,00	Q 2 724,38								Q 2 724,38
01.01.02	BODEGA			Q 3 374,60								Q 3 374,60
01.01.02.01	BODEGA	glb	1,00	Q 3 374,60								Q 3 374,60
01.01.03	TRANSPORTE			Q 2 903,48								Q 2 903,48
01.01.03.01	TRANSPORTE	km	40,00	Q 2 903,48								Q 2 903,48
01.02	CASETA DE BOMBEO			Q 2 786,13	Q 10 181,12	Q 12 338,24	Q 8 438,28	Q 9 964,52	Q 4 680,68	Q 14 583,94	Q 592,07	Q 63 564,98
01.02.01	TRAZO, NIVELACIÓN Y REPLANTEO			Q 91,28	Q 37,28							Q 128,56
01.02.01.01	TRAZO, NIVELACIÓN Y REPLANTEO	m	13,00	Q 91,28	Q 37,28							Q 128,56
01.02.02	MOVIMIENTO DE TIERRAS			Q 347,70	Q 514,71	Q 514,71	Q 13,69			Q 227,59	Q 592,07	Q 1 695,76
01.02.02.01	ZANJEO			Q 347,70	Q 514,71	Q 514,71	Q 13,69			Q 227,59	Q 543,90	Q 1 647,59
01.02.02.01.01	EXCAVACIÓN CON RETROEXCAVADORA	m3	9,75	Q 347,70	Q 514,71	Q 514,71	Q 13,69					Q 876,10
01.02.02.01.02	RELLENO COMPACTADO EN ZANJA CON MATERIAL PROPIO	m3	8,42							Q 227,59	Q 543,90	Q 771,49
01.02.02.02	ACARREO DE MATERIALES										Q 48,17	Q 48,17
01.02.02.02.01	ACARREO DE MATERIALES	m3	1,33								Q 48,17	Q 48,17
01.02.03	ELEMENTOS DE CONCRETO ARMADO			Q 2 694,85	Q 4 977,62	Q 4 404,54	Q 8 424,59	Q 9 964,52	Q 4 680,68	Q 3 111,10		Q 38 257,90
01.02.03.01	COLUMNA TIPO "A"	und	5,00				Q 3 585,77	Q 4 402,79				Q 7 988,56
01.02.03.02	COLUMNA TIPO "B"	und	4,00				Q 2 482,38	Q 3 047,98				Q 5 530,36
01.02.03.03	SOLERA DE HUMEDAD	und	9,00	Q 1 480,06	Q 2 654,70							Q 4 134,76
01.02.03.04	SOLERA INTERMEDIA	und	8,00			Q 2 356,44						Q 4 106,28
01.02.03.05	SOLERA DE AZOTEA	und	9,00					Q 2 513,75	Q 1 621,01			Q 4 134,76
01.02.03.06	LOSA	und	1,00			Q 1 749,84			Q 3 059,67	Q 3 111,10		Q 6 170,77
01.02.03.07	CMIENTO CORRIDO	m	13,00	Q 2 694,85	Q 3 497,56							Q 6 192,41
01.02.04	MUROS			Q 4 818,52	Q 7 418,99							Q 12 237,51
01.02.04.01	LEVANTADO DE MUROS	m2	36,64	Q 4 818,52	Q 7 418,99							Q 12 237,51
01.02.05	PISO									Q 10 045,40		Q 10 045,40
01.02.05.01	PISO DE CONCRETO	m2	11,25							Q 10 045,40		Q 10 045,40
01.02.06	PUERTA									Q 1 199,85		Q 1 199,85
01.02.06.01	PUERTA METALICA	und	1,00							Q 1 199,85		Q 1 199,85
01.03	LINEA DE CONDUCCIÓN DE AGUA POTABLE			Q 3 227,21	Q 14 568,66	Q 19 614,91	Q 1 437 213,84	Q 213 061,04	Q 10 468,11			Q 1 698 153,77
01.03.01	TRAZO, NIVELACIÓN Y REPLANTEO			Q 3 227,21	Q 1 318,16							Q 4 545,37
01.03.01.01	TRAZO, NIVELACIÓN Y REPLANTEO	m	459,64	Q 3 227,21	Q 1 318,16							Q 4 545,37
01.03.02	MOVIMIENTO DE TIERRAS			Q 13 250,50	Q 19 614,91	Q 521,67	Q 23 010,03	Q 10 468,11				Q 66 865,22
01.03.02.01	ZANJEO			Q 13 250,50	Q 19 614,91	Q 521,67	Q 23 010,03	Q 10 097,92				Q 66 495,03
01.03.02.01.01	EXCAVACIÓN CON RETROEXCAVADORA PARA TUBERÍA AGUA POTABLE	m3	371,56	Q 13 250,50	Q 19 614,91	Q 521,67						Q 33 387,08
01.03.02.01.02	RELLENO COMPACTADO EN ZANJA CON MATERIAL PROPIO	m3	361,34					Q 23 010,03	Q 10 097,92			Q 33 107,95
01.03.02.02	ACARREO DE MATERIALES								Q 370,19			Q 370,19
01.03.02.02.01	ACARREO DE MATERIALES	m3	10,22						Q 370,19			Q 370,19
01.03.03	LINEA DE TUBERÍAS PARA CONDUCCIÓN DE AGUA POTABLE						Q 385 688,04	Q 143 255,56				Q 528 943,60
01.03.03.01	TUBERÍA Ø 6" ACERO GALVANIZADO ASTM A53 SCH40	m	459,64				Q 385 688,04	Q 143 255,56				Q 528 943,60
01.03.04	ACCESORIOS						Q 120 858,65	Q 44 890,36				Q 165 749,01
01.03.04.01	INSTALACIÓN DE VÁLVULAS Y ACCESORIOS PARA TUBERÍA DE ACERO GALVANIZADO	glb	1,00				Q 120 858,65	Q 44 890,36				Q 165 749,01
01.03.05	CAJA PARA VÁLVULAS						Q 6 887,64	Q 1 905,09				Q 8 792,73
01.03.05.01	CAJA PARA VÁLVULAS	und	4,00				Q 5 129,09	Q 1 905,09				Q 7 034,18
01.03.05.02	CAJA PARA CLORINADOR	und	1,00				Q 1 758,55					Q 1 758,55
01.03.06	INSTALACIÓN DE CLORINADOR DE TABLETAS						Q 16 272,02					Q 16 272,02
01.03.06.01	INSTALACIÓN DE CLORINADOR DE TABLETAS	und	1,00				Q 16 272,02					Q 16 272,02
01.03.07	EQUIPAMIENTO POZO MECÁNICO						Q 906 985,82					Q 906 985,82
01.03.07.01	EQUIPAMIENTO POZO MECÁNICO	glb	1,00				Q 906 985,82					Q 906 985,82
01.04	RED DE DISTRIBUCIÓN			Q 68 486,45	Q 660 284,33	Q 967 213,90	Q 1 056 617,54	Q 1 417 464,71	Q 149 760,38			Q 4 319 827,31
01.04.01	TRAZO, NIVELACIÓN Y REPLANTEO			Q 68 486,45	Q 27 973,34							Q 96 459,79
01.04.01.01	TRAZO, NIVELACIÓN Y REPLANTEO	m	9 754,25	Q 68 486,45	Q 27 973,34							Q 96 459,79
01.04.02	MOVIMIENTO DE TIERRAS			Q 632 310,99	Q 761 760,49			Q 1 270 712,29	Q 149 760,38			Q 2 814 544,15
01.04.02.01	ZANJEO			Q 632 310,99	Q 761 760,49			Q 1 270 712,29	Q 149 077,98			Q 2 813 861,75
01.04.02.01.01	EXCAVACIÓN CON RETROEXCAVADORA PARA TUBERÍA AGUA POTABLE	m3	15 514,42		Q 632 310,99	Q 761 760,49						Q 1 394 071,48
01.04.02.01.02	RELLENO COMPACTADO EN ZANJA CON MATERIAL PROPIO	m3	15 495,58					Q 1 270 712,29	Q 149 077,98			Q 1 419 790,27
01.04.02.02	ACARREO DE MATERIALES								Q 682,40			Q 682,40
01.04.02.02.01	ACARREO DE MATERIALES	m3	18,84						Q 682,40			Q 682,40
01.04.03	RED DE DISTRIBUCIÓN					Q 49 652,68	Q 255 356,65	Q 35 466,19				Q 340 475,52
01.04.03.01	RED DE TUBERÍAS					Q 38 053,78	Q 195 705,18	Q 27 181,27				Q 260 940,23
01.04.03.01.01	TUBERÍA Ø 6" PVC 160 PSI	m	28,28			Q 983,72	Q 5 059,12	Q 702,66				Q 6 745,50
01.04.03.01.02	TUBERÍA Ø 4" PVC 160 PSI	m	261,35			Q 4 254,27	Q 21 879,11	Q 3 038,76				Q 29 172,14

Continuación de la tabla XCV.

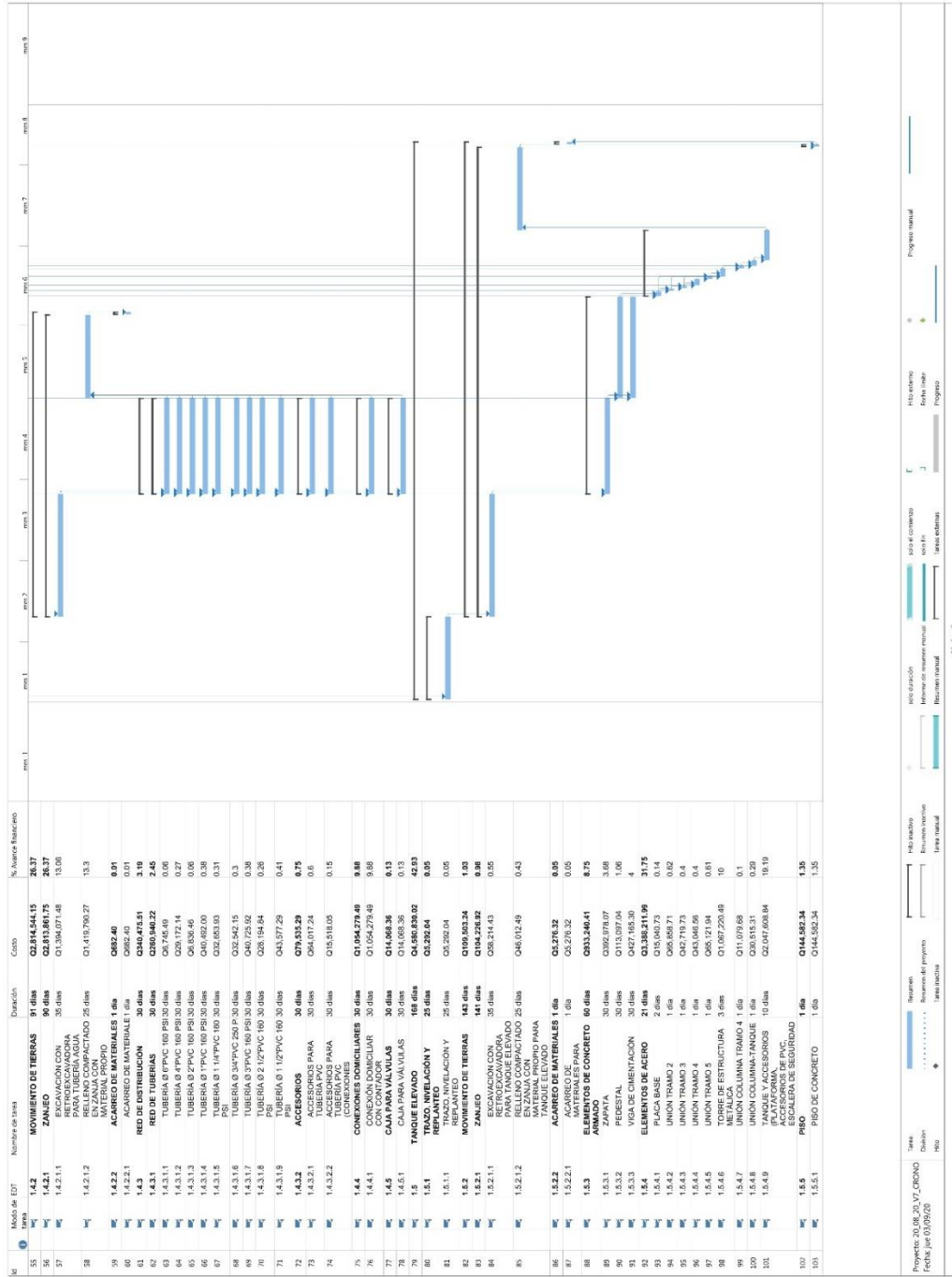
01.04.03.01.03	TUBERÍA Ø 2" PVC 160 PSI	m	195,23			Q	996,98	Q	5 127,35	Q	712,13				Q	6 836,46					
01.04.03.01.04	TUBERÍA Ø 1" PVC 160 PSI	m	2 198,86			Q	5 905,08	Q	30 369,00	Q	4 217,92				Q	40 492,00					
01.04.03.01.05	TUBERÍA Ø 1 1/4" PVC 160 PSI	m	1 719,08			Q	4 762,03	Q	24 490,45	Q	3 401,45				Q	32 653,93					
01.04.03.01.06	TUBERÍA Ø 3/4" PVC 250 PSI	m	2 421,02			Q	4 745,73	Q	24 406,61	Q	3 389,81				Q	32 542,15					
01.04.03.01.07	TUBERÍA Ø 3" PVC 160 PSI	m	581,99			Q	5 939,20	Q	30 544,44	Q	4 242,28				Q	40 725,92					
01.04.03.01.08	TUBERÍA Ø 2 1/2" PVC 160 PSI	m	572,24			Q	4 111,75	Q	21 146,13	Q	2 936,96				Q	28 194,84					
01.04.03.01.09	TUBERÍA Ø 1 1/2" PVC 160 PSI	m	1 776,20			Q	6 355,02	Q	32 682,97	Q	4 539,30				Q	43 577,29					
01.04.03.02	ACCESORIOS					Q	11 598,90	Q	59 651,47	Q	8 284,92				Q	79 535,29					
01.04.03.02.01	ACCESORIOS PARA TUBERÍA PVC	gbl	1,00			Q	9 335,85	Q	48 012,93	Q	6 668,46				Q	64 017,24					
01.04.03.02.02	ACCESORIOS PARA TUBERÍA PVC (CONEXIONES DOMICILIARES)	gbl	1,00			Q	2 263,05	Q	11 638,54	Q	1 616,46				Q	15 518,05					
01.04.04	CONEXIONES DOMICILIARES					Q	153 749,09	Q	790 709,62	Q	109 820,78				Q	1 054 279,49					
01.04.04.01	CONEXIÓN DOMICILIAR CON CONTADOR	und	655,00			Q	153 749,09	Q	790 709,62	Q	109 820,78				Q	1 054 279,49					
01.04.05	CAJA PARA VALVULAS					Q	2 051,64	Q	10 551,27	Q	1 465,45				Q	14 068,36					
01.04.05.01	CAJA PARA VALVULAS	und	8,00			Q	2 051,64	Q	10 551,27	Q	1 465,45				Q	14 068,36					
01.05	TANQUE ELEVADO			Q	3 757,35	Q	27 939,09	Q	89 119,33	Q	294 733,55	Q	443 880,88	Q	2 476 129,14	Q	1 085 059,21	Q	160 211,47	Q	4 580 830,02
01.05.01	TRAZO, NIVELACIÓN Y REPLANTEO			Q	3 757,35	Q	1 534,69								Q	5 292,04					
01.05.01.01	TRAZO, NIVELACIÓN Y REPLANTEO	m2	161,92	Q	3 757,35	Q	1 534,69								Q	5 292,04					
01.05.02	MOVIMIENTO DE TIERRAS			Q	26 404,40	Q	31 810,03					Q	35 659,68	Q	15 629,13	Q	109 503,24				
01.05.02.01	ZANJEO			Q	26 404,40	Q	31 810,03					Q	35 659,68	Q	10 352,81	Q	104 226,92				
01.05.02.01.01	EXCAVACIÓN CON RETROEXCAVADORA PARA TANQUE ELEVADO	m3	647,86	Q	26 404,40	Q	31 810,03								Q	58 214,43					
01.05.02.01.02	RELLENO COMPACTADO EN ZANJA CON MATERIAL PROPIO PARA TANQUE ELEVADO	m3	502,18									Q	35 659,68	Q	10 352,81	Q	46 012,49				
01.05.02.02	ACARREO DE MATERIALES													Q	5 276,32	Q	5 276,32				
01.05.02.02.01	ACARREO DE MATERIALES PARA TANQUE ELEVADO	m3	145,67											Q	5 276,32	Q	5 276,32				
01.05.03	ELEMENTOS DE CONCRETO ARMADO					Q	57 309,30	Q	294 733,55	Q	443 880,88	Q	137 316,68		Q	933 240,41					
01.05.03.01	ZAPATA	und	4,00			Q	57 309,30	Q	294 733,55	Q	40 935,22				Q	392 978,07					
01.05.03.02	PEDESTAL	und	4,00							Q	84 351,54	Q	28 745,50		Q	113 097,04					
01.05.03.03	VIGA DE CIMENTACIÓN	und	6,00							Q	318 594,12	Q	108 571,18		Q	427 165,30					
01.05.04	ELEMENTOS DE ACERO									Q	2 338 812,46	Q	1 049 399,53		Q	3 388 211,99					
01.05.04.01	PLACA BASE	und	4,00							Q	15 040,73				Q	15 040,73					
01.05.04.02	UNIÓN TRAMO 2	und	4,00							Q	65 858,71				Q	65 858,71					
01.05.04.03	UNIÓN TRAMO 3	und	4,00							Q	42 719,73				Q	42 719,73					
01.05.04.04	UNIÓN TRAMO 4	und	4,00							Q	43 046,56				Q	43 046,56					
01.05.04.05	UNIÓN TRAMO 5	und	4,00							Q	65 121,94				Q	65 121,94					
01.05.04.06	TORRE DE ESTRUCTURA METÁLICA	und	1,00							Q	1 067 220,49				Q	1 067 220,49					
01.05.04.07	UNIÓN COLUMNA TRAMO 4	und	4,00							Q	11 079,68				Q	11 079,68					
01.05.04.08	UNIÓN COLUMNA-TANQUE	und	4,00							Q	30 515,31				Q	30 515,31					
01.05.04.09	TANQUE Y ACCESORIOS (PLATAFORMA, ACCESORIOS DE PVC, ESCALERA DE SEGURIDAD TIPO GATO, ETC.)	und	1,00							Q	998 209,31	Q	1 049 399,53		Q	2 047 608,84					
01.05.05	PISO													Q	144 582,34	Q	144 582,34				
01.05.05.01	PISO DE CONCRETO	m2	161,92											Q	144 582,34	Q	144 582,34				
	TOTAL			Q	87 259,60	Q	712 973,20	Q	1 088 286,38	Q	2 797 003,21	Q	2 084 371,15	Q	2 641 038,31	Q	1 099 643,15	Q	160 803,54	Q	10 671 376,54

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 365.

Figura 60. Cronograma de avance financiero



Continuación de la figura 61.



Fuente: elaboración propia. empleando Microsoft Project 2016.

2.3.14. Evaluación socioeconómica

Los proyectos de sistemas de agua potable tienen un gran componente social, se deben considerar los efectos indirectos y de valorización social de beneficio y costo que conlleva su instalación y manejo. Sin embargo, una evaluación económica del proyecto ofrece indicadores de viabilidad para su realización. La evaluación de proyectos por medio de métodos matemáticos y financieros es de utilidad para conocer la rentabilidad que generarán. Para ello se utilizarán los métodos del Valor Presente Neto, Tasa Interna de Retorno y el análisis Beneficio-Costo que se describen a continuación.

2.3.14.1. Valor Presente Neto

El Valor Presente Neto (VPN) se utiliza para comparar alternativas de inversión. Consiste en transformar la inversión inicial, los ingresos y egresos anuales, así como valores de rescate futuros de un proyecto a un valor presente, para determinar si este es rentable, al término del período de funcionamiento. El Valor Presente Neto (VPN) también es llamado Valor Actual Neto (VAN).

El VAN sirve para generar dos tipos de decisiones: en primer lugar, ver si las inversiones son efectuables y, en segundo lugar, ver qué inversión es mejor que otra en términos absolutos. Los criterios de decisión van a ser los siguientes:

- $VAN > 0$: el valor actualizado de los cobros y pagos futuros de la inversión, a la tasa de descuento elegida generará beneficios.
- $VAN = 0$: el proyecto de inversión no generará ni beneficios ni pérdidas, siendo su realización, en principio, indiferente.
- $VAN < 0$: el proyecto de inversión generará pérdidas, por lo que deberá ser rechazado.

Para hacer el análisis del valor presente neto se utilizó la siguiente fórmula:

$$VAN = -I_0 + \sum_{t=1}^n \frac{F_t}{(1+k)^t} = -I_0 + \frac{F_1}{(1+k)} + \frac{F_2}{(1+k)^2} + \dots + \frac{F_n}{(1+k)^n}$$

Donde:

F_t = representa los flujos de caja en cada periodo t.

I₀ = es el valor del desembolso inicial de la inversión.

N = es el número de períodos considerado.

K = es la tasa de interés propuesta.

2.3.14.2. Tasa Interna de Retorno

La Tasa Interna de Retorno (TIR) es la tasa de interés o rentabilidad que ofrece una inversión. Es decir, es el porcentaje de beneficio o pérdida que tendrá una inversión para las cantidades que no se han retirado del proyecto.

Es una medida utilizada en la evaluación de proyectos de inversión que está muy relacionada con el Valor Actualizado Neto (VAN). También se define como el valor de la tasa de descuento que hace que el VAN sea igual a cero, para un proyecto de inversión dado.

La tasa interna de retorno (TIR) nos da una medida relativa de la rentabilidad, es decir, va a venir expresada en tanto por ciento. El principal problema radica en su cálculo, ya que el número de periodos dará el orden de la ecuación a resolver. Para resolver este problema se puede acudir a diversas aproximaciones, utilizar una calculadora financiera o un programa informático.

¿Cómo se calcula la TIR?

También se puede definir basándonos en su cálculo, la TIR es la tasa de descuento que iguala, en el momento inicial, la corriente futura de cobros con la de pagos, generando un VAN igual a cero, se utiliza la siguiente fórmula:

$$VAN = -I_0 + \sum_{t=1}^n \frac{F_t}{(1 + TIR)^t} = -I_0 + \frac{F_1}{(1 + TIR)} + \frac{F_2}{(1 + TIR)^2} + \dots + \frac{F_n}{(1 + TIR)^n} = 0$$

Donde:

F_t= son los flujos de dinero en cada periodo t.

I₀= es la inversión realizada en el momento inicial (t = 0).

N= es el número de periodos de tiempo.

Criterio de selección de proyectos según la Tasa interna de retorno

El criterio de selección será el siguiente donde “k” es la tasa de descuento de flujos elegida para el cálculo del VAN:

- Si TIR > k, el proyecto de inversión será aceptado. En este caso, la tasa de rendimiento interno que obtenemos es superior a la tasa mínima de rentabilidad exigida a la inversión.
- Si TIR = k, estaríamos en una situación similar a la que se producía cuando el VAN era igual a cero. En esta situación, la inversión podrá llevarse a cabo si mejora la posición competitiva de la empresa y no hay alternativas más favorables.
- Si TIR < k, el proyecto debe rechazarse. No se alcanza la rentabilidad mínima que le pedimos a la inversión.

2.3.14.3. Cálculo de la relación Beneficio-Costo (B/C)

Este análisis compara de forma directa los beneficios y los costos. Para calcular la relación (B/C), primero se halla la suma de los beneficios descontados, traídos al presente, y se divide sobre la suma de los costes también descontados. Utilizamos la siguiente ecuación para calcular esta relación:

$$\frac{B}{C} = \frac{\text{Ingresos iniciales} + \text{vpn}(\text{ingresos anuales})}{\text{costos iniciales} + \text{vpn}(\text{costos anuales})}$$

Donde:

B/C = relación beneficio-costo.

VPN (ingresos anuales) = valor presente neto de los ingresos anuales excluyendo a los ingresos iniciales (año 0).

VPN (costos anuales) = valor presente neto de los costos anuales excluyendo a los costos iniciales (año 0).

ingresos iniciales= ingresos en el año 0.

costos iniciales= costos en el año 0.

Para una conclusión acerca de la viabilidad de un proyecto, bajo este enfoque, se debe tener en cuenta la comparación de la relación B/C hallada en comparación con 1, así tenemos lo siguiente:

- B/C > 1 indica que los beneficios superan los costos, por consiguiente, el proyecto debe ser considerado.
- B/C=1 Aquí no hay ganancias, pues los beneficios son iguales a los costos.
- B/C < 1, muestra que los costos son mayores que los beneficios, no se debe considerar.

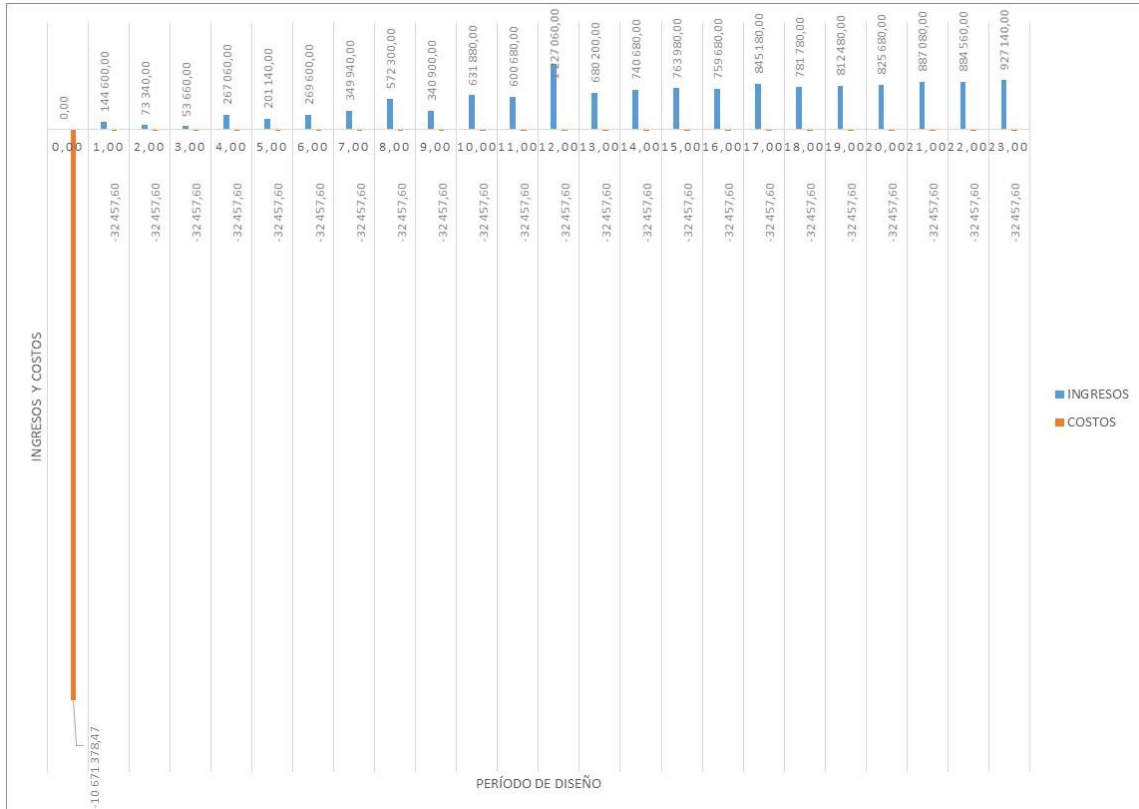
2.3.14.4. Datos utilizados para el análisis socioeconómico

La Municipalidad de Villa Nueva invertirá Q 10 671 378,47 en la ejecución del proyecto de red de distribución de agua potable para la colonia Ulises Rojas. Para proporcionarle mantenimiento continuo al sistema se contratará un fontanero con un sueldo diario de Q 90,16; además, se estima tener los siguientes ingresos: la instalación de la acometida o conexión domiciliar será un pago único de Q 3 500,00 por vivienda (este pago es por el derecho a proporcionar el servicio), la tarifa mensual por vivienda, de Q 110,00; estos pagos entrarán en vigencia 1 año después de la entrega del proyecto. Suponiendo una tasa del 1,25 % al final de los 23 años (que contempla el período de diseño), se determinará la factibilidad del proyecto a través del VPN. Otro aspecto que tomar en cuenta es que en la colonia Ulises Rojas hay 378 viviendas ocupadas (año=0), por lo que se supondrá un incremento variable cada año hasta al final del período de diseño. Al final del período de diseño todas las viviendas estarán habitadas.

Resumen de datos:

- Tarifa mensual por vivienda (Q./vivienda) = Q 110,00
- Suponiendo una tasa al final del período de diseño (i)= 1,25 %
- Para proporcionarle mantenimiento continuo al sistema se contratará un fontanero con un sueldo DIARIO de (Q./diario) = Q 90,16
- Número de viviendas iniciales = 378
- Número de habitantes al final del período de diseño= 5 216
- Período de diseño (n) = 23
- INGRESOS INICIALES (Q.) = Q 0,00
- Cuota por derecho a conexión domiciliar (Q.) Por vivienda = Q3 500,00

Figura 61. Interpretación gráfica de ingresos y costos



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2016.

Tabla XCVII. Evaluación socioeconómica

AÑO (n)	INGRESO INICIAL	COSTO INICIAL	CUOTA ANUAL RECAUDADA POR DERECHO A CONEXIÓN DOMICILIAR	INGRESOS ANUALES	COSTOS ANUALES	Σ INGRESO INICIAL + INGRESOS ANUALES	Σ COSTO INICIAL + COSTOS ANUALES	FLUJO NETO EFECTIVO	TASA (1+i) ⁿ	FLUJO NETO EFECTIVO / TASA (1+i) ⁿ	Número de viviendas habitadas ya inicialmente solo hay 378 viviendas habitadas (año=0), y estas 378 se incrementarán con el paso del tiempo	SUPONIENDO UN INCREMENTO DE VIVIENDAS POR AÑO
0.00	0.00	10 671 378.47				0.00	10 671 378.47	-10 671 378.47		-10 671 378.47	378.00	20.00
1.00			105 000.00	144 600.00	32 457.60	144 600.00	32 457.60	112 142.40	1.01	110 757.93	30.00	10.00
2.00			24 500.00	73 340.00	32 457.60	73 340.00	32 457.60	40 882.40	1.03	39 879.19	37.00	7.00
3.00			3 500.00	53 660.00	32 457.60	53 660.00	32 457.60	21 202.40	1.04	20 426.78	38.00	1.00
4.00			157 500.00	267 060.00	32 457.60	267 060.00	32 457.60	234 602.40	1.05	223 229.88	83.00	45.00
5.00			66 500.00	201 140.00	32 457.60	201 140.00	32 457.60	168 682.40	1.06	158 523.85	102.00	19.00
6.00			98 000.00	269 600.00	32 457.60	269 600.00	32 457.60	237 142.40	1.08	220 109.62	130.00	28.00
7.00			129 500.00	349 940.00	32 457.60	349 940.00	32 457.60	317 482.40	1.09	291 041.17	167.00	37.00
8.00			255 500.00	572 300.00	32 457.60	572 300.00	32 457.60	539 842.40	1.10	488 772.47	240.00	73.00
9.00			17 500.00	340 900.00	32 457.60	340 900.00	32 457.60	308 442.40	1.12	275 815.58	245.00	5.00
10.00			224 000.00	631 880.00	32 457.60	631 880.00	32 457.60	599 422.40	1.13	529 398.43	309.00	64.00
11.00			140 000.00	600 680.00	32 457.60	600 680.00	32 457.60	568 222.40	1.15	495 647.59	349.00	40.00
12.00			558 500.00	1 227 060.00	32 457.60	1 227 060.00	32 457.60	1 194 602.40	1.16	1 029 160.24	508.00	159.00
13.00			7 000.00	680 200.00	32 457.60	680 200.00	32 457.60	647 742.40	1.18	551 146.32	510.00	2.00
14.00			49 000.00	740 680.00	32 457.60	740 680.00	32 457.60	708 222.40	1.19	595 167.51	524.00	14.00
15.00			52 500.00	763 980.00	32 457.60	763 980.00	32 457.60	731 522.40	1.20	607 158.60	539.00	15.00
16.00			35 000.00	759 680.00	32 457.60	759 680.00	32 457.60	727 222.40	1.22	596 137.91	549.00	10.00
17.00			87 500.00	845 180.00	32 457.60	845 180.00	32 457.60	812 722.40	1.24	658 001.20	574.00	25.00
18.00			17 500.00	781 780.00	32 457.60	781 780.00	32 457.60	749 322.40	1.25	599 181.15	579.00	5.00
19.00			35 000.00	812 480.00	32 457.60	812 480.00	32 457.60	780 022.40	1.27	616 029.44	589.00	10.00
20.00			35 000.00	825 680.00	32 457.60	825 680.00	32 457.60	793 222.40	1.28	618 720.25	599.00	10.00
21.00			70 000.00	887 080.00	32 457.60	887 080.00	32 457.60	854 622.40	1.30	658 382.99	619.00	20.00
22.00			49 000.00	884 560.00	32 457.60	884 560.00	32 457.60	852 102.40	1.31	648 337.42	633.00	14.00
23.00			66 500.00	927 140.00	32 457.60	927 140.00	32 457.60	894 682.40	1.33	672 331.04	652.00	19.00
TOTA L			2 282 000.00		VAN 6 VPNE	11 348 679.77	645 323.22		VAN 6 VPNE	31 976.08		
RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN SOCIOECONÓMICA DEL PROYECTO												
VAN 6	31 976.08											
VPNE	0.01											
VALOR POSITIVO, POR LO TANTO, ES ACEPTABLE												
MAYOR QUE LA TASA DE DESCUENTO PROPUESTA, POR LO TANTO, ES ACEPTABLE												
ANÁLISIS RELACIÓN BENEFICIO/COSTO												
ΣI= 11 348 679.77												
ΣC= 645 323.22												
ΣI+INGRESO INICIAL= 11 348 679.77												
ΣC+COSTO INICIAL= 11 316 701.69												
B/C= 1.00												
MAYOR A 1, POR LO TANTO, ES ACEPTABLE												

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 365.

CONCLUSIONES

1. Con base al diagnóstico y a las características monográficas del área estudiada en este caso la colonia Ulises Rojas y el caserío El Tablón, el caserío El Tablón carece de alcantarillado sanitario, las aguas negras corren a flor de tierra, generando olores muy desagradables y provocando contaminación y proliferación de enfermedades de tipo gastrointestinal, sobre todo a la población infantil que es la más afectada, en cuanto a la colonia Ulises Rojas la población no cuenta con una fuente de abastecimiento de agua potable adecuada y tratada, por lo que el uso de fuentes inadecuadas es un foco para todo tipo de enfermedades. Por lo que se hace evidente las necesidades de saneamiento de la población, la falta de agua y de alcantarillados afecta gravemente el bienestar de la población, por lo que la municipalidad de Villa Nueva deberá gestionar el financiamiento para su ejecución, ya que los beneficios que aportará a los usuarios son de vital importancia por cuanto se evitarán contaminación, proliferación de enfermedades y otros.
2. El diseño del alcantarillado sanitario en el caserío El Tablón, Bárcenas, Villa Nueva, el proyecto consistirá en el diseño de un sistema sanitario, cuenta con una longitud de 3 478,6 metros, para una población de 1176 habitantes actualmente y 3 119 habitantes a futuro. Este drenaje sanitario recogerá y transportará las aguas residuales provenientes de las viviendas de la comunidad, se construirá de tubería PVC norma ASTM F-949 compuesta de los siguientes diámetros: 15", 6", 12", 8". Se dividirá en 36 ramales, se realizarán 118 pozos de visita de ladrillo tayuyo y finalizará en un terreno comunitario, el cual posteriormente dirigirá todo a una planta de

tratamiento, después de ser tratadas las aguas estas serán dirigidas a un zanjón cercano. Beneficiará a 3 478,6 metros, para una población de 1 176 habitantes. Tendrá un costo total de Q 6 913 224,03.

3. En la colonia Ulises Rojas, Bárcenas, municipio de Villa Nueva, se realizó el diseño de una red de distribución de agua potable, cuenta con una longitud de 9 754,25 metros, para una población de 3 021 habitantes actualmente y 5 216 habitantes a futuro. Esta red de distribución de agua potable conducirá y transportará agua potable a las viviendas de la comunidad, se construirá de tubería PVC norma ASTM D-2241 compuesta de los siguientes diámetros: 1,5", 0,75", 1,25", 6", 3", 1", 4", 2", 2.5". Se dividirá en 25 ramales, se diseñará 1 tanque elevado de acero para el almacenamiento del agua, de la misma forma se diseñará el tramo de conducción del agua que se extrae de un pozo mecánico cercano, cuenta con una longitud de 437,64 metros, esta conducción se construirá de tubería de acero galvanizado norma ASTM A-53 compuesta de los siguientes diámetros: 6". También se diseñará 1 caseta de bombeo con la cual se protegerá el equipo de bombeo, esta caseta de bombeo estará construida de elementos de block y concreto reforzado. Tendrá un costo de total de Q 10 671 378,47.
4. El Ejercicio Profesional Supervisado permite poner en práctica los conocimientos adquiridos por el estudiante en la Facultad de Ingeniería, lo cual da como resultado lograr soluciones a los problemas que presentan muchas de las comunidades en el país.

RECOMENDACIONES

1. Mantener una constante supervisión técnica durante la construcción de los proyectos, se deben seguir los diseños y especificaciones establecidas, para que se garantice un funcionamiento óptimo de los proyectos durante su periodo de diseño.
2. Gestionar ante diferentes instituciones, tanto gubernamentales como no gubernamentales, el financiamiento para la ejecución de los proyectos, para que sean ejecutados en el menor tiempo posible y así resolver las necesidades de saneamiento básico de la población.
3. Concientizar a los beneficiarios del proyecto de alcantarillado sanitario, para que mantengan libres de basura o de arrojar cualquier objeto que pueda dañar las tuberías, de esta forma se obtendrán resultados óptimos y se evitará un gasto innecesario debido a posibles reparaciones de las tuberías.
4. Mantener en la red de distribución de agua potable un monitoreo y supervisión constante de la red de tuberías por parte de un fontanero/s autorizado/s por la municipalidad, para detectar posibles fugas, conexiones ilegales, etc. Con esto se garantiza una distribución adecuada del agua potable.

BIBLIOGRAFÍA

1. AMANCO, S. A. *Manual técnico tubosistemas*. Guatemala: AMANCO, S.A., 2007. 165 P.
2. ANDA. *Manual de planificación de alcantarillado*. El Salvador: ANDA, 2009. 119 P.
3. CELIS GONZÁLEZ, Estuardo Alessandro. *Diseño del alcantarillado sanitario para el caserío El Papur y edificación de dos niveles para la estación de bomberos municipales, municipio de Pastores, departamento de Sacatepéquez*. Trabajo de graduación de Ing. Civil, Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala. 106 p.
4. Conti, Luis. *Dispositivos de protección anti ariete*. [en línea]. <<https://www.proteccionantiariete.com/dispositivos-anti-ariete>>. [Consulta: 22 de marzo de 2018].
5. CRIADO, Carlos. *Medidas y diámetros de tubos de PVC*. [en línea]. <<http://www.desatrancosdnp.com/blog/medidas-y-diametros-de-tubos-de-pvc/>>. [Consulta: 22 de marzo de 2018].
6. CRUZ GARCÍA, Alirio Antonio. *Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable para la aldea Puerto Viejo y del instituto de educación básica en aldea Santa Marta, municipio de Puerto de Iztapa, departamento de Escuintla*. Trabajo de graduación de Ing. Civil,

Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala.
178 p.

7. Economipedia. *Tasa Interna de Retorno (TIR)*. [en línea]. <<http://economipedia.com/definiciones/tasa-interna-de-retorno-tir.html>>. [Consulta: 22 de marzo de 2018].
8. Economipedia. *Valor Actual Neto (VAN)*. [en línea]. <<http://economipedia.com/definiciones/valor-actual-neto.html>>. [Consulta: 22 de marzo de 2018].
9. Instituto de Fomento Municipal. *Diseño. Guía para el diseño de abastecimiento de agua potable a zonas rurales*. Guatemala: Ministerio de Salud Pública. 63 p.
10. IRUNGARAY, Williams Saul. *Estudio y diseño de la red de agua potable y drenaje sanitario de la colonia La Promesa, municipio de La Democracia, Escuintla*. Trabajo de graduación de Ing. Civil, Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala. 101 p.
11. MARTÍNEZ JORDÁN, Oscar Rolando. *Diseño del sistema de alcantarillado sanitario para el barrio El Centro y sistema de abastecimiento de agua potable para el barrio La Tejera, municipio de San Juan Ermita, departamento de Chiquimula*. Trabajo de graduación de Ing. Civil, Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala. 120 p.

12. Ministerio de Transportes y Comunicaciones a través de la Dirección General de Caminos y Ferrocarriles. *Glosario de términos de uso frecuente en proyectos de infraestructura vial*. [en línea]. <<http://spij.minjus.gob.pe/Graficos/Peru/2013/Julio/14/RD-18-2013-MTC-14.pdf>>. [Consulta: 22 de marzo de 2018].
13. Nicoll Perú S.A. *Tuberías y accesorios de pvc - cpvc - polietileno*. [en línea]. <<https://nicoll.com.pe/descargas/>>. [Consulta: 22 de marzo de 2018].
14. ORTEGA LIMA, Carlos Ramiro. *Diseño de alcantarillado sanitario para la aldea El Subinal, Guastatoya, El Progreso*. Trabajo de graduación de Ing. Civil, Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala. 99 p.
15. OVALLE PATZÁN, Walter Oswaldo. *Centro de capacitación, producción y comercialización comunitaria, Villa Nueva, Guatemala*. Trabajo de graduación de Arquitectura, Facultad de Arquitectura, Universidad de San Carlos de Guatemala. 110 p.
16. PINEDA GÜIXÓN, William Oswaldo. *Diseño de sistemas de alcantarillado sanitario y pluvial, zona 8 de Villa Nueva, Guatemala*. Trabajo de graduación de Ing. Civil, Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala. 138 p.
17. RUANO PAZ, Marco Antonio. *Manual para diseño estructural de tanques metálicos elevados en la República de Guatemala*. Trabajo de graduación de Maestría, Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala. 199 p.

18. SAGASTUME, Pablo Ernesto. *Diseño del sistema de conducción y distribución de agua potable para el municipio de San Juan Chamelco, departamento de Cobán, Alta Verapaz, Guatemala*. Trabajo de graduación de Ing. Civil, Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala. 198 p.

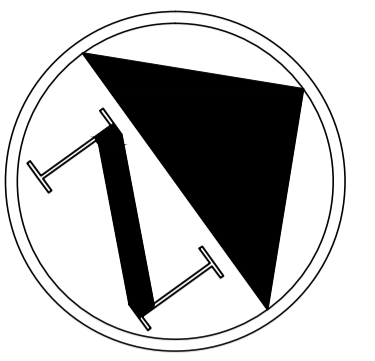
19. UCAÑÁN LEYTON, Roger. *Cálculo de la relación Beneficio Coste (B/C)*. [en línea]. <<https://www.gestiopolis.com/calculo-de-la-relacion-beneficio-coste/>>. [Consulta: 22 de marzo de 2018].

APÉNDICES

Apéndice 1. **Diseño alcantarillado sanitario caserío El Tablón**

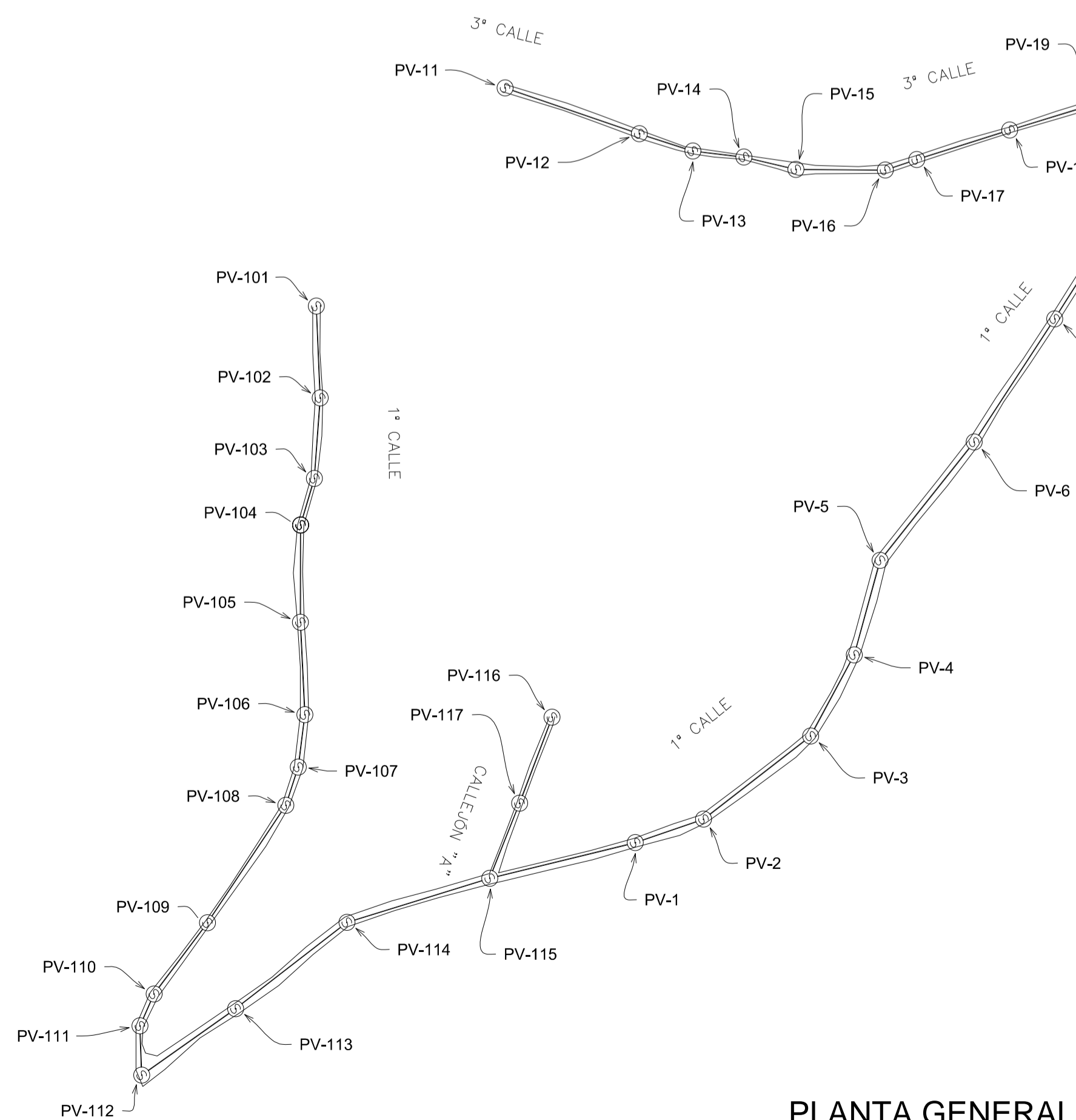
Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 365.

NÚMERO DE PLANO	DESCRIPCIÓN
1	PLANTA GENERAL, RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO
2	PLANTA GENERAL CURVAS DE NIVEL, RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO
3	PLANTA GENERAL DENSIDAD DE VIVIENDA, RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO
4	PLANTA GENERAL DISEÑO HIDRÁULICO, RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO
5	TABLAS DE DISEÑO HIDRÁULICO: POZOS DE VISITA Y TUBERÍAS, RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO
6	PLANTA-PERFIL DE DISEÑO HIDRÁULICO, RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO, DE PV-101 A PV-112
7	PLANTA-PERFIL DE DISEÑO HIDRÁULICO, RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO, DE PV-112 A PV-115, PV-116 A PV-115
8	PLANTA-PERFIL DE DISEÑO HIDRÁULICO, RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO, DE PV-115 A PV-10
9	PLANTA-PERFIL DE DISEÑO HIDRÁULICO, RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO, DE PV-10 A PV-24, PV-11 A PV-10
10	PLANTA-PERFIL DE DISEÑO HIDRÁULICO, RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO, DE PV-25 A PV-27, PV-28 A PV-30, PV-31 A PV-36, PV-37 A PV-40
11	PLANTA-PERFIL DE DISEÑO HIDRÁULICO, RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO, DE PV-92 A PV-44, PV-44 A PV-49, PV-41 A PV-44
12	PLANTA-PERFIL DE DISEÑO HIDRÁULICO, RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO, DE PV-47 A PV-52, PV-50 A PV-52, PV-52 A PTAR-1
13	PLANTA-PERFIL DE DISEÑO HIDRÁULICO, RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO, DE PV-57 A PV-59, PV-63 A PV-67, PV-64 A PV-61
14	PLANTA-PERFIL DE DISEÑO HIDRÁULICO, RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO, DE PV-69 A PV-73, PV-75 A PV-79, PV-81 A PV-85
15	PLANTA-PERFIL DE DISEÑO HIDRÁULICO, RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO, DE PV-87 A PV-88, PV-88 A PTAR-2
16	DETALLE DE POZOS DE VISITA, RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO



ÍNDICE DE PLANOS

ESCALA: 1/30



PLANTA GENERAL

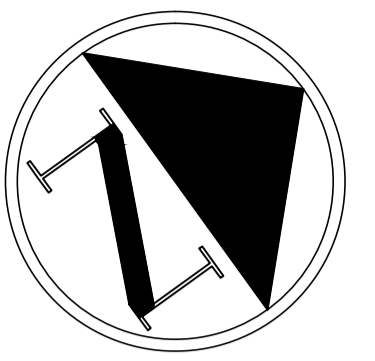
ESCALA: 1/1500



SIMBOLOGÍA	
	POZO DE VISITA
	POZO DE VISITA
	TUBERÍA
	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
NORMAS DE TUBERÍA	
ASTM F-477	CONEXIONES ENTRE TUBERÍA NOVAFORT O SIMILARES
ASTM F-949	DIMENSIONES Y RESISTENCIA DE TUBERÍA NOVAFORT O SIMILARES
NORMAS DE DISEÑO	
NORMAS GENERALES PARA DISEÑO DE ALCANTARILLADOS, INFOM, 2001	

	MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR EL TABLÓN, ZONA 3 MUNICIPIO: VILLA NUEVA DEPARTAMENTO: GUATEMALA PROYECTO DE DISEÑO DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO, CASERIO EL TABLÓN, BARGENAS, ZONA 3	
	PLANO DE: PLANTA GENERAL, RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO PROGRAMA: EPS USAC 2017 ESCALA: INDICADA FECHA: ENERO 2021	
LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO: MUNICIPALIDAD DE VILLA NUEVA DIBUJO Y CÁLCULO TOPOGRÁFICO: JOSÉ GABRIEL PÉREZ ASESOR: MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR	DIBUJO Y CÁLCULO HIDRÁULICO: JOSÉ GABRIEL PÉREZ SUPERVISOR: ING. SILVIO JOSÉ RODRÍGUEZ SERRANO FIRMA:	1 16



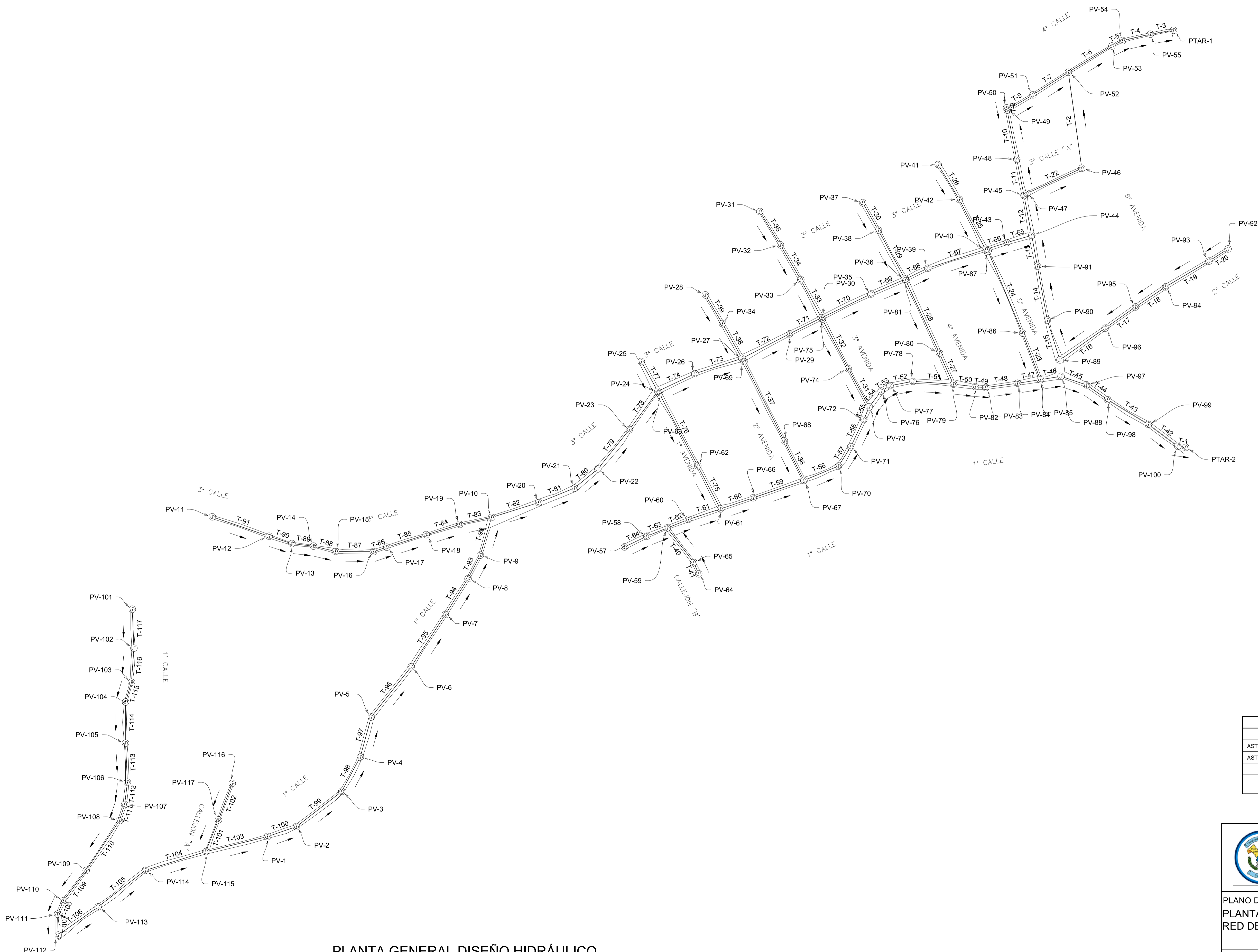
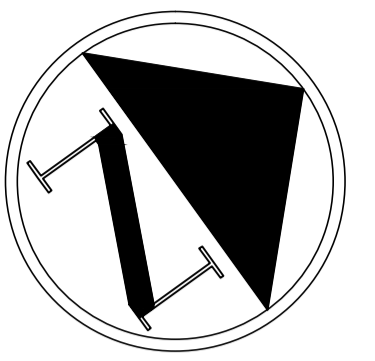
SIMBOLOGÍA	
	POZO DE VISITA
	POZO DE VISITA
	TUBERÍA
	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
NORMAS DE TUBERÍA	
ASTM F-477	CONEXIONES ENTRE TUBERÍA NOVAFORT O SIMILARES
ASTM F-949	DIMENSIONES Y RESISTENCIA DE TUBERÍA NOVAFORT O SIMILARES
NORMAS DE DISEÑO	
NORMAS GENERALES PARA DISEÑO DE ALCANTARILLADOS, INFROM, 2001	

PLANTA GENERAL CURVAS DE NIVEL

ESCALA : 1/1500

	MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR EL TABLÓN, ZONA 3 MUNICIPIO: VILLA NUEVA DEPARTAMENTO: GUATEMALA PROYECTO DE DISEÑO DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO, CASERIO EL TABLÓN, BARGENAS, ZONA 3	
	PLANO DE: PLANTA GENERAL CURVAS DE NIVEL, RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO PROGRAMA: EPS USAC 2017 ESCALA: INDICADA FECHA: ENERO 2021	
LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO: MUNICIPALIDAD DE VILLA NUEVA DIBUJO Y CÁLCULO TOPOGRÁFICO: JOSÉ GABRIEL PÉREZ ASesor: MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR	DIBUJO Y CÁLCULO HIDRÁULICO: JOSÉ GABRIEL PÉREZ SUPERVISOR: ING. SILVIO JOSÉ RODRIGUEZ SERRANO FIRMA:	2 16



SIMBOLOGÍA	
	POZO DE VISITA
	POZO DE VISITA
	DIRECCIÓN DEL FLUJO
	TUBERÍA
	COTA DE TERRENO
	LONGITUD DE TUBERÍA
	ALTURA DEL POZO
	DIÁMETRO
	POLICLORURO DE VINILO
	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES
	PENDIENTE DE LA TUBERÍA

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
NORMAS DE TUBERÍA	
ASTM F-477	CONEXIONES ENTRE TUBERÍA NOVAFORT O SIMILARES
ASTM F-949	DIMENSIONES Y RESISTENCIA DE TUBERÍA NOVAFORT O SIMILARES
NORMAS DE DISEÑO	
NORMAS GENERALES PARA DISEÑO DE ALCANTARILLADOS, INFOM, 2001	

PLANTA GENERAL DISEÑO HIDRÁULICO
 ESCALA : 1/1500

	MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR	
	EL TABLÓN, ZONA 3 MUNICIPIO: VILLA NUEVA DEPARTAMENTO: GUATEMALA PROYECTO DE DISEÑO DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO, CASERIO EL TABLÓN, BARGENAS, ZONA 3	
PLANO DE: PLANTA GENERAL DISEÑO HIDRÁULICO, RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO		PROGRAMA: EPS USAC 2017 ESCALA: INDICADA FECHA: ENERO 2021
LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO: MUNICIPALIDAD DE VILLA NUEVA	DIBUJO Y CÁLCULO HIDRÁULICO: JOSÉ GABRIEL PÉREZ	<div style="text-align: center; font-size: 2em; font-weight: bold;">4</div> <div style="text-align: center; font-size: 3em; font-weight: bold;">16</div>
DIBUJO Y CÁLCULO TOPOGRÁFICO: JOSÉ GABRIEL PÉREZ	SUPERVISOR: ING. SILVIO JOSÉ RODRÍGUEZ SERRANO	
ASESOR: MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR	FIRMA:	

TABLA DE POZOS DE VISITA		
POZO DE VISITA	ALTURA (m)	COTA DEL TERRENO (m)
PTAR-1	1.560 INV IN = 899.445 INV OUT = 922.657	900.596
PTAR-2	1.400 INV IN = 907.073 INV OUT = 920.372	908.097
PV-1	5.754 INV IN = 967.820 INV OUT = 967.656	971.391
PV-2	2.758 INV IN = 965.181 INV OUT = 964.972	967.729
PV-3	1.582 INV IN = 959.356 INV OUT = 959.118	960.698
PV-4	1.615 INV IN = 955.551 INV OUT = 955.305	956.917
PV-5	1.515 INV IN = 952.841 INV OUT = 952.645	954.156
PV-6	2.367 INV IN = 952.307 INV OUT = 952.273	954.638
PV-7	3.750 INV IN = 951.991 INV OUT = 951.960	955.708
PV-8	4.669 INV IN = 951.754 INV OUT = 951.721	956.391
PV-9	5.307 INV IN = 951.605 INV OUT = 951.573	956.880
PV-10	5.752 INV IN = 951.398 INV IN = 956.424 INV OUT = 951.398	957.145
PV-11	1.400 INV OUT = 977.250	978.646
PV-12	1.406 INV IN = 972.833 INV OUT = 972.794	974.199
PV-13	1.424 INV IN = 970.988 INV OUT = 970.916	972.341
PV-14	1.400 INV IN = 968.922 INV OUT = 968.814	970.198
PV-15	1.420 INV IN = 967.062 INV OUT = 966.940	968.357
PV-16	1.427 INV IN = 964.308 INV OUT = 964.173	965.596
PV-17	1.435 INV IN = 963.047 INV OUT = 962.855	964.319
PV-18	1.465 INV IN = 959.631 INV OUT = 959.465	960.933
PV-19	1.456 INV IN = 957.756 INV OUT = 957.624	959.081
PV-20	5.873 INV IN = 948.077 INV OUT = 947.787	953.664
PV-21	5.652 INV IN = 946.586 INV OUT = 946.418	952.074
PV-22	5.541 INV IN = 944.464 INV OUT = 944.179	949.724
PV-23	5.381 INV IN = 941.804 INV OUT = 941.579	946.959
PV-24	5.104 INV IN = 939.508 INV IN = 939.406 INV OUT = 939.406	944.509
PV-25	1.400 INV OUT = 942.820	944.221
PV-26	5.193 INV IN = 936.814 INV OUT = 936.527	941.723
PV-27	4.748 INV IN = 933.382 INV IN = 933.399 INV OUT = 933.382	938.134
PV-28	1.400 INV OUT = 938.330	939.729
PV-29	5.068 INV IN = 929.822 INV OUT = 929.512	934.576
PV-30	5.087 INV IN = 927.153 INV IN = 927.358 INV OUT = 927.153	932.235
PV-31	1.400 INV OUT = 931.480	932.875
PV-32	3.105 INV IN = 929.977 INV OUT = 929.945	933.053
PV-33	4.172 INV IN = 928.711 INV OUT = 928.678	932.846
PV-34	4.262 INV IN = 934.971 INV OUT = 934.938	939.197
PV-35	5.252 INV IN = 924.887 INV OUT = 924.658	929.906
PV-36	5.260 INV IN = 923.360 INV IN = 925.373 INV OUT = 923.360	928.622
PV-37	1.400 INV OUT = 928.040	929.440
PV-38	2.809 INV IN = 926.834 INV OUT = 926.801	929.611

TABLA DE POZOS DE VISITA		
POZO DE VISITA	ALTURA (m)	COTA DEL TERRENO (m)
PV-39	5.313 INV IN = 922.811 INV OUT = 922.657	927.967
PV-40	5.218 INV IN = 920.372 INV IN = 921.278 INV OUT = 920.372	925.593
PV-41	1.400 INV OUT = 923.080	924.482
PV-42	2.961 INV IN = 922.201 INV OUT = 922.169	925.131
PV-43	4.568 INV IN = 919.259 INV OUT = 918.952	923.515
PV-44	5.707 INV IN = 917.622 INV IN = 915.353 INV OUT = 915.353	921.063
PV-45	5.737 INV IN = 913.753 INV OUT = 913.753	919.489
PV-46	1.504 INV IN = 911.082 INV OUT = 911.046	912.553
PV-47	1.400 INV OUT = 918.180	919.576
PV-48	5.842 INV IN = 912.393 INV OUT = 912.138	917.982
PV-49	5.652 INV IN = 909.888 INV IN = 913.866 INV OUT = 909.888	915.538
PV-50	1.400 INV OUT = 913.950	915.354
PV-51	5.561 INV IN = 909.008 INV OUT = 908.789	914.354
PV-52	4.895 INV IN = 906.911 INV IN = 906.255 INV OUT = 906.255	911.146
PV-53	3.243 INV IN = 903.785 INV OUT = 903.467	906.714
PV-54	2.653 INV IN = 902.941 INV OUT = 902.637	905.286
PV-55	2.322 INV IN = 901.049 INV OUT = 900.738	903.063
PV-57	1.400 INV OUT = 949.650	951.048
PV-58	1.425 INV IN = 948.666 INV OUT = 948.625	950.053
PV-59	2.007 INV IN = 947.751 INV IN = 946.783 INV OUT = 946.783	948.792
PV-60	1.406 INV IN = 945.520 INV OUT = 945.444	946.850
PV-61	5.135 INV IN = 943.577 INV IN = 938.825 INV OUT = 938.825	943.960
PV-62	4.331 INV IN = 939.772 INV OUT = 939.739	944.073
PV-63	1.400 INV OUT = 943.120	944.523
PV-64	1.400 INV OUT = 949.270	950.667
PV-65	1.402 INV IN = 948.506 INV OUT = 948.468	949.873
PV-66	2.294 INV IN = 938.519 INV OUT = 938.486	940.776
PV-67	4.905 INV IN = 936.481 INV IN = 932.415 INV OUT = 932.415	937.317
PV-68	2.539 INV IN = 934.219 INV OUT = 934.191	936.732
PV-69	1.400 INV OUT = 936.780	938.181
PV-70	2.669 INV IN = 932.138 INV OUT = 932.101	934.773
PV-71	2.121 INV IN = 931.675 INV OUT = 931.599	933.718
PV-72	1.916 INV IN = 930.172 INV OUT = 930.024	931.942
PV-73	4.251 INV IN = 929.931 INV IN = 926.889 INV OUT = 926.889	931.139
PV-74	3.241 INV IN = 928.611 INV OUT = 928.579	931.823
PV-75	1.400 INV OUT = 930.790	932.189
PV-76	3.825 INV IN = 926.705 INV OUT = 926.655	930.483
PV-77	3.723 INV IN = 926.567 INV OUT = 926.517	930.236
PV-78	3.422 INV IN = 926.299 INV OUT = 926.248	929.666
PV-79	4.777 INV IN = 925.857 INV IN = 923.903 INV OUT = 923.903	928.679

TABLA DE POZOS DE VISITA		
POZO DE VISITA	ALTURA (m)	COTA DEL TERRENO (m)
PV-80	3.803 INV IN = 924.790 INV OUT = 924.757	928.559
PV-81	1.400 INV OUT = 927.270	928.675
PV-82	4.644 INV IN = 923.540 INV OUT = 923.456	928.096
PV-83	4.534 INV IN = 923.300 INV OUT = 923.216	927.751
PV-84	4.246 INV IN = 922.678 INV OUT = 922.594	926.839
PV-85	5.961 INV IN = 922.207 INV IN = 920.439 INV OUT = 920.439	926.396
PV-86	3.984 INV IN = 921.308 INV OUT = 921.276	925.260
PV-87	1.400 INV OUT = 924.050	925.449
PV-88	5.387 INV IN = 919.895 INV OUT = 919.763	925.153
PV-89	5.554 INV IN = 920.296 INV OUT = 920.296	925.851
PV-90	5.609 INV IN = 918.772 INV OUT = 918.721	924.327
PV-91	5.695 INV IN = 916.917 INV OUT = 916.855	922.554
PV-92	1.400 INV OUT = 926.400	927.799
PV-93	2.811 INV IN = 925.732 INV OUT = 925.699	928.513
PV-94	4.496 INV IN = 924.417 INV OUT = 924.384	928.877
PV-95	4.728 INV IN = 923.604 INV OUT = 923.572	928.296
PV-96	4.792 INV IN = 921.599 INV OUT = 921.538	926.333
PV-97	2.187 INV IN = 919.656 INV OUT = 919.623	921.815
PV-98	1.400 INV IN = 918.119 INV OUT = 917.888	918.966
PV-99	1.400 INV IN = 912.208 INV OUT = 911.908	913.187
PV-100	1.400 INV IN = 907.720 INV OUT = 907.416	908.566
PV-101	1.400 INV OUT = 999.320	1000.718
PV-102	1.980 INV IN = 997.822 INV OUT = 997.790	999.766
PV-103	3.470 INV IN = 996.933 INV OUT = 996.900	1000.370
PV-104	4.591 INV IN = 996.474 INV OUT = 996.442	1001.033
PV-105	4.139 INV IN = 995.673 INV OUT = 995.641	999.776
PV-106	4.149 INV IN = 991.858 INV OUT = 991.741	995.892
PV-107	4.170 INV IN = 989.036 INV OUT = 988.870	993.040
PV-108	4.008 INV IN = 987.739 INV OUT = 987.622	991.627
PV-109	3.998 INV IN = 985.597 INV OUT = 985.522	989.518
PV-110	3.950 INV IN = 982.732 INV OUT = 982.600	986.550
PV-111	3.998 INV IN = 981.784 INV OUT = 981.672	985.666
PV-112	4.004 INV IN = 980.107 INV OUT = 979.966	983.974
PV-113	4.036 INV IN = 978.871 INV OUT = 978.804	982.836
PV-114	4.073 INV IN = 976.649 INV OUT = 976.557	980.630
PV-115	4.016 INV IN = 971.644 INV IN = 974.602 INV OUT = 971.644	975.655
PV-116	1.400 INV OUT = 978.210	979.610
PV-117	1.450 INV IN = 976.910 INV OUT = 976.870	978.319

**TABLAS DE DISEÑO HIDRÁULICO:
POZOS DE VISITA Y TUBERÍAS**

ESCALA : 1/60

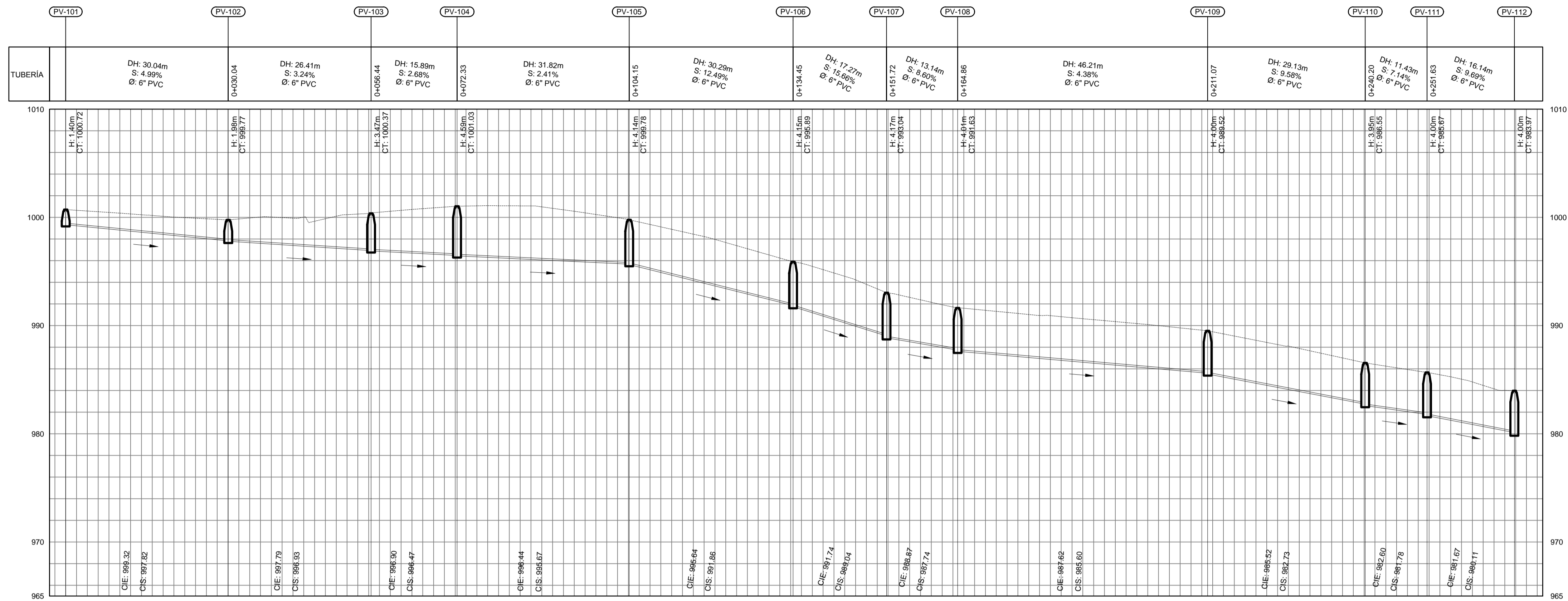
TABLA DE TUBERÍAS						
NOMBRE DE LA TUBERÍA	DIÁMETRO (pulgadas)	LONGITUD (m)	PENDIENTE (%)	MATERIAL	PV-INICIAL	PV-FINAL
T-1	15 pulgadas	6.12 m	5.62%	PVC	PV-100	PTAR-2
T-2	6 pulgadas	75.06 m	6.40%	PVC	PV-46	PV-52
T-3	12 pulgadas	18.09 m	7.17%	PVC	PV-55	PTAR-1
T-4	12 pulgadas	22.12 m	7.20%	PVC	PV-54	PV-55
T-5	8 pulgadas	9.27 m	5.69%	PVC	PV-53	PV-54
T-6	6 pulgadas	39.30 m	6.30%	PVC	PV-52	PV-53
T-7	6 pulgadas	32.53 m	5.78%	PVC	PV-51	PV-52
T-8	6 pulgadas	1.78 m	4.72%	PVC	PV-50	PV-49
T-9	6 pulgadas	23.18 m	3.80%	PVC	PV-49	PV-51
T-10	6 pulgadas	38.81 m	5.81%	PVC	PV-48	PV-49
T-11	6 pulgadas	28.43 m	4.79%	PVC	PV-45	PV-48
T-12	6 pulgadas	31.46 m	5.09%	PVC	PV-44	PV-45
T-13	6 pulgadas	24.37 m	6.17%	PVC	PV-91	PV-44
T-14	6 pulgadas	42.28 m	4.27%	PVC	PV-90	PV-91
T-15	6 pulgadas	32.29 m	4.73%	PVC	PV-89	PV-90
T-16	6 pulgadas	42.64 m	2.91%	PVC	PV-96	PV-89
T-17	6 pulgadas	28.64 m	6.90%	PVC	PV-95	PV-96
T-18	6 pulgadas	28.09 m	2.78%	PVC	PV-94	PV-95
T-19	6 pulgadas	38.89 m	3.30%	PVC	PV-93	PV-94
T-20	6 pulgadas	17.48 m	3.83%	PVC	PV-92	PV-93
T-22	6 pulgadas	47.20 m	15.21%	PVC	PV-47	PV-46
T-23	6 pulgadas	38.39 m	2.18%	PVC	PV-86	PV-85
T-24	6 pulgadas	68.98 m	3.98%	PVC	PV-87	PV-86
T-25	6 pulgadas	43.65 m	2.04%	PVC	PV-42	PV-40
T-26	6 pulgadas	31.49 m	2.79%	PVC	PV-41	PV-42
T-27	6 pulgadas	26.33 m	3.24%	PVC	PV-80	PV-79
T-28	6 pulgadas	61.78 m	4.02%	PVC	PV-81	PV-80
T-29	6 pulgadas	43.20 m	3.31%	PVC	PV-38	PV-36
T-30	6 pulgadas	24.45 m	4.94%	PVC	PV-37	PV-38
T-31	6 pulgadas	33.77 m	5.01%	PVC	PV-74	PV-73
T-32	6 pulgadas	43.20 m	5.05%	PVC	PV-75	PV-74
T-33	6 pulgadas	33.46 m	3.95%	PVC	PV-33	PV-30
T-34	6 pulgadas	31.28 m	3.95%	PVC	PV-32	PV-33
T-35	6 pulgadas	30.17 m	4.99%	PVC	PV-31	PV-32
T-36	6 pulgadas	34.19 m	5.20%	PVC	PV-68	PV-67
T-37	6 pulgadas	68.62 m	3.74%	PVC	PV-69	PV-68
T-38	6 pulgadas	30.82 m	5.00%	PVC	PV-34	PV-27
T-39	6 pulgadas	26.07 m	12.99%	PVC	PV-28	PV-34
T-40	6 pulgadas	33.61 m	5.02%	PVC	PV-65	PV-59
T-41	6 pulgadas	9.65 m	7.95%	PVC	PV-64	PV-65
T-42	15 pulgadas	28.74 m	14.73%	PVC	PV-99	PV-100
T-43	15 pulgadas	37.18 m	15.46%	PVC	PV-98	PV-99
T-44	6 pulgadas	20.03 m	7.53%	PVC	PV-97	PV-98
T-45	6 pulgadas	20.70 m	0.52%	PVC	PV-88	PV-97
T-46	6 pulgadas	16.10 m	3.38%	PVC	PV-85	PV-88
T-47	6 pulgadas	18.01 m	2.15%	PVC	PV-84	PV-85
T-48	6 pulgadas	24.65 m	2.18%	PVC	PV-83	PV-84
T-49	6 pulgadas	8.04 m	1.95%	PVC	PV-82	PV-83
T-50	6 pulgadas	17.04 m	2.13%	PVC	PV-79	PV-82
T-51	6 pulgadas	31.34 m	1.25%	PVC	PV-78	PV-79
T-52	6 pulgadas	18.04 m	1.21%	PVC	PV-77	PV-78
T-53	6 pulgadas	8.04 m	1.10%	PVC	PV-76	PV-77
T-54	6 pulgadas	15.29 m	1.20%	PVC	PV-73	PV-76
T-55	6 pulgadas	10.50 m	0.89%	PVC	PV-72	PV-73
T-56	6 pulgadas	23.54 m	6.07%	PVC	PV-71	PV-72
T-57	6 pulgadas	17.56 m	2.43%	PVC	PV-70	PV-71
T-58	6 pulgadas	28.95 m	0.96%	PVC	PV-67	PV-70
T-59	6 pulgadas	41.37 m	4.85%	PVC	PV-66	PV-67

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
NORMAS DE TUBERÍA	
ASTM F-477	CONEXIONES ENTRE TUBERÍA NOVAFORT O SIMILARES
ASTM F-949	DIMENSIONES Y RESISTENCIA DE TUBERÍA NOVAFORT O SIMILARES
NORMAS DE DISEÑO	
NORMAS GENERALES PARA DISEÑO DE ALCANTARILLADOS, INFOM, 2001	

SIMBOLOGÍA	
⊕	POZO DE VISITA
⊖	POZO DE VISITA
→	DIRECCIÓN DEL FLUJO
—	TUBERÍA
CT	COTA DE TERRENO
L	LONGITUD DE TUBERÍA
H	ALTURA DEL POZO
∅	DIÁMETRO
PVC	POLICLORURO DE VINILO
PTAR	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES
S	PENDIENTE DE LA TUBERÍA

TABLA DE TUBERÍAS						
NOMBRE DE LA TUBERÍA	DIÁMETRO (pulgadas)	LONGITUD (m)	PENDIENTE (%)	MATERIAL	PV-INICIAL	PV-FINAL
T-60	6 pulgadas					

PV-101 A PV-112

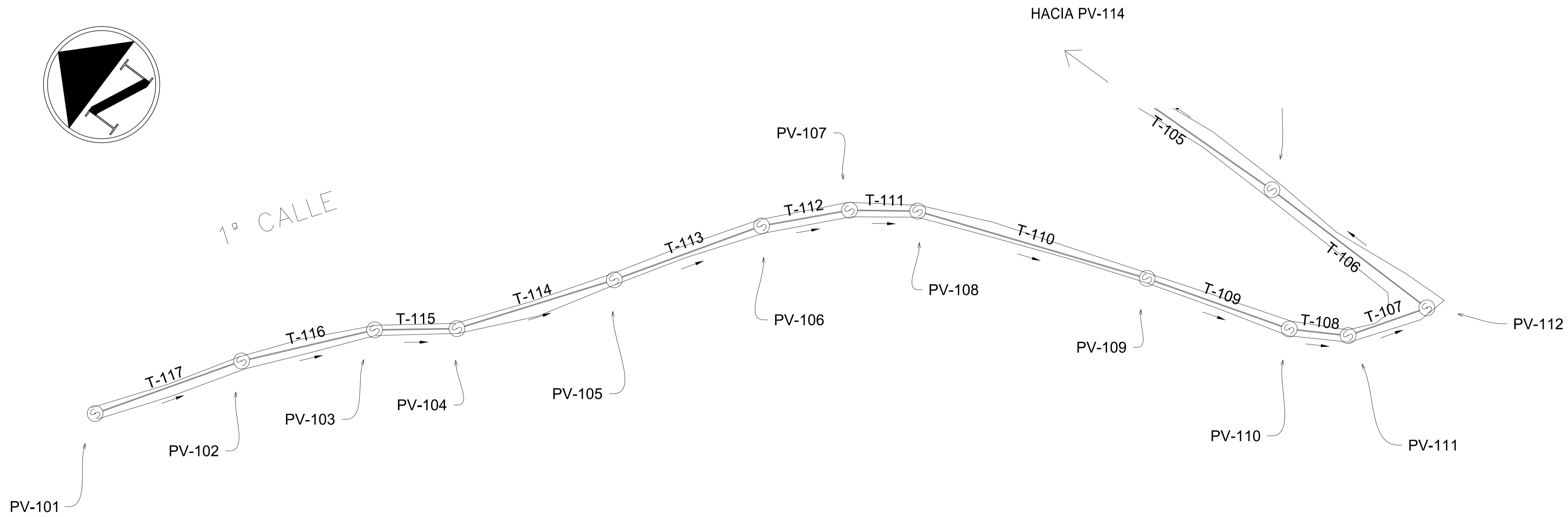
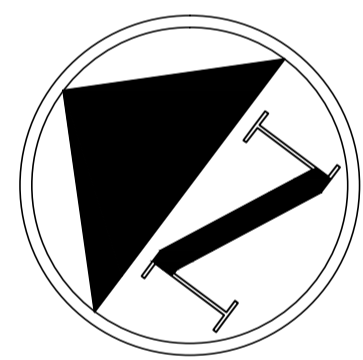
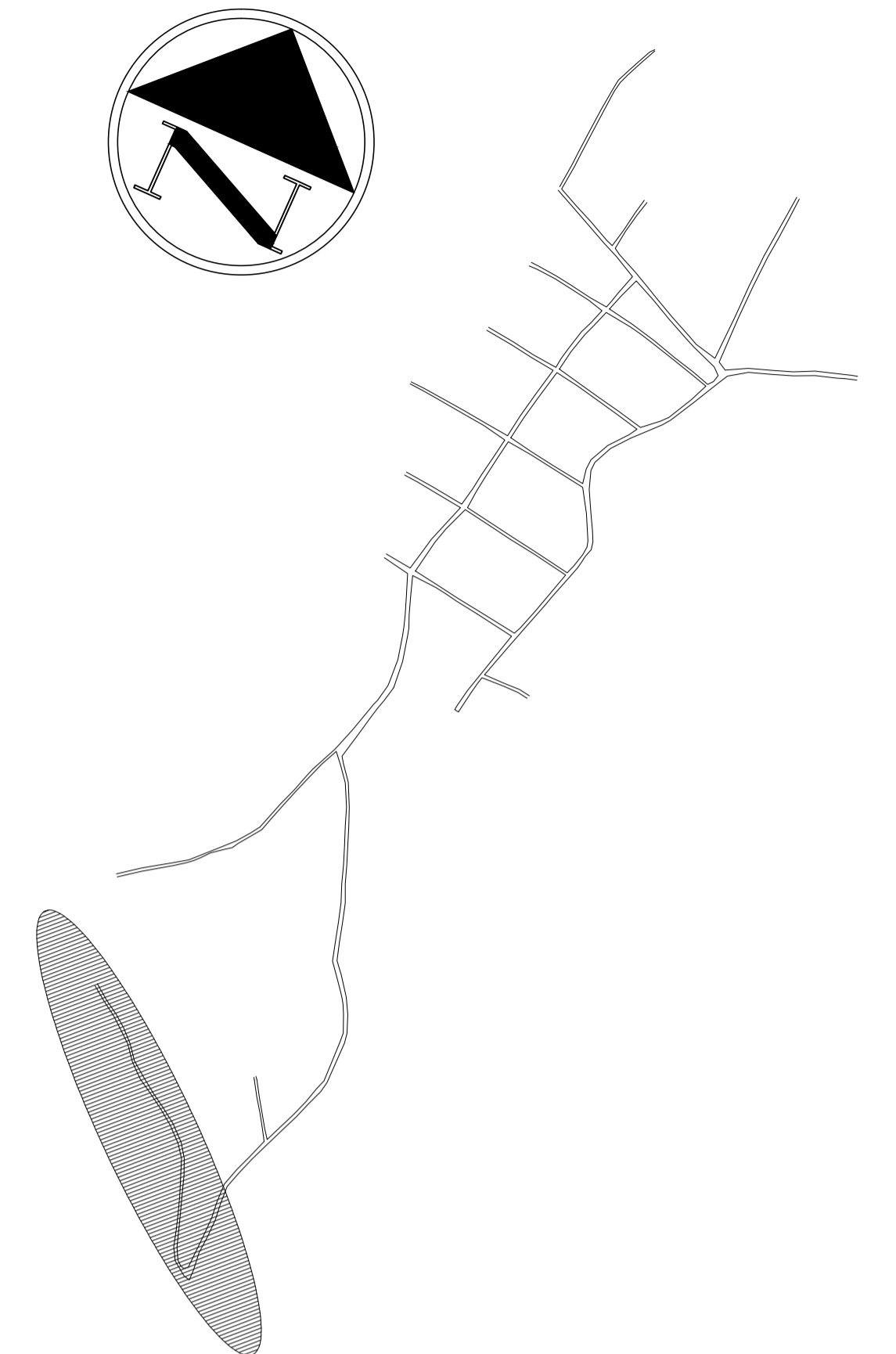


PERFIL DE PV-101 A PV-112

ESCALA HORIZONTAL: 1/500
ESCALA VERTICAL: 1/250

PLANTA DE REFERENCIA

ESCALA: 1/5000



PLANTA DE PV-101 A PV-112

ESCALA: 1/500

SIMBOLOGÍA

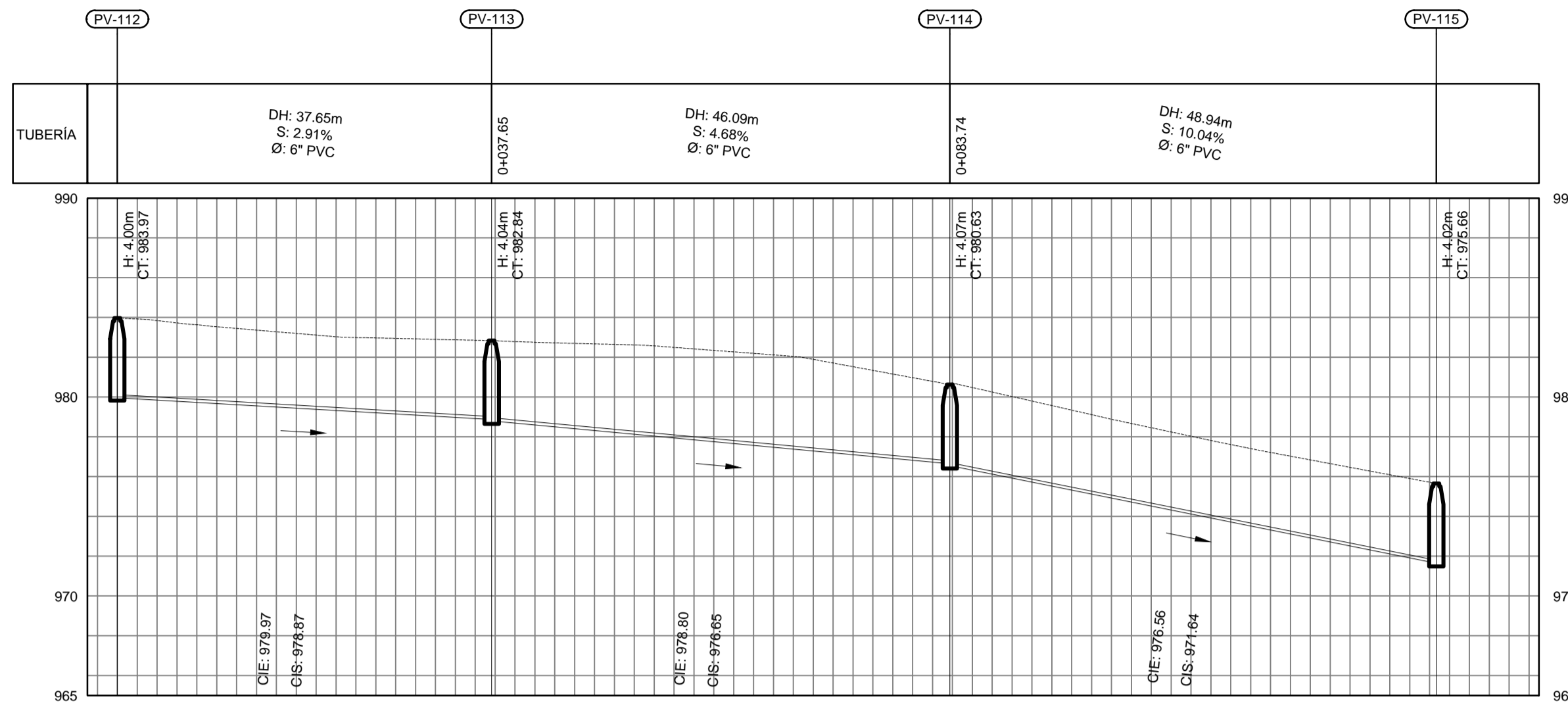
	POZO DE VISITA
	POZO DE VISITA
	DIRECCIÓN DEL FLUJO
	TUBERÍA
	COTA DE TERRENO
	LONGITUD DE TUBERÍA
	ALTURA DEL POZO
	DIÁMETRO
	PVC POLICLORURO DE VINILO
	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES
	PENDIENTE DE LA TUBERÍA
	COTA INVERT DE SALIDA
	COTA INVERT DE ENTRADA

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

NORMAS DE TUBERÍA	
ASTM F-477	CONEXIONES ENTRE TUBERÍA NOVAFORT O SIMILARES
ASTM F-949	DIMENSIONES Y RESISTENCIA DE TUBERÍA NOVAFORT O SIMILARES
NORMAS DE DISEÑO	
NORMAS GENERALES PARA DISEÑO DE ALCANTARILLADOS, INFOM, 2001	

	MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR EL TABLÓN, ZONA 3 MUNICIPIO: VILLA NUEVA DEPARTAMENTO: GUATEMALA PROYECTO DE DISEÑO DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO, CASERIO EL TABLÓN, BARGENAS, ZONA 3	
	PLANO DE: PLANTA-PERFIL DE DISEÑO HIDRÁULICO, RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO, DE PV-101 A PV-112	
LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO: MUNICIPALIDAD DE VILLA NUEVA	DIBUJO Y CÁLCULO HIDRÁULICO: JOSÉ GABRIEL PÉREZ	6 16
DIBUJO Y CÁLCULO TOPOGRÁFICO: JOSÉ GABRIEL PÉREZ	SUPERVISOR: ING. SILVIO JOSÉ RODRÍGUEZ SERRANO	
ASESOR: MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR	FIRMA:	

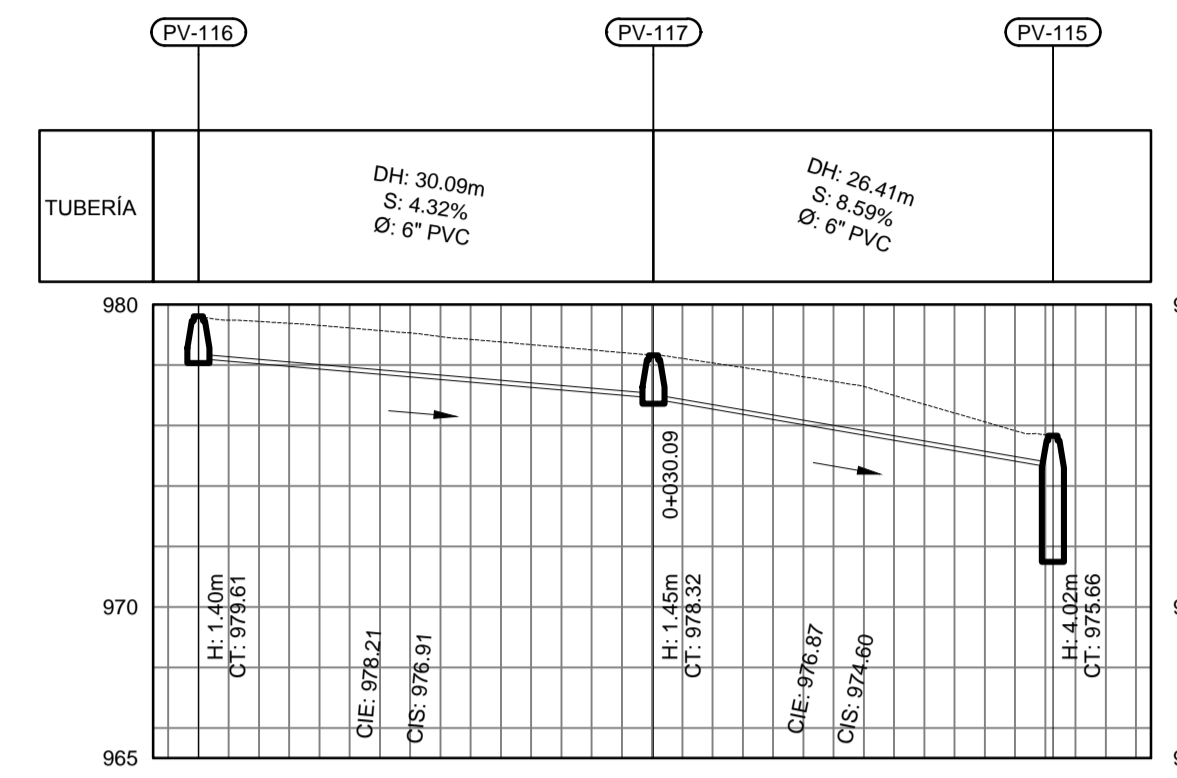
PV-112 A PV-115



PERFIL DE PV-112 A PV-115

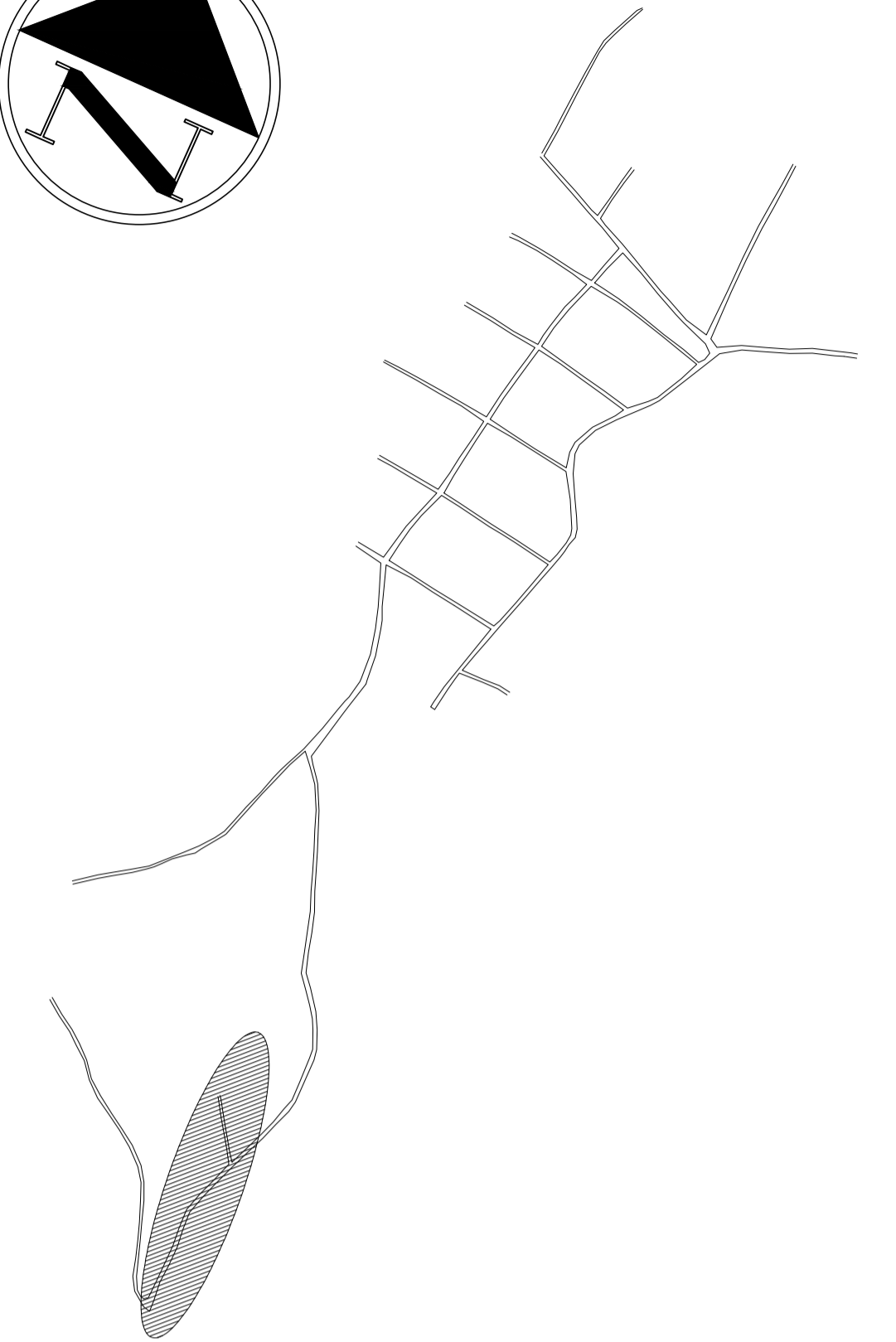
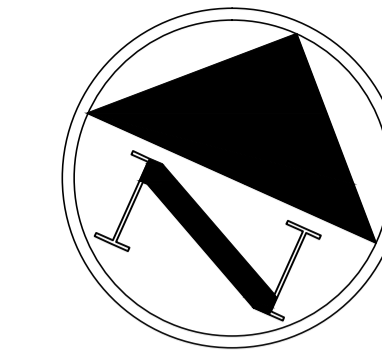
ESCALA HORIZONTAL: 1/500
ESCALA VERTICAL: 1/250

PV-116 A PV-115



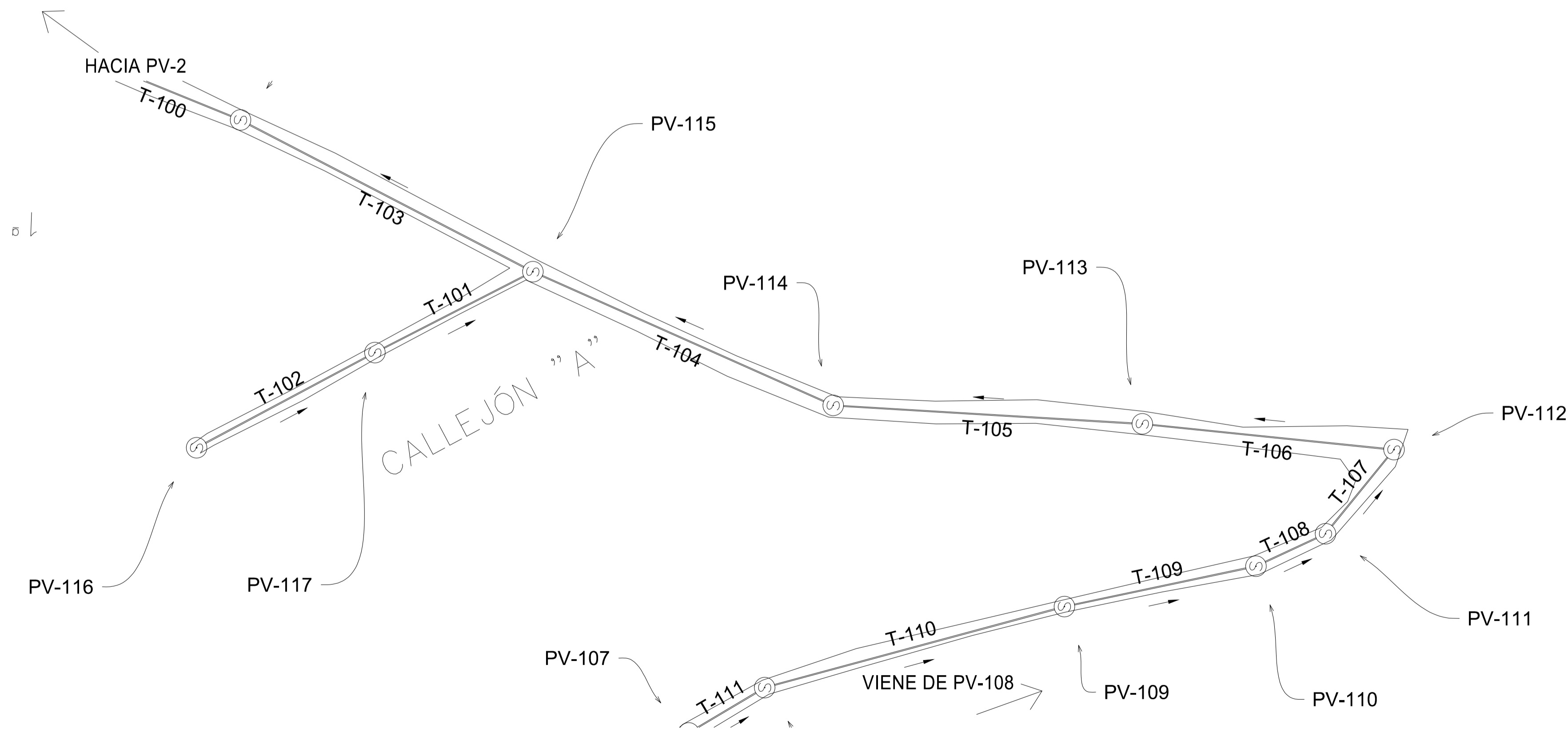
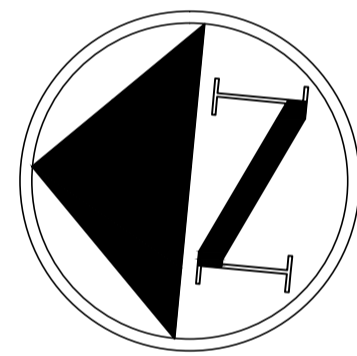
PERFIL DE PV-116 A PV-115

ESCALA HORIZONTAL: 1/500
ESCALA VERTICAL: 1/250



PLANTA DE REFERENCIA

ESCALA: 1/5000



PLANTA DE PV-112 A PV-115 Y DE PV-116 A PV-115

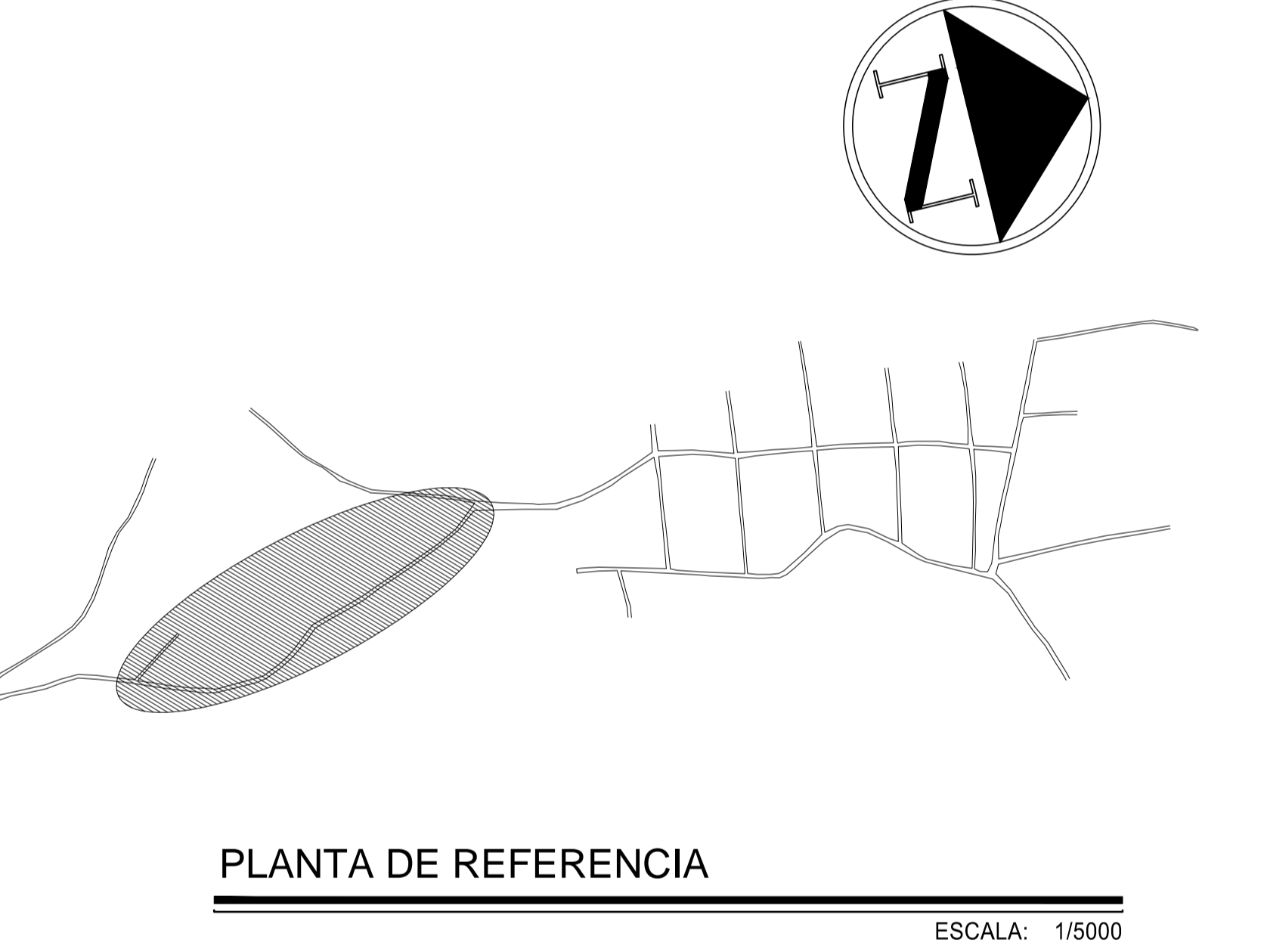
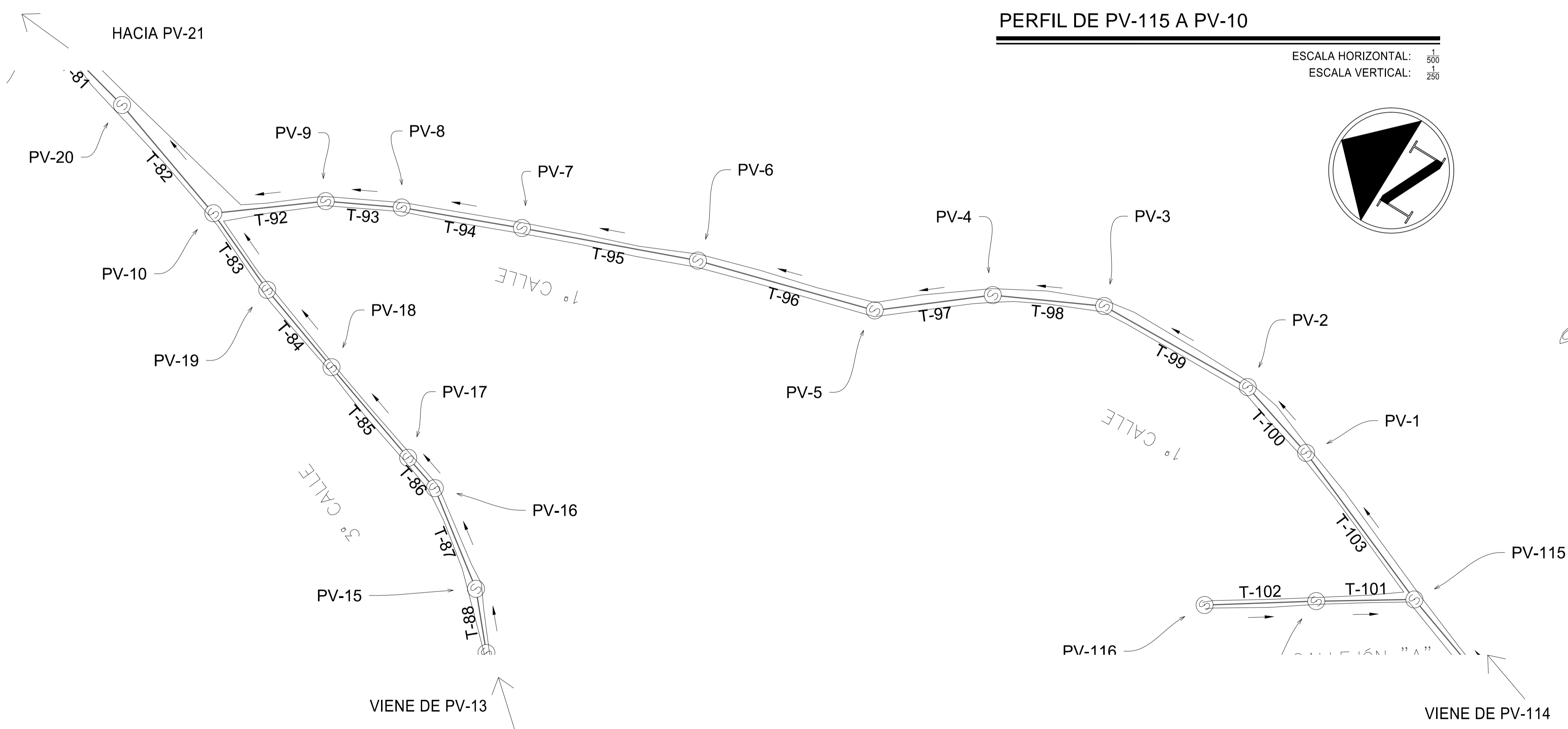
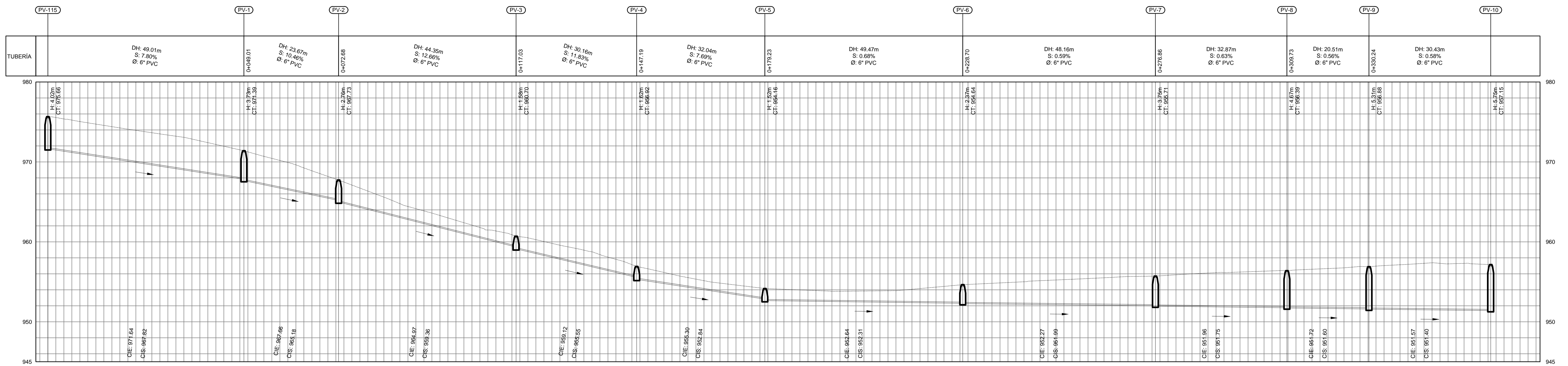
ESCALA: 1/500

SIMBOLOGIA	
	POZO DE VISITA
	POZO DE VISITA
	DIRECCIÓN DEL FLUJO
	TUBERÍA
	COTA DE TERRENO
	LONGITUD DE TUBERÍA
	ALTURA DEL POZO
	DIÁMETRO
	PVC POLICLORURO DE VINILO
	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES
	PENDIENTE DE LA TUBERÍA
	COTA INVERT DE SALIDA
	COTA INVERT DE ENTRADA

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
NORMAS DE TUBERÍA	
ASTM F-477	CONEXIONES ENTRE TUBERÍA NOVAFORT O SIMILARES
ASTM F-949	DIMENSIONES Y RESISTENCIA DE TUBERÍA NOVAFORT O SIMILARES
NORMAS DE DISEÑO	
NORMAS GENERALES PARA DISEÑO DE ALCANTARILLADOS, INFOM, 2001	

	MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR EL TABLÓN, ZONA 3 MUNICIPIO: VILLA NUEVA DEPARTAMENTO: GUATEMALA PROYECTO DE DISEÑO DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO, CASERIO EL TABLÓN, BÁRCENAS, ZONA 3	
	PLANO DE: PLANTA-PERFIL DE DISEÑO HIDRÁULICO, RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO, DE PV-112 A PV-115, PV-116 A PV-115	
LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO: MUNICIPALIDAD DE VILLA NUEVA DIBUJO Y CÁLCULO TOPOGRÁFICO: JOSÉ GABRIEL PÉREZ ASESOR: MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR	DIBUJO Y CÁLCULO HIDRÁULICO: JOSÉ GABRIEL PÉREZ SUPERVISOR: ING. SILVIO JOSÉ RODRÍGUEZ SERRANO FIRMA:	PROGRAMA: EPS USAC 2017 ESCALA: INDICADA FECHA: ENERO 2021 7 16

PV-115 A PV-10



ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
NORMAS DE TUBERÍA	
ASTM F-477	CONEXIONES ENTRE TUBERÍA NOVAFORT O SIMILARES
ASTM F-949	DIMENSIONES Y RESISTENCIA DE TUBERÍA NOVAFORT O SIMILARES
NORMAS DE DISEÑO	
NORMAS GENERALES PARA DISEÑO DE ALCANTARILLADOS, INFOM, 2001	

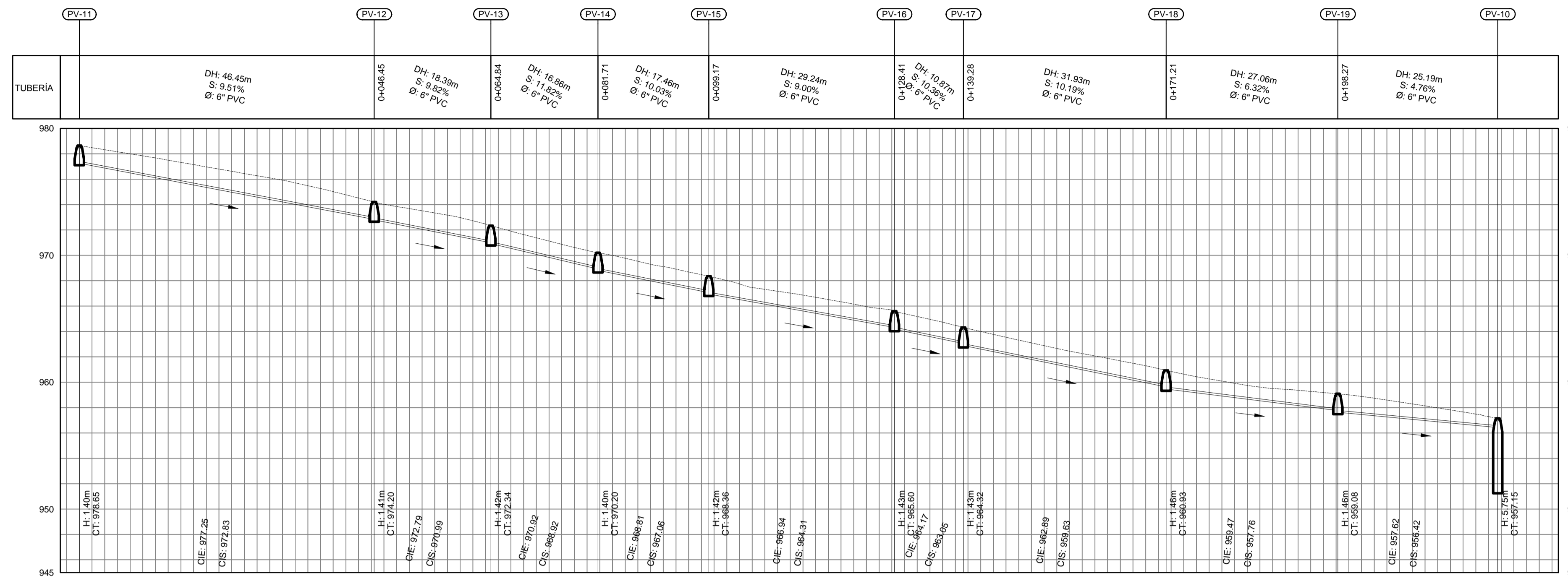
SIMBOLOGÍA	
	POZO DE VISITA
	POZO DE VISITA
	DIRECCIÓN DEL FLUJO
	TUBERÍA
	CT COTA DE TERRENO
	L LONGITUD DE TUBERÍA
	S PENDIENTE DE LA TUBERÍA
	CIS COTA INVERT DE SALIDA
	CIE COTA INVERT DE ENTRADA

MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR	
EL TABLÓN, ZONA 3	
MUNICIPIO: VILLA NUEVA	DEPARTAMENTO: GUATEMALA
PROYECTO DE DISEÑO DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO, CASERIO EL TABLÓN, BARGENAS, ZONA 3	

PLANO DE: PLANTA-PERFIL DE DISEÑO HIDRÁULICO, RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO, DE PV-115 A PV-10	PROGRAMA: EPS USAC 2017
LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO: MUNICIPALIDAD DE VILLA NUEVA	DIBUJO Y CÁLCULO HIDRÁULICO: JOSÉ GABRIEL PÉREZ
DIBUJO Y CÁLCULO TOPOGRÁFICO: JOSÉ GABRIEL PÉREZ	SUPERVISOR: ING. SILVIO JOSÉ RODRÍGUEZ SERRANO
ASESOR: MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR	FIRMA:

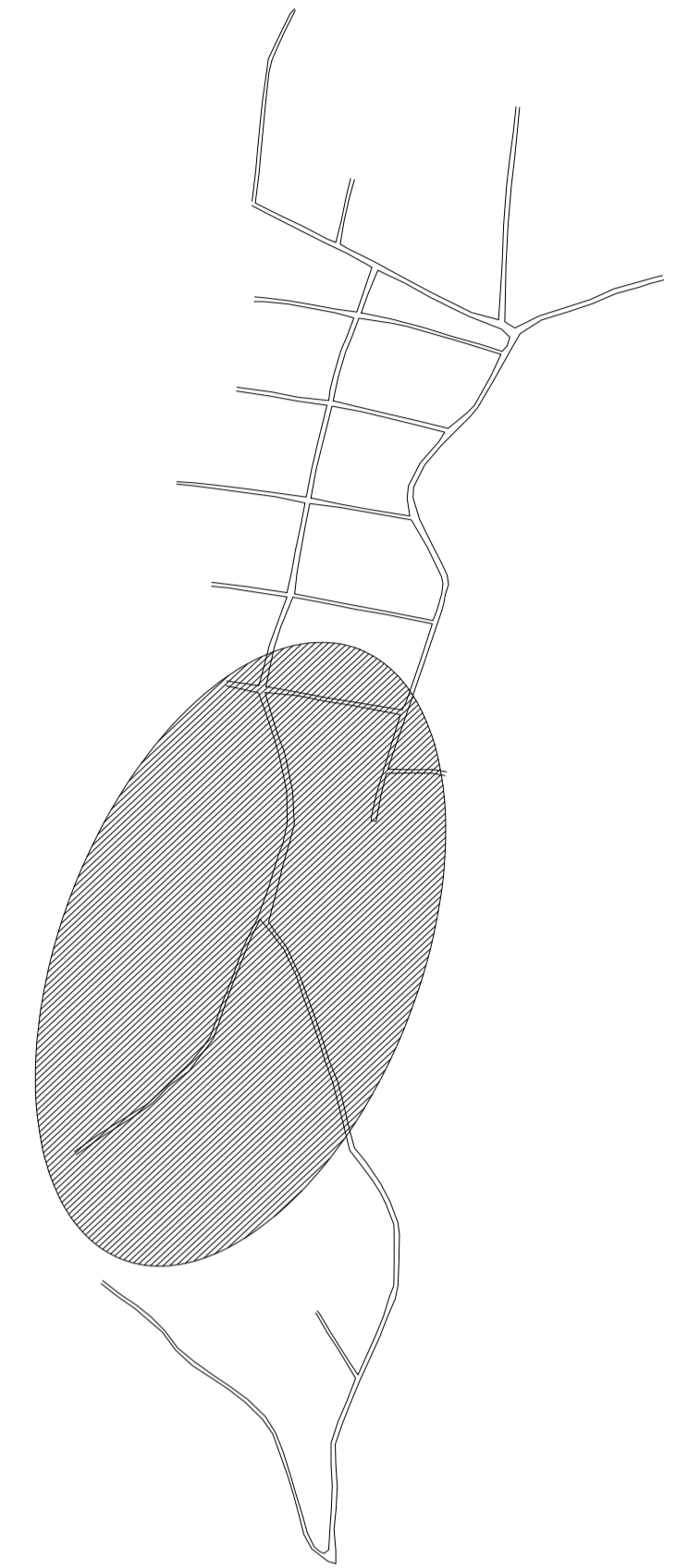
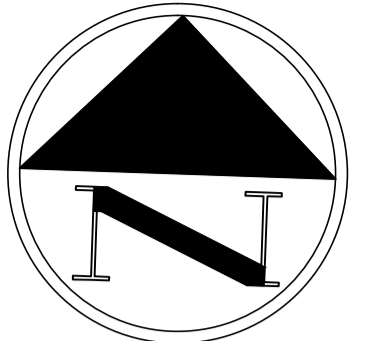
ESCALA: INDICADA	FECHA: ENERO 2021
8	16

PV-11 A PV-10



PERFIL DE PV-11 A PV-10

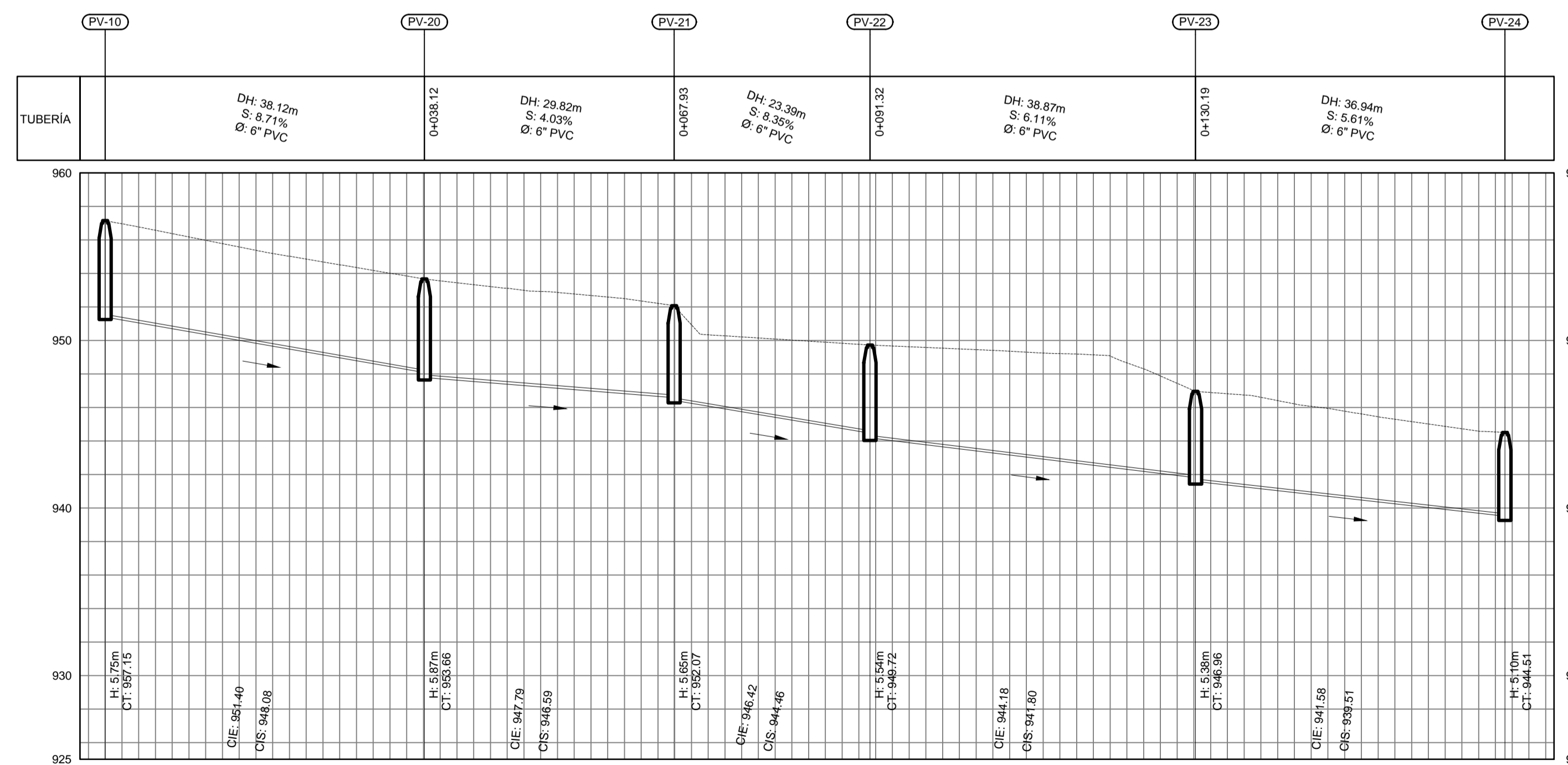
ESCALA HORIZONTAL: 1/500
ESCALA VERTICAL: 1/250



PLANTA DE REFERENCIA

ESCALA: 1/5000

PV-10 A PV-24

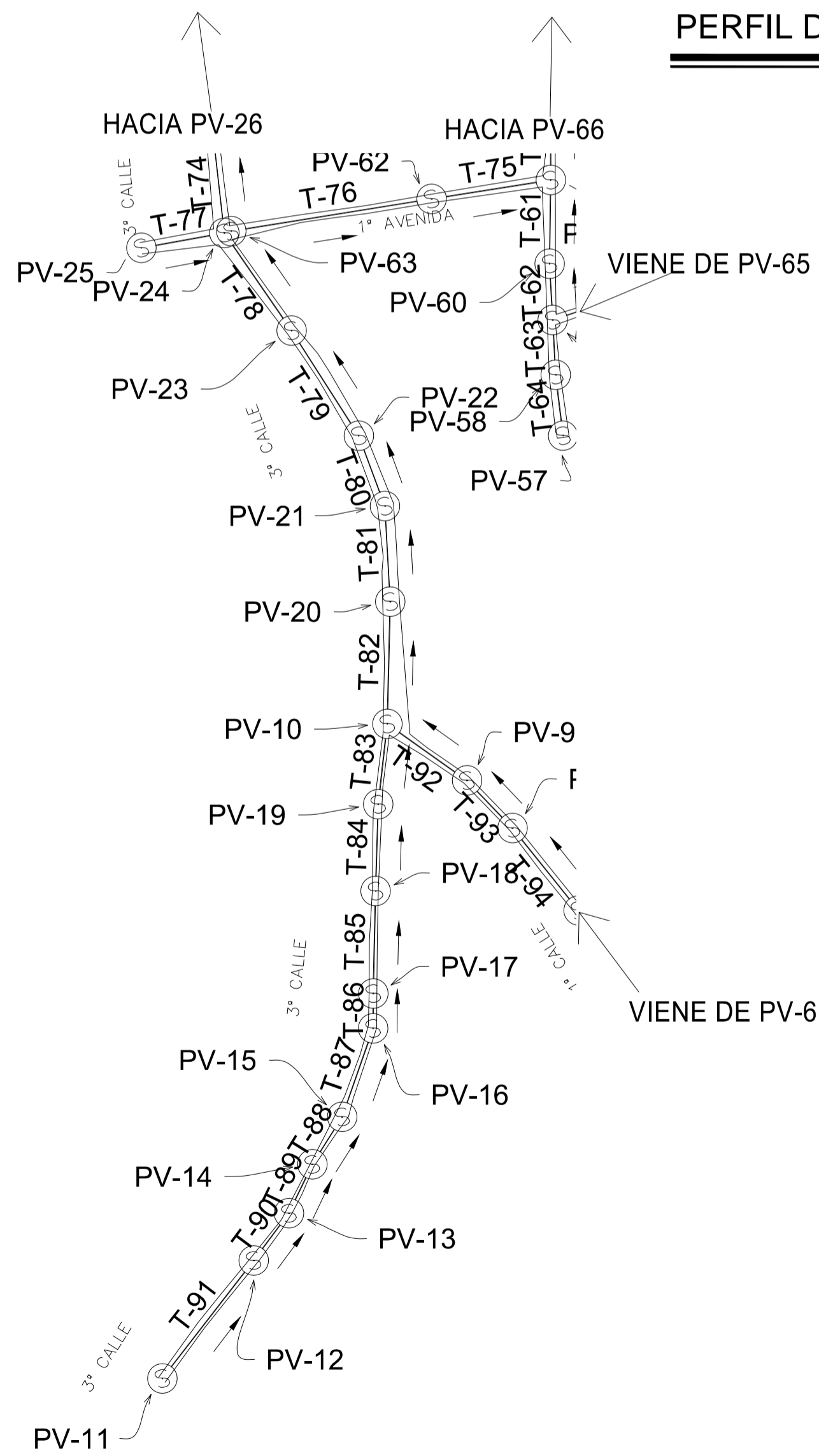
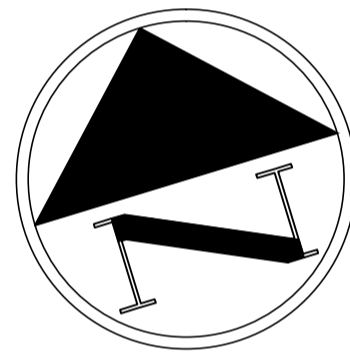


PERFIL DE PV-10 A PV-24

ESCALA HORIZONTAL: 1/500
ESCALA VERTICAL: 1/250

SIMBOLOGÍA	
	POZO DE VISITA
	TUBERÍA
	DIRECCIÓN DEL FLUJO
	COTAS DE TERRENO
	LONGITUD DE TUBERÍA
	ALTURA DEL POZO
	DIÁMETRO
	POLICLORURO DE VINILO
	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES
	PENDIENTE DE LA TUBERÍA
	COTA INVERT DE SALIDA
	COTA INVERT DE ENTRADA

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
NORMAS DE TUBERÍA	
ASTM F-477	CONEXIONES ENTRE TUBERÍA NOVAFORT O SIMILARES
ASTM F-949	DIMENSIONES Y RESISTENCIA DE TUBERÍA NOVAFORT O SIMILARES
NORMAS DE DISEÑO	
NORMAS GENERALES PARA DISEÑO DE ALCANTARILLADOS, INFOM, 2001	

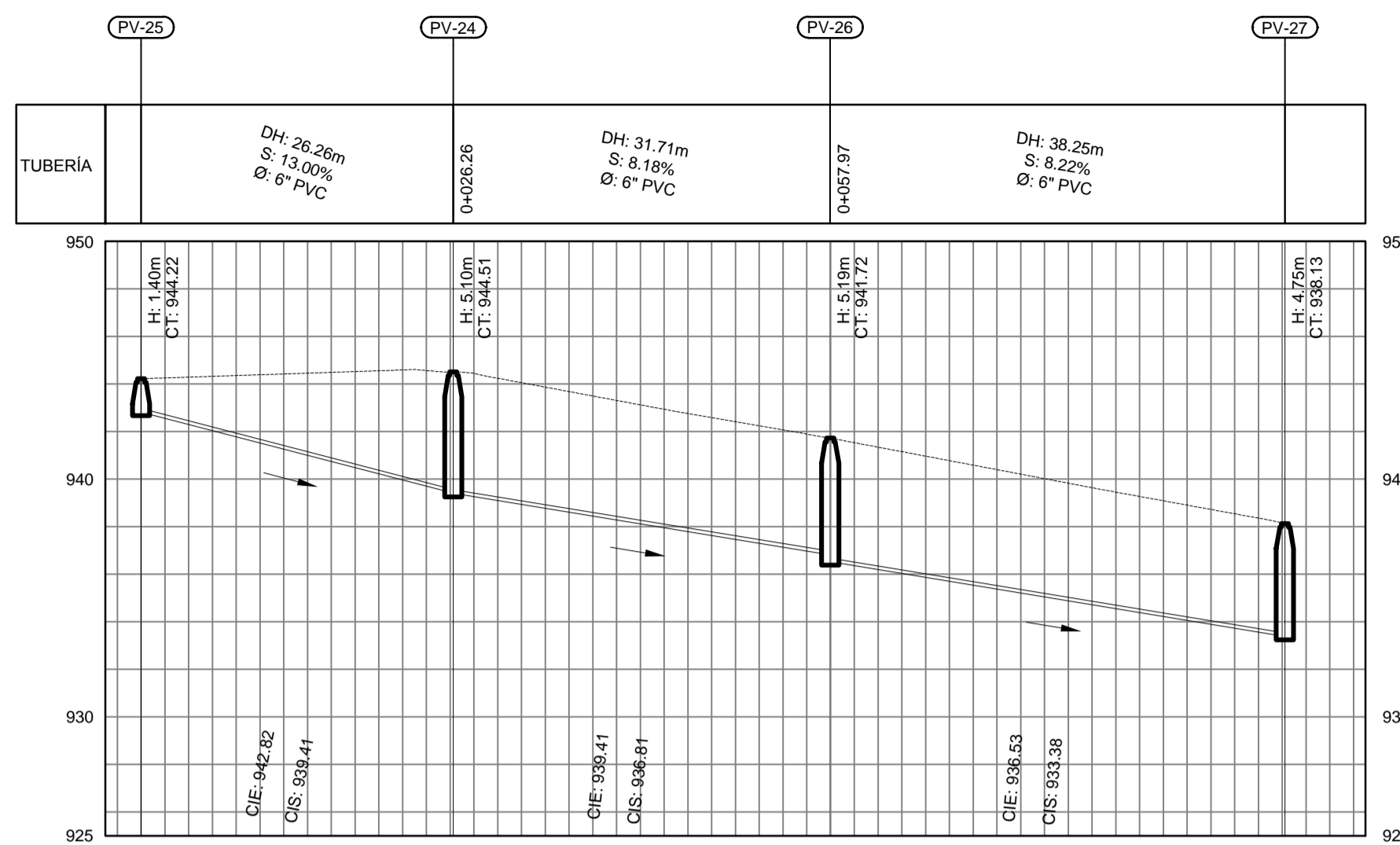


PLANTA DE PV-11 A PV-10 Y DE PV-10 A PV-24

ESCALA: 1/1500

	MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR	
	EL TABLÓN, ZONA 3 MUNICIPIO: VILLA NUEVA DEPARTAMENTO: GUATEMALA PROYECTO DE DISEÑO DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO, CASERIO EL TABLÓN, BARGENAS, ZONA 3	
PLANO DE: PLANTA-PERFIL DE DISEÑO HIDRÁULICO, RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO, DE PV-10 A PV-24, PV-11 A PV-10	PROGRAMA: EPS USAC 2017 ESCALA: INDICADA FECHA: ENERO 2021	PROGRAMA: EPS USAC 2017 ESCALA: INDICADA FECHA: ENERO 2021
LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO: MUNICIPALIDAD DE VILLA NUEVA DIBUJO Y CÁLCULO TOPOGRÁFICO: JOSÉ GABRIEL PÉREZ ASESOR: MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR	DIBUJO Y CÁLCULO HIDRÁULICO: JOSÉ GABRIEL PÉREZ SUPERVISOR: ING. SILVIO JOSÉ RODRÍGUEZ SERRANO FIRMA:	9 16

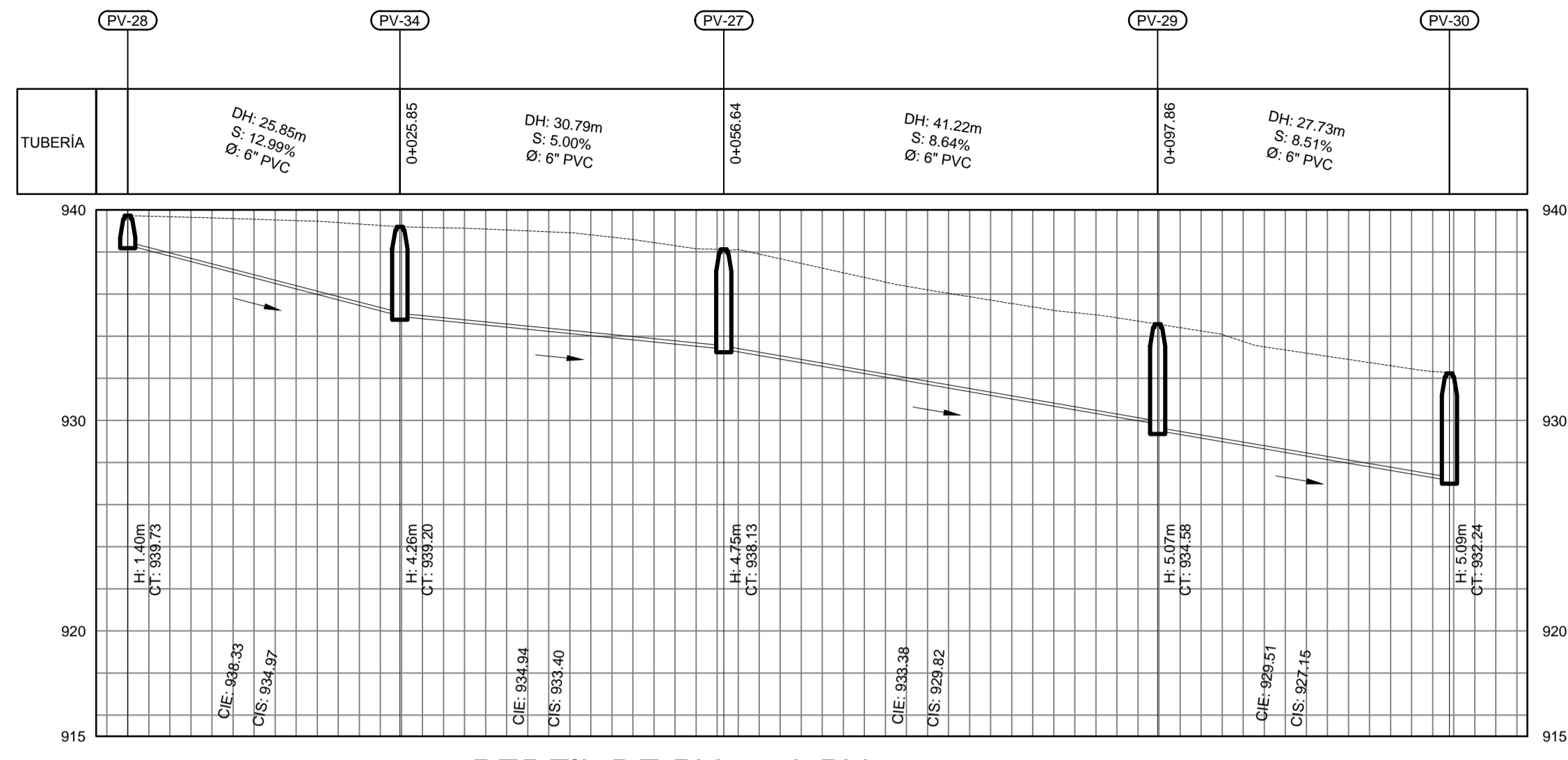
PV-25 A PV-27



PERFIL DE PV-25 A PV-27

ESCALA HORIZONTAL: 1/500
ESCALA VERTICAL: 1/250

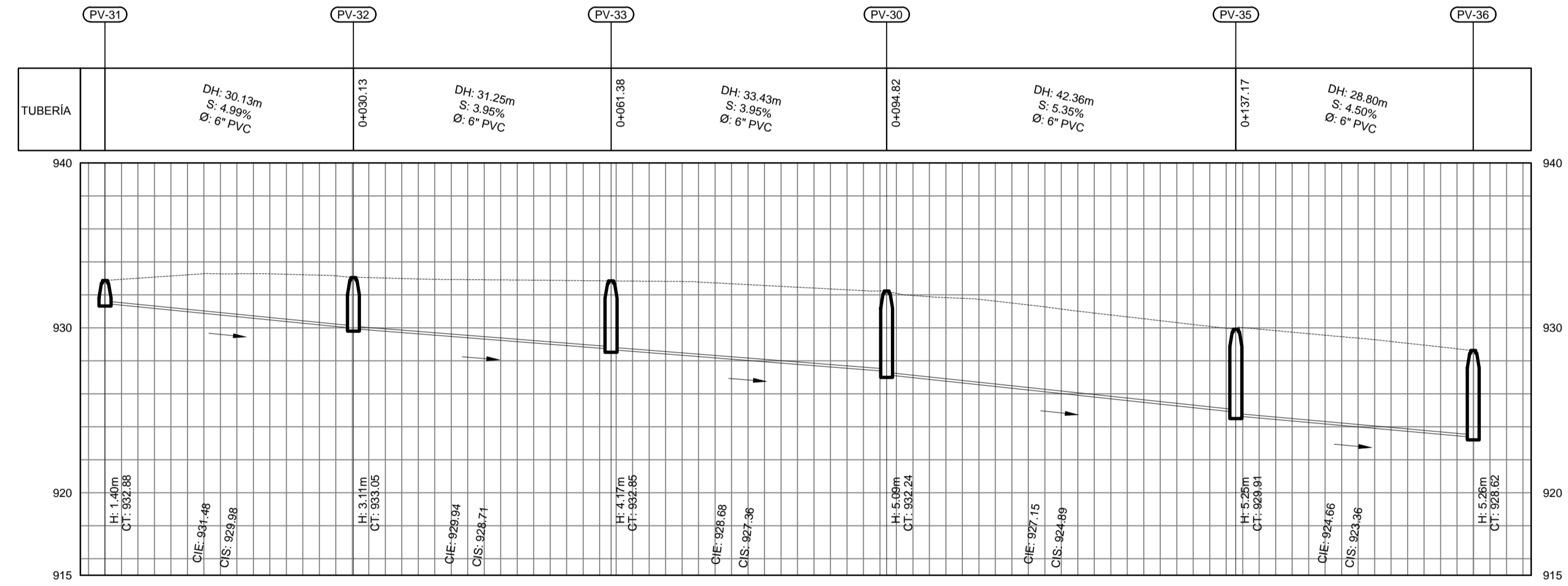
PV-28 A PV-30



PERFIL DE PV-28 A PV-30

ESCALA HORIZONTAL: 1/500, ESCALA VERTICAL: 1/250

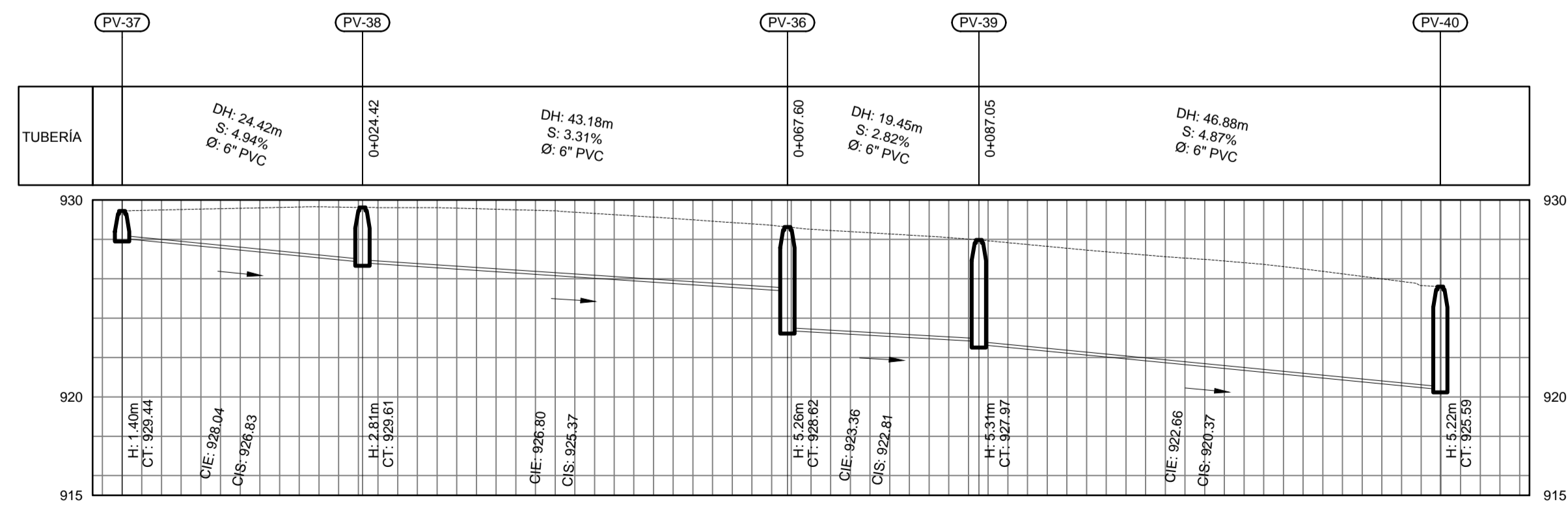
PV-31 A PV-36



PERFIL DE PV-31 A PV-36

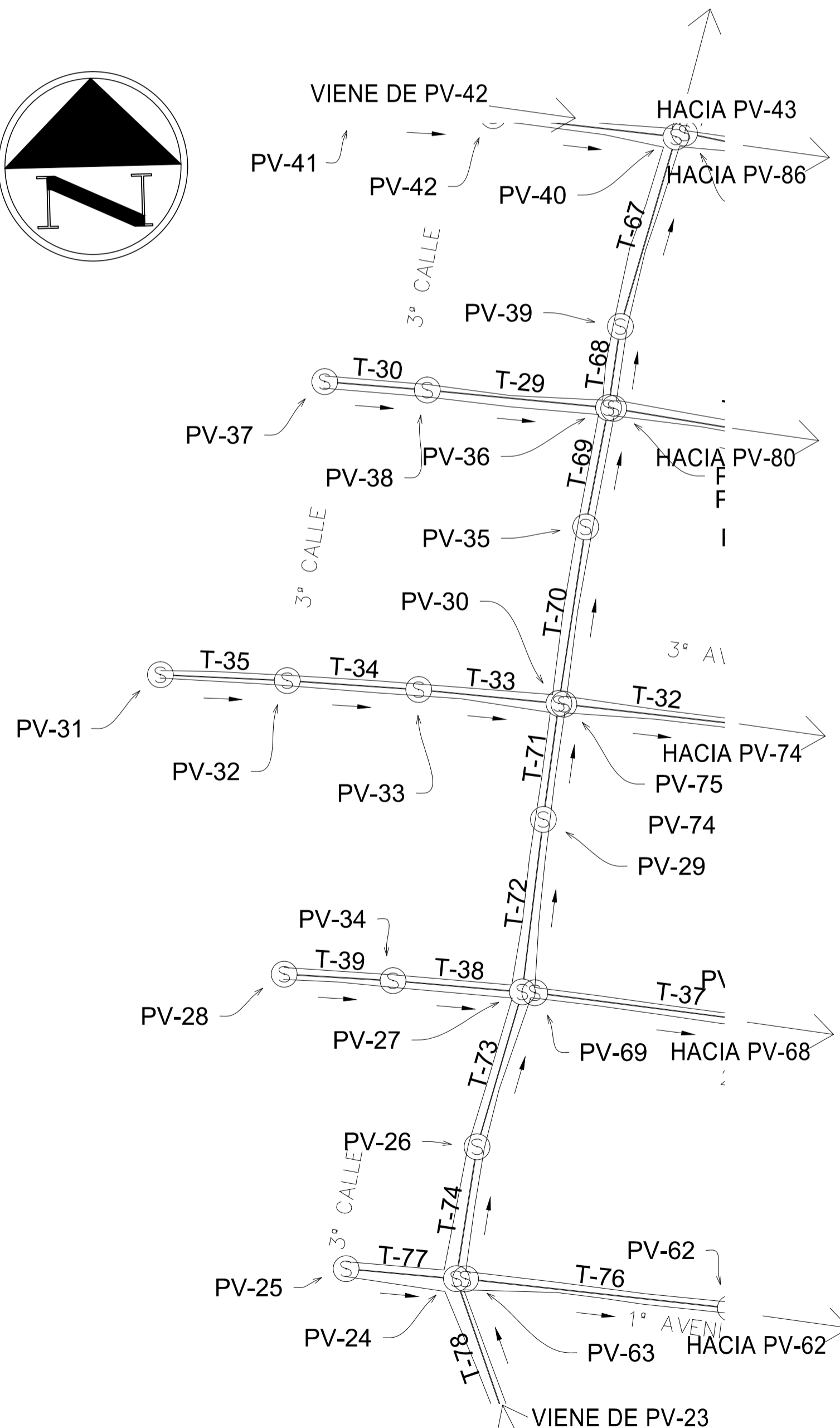
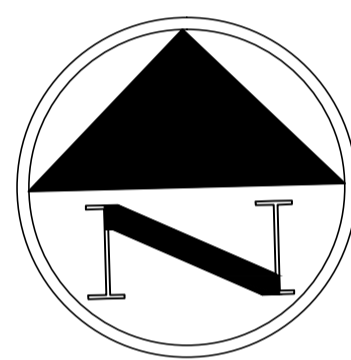
ESCALA HORIZONTAL: 1/500, ESCALA VERTICAL: 1/250

PV-37 A PV-40



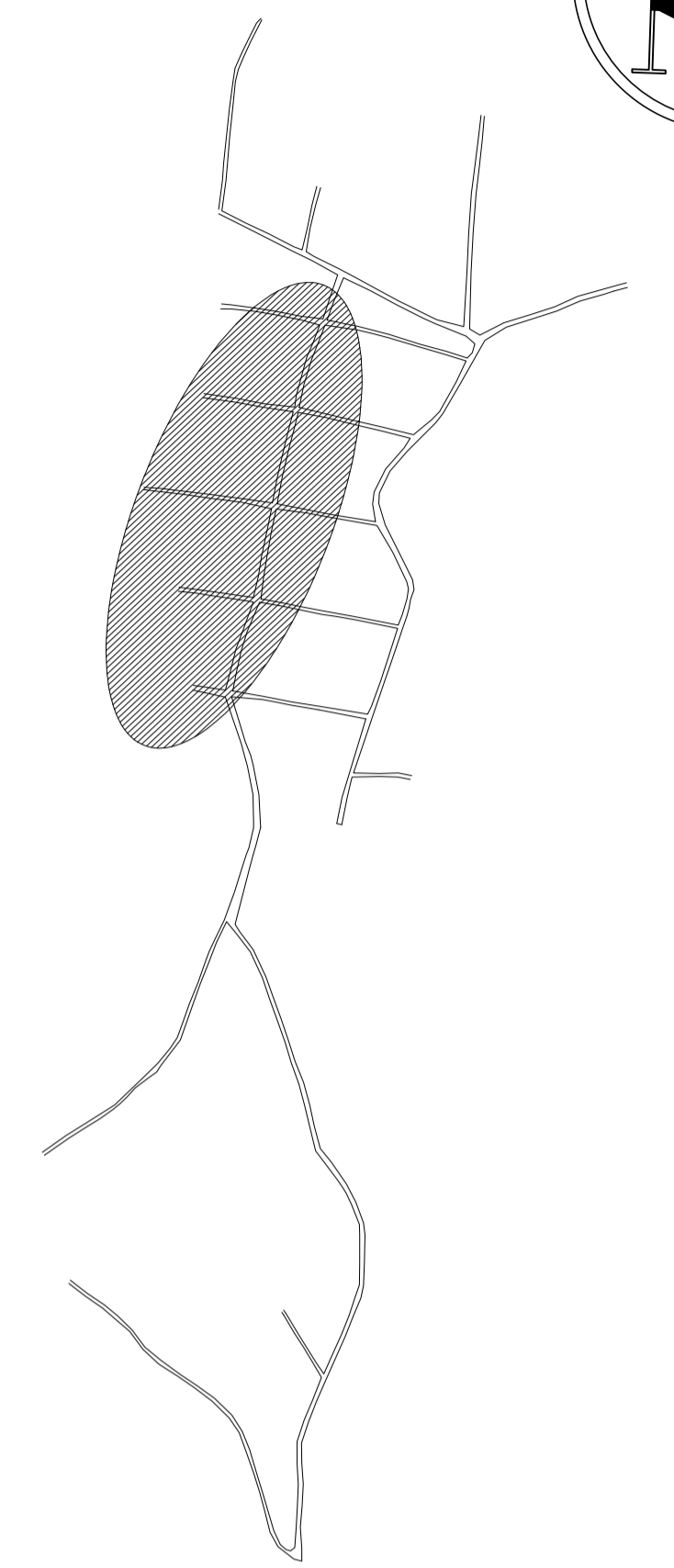
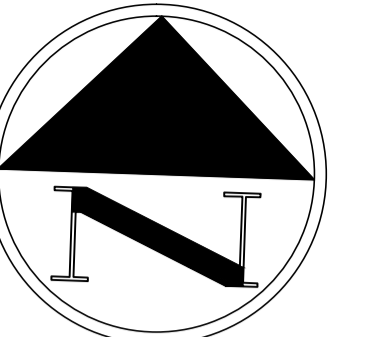
PERFIL DE PV-37 A PV-40

ESCALA HORIZONTAL: 1/500, ESCALA VERTICAL: 1/250



PLANTA DE PV-25 A PV-27, DE PV-28 A PV-30, DE PV-31 A PV-36 Y DE PV-37 A PV-40

ESCALA: 1/1000



PLANTA DE REFERENCIA

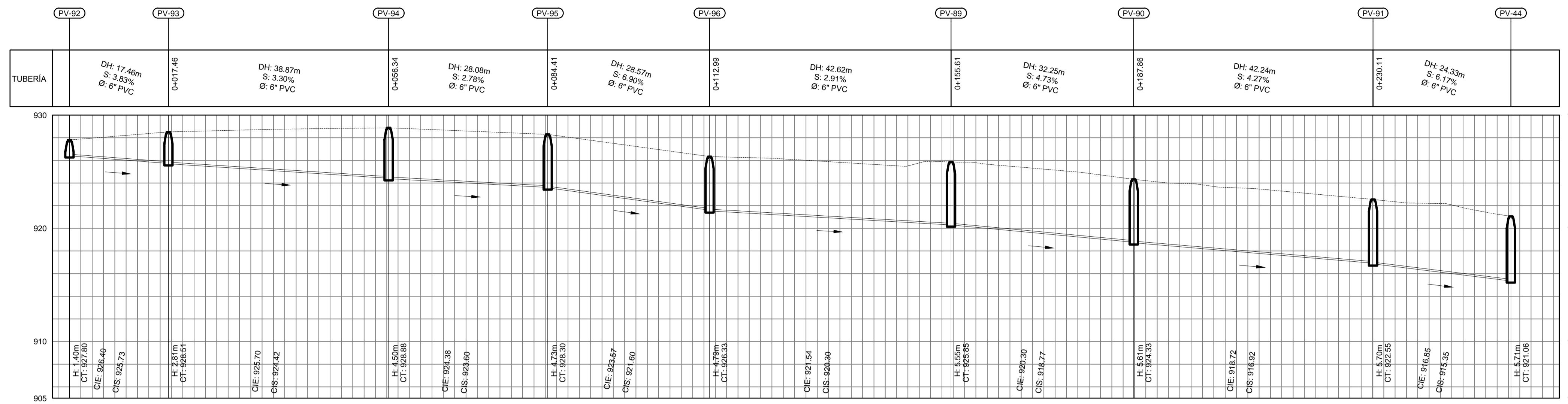
ESCALA: 1/5000

SIMBOLOGÍA	
	POZO DE VISITA
	DIRECCIÓN DEL FLUJO
	TUBERÍA
	COTA DE TERRENO
	LONGITUD DE TUBERÍA
	ALTURA DEL POZO
	DIÁMETRO
	POLICÁRURO DE VINILO
	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES
	PENDIENTE DE LA TUBERÍA
	COTA INVERT DE SALIDA
	COTA INVERT DE ENTRADA

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
NORMAS DE TUBERÍA	
ASTM F-477	CONEXIONES ENTRE TUBERÍA NOVAFORT O SIMILARES
ASTM F-949	DIMENSIONES Y RESISTENCIA DE TUBERÍA NOVAFORT O SIMILARES
NORMAS DE DISEÑO	
NORMAS GENERALES PARA DISEÑO DE ALCANTARILLADOS, INFOM, 2001	

	MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR EL TABLÓN, ZONA 3 MUNICIPIO: VILLA NUEVA DEPARTAMENTO: GUATEMALA	
	PROYECTO DE DISEÑO DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO, CASERIO EL TABLÓN, BARGENAS, ZONA 3	
PLANO DE: PLANTA-PERFIL DE DISEÑO HIDRÁULICO, RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO, DE PV-25 A PV-27, PV-28 A PV-30, PV-31 A PV-36, PV-37 A PV-40	PROGRAMA: EPS USAC 2017 ESCALA: INDICADA FECHA: ENERO 2021	10 16
LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO: MUNICIPALIDAD DE VILLA NUEVA DIBUJO Y CÁLCULO TOPOGRÁFICO: JOSÉ GABRIEL PÉREZ ASESOR: MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR	DIBUJO Y CÁLCULO HIDRÁULICO: JOSÉ GABRIEL PÉREZ SUPERVISOR: ING. SILVIO JOSÉ RODRÍGUEZ SERRANO FIRMA:	

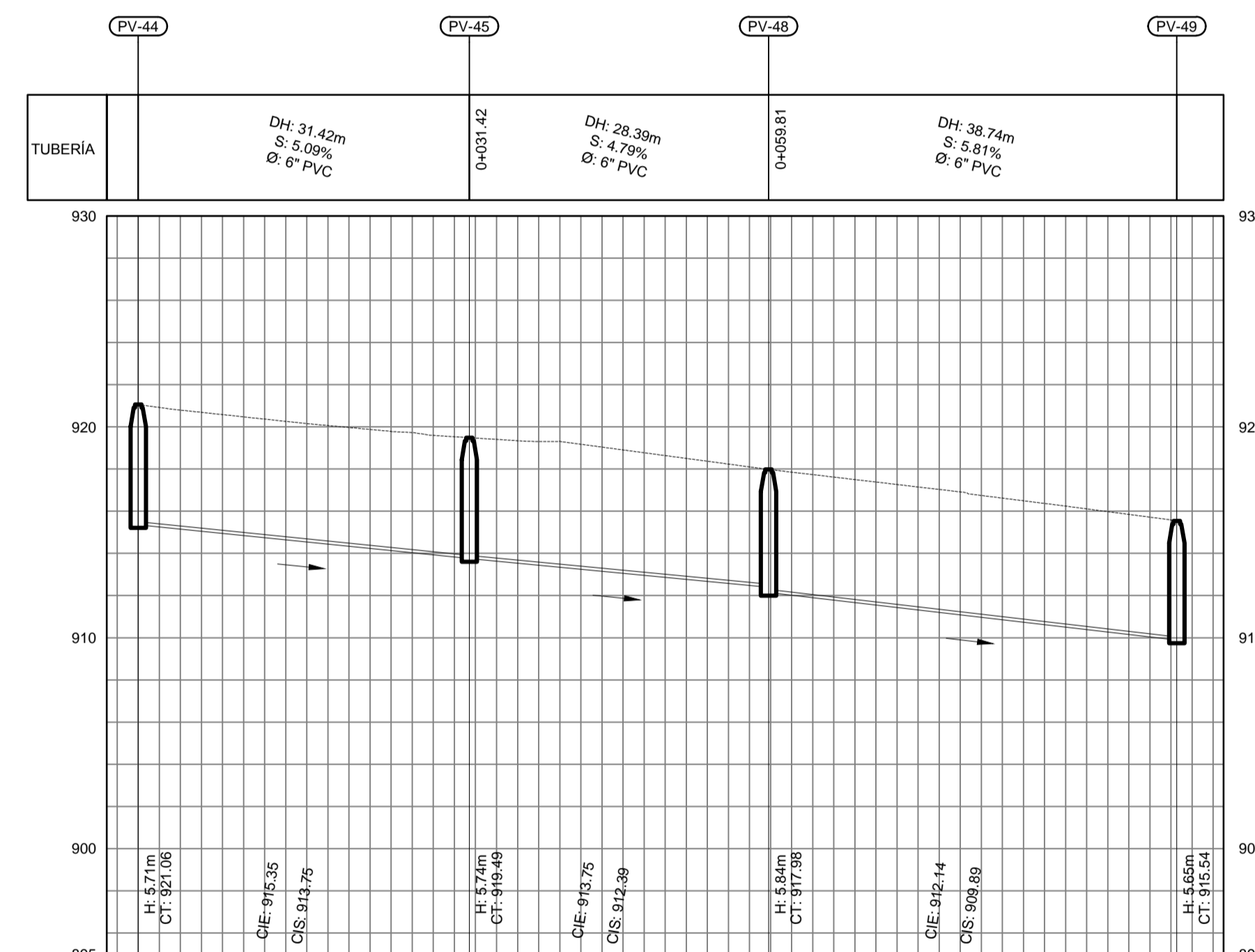
PV-92 A PV-44



PERFIL DE PV-92 A PV-44

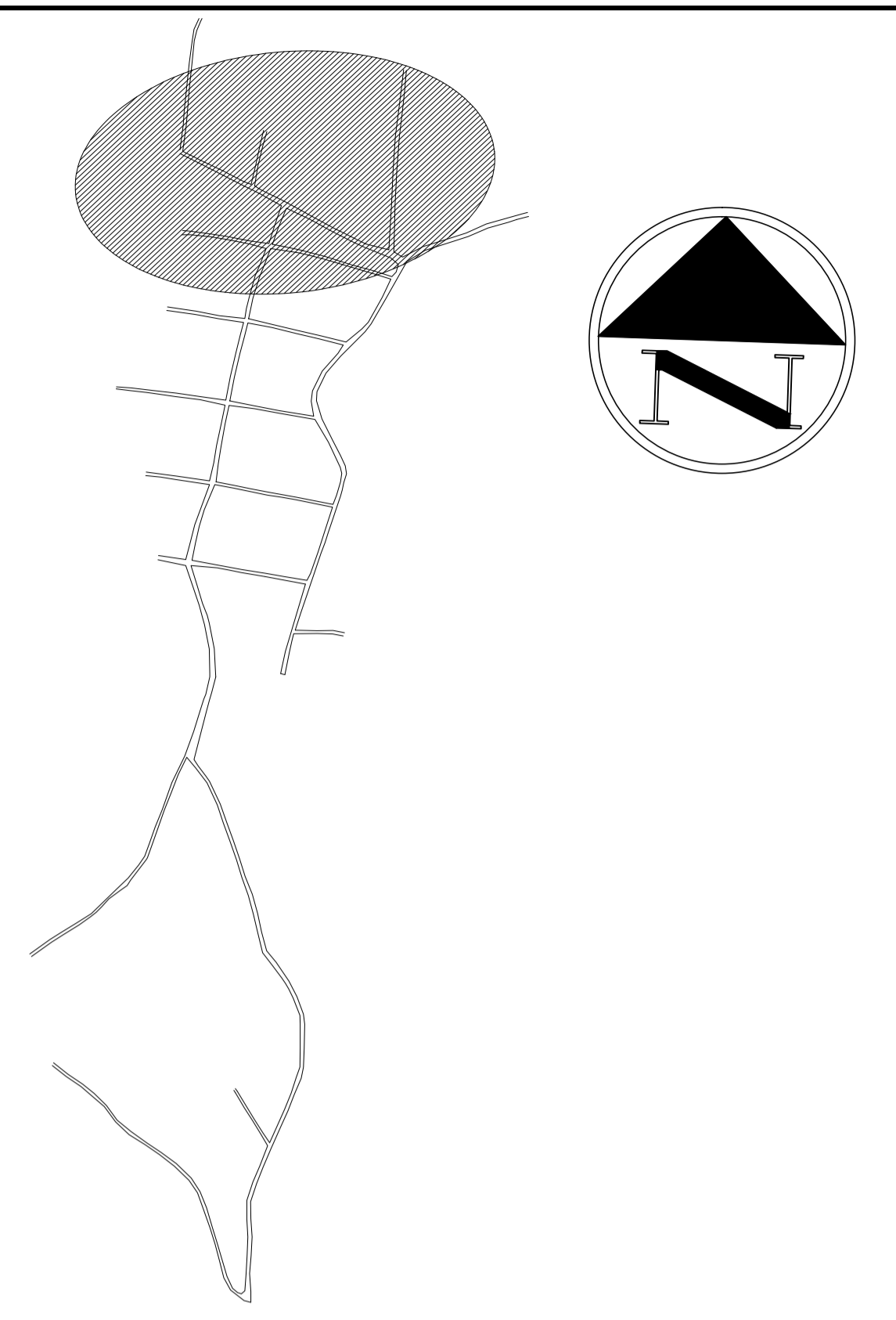
ESCALA HORIZONTAL: 1/500, ESCALA VERTICAL: 1/250

PV-44 A PV-49



PERFIL DE PV-44 A PV-49

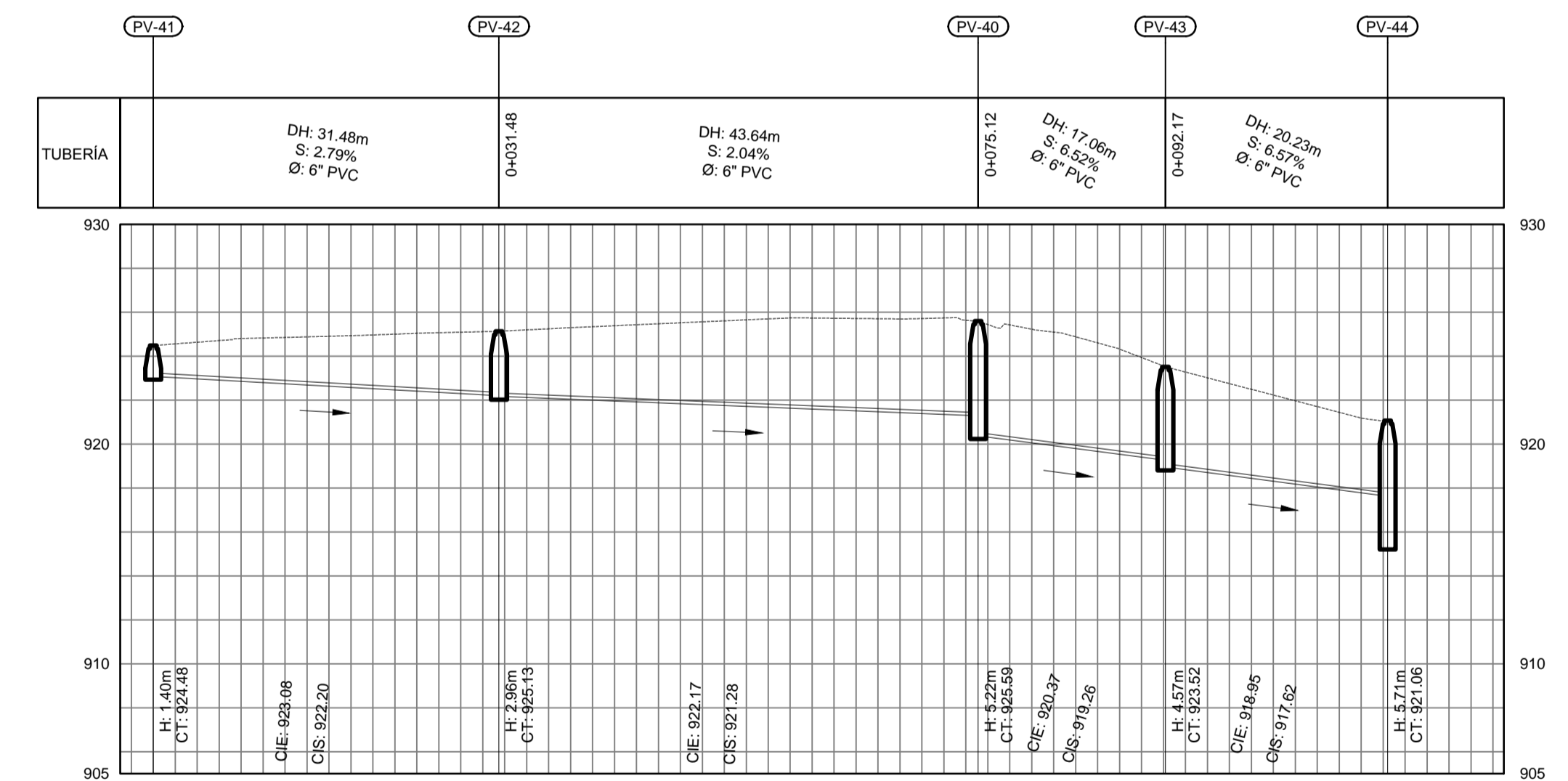
ESCALA HORIZONTAL: 1/500, ESCALA VERTICAL: 1/250



PLANTA DE REFERENCIA

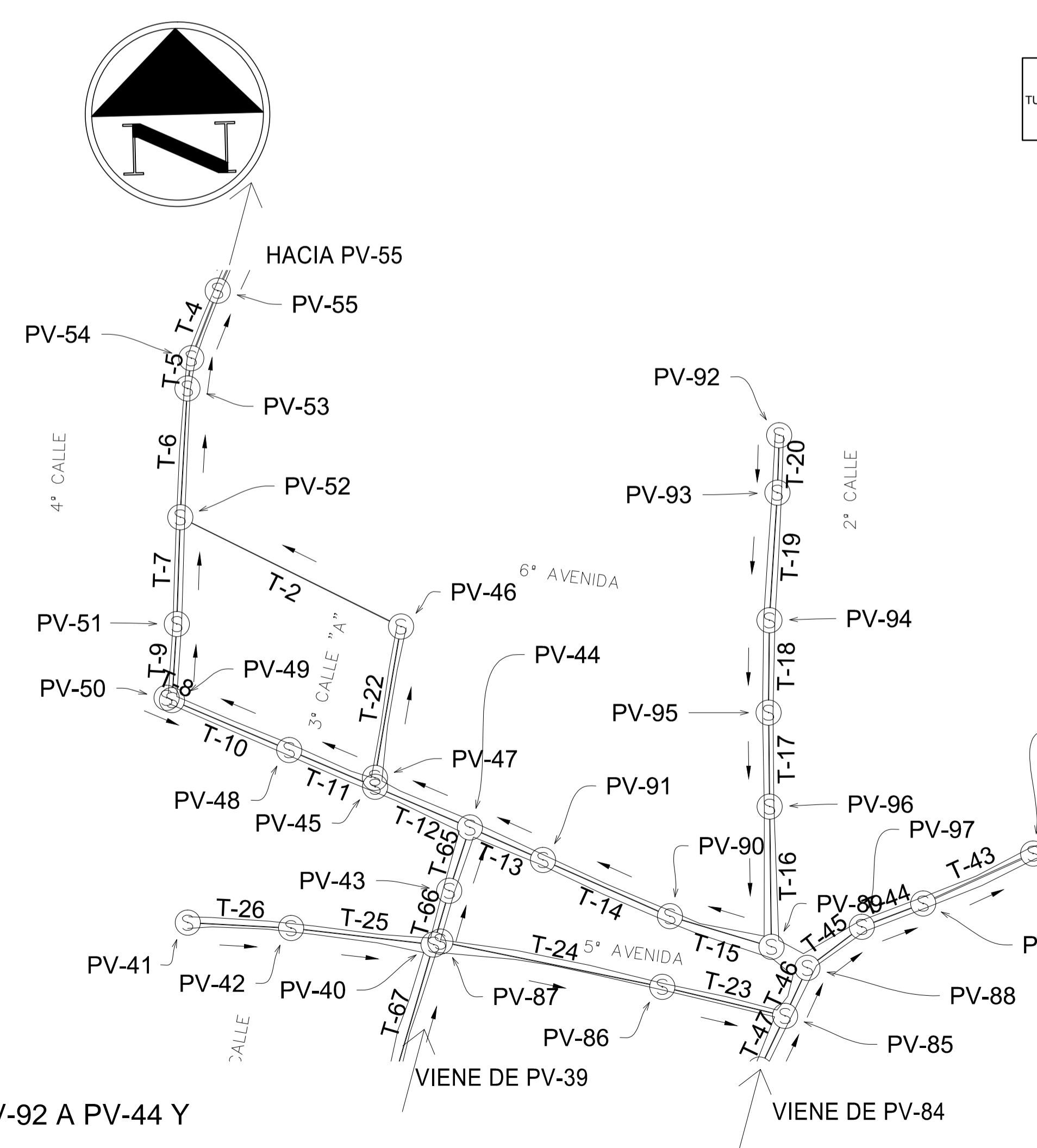
ESCALA: 1/5000

PV-41 A PV-44



PERFIL DE PV-41 A PV-44

ESCALA HORIZONTAL: 1/500, ESCALA VERTICAL: 1/250



PLANTA DE PV-41 A PV-44, DE PV-92 A PV-44 Y DE PV-44 A PV-49

ESCALA: 1/1250

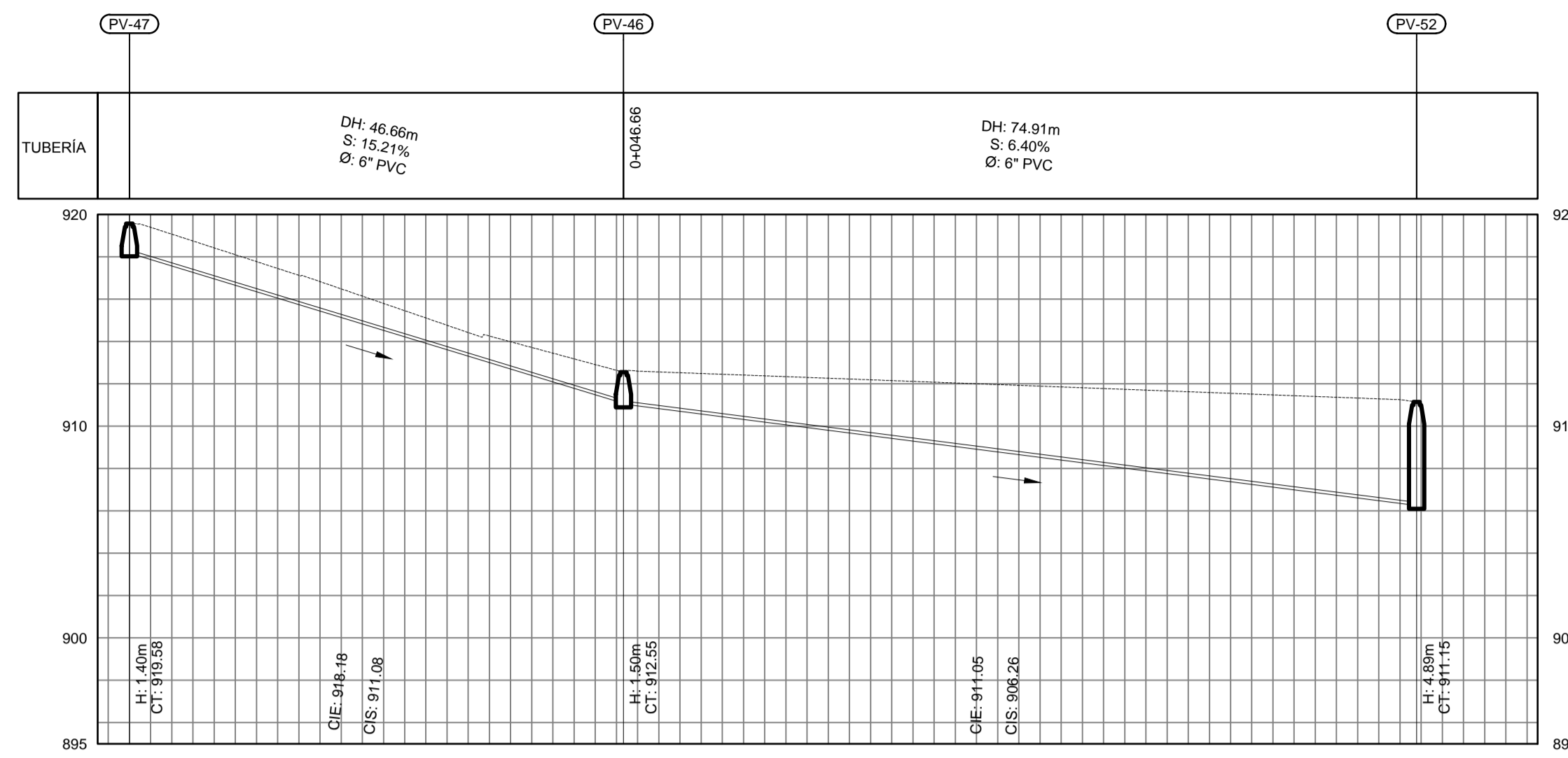
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
NORMAS DE TUBERÍA	
ASTM F-477	CONEXIONES ENTRE TUBERÍA NOVAFORT O SIMILARES
ASTM F-949	DIMENSIONES Y RESISTENCIA DE TUBERÍA NOVAFORT O SIMILARES
NORMAS DE DISEÑO	
NORMAS GENERALES PARA DISEÑO DE ALCANTARILLADOS, INFOM. 2001	

SIMBOLOGÍA

⊙	POZO DE VISITA
PV-1	POZO DE VISITA
→	DIRECCIÓN DEL FLUJO
—	TUBERÍA
CT	COTA DE TERRENO
L	LONGITUD DE TUBERÍA
H	ALTURA DEL POZO
Ø	DIÁMETRO
PVC	POLICLORURO DE VINILO
PTAR	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES
S	PENDIENTE DE LA TUBERÍA
CIS	COTA INVERT DE SALIDA
CIE	COTA INVERT DE ENTRADA

	MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR EL TABLÓN, ZONA 3 MUNICIPIO: VILLA NUEVA DEPARTAMENTO: GUATEMALA PROYECTO DE DISEÑO DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO, CASERIO EL TABLÓN, BARGENAS, ZONA 3	
	PLANO DE: PLANTA-PERFIL DE DISEÑO HIDRÁULICO, RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO, DE PV-92 A PV-44, PV-44 A PV-49, PV-41 A PV-44	
LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO: MUNICIPALIDAD DE VILLA NUEVA	DIBUJO Y CÁLCULO HIDRÁULICO: JOSÉ GABRIEL PÉREZ	PROGRAMA: EPS USAC 2017 ESCALA: INDICADA FECHA: ENERO 2021
DIBUJO Y CÁLCULO TOPOGRÁFICO: JOSÉ GABRIEL PÉREZ	SUPERVISOR: ING. SILVIO JOSÉ RODRÍGUEZ SERRANO	11 16

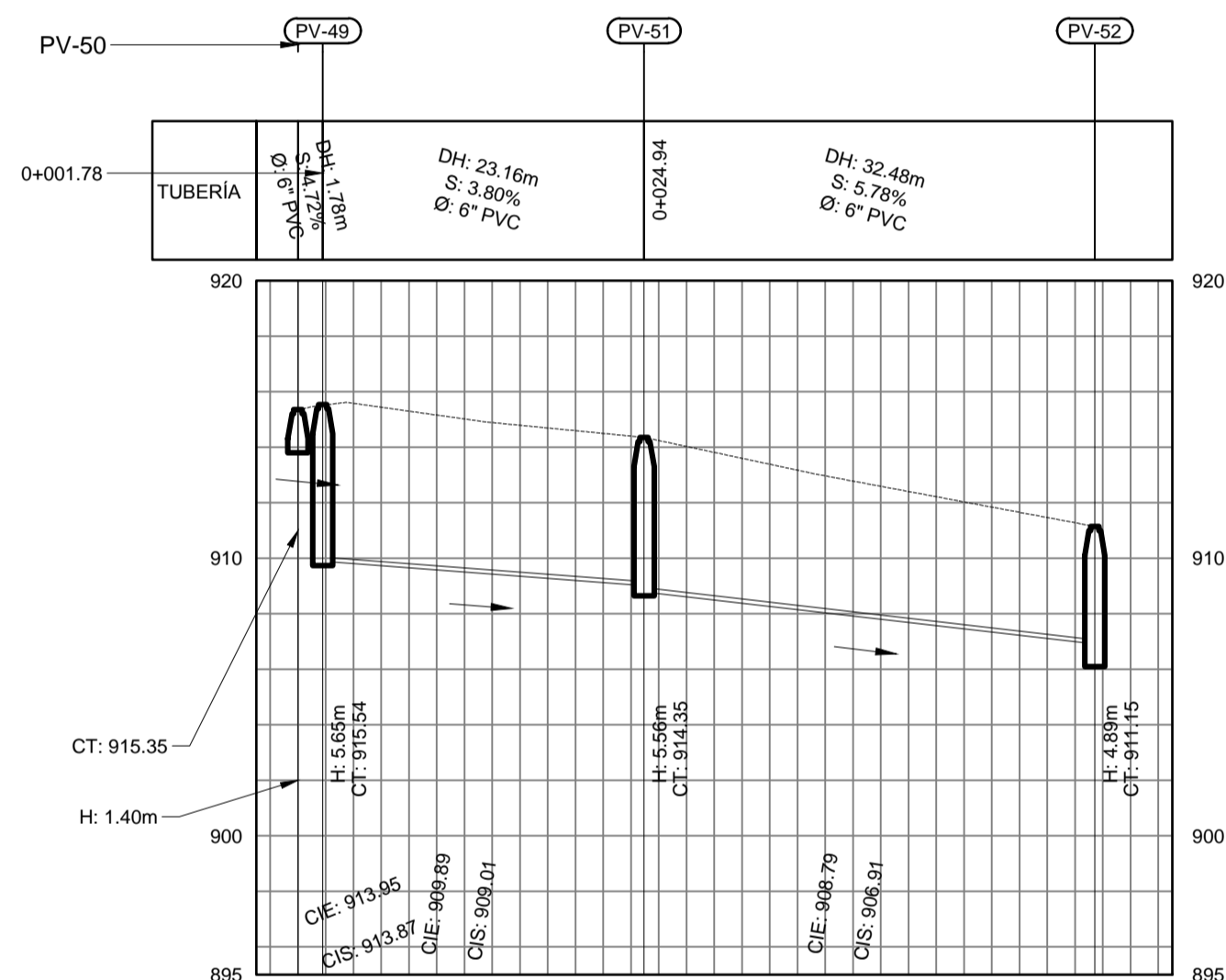
PV-47 A PV-52



PERFIL DE PV-47 A PV-52

ESCALA HORIZONTAL: 1/500, ESCALA VERTICAL: 1/250

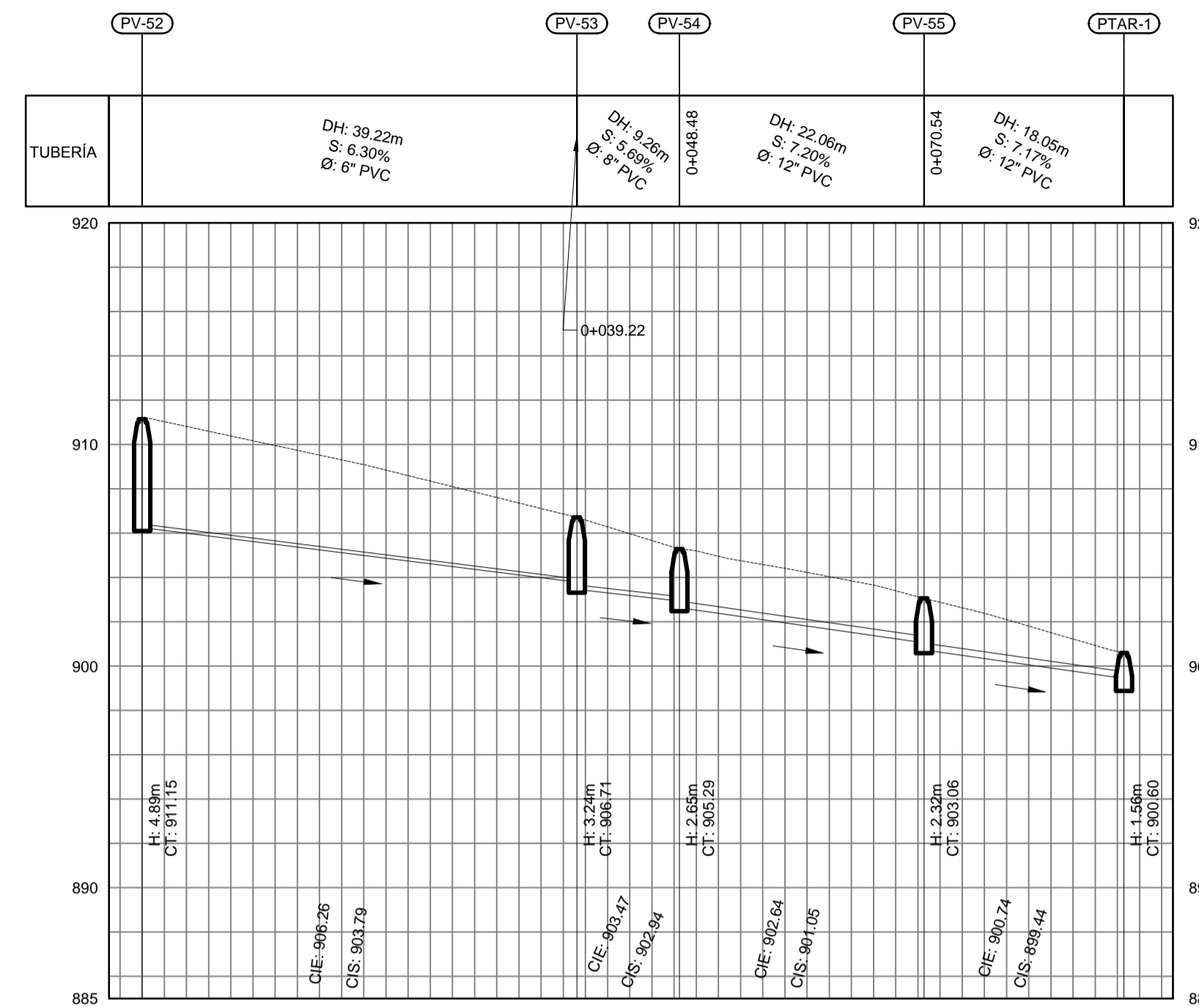
PV-50 A PV-52



PERFIL DE PV-50 A PV-52

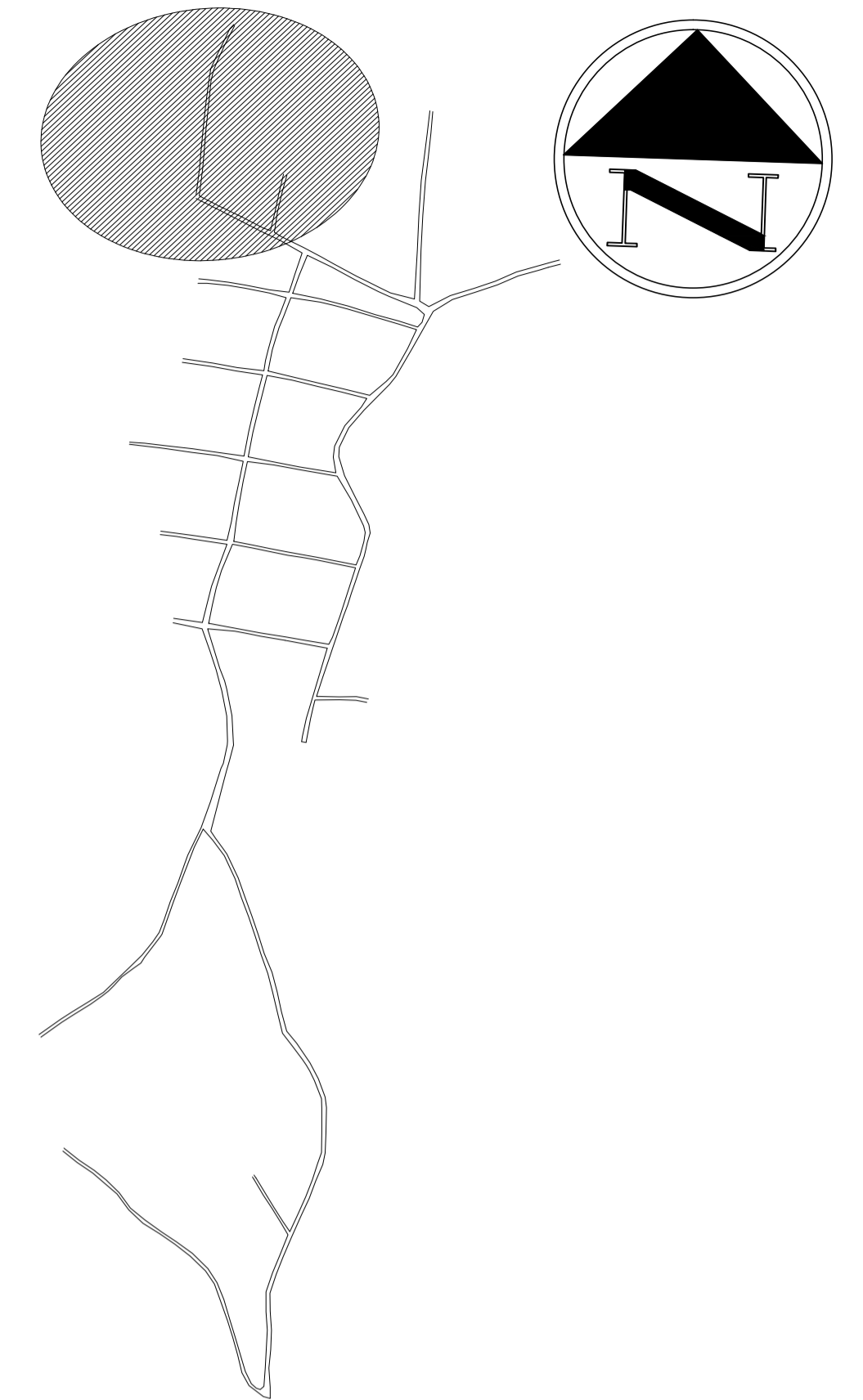
ESCALA HORIZONTAL: 1/500, ESCALA VERTICAL: 1/250

PV-52 A PTAR-1



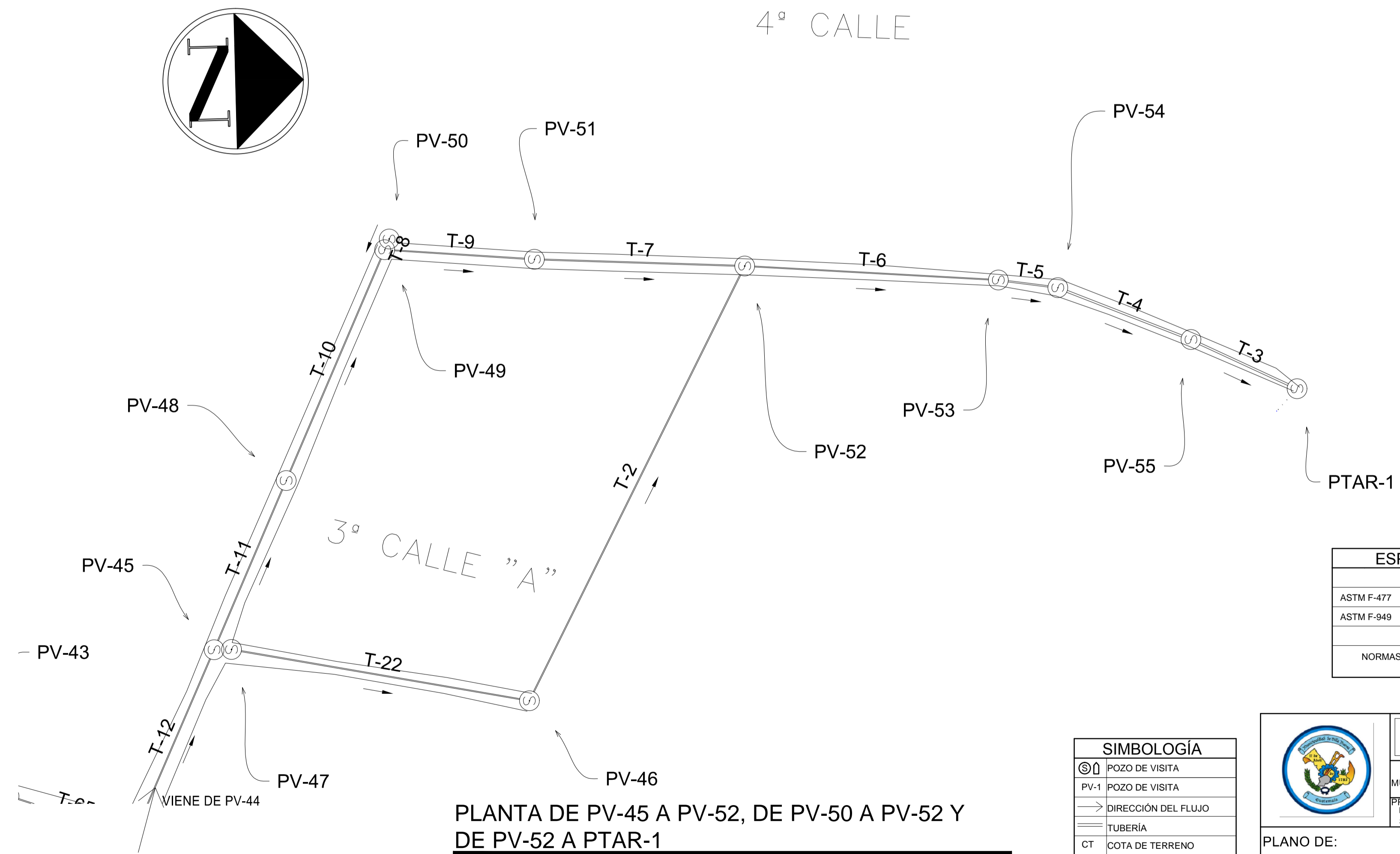
PERFIL DE PV-52 A PTAR-1

ESCALA HORIZONTAL: 1/500, ESCALA VERTICAL: 1/250



PLANTA DE REFERENCIA

ESCALA: 1/5000



PLANTA DE PV-45 A PV-52, DE PV-50 A PV-52 Y DE PV-52 A PTAR-1

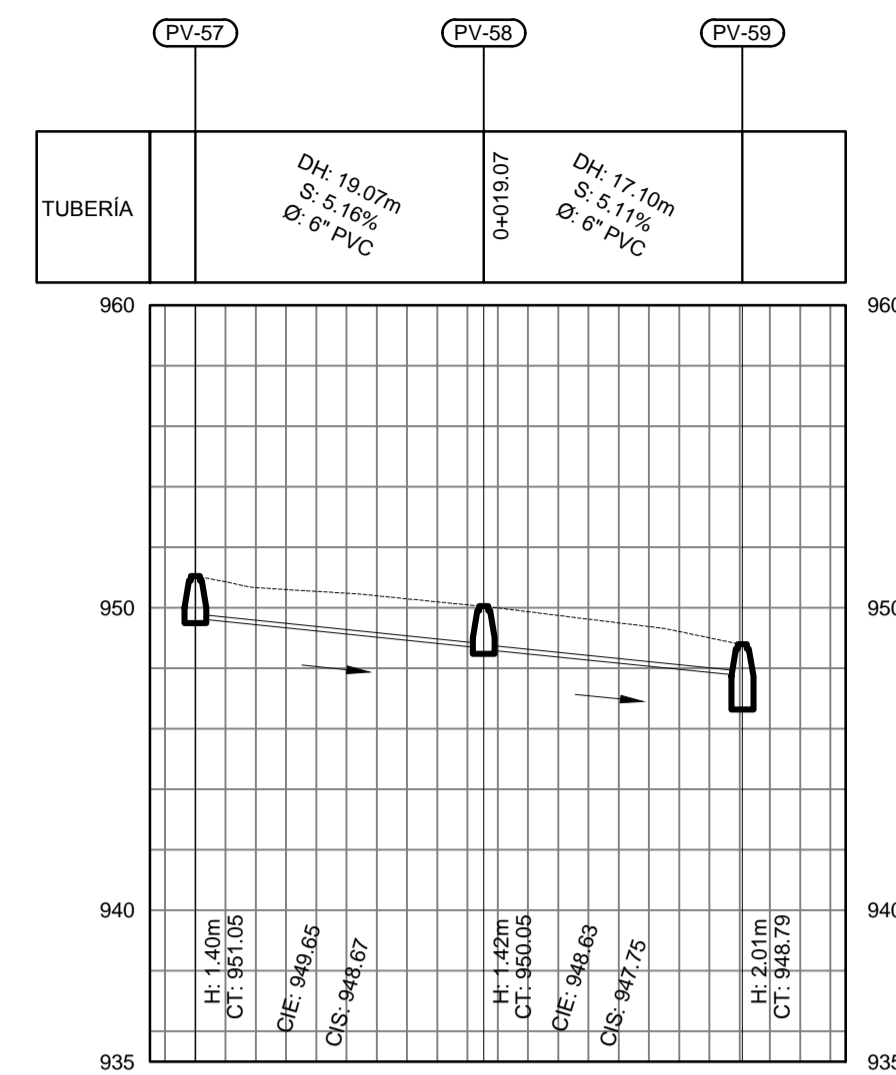
ESCALA: 1/500

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
NORMAS DE TUBERÍA	
ASTM F-477	CONEXIONES ENTRE TUBERÍA NOVAFORT O SIMILARES
ASTM F-949	DIMENSIONES Y RESISTENCIA DE TUBERÍA NOVAFORT O SIMILARES
NORMAS DE DISEÑO	
NORMAS GENERALES PARA DISEÑO DE ALCANTARILLADOS, INFOM, 2001	

SIMBOLOGÍA	
⊙	POZO DE VISITA
PV-1	POZO DE VISITA
→	DIRECCIÓN DEL FLUJO
—	TUBERÍA
CT	COTA DE TERRENO
L	LONGITUD DE TUBERÍA
H	ALTURA DEL POZO
∅	DIÁMETRO
PVC	POLICLORURO DE VINILO
PTAR	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES
S	PENDIENTE DE LA TUBERÍA
CIS	COTA INVERT DE SALIDA
CIE	COTA INVERT DE ENTRADA

	MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR EL TABLÓN, ZONA 3 MUNICIPIO: VILLA NUEVA DEPARTAMENTO: GUATEMALA PROYECTO DE DISEÑO DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO, CASERIO EL TABLÓN, BARGENAS, ZONA 3	
	PLANO DE: PLANTA-PERFIL DE DISEÑO HIDRÁULICO, RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO, DE PV-47 A PV-52, PV-50 A PV-52, PV-52 A PTAR-1	
LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO: MUNICIPALIDAD DE VILLA NUEVA DIBUJO Y CÁLCULO HIDRÁULICO: JOSÉ GABRIEL PÉREZ DIBUJO Y CÁLCULO TOPOGRÁFICO: JOSÉ GABRIEL PÉREZ ASESOR: MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR	PROGRAMA: EPS USAC 2017 ESCALA: INDICADA FECHA: ENERO 2021	12 16

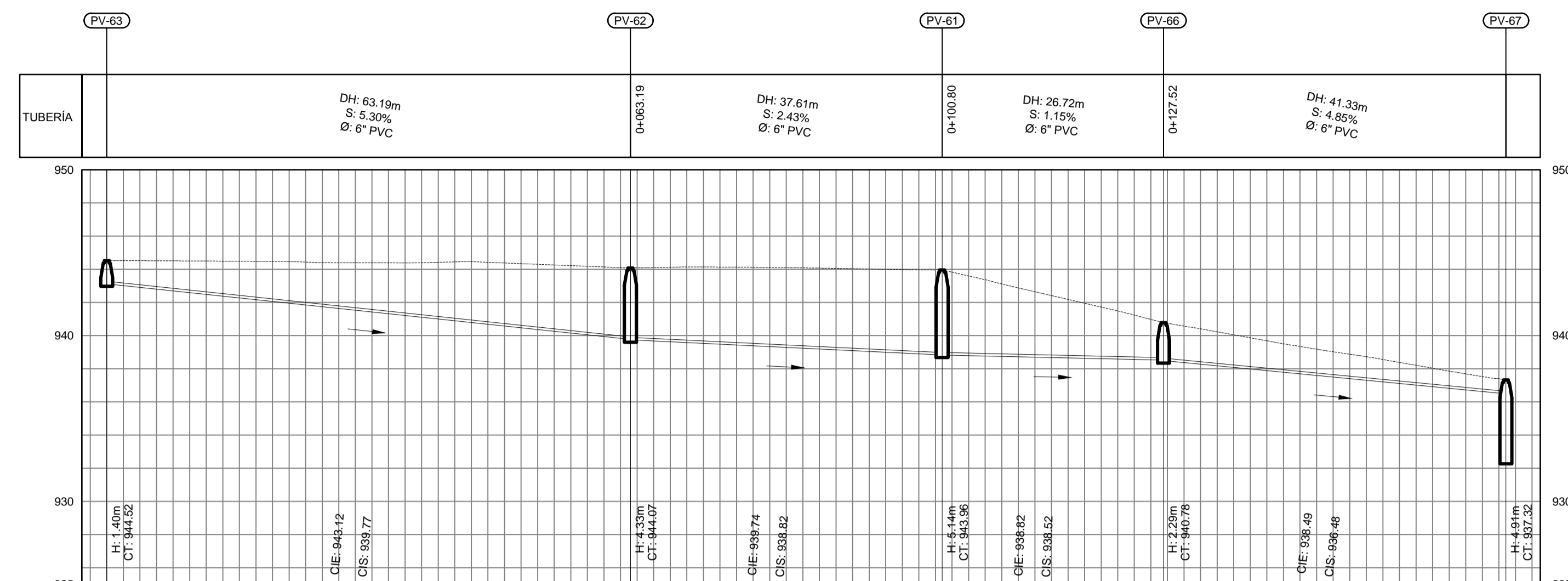
PV-57 A PV-59



PERFIL DE PV-57 A PV-59

ESCALA HORIZONTAL: 1/500, ESCALA VERTICAL: 1/250

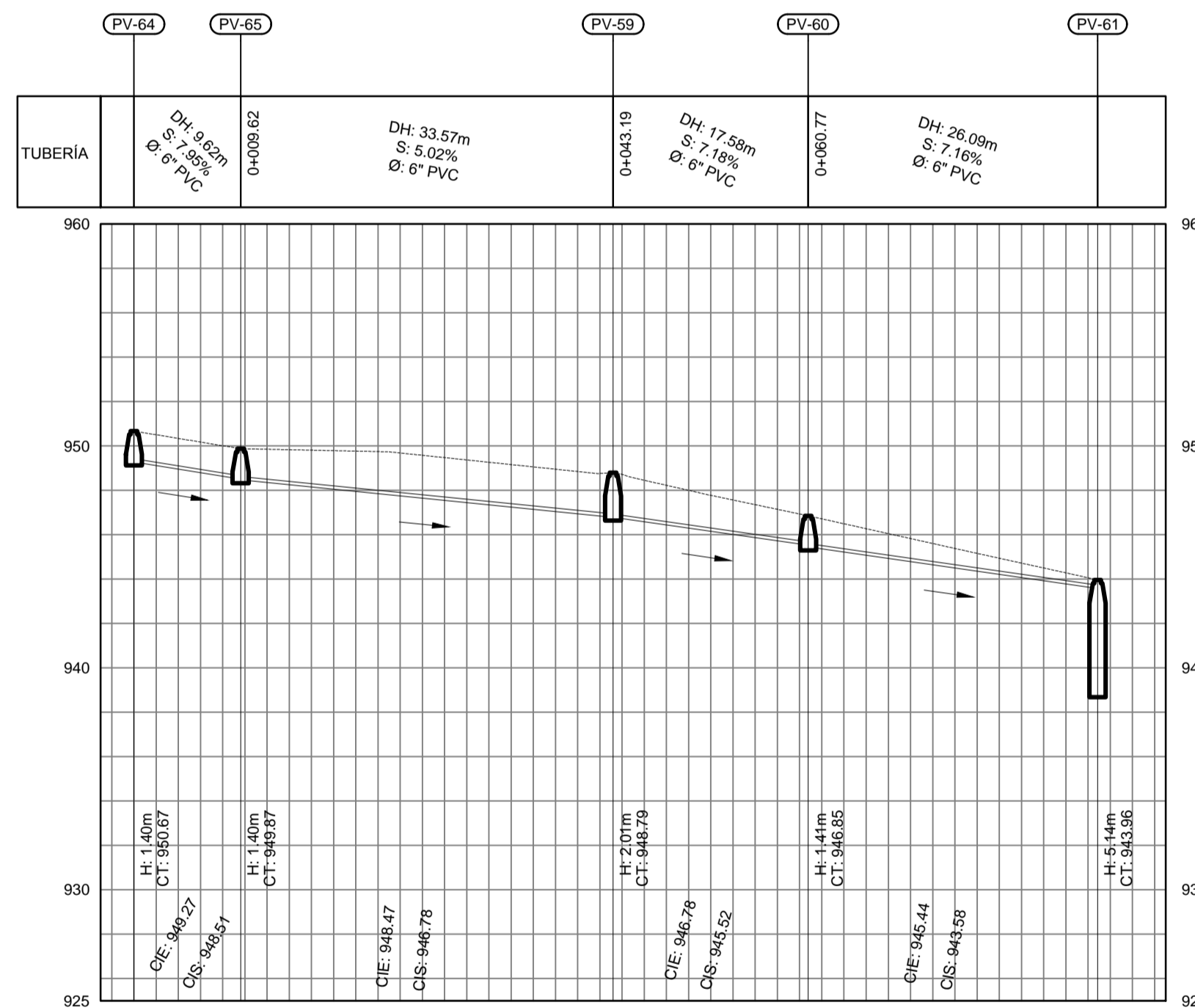
PV-63 A PV-67



PERFIL DE PV-63 A PV-67

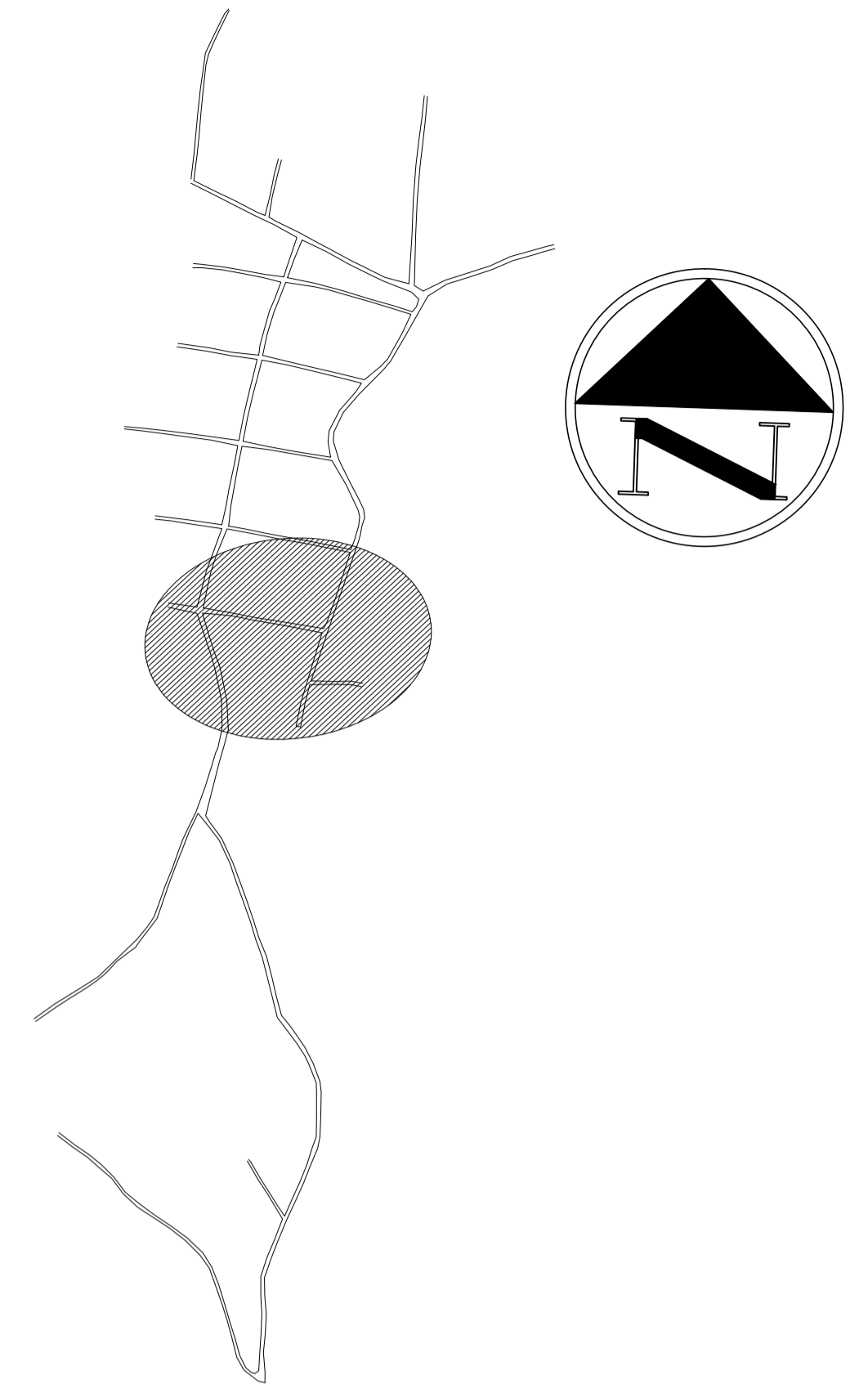
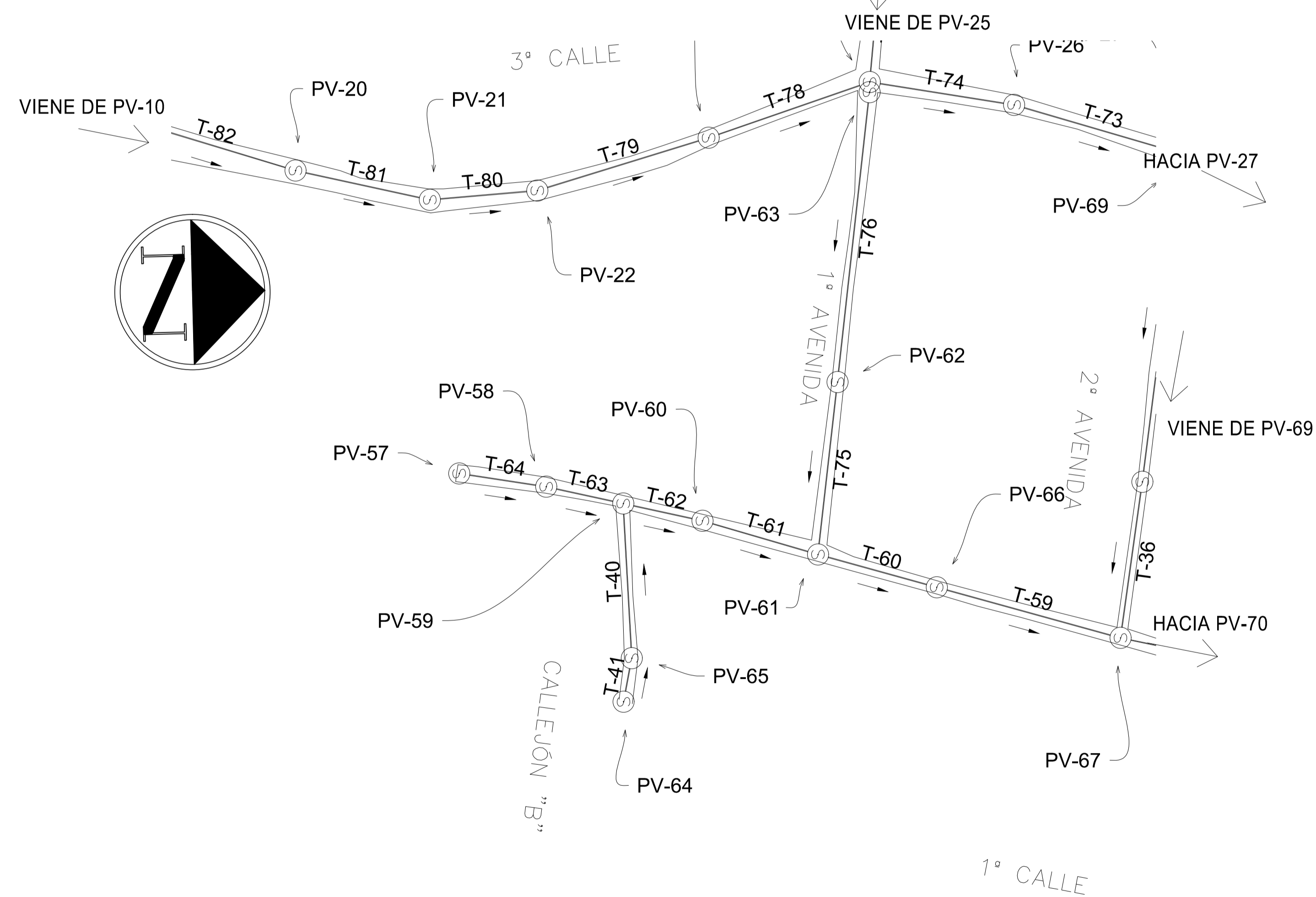
ESCALA HORIZONTAL: 1/500, ESCALA VERTICAL: 1/250

PV-64 A PV-61



PERFIL DE PV-64 A PV-61

ESCALA HORIZONTAL: 1/500, ESCALA VERTICAL: 1/250



PLANTA DE REFERENCIA

ESCALA: 1/5000

SIMBOLOGÍA	
⊙	POZO DE VISITA
PV-1	POZO DE VISITA
→	DIRECCIÓN DEL FLUJO
—	TUBERÍA
CT	COTA DE TERRENO
L	LONGITUD DE TUBERÍA
H	ALTURA DEL POZO
Ø	DIÁMETRO
PVC	POLICLORURO DE VINILO
PTAR	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES
S	PENDIENTE DE LA TUBERÍA
CIS	COTA INVERT DE SALIDA
CIE	COTA INVERT DE ENTRADA

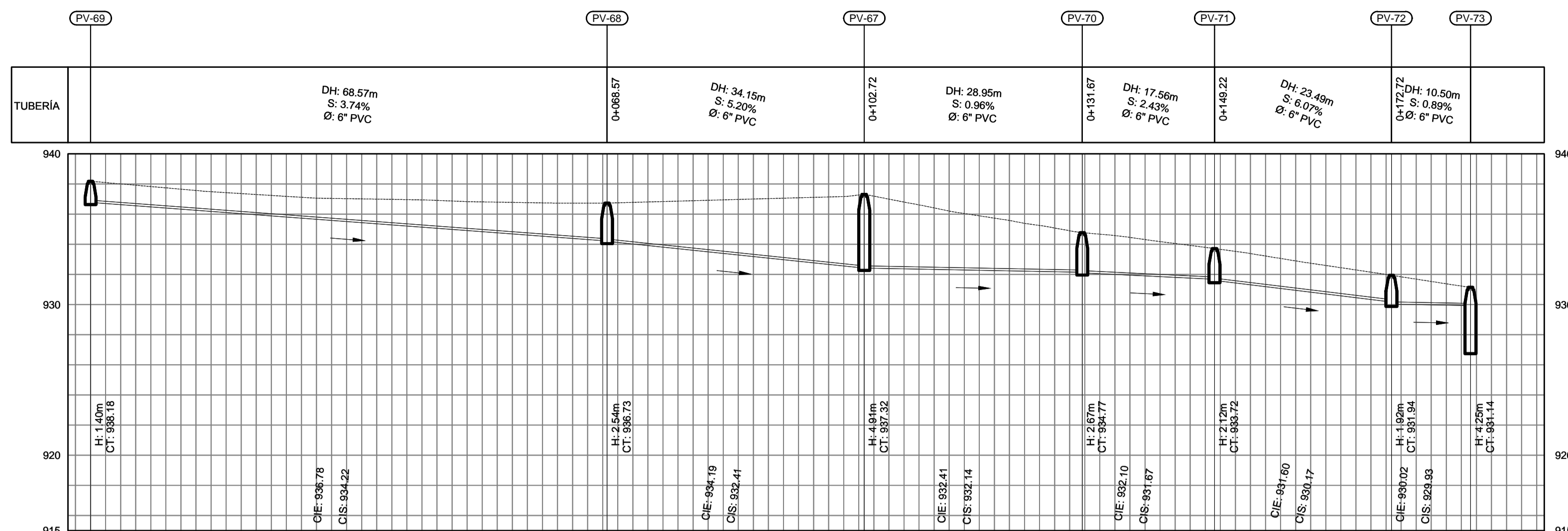
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
NORMAS DE TUBERÍA	
ASTM F-477	CONEXIONES ENTRE TUBERÍA NOVAFORT O SIMILARES
ASTM F-949	DIMENSIONES Y RESISTENCIA DE TUBERÍA NOVAFORT O SIMILARES
NORMAS DE DISEÑO	
NORMAS GENERALES PARA DISEÑO DE ALCANTARILLADOS, INFOM, 2001	

PLANTA DE PV-57 A PV-59, DE PV-64 A PV-61 Y DE PV-63 A PV-67

ESCALA: 1/500

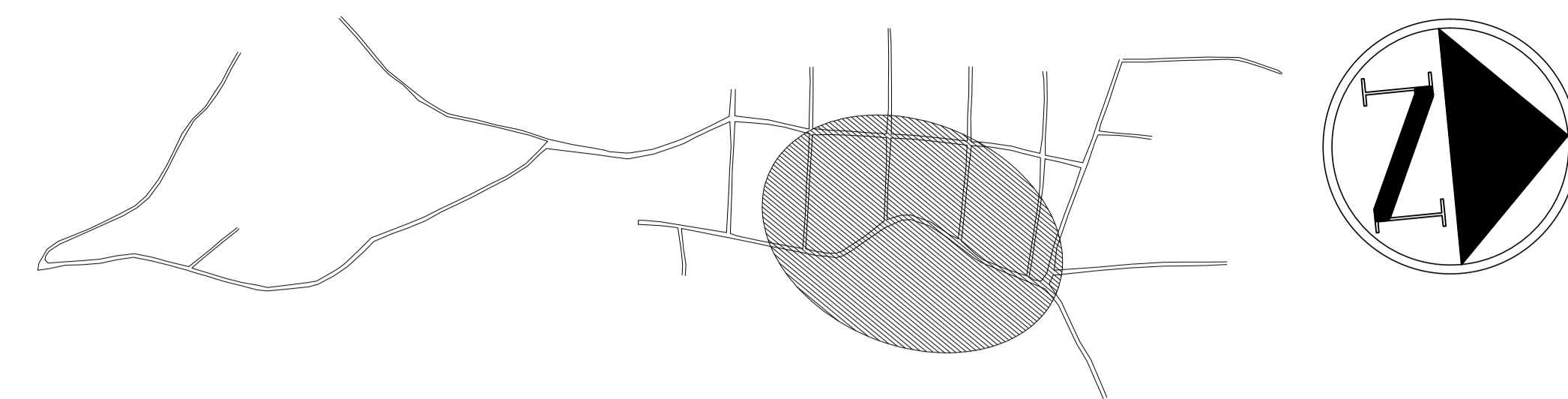
	MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR EL TABLÓN, ZONA 3 MUNICIPIO: VILLA NUEVA DEPARTAMENTO: GUATEMALA PROYECTO DE DISEÑO DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO, CASERIO EL TABLÓN, BARGENAS, ZONA 3	
	PLANO DE: PLANTA-PERFIL DE DISEÑO HIDRÁULICO, RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO, DE PV-57 A PV-59, PV-63 A PV-67, PV-64 A PV-61	
LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO: MUNICIPALIDAD DE VILLA NUEVA DIBUJO Y CÁLCULO TOPOGRÁFICO: JOSÉ GABRIEL PÉREZ ASESOR: MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR	DIBUJO Y CÁLCULO HIDRÁULICO: JOSÉ GABRIEL PÉREZ SUPERVISOR: ING. SILVIO JOSÉ RODRÍGUEZ SERRANO FIRMA:	PROGRAMA: EPS USAC 2017 ESCALA: INDICADA FECHA: ENERO 2021
13		16

PV-69 A PV-73



PERFIL DE PV-69 A PV-73

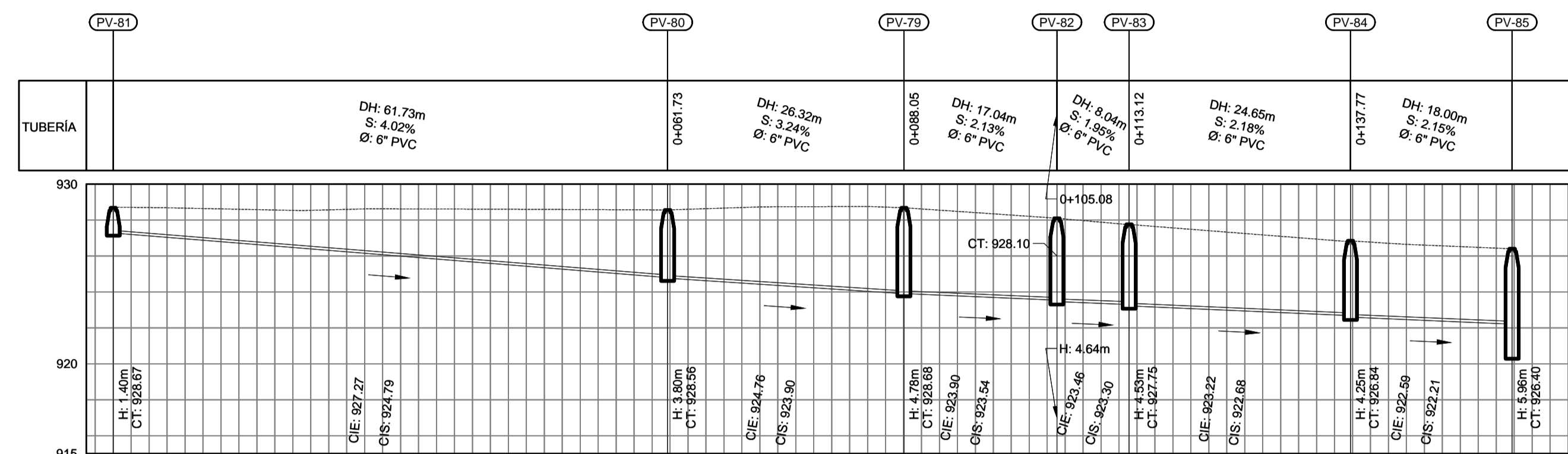
ESCALA HORIZONTAL: 1/500, ESCALA VERTICAL: 1/250



PLANTA DE REFERENCIA

ESCALA: 1/5000

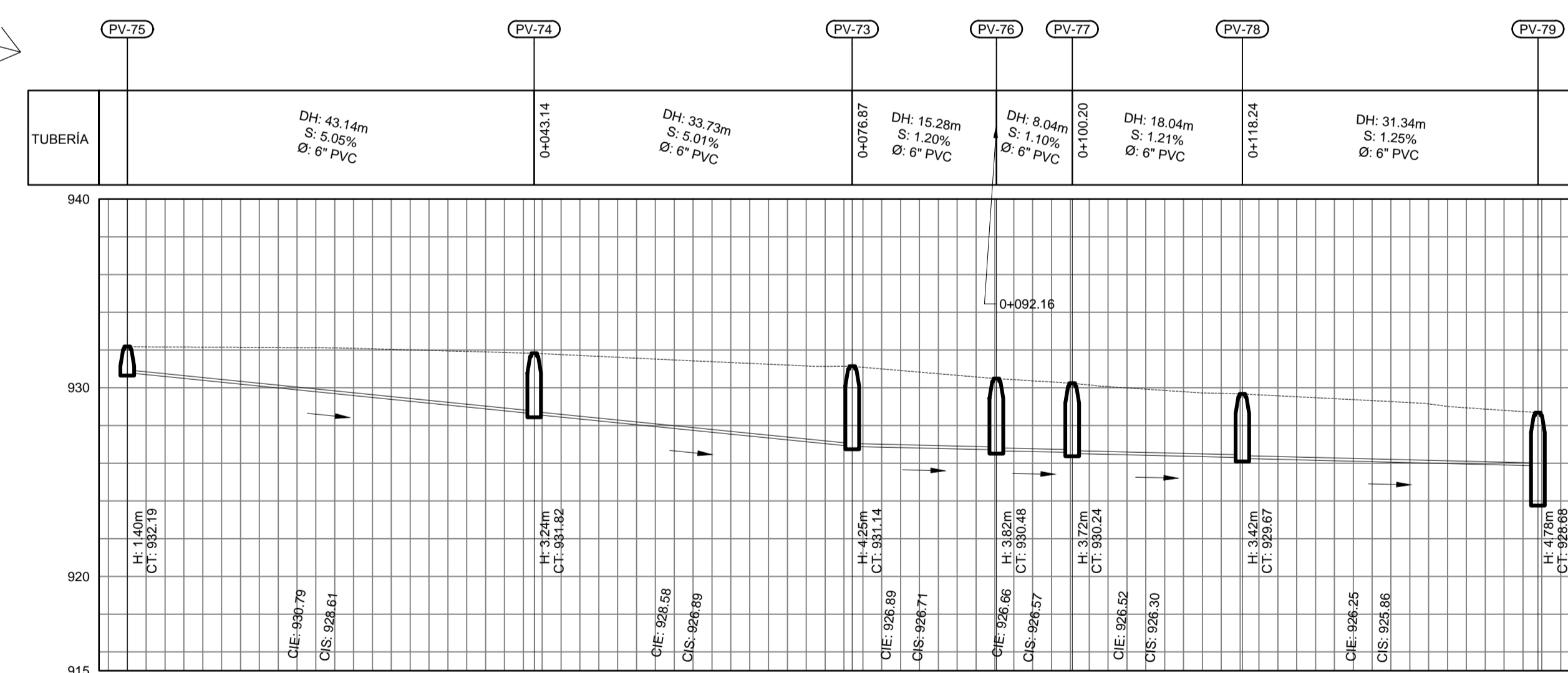
PV-81 A PV-85



PERFIL DE PV-81 A PV-85

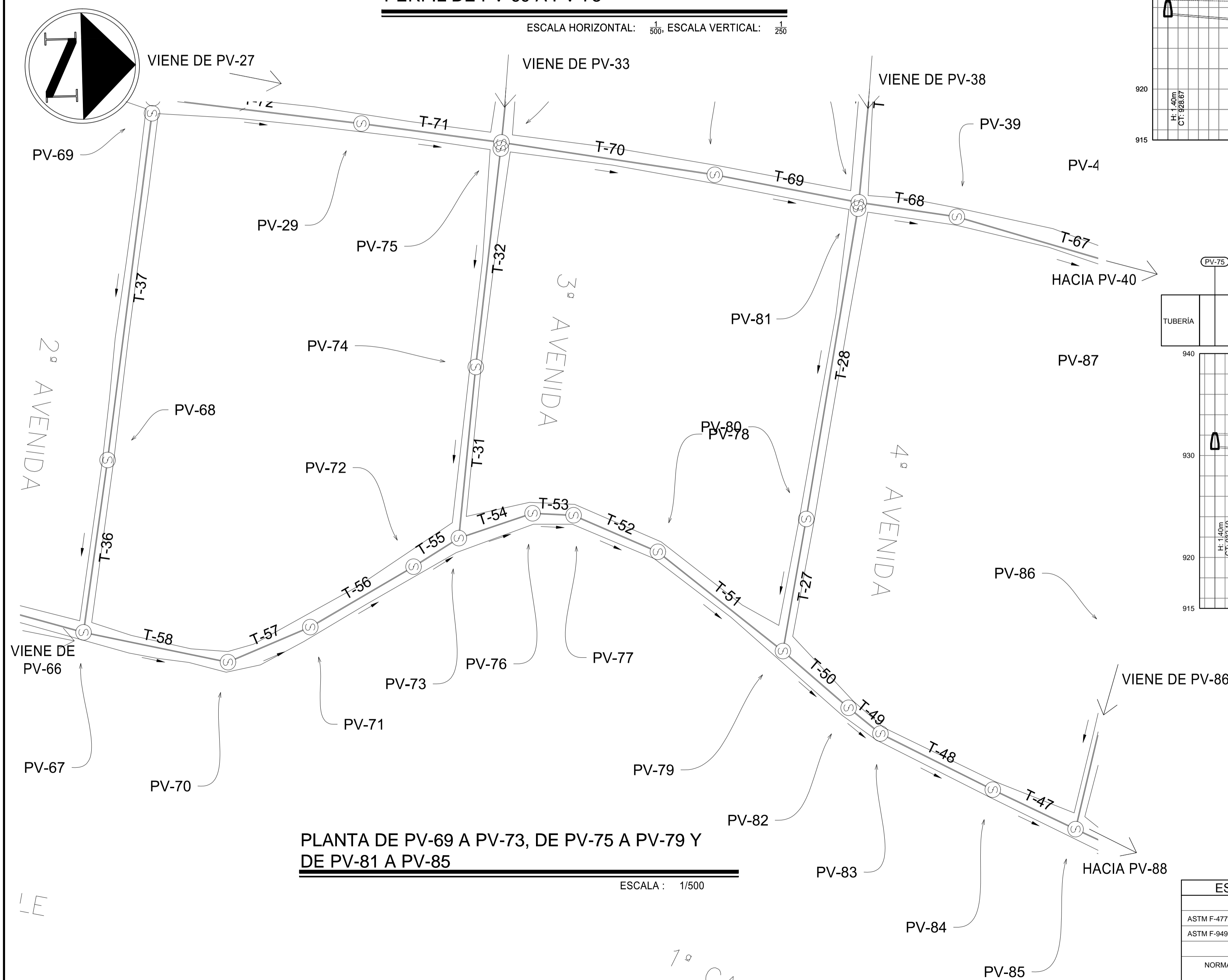
ESCALA HORIZONTAL: 1/500, ESCALA VERTICAL: 1/250

PV-75 A PV-79



PERFIL DE PV-75 A PV-79

ESCALA HORIZONTAL: 1/500, ESCALA VERTICAL: 1/250



PLANTA DE PV-69 A PV-73, DE PV-75 A PV-79 Y DE PV-81 A PV-85

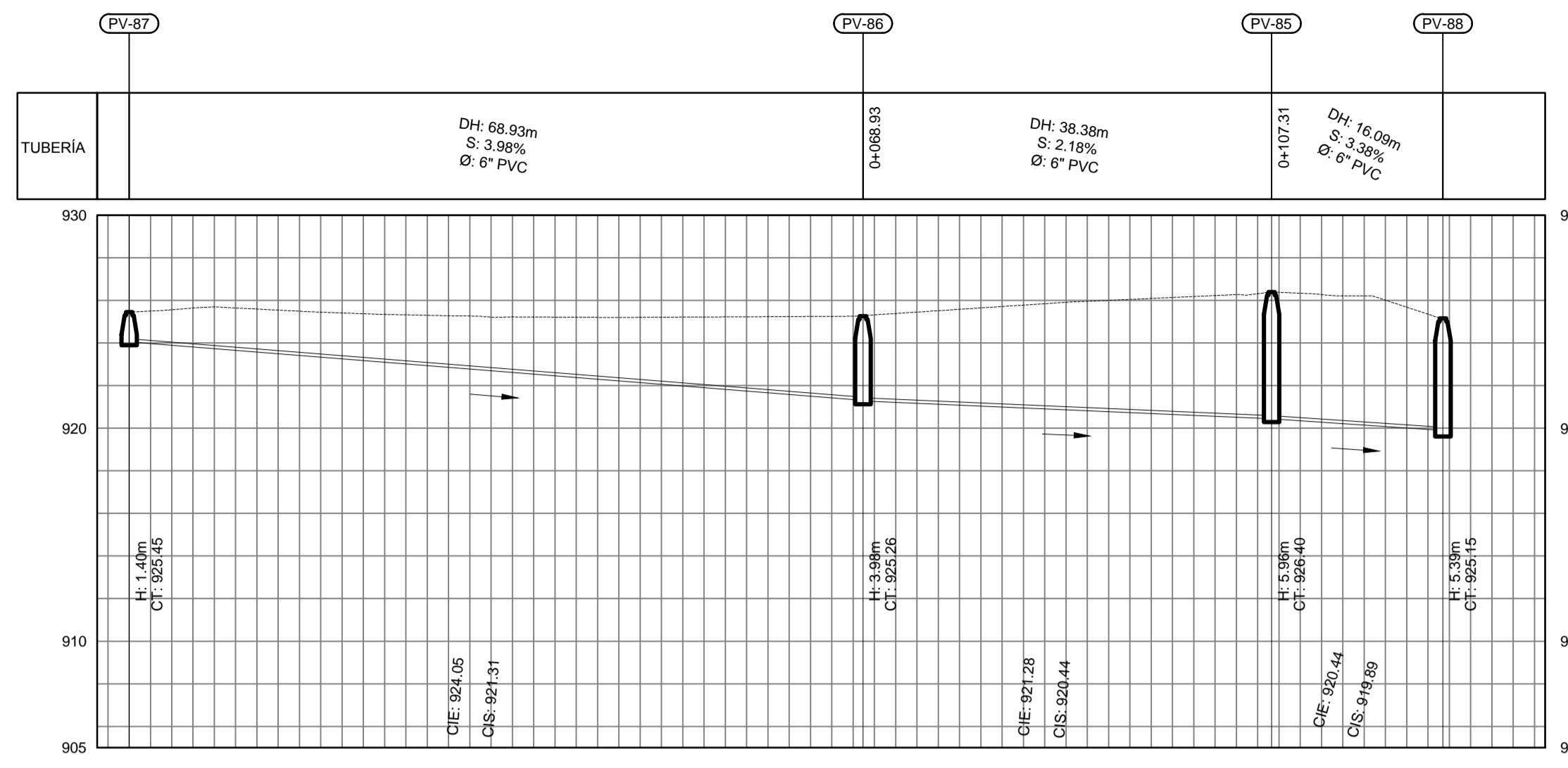
ESCALA: 1/500

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
NORMAS DE TUBERÍA	
ASTM F-477	CONEXIONES ENTRE TUBERÍA NOVAFORT O SIMILARES
ASTM F-949	DIMENSIONES Y RESISTENCIA DE TUBERÍA NOVAFORT O SIMILARES
NORMAS DE DISEÑO	
NORMAS GENERALES PARA DISEÑO DE ALCANTARILLADOS, INFOM, 2001	

SIMBOLOGÍA	
⊙	POZO DE VISITA
PV-1	POZO DE VISITA
→	DIRECCIÓN DEL FLUJO
—	TUBERÍA
CT	COTA DE TERRENO
L	LONGITUD DE TUBERÍA
H	ALTURA DEL POZO
Ø	DIÁMETRO
PVC	POLICLORURO DE VINILO
PTAR	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES
S	PENDIENTE DE LA TUBERÍA
CIS	COTA INVERT DE SALIDA
CIE	COTA INVERT DE ENTRADA

<p>MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR</p>		<p>MANCOMUNIDAD Gran Ciudad del Sur</p>
<p>EL TABLÓN, ZONA 3</p> <p>MUNICIPIO: VILLA NUEVA DEPARTAMENTO: GUATEMALA</p> <p>PROYECTO DE DISEÑO DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO, CASERIO EL TABLÓN, BARGENAS, ZONA 3</p>		
<p>PLANO DE: PLANTA-PERFIL DE DISEÑO HIDRÁULICO, RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO, DE PV-69 A PV-73, PV-75 A PV-79, PV-81 A PV-85</p>		<p>PROGRAMA: EPS USAC 2017</p> <p>ESCALA: INDICADA</p> <p>FECHA: ENERO 2021</p>
<p>LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO: MUNICIPALIDAD DE VILLA NUEVA</p> <p>DIBUJO Y CÁLCULO HIDRÁULICO: JOSÉ GABRIEL PÉREZ</p> <p>DIBUJO Y CÁLCULO TOPOGRÁFICO: JOSÉ GABRIEL PÉREZ</p> <p>ASESOR: MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR</p>		<p>SUPERVISOR: ING. SILVIO JOSÉ RODRÍGUEZ SERRANO</p> <p>FIRMA:</p>
<p>14</p>		<p>16</p>

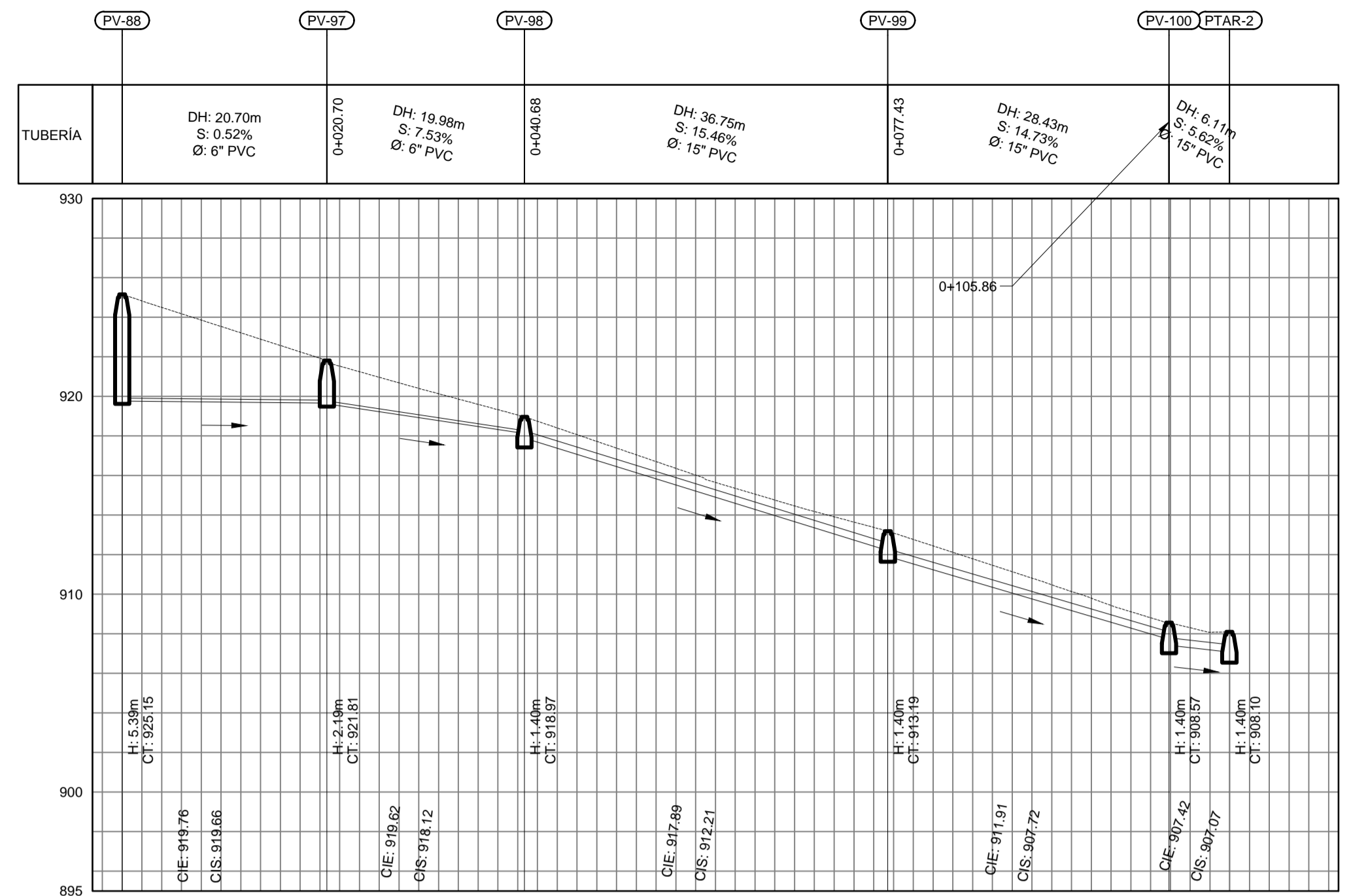
PV-87 A PV-88



PERFIL DE PV-87 A PV-88

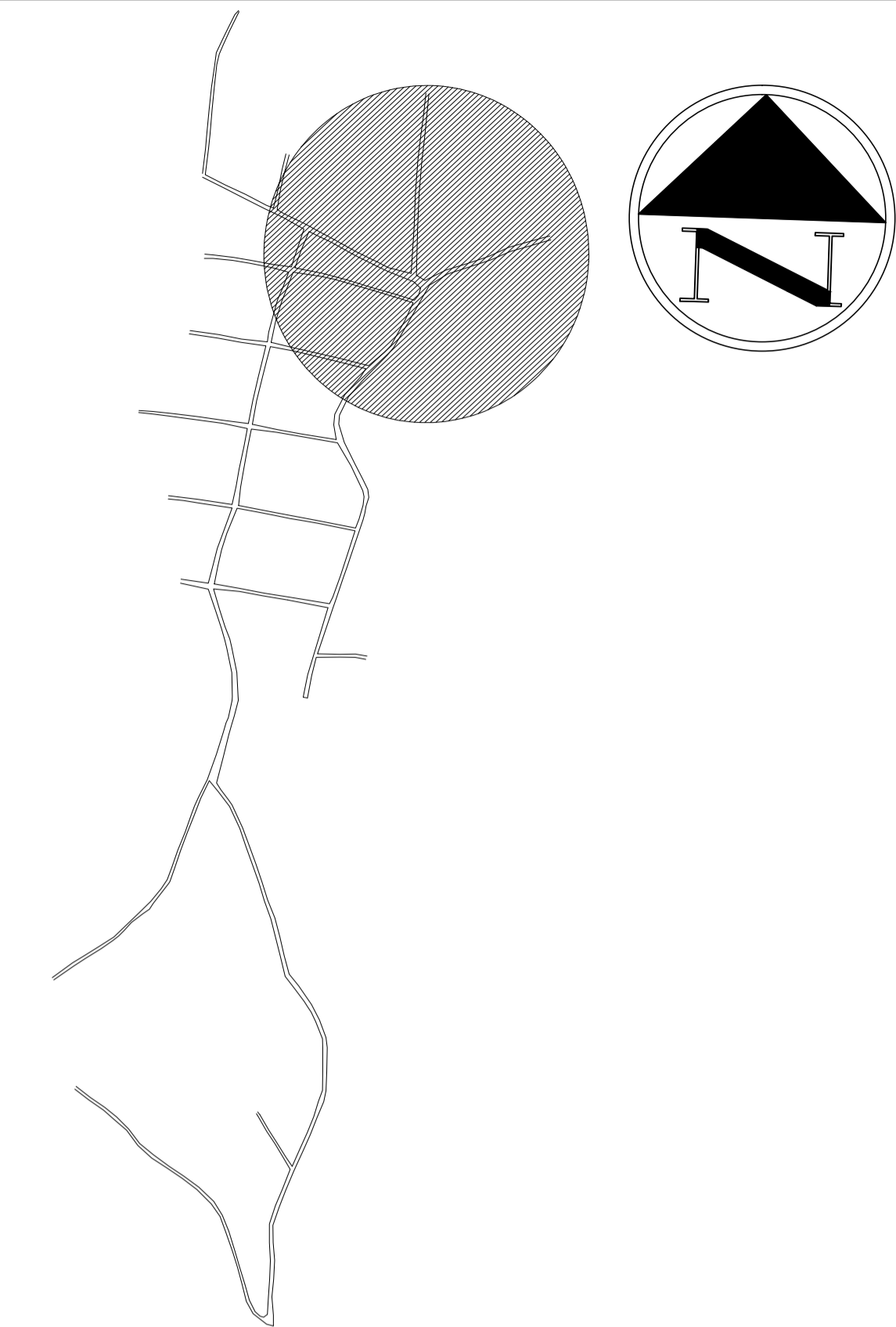
ESCALA HORIZONTAL: 1/500, ESCALA VERTICAL: 1/250

PV-88 A PTAR-2



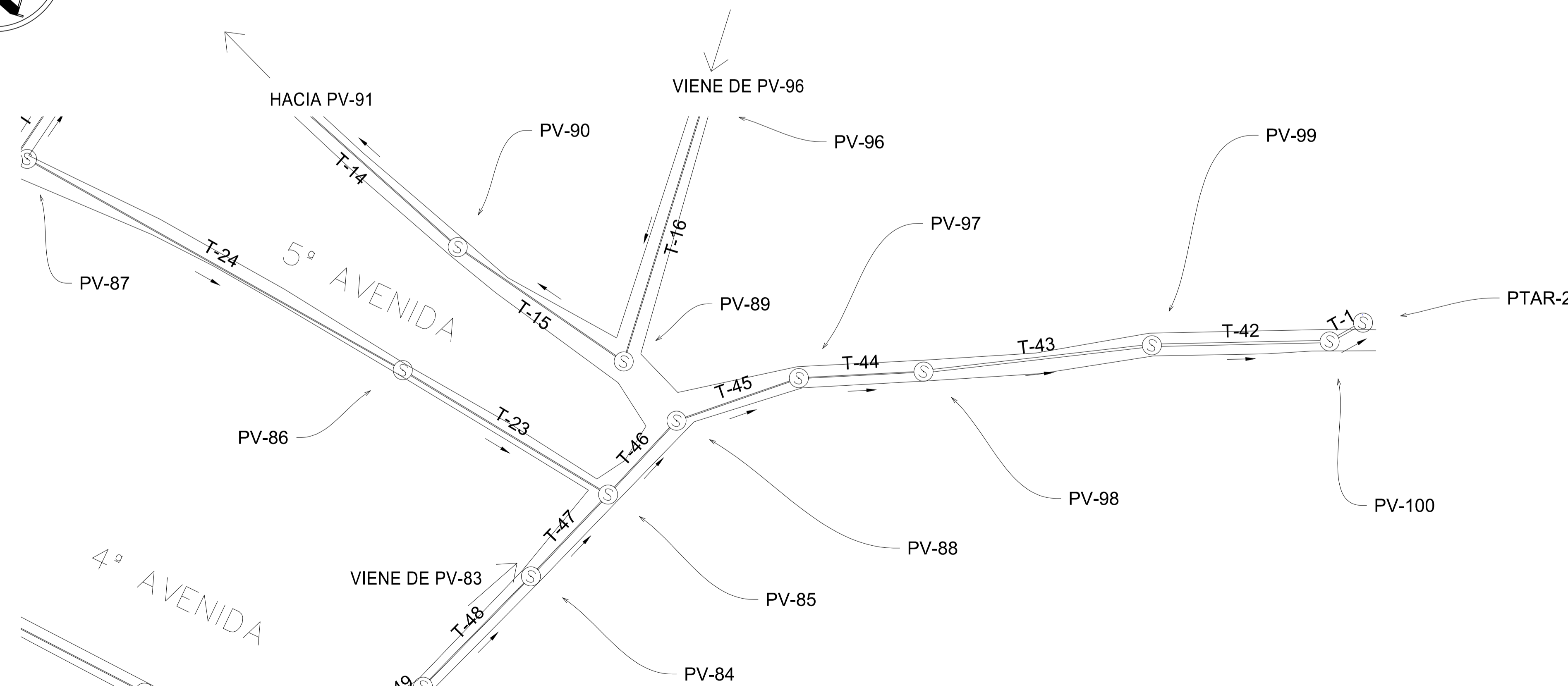
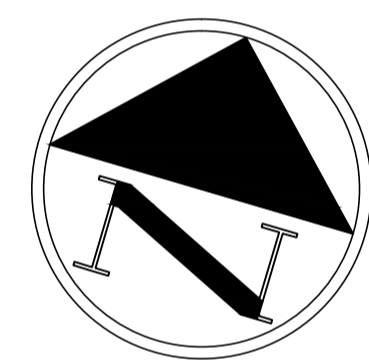
PERFIL DE PV-88 A PTAR-2

ESCALA HORIZONTAL: 1/500, ESCALA VERTICAL: 1/250



PLANTA DE REFERENCIA

ESCALA: 1/5000



PLANTA DE PV-87 A PV-88 Y DE PV-88 A PTAR-2

ESCALA: 1/500

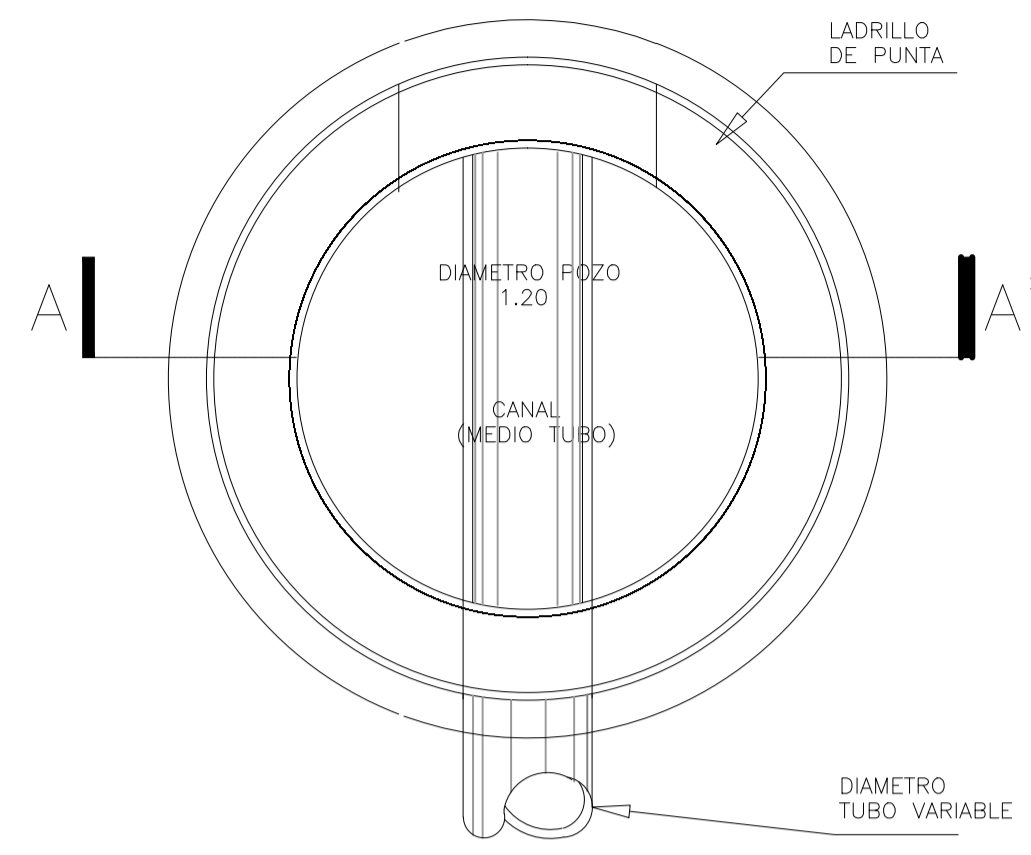
SIMBOLOGÍA

	POZO DE VISITA
	POZO DE VISITA
	DIRECCIÓN DEL FLUJO
	TUBERÍA
	COTA DE TERRENO
	LONGITUD DE TUBERÍA
	ALTURA DEL POZO
	DIÁMETRO
	POLICLORURO DE VINILO
	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES
	PENDIENTE DE LA TUBERÍA
	COTA INVERT DE SALIDA
	COTA INVERT DE ENTRADA

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

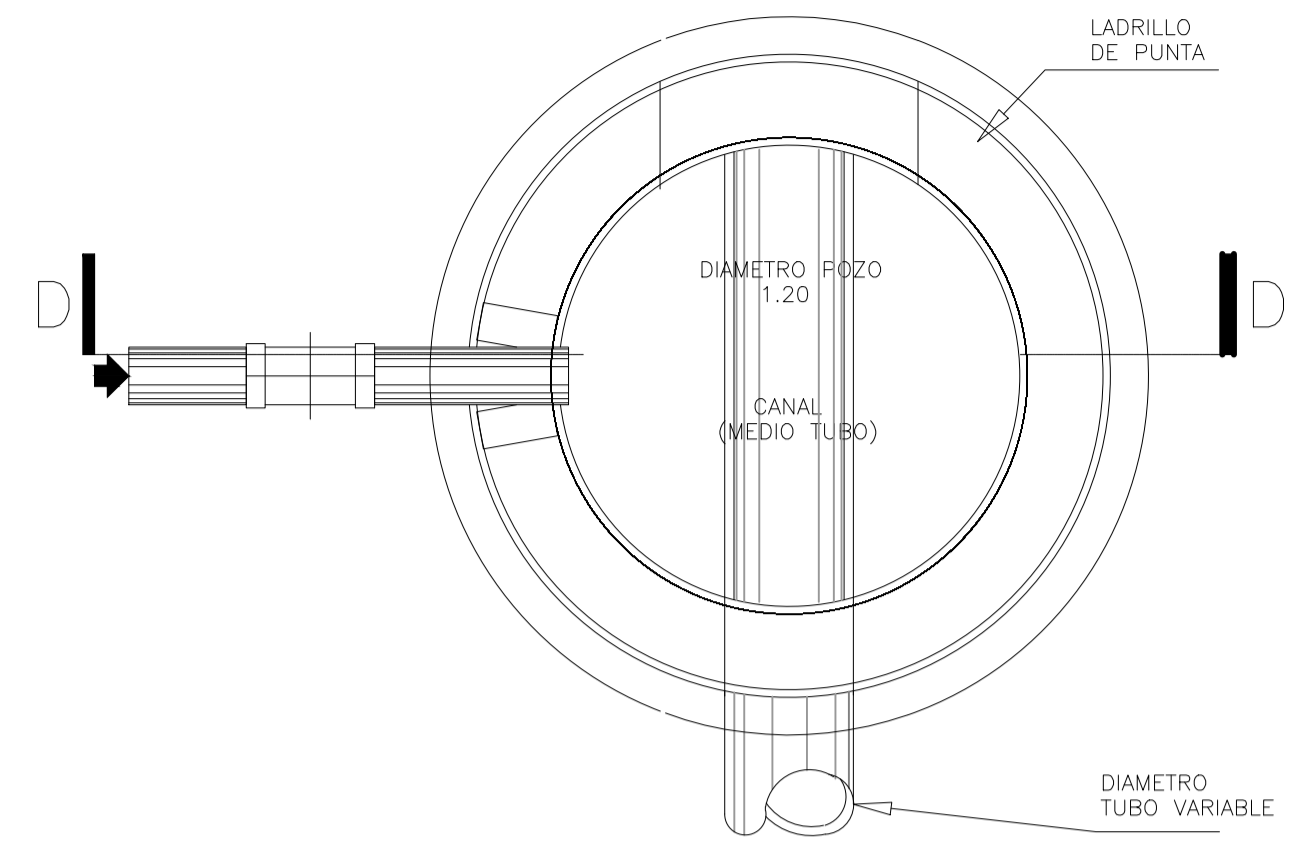
NORMAS DE TUBERÍA	
ASTM F-477	CONEXIONES ENTRE TUBERÍA NOVAFORT O SIMILARES
ASTM F-949	DIMENSIONES Y RESISTENCIA DE TUBERÍA NOVAFORT O SIMILARES
NORMAS DE DISEÑO	
NORMAS GENERALES PARA DISEÑO DE ALCANTARILLADOS, INFOM, 2001	

	MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR	
	EL TABLÓN, ZONA 3 MUNICIPIO: VILLA NUEVA DEPARTAMENTO: GUATEMALA	
PROYECTO DE DISEÑO DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO, CASERIO EL TABLÓN, BARGENAS, ZONA 3		
PLANO DE: PLANTA-PERFIL DE DISEÑO HIDRÁULICO, RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO, DE PV-87 A PV-88, PV-88 A PTAR-2	PROGRAMA: EPS USAC 2017	ESCALA: INDICADA
LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO: MUNICIPALIDAD DE VILLA NUEVA	DIBUJO Y CÁLCULO HIDRÁULICO: JOSÉ GABRIEL PÉREZ	15
DIBUJO Y CÁLCULO TOPOGRÁFICO: JOSÉ GABRIEL PÉREZ	SUPERVISOR: ING. SILVIO JOSÉ RODRÍGUEZ SERRANO	
ASESOR: MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR	FIRMA:	16
FECHA: ENERO 2021		



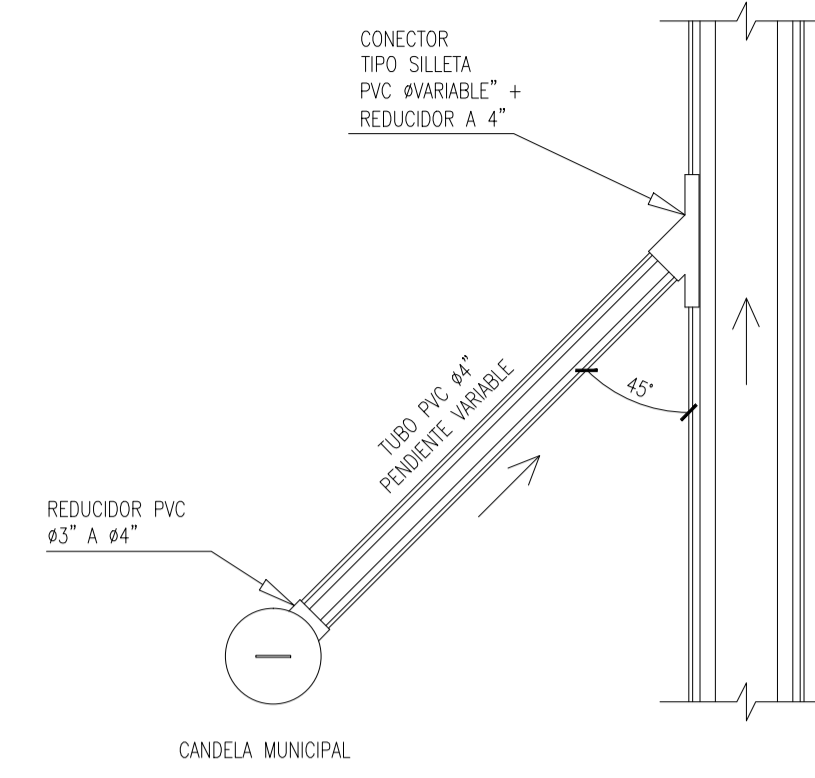
PLANTA POZO DE VISITA H>1.20m

ESCALA: 1/20



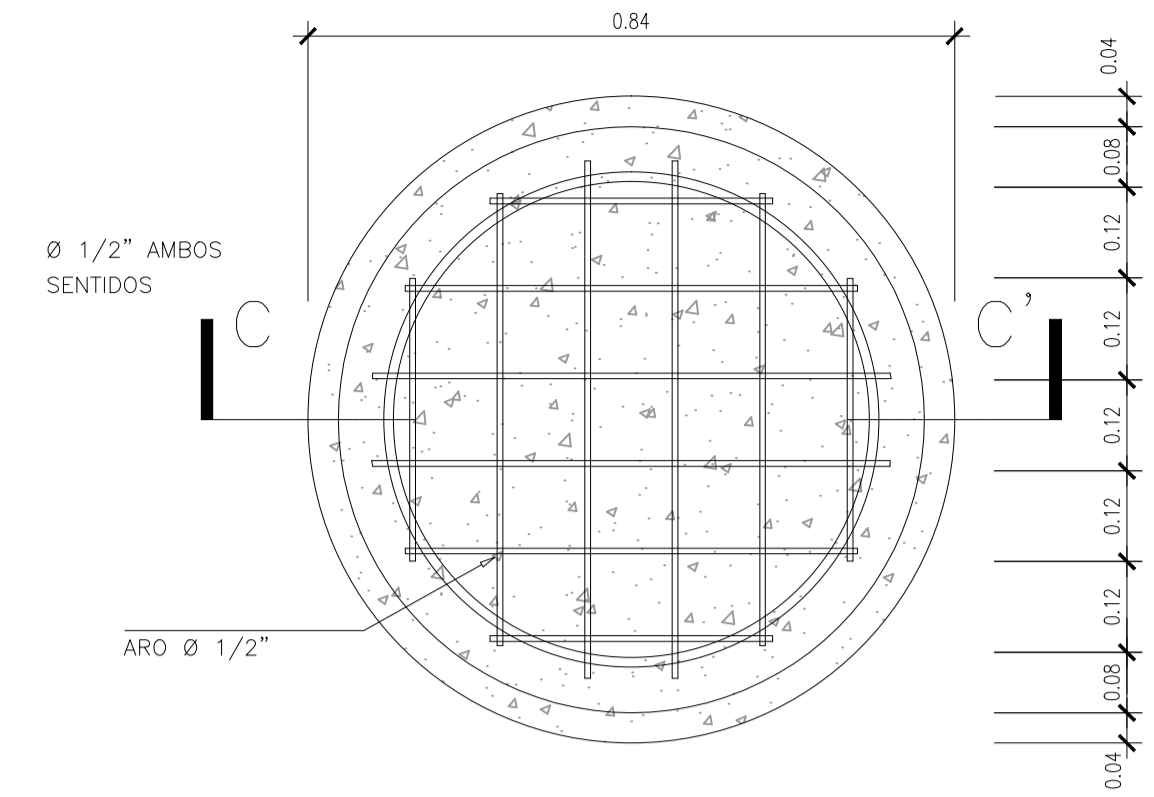
PLANTA POZO DE VISITA CON CAIDA

ESCALA: 1/20



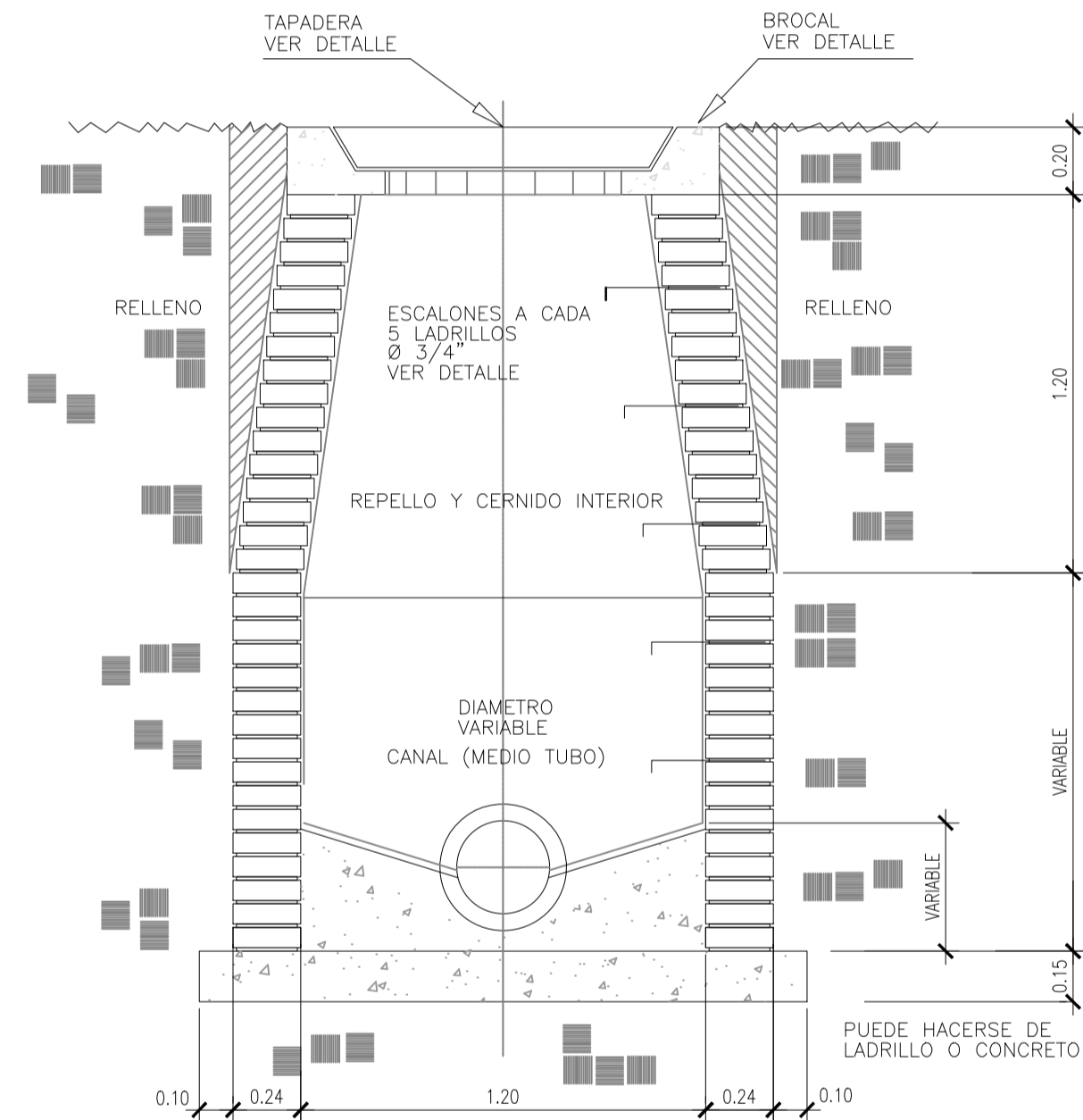
PLANTA ACOMETIDA DOMICILIAR

ESCALA: 1/20



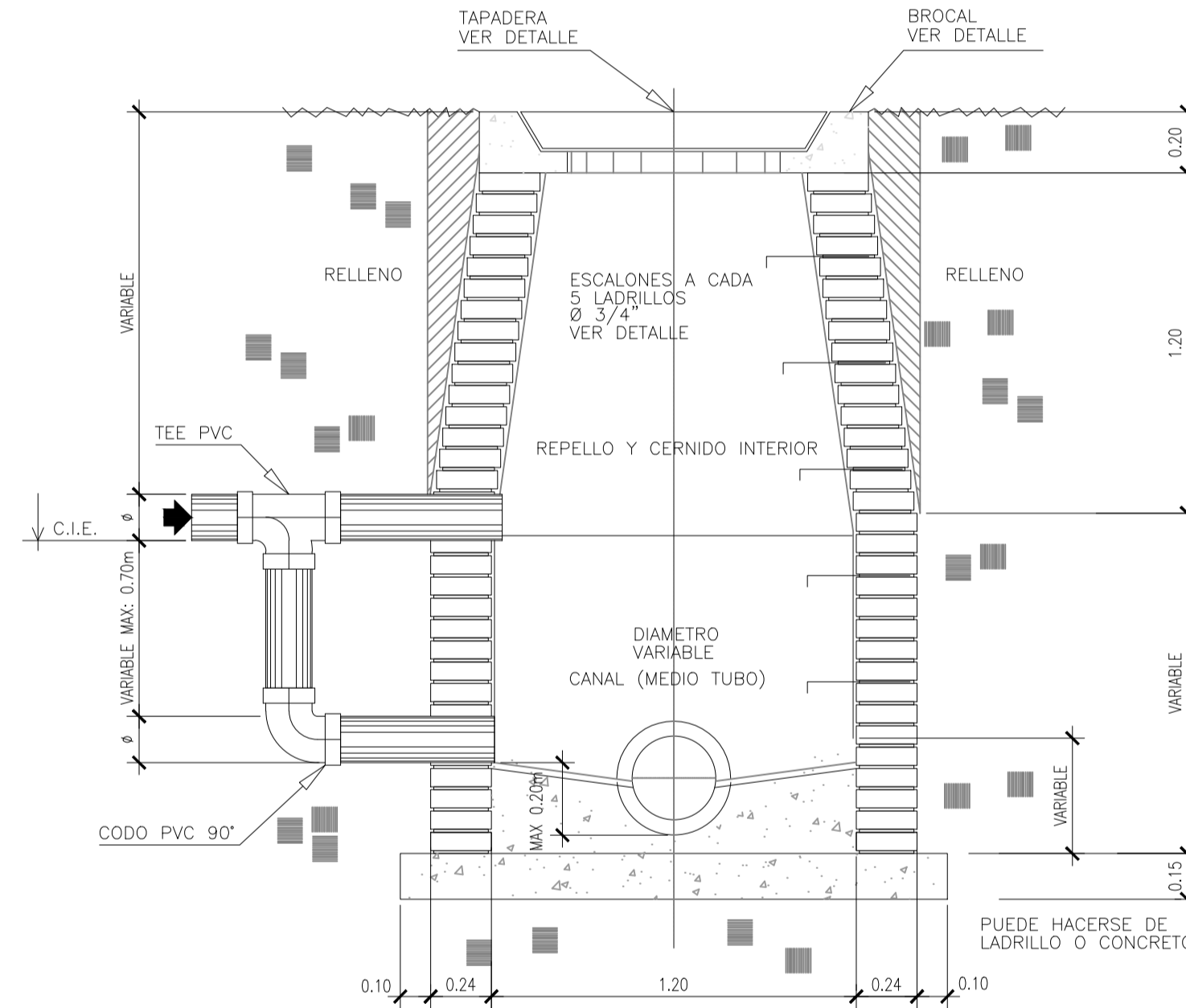
TAPADERA DE POZO Y SECCIÓN C-C'

ESCALA: 1/10



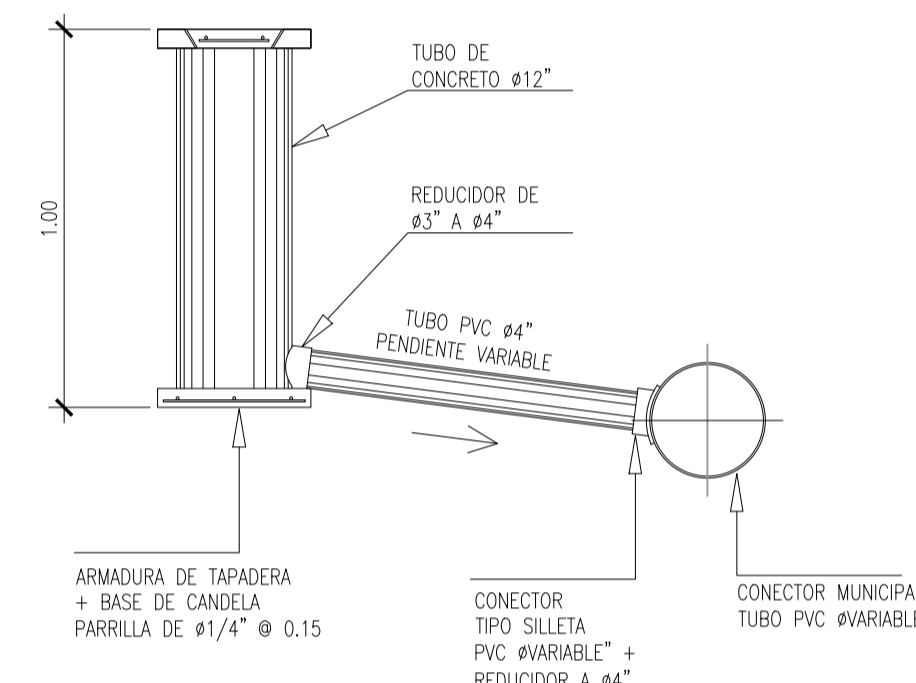
SECCIÓN A-A' H>1.20m

ESCALA: 1/20



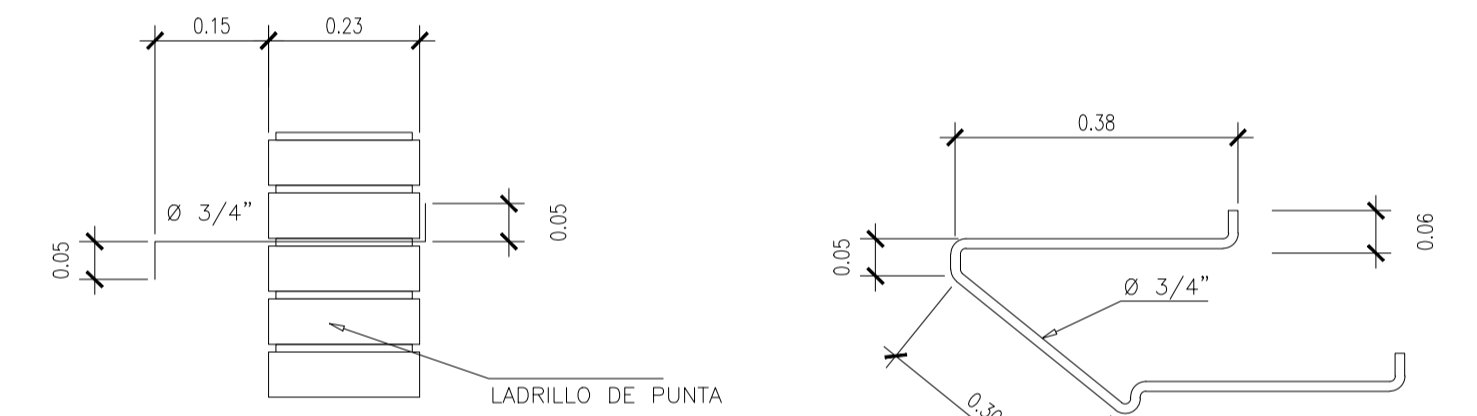
SECCIÓN D-D' POZO CON CAIDA

ESCALA: 1/20



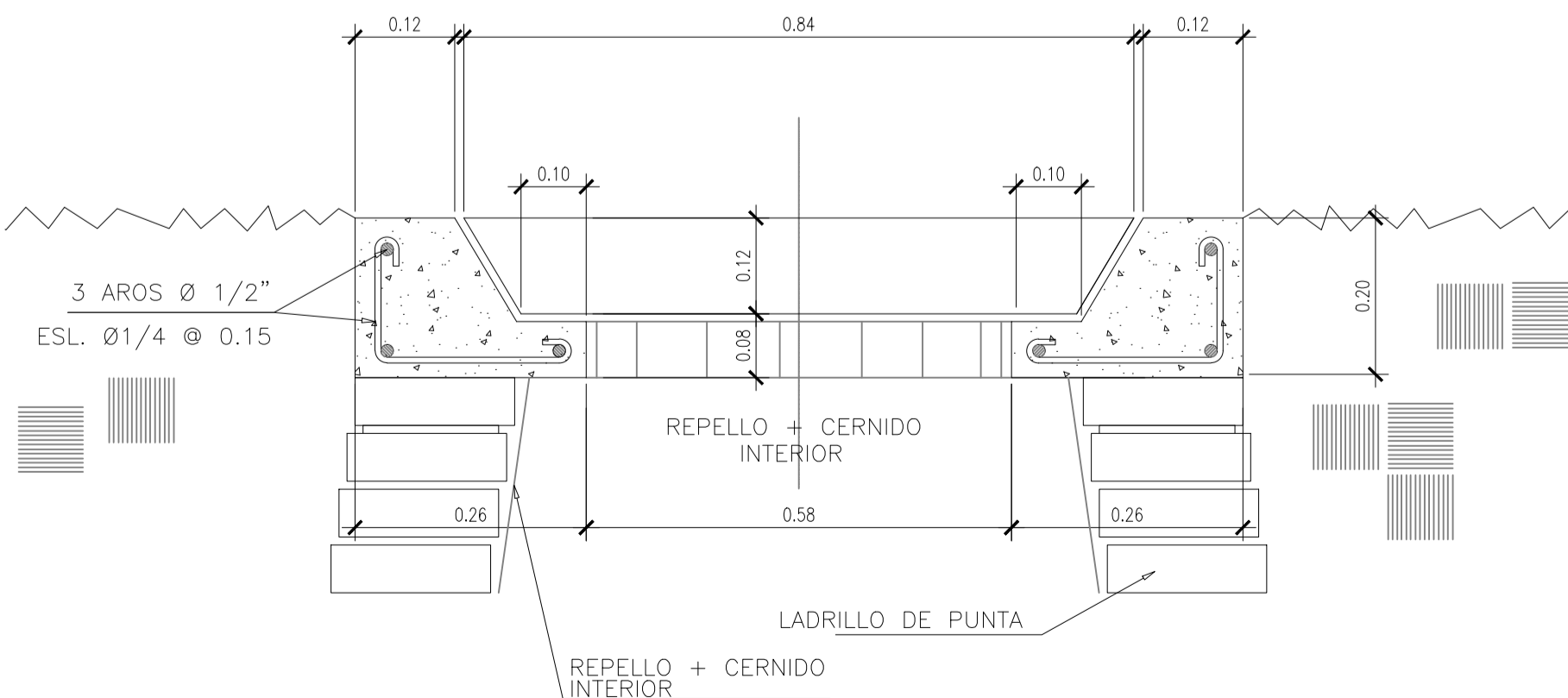
PERFIL ACOMETIDA DOMICILIAR

ESCALA: 1/20



DETALLE DE ESCALÓN

ESCALA: 1/10



DETALLE DE BROCAL DE POZO

ESCALA: 1/10

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

1. LAS TAPADERAS DE LOS POZOS DE VISITA DEBERAN IDENTIFICARSE CON LA NOMENCLATURA DEL PLANO DE RED GENERAL.
2. EL CONCRETO DEBERÁ TENER UN F'c = 210 kg/cm² CON PROPORCIÓN 1:2:3.5.
3. EL MORTERO DEBERÁ SER DE CEMENTO Y ARENA DE RIO CON PROPORCIÓN 1:3.
4. LOS BROCALES Y LAS TAPADERAS DE LOS POZOS DEBERAN USARSE SEGÚN ESPECIFICACIONES A.C.I. ANTES DE SU INSTALACIÓN.
5. EL ACERO A UTILIZAR SERÁ Fy = 2810 kg/cm².

	<p>MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR</p>	
	<p>EL TABLÓN, ZONA 3 MUNICIPIO: VILLA NUEVA DEPARTAMENTO: GUATEMALA</p>	
<p>PROYECTO DE DISEÑO DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO, CASERÍO EL TABLÓN, BÁRCENAS, ZONA 3</p>		
<p>PLANO DE: DETALLE DE POZOS DE VISITA, RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO</p>	<p>PROGRAMA: EPS USAC 2017</p>	<p>ESCALA: INDICADA</p>
<p>LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO: MUNICIPALIDAD DE VILLA NUEVA</p>	<p>DIBUJO Y CÁLCULO HIDRÁULICO: JOSÉ GABRIEL PÉREZ</p>	<p>FECHA: ENERO 2021</p>
<p>DIBUJO Y CÁLCULO TOPOGRÁFICO: JOSÉ GABRIEL PÉREZ</p>	<p>SUPERVISOR: ING. SILVIO JOSÉ RODRÍGUEZ SERRANO</p>	<p>16</p>
<p>ASESOR: MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR</p>	<p>FIRMA:</p>	

Apéndice 2. **Resultados del diseño de la red de distribución de agua potable por medio del software WaterCAD**

Fuente: elaboración propia, empleando WaterCAD 2018.

Apéndice 3. **Sector 2**

Fuente: elaboración propia, empleando WaterCAD 2018.

TRAMO		LONGITUD (mts)	No. TUBO	MATERIAL TUBO	COTA (m.s.n.m)		DESNIVEL (mtrs.)	COEFICIENTE DE HAZEN-WILLIAMS	Número de viviendas (actuales)		Población actual por tramo	Población actual acumulada	tasa de crecimiento		Período de diseño		Caudal		Caudal Comercial					Caudal Medio		Factor de Hora Máximo	Caudal por vivienda de todo el proyecto	Caudal en el tramo solo de viviendas	Caudal en el tramo comercial	Caudal en el tramo	Sentido del Caudal en el tramo respecto al circuito	Caudal en el tramo
INICIAL	FINAL				INICIAL	FINAL			tramo	hab/vivienda			%	años	SEGÚN	Futura	Futura	Número de viviendas (futuras)	Domiciliar	Domiciliar	Servicio Público	Cantidad	Unidad	Dotación lts/lund-día	Q comercios= (Lts/seg)							
J-12	J-16	16,99	T-6	PVC	1462,79	1463,69	-0,9	150	0	8	0	0	2,40294	23	0	0	0	0	0	0	0	2	0,027777778	0	0,816555609	A FAVOR	0,816555609					
J-16	J-1	17,02	T-8	PVC	1463,69	1464,57	-0,88	150	0	8	0	0	2,40294	23	0	0	0	0	0	0	0	2	0,027777778	0	0,816555609	A FAVOR	0,816555609					
J-1	J-2	1,49	T-59	PVC	1464,57	1464,59	-0,02	150	0	8	0	0	2,40294	23	0	0	0	0	0	0	0	2	0,027777778	0	0,816555609	A FAVOR	0,816555609					
J-2	J-150	320,5	T-284	PVC	1464,59	1464,16	0,43	150	0	8	0	0	2,40294	23	0	0	0	0	0	0	0	2	0,027777778	0	0,816555609	A FAVOR	0,816555609					
J-150	J-61	2,01	T-293	PVC	1464,16	1464,15	0,01	150	0	8	0	0	2,40294	23	0	0	0	0	0	0	0	2	0,027777778	0	0,344333387	A FAVOR	0,344333387					
J-61	J-62	523,35	T-32	PVC	1464,15	1439,84	24,31	150	0	8	0	0	2,40294	23	0	0	0	0	0	0	0	2	0,027777778	0	0,344333387	A FAVOR	0,344333387					
J-62	J-108	2	T-262	PVC	1439,84	1439,85	-0,01	150	0	8	0	0	2,40294	23	0	0	0	0	0	0	0	2	0,027777778	0	0,344333387	EN CONTRA	-0,344333387					
J-108	J-45	322	T-259	PVC	1439,85	1440,85	-1	150	0	8	0	0	2,40294	23	0	0	0	0	0	0	0	2	0,027777778	0	0,350111058	EN CONTRA	-0,350111058					
J-45	J-6	262,16	T-71	PVC	1440,85	1449,93	-9,08	150	0	8	0	0	2,40294	23	0	0	0	0	0	0	0	2	0,027777778	0	0,350111058	EN CONTRA	-0,350111058					
J-6	J-9	194,22	T-72	PVC	1449,93	1460,96	-11,03	150	0	8	0	0	2,40294	23	0	0	0	0	0	0	0	2	0,027777778	0	5,196995176	EN CONTRA	-5,196995176					
J-9	J-17	16,05	T-18	PVC	1460,96	1461,9	-0,94	150	0	8	0	0	2,40294	23	0	0	0	0	0	0	0	2	0,027777778	0	9,14143962	EN CONTRA	-9,14143962					
J-17	J-12	15,95	T-20	PVC	1461,9	1462,79	-0,89	150	0	8	0	0	2,40294	23	0	0	0	0	0	0	0	2	0,027777778	0	9,14143962	EN CONTRA	-9,14143962					
J-150	J-60	2	T-304	PVC	1464,16	1464,17	-0,01	150	0	8	0	0	2,40294	23	0	0	0	0	0	0	0	2	0,027777778	0	0,472222222	EN CONTRA	-0,472222222					
J-60	J-11	320,5	T-58	PVC	1464,17	1464,48	-0,31	150	10	8	79	79	2,40294	23	136	136	17	0,236111111	0,13675104	0,13675104	0,236111111	2	0,027777778	0,472222222	0,472222222	EN CONTRA	-0,472222222					
J-9	J-15	0,7	T-22	PVC	1460,96	1460,97	-0,01	150	0	8	0	0	2,40294	23	0	0	0	0	0	0	0	2	0,027777778	0	3,944444444	EN CONTRA	-3,944444444					
J-15	J-10	0,8	T-24	PVC	1460,97	1460,98	-0,01	150	0	8	0	0	2,40294	23	0	0	0	0	0	0	0	2	0,027777778	0	3,944444444	EN CONTRA	-3,944444444					
J-10	J-53	317	T-62	PVC	1460,98	1462,85	-1,87	150	24	8	195	195	2,40294	23	336	336	42	0,583333333	0,337855512	0,337855512	0,583333333	2	0,027777778	1,166666667	1,166666667	EN CONTRA	-1,166666667					
J-10	J-18	64,08	T-46	PVC	1460,98	1456,38	4,6	150	0	8	0	0	2,40294	23	0	0	0	0	0	0	0	2	0,027777778	0	2,777777778	EN CONTRA	-2,777777778					
J-18	J-54	317,03	T-3	PVC	1456,38	1460,8	-4,42	150	29	8	232	232	2,40294	23	400	400	50	0,694444444	0,402208943	0,402208943	0,694444444	2	0,027777778	1,388888889	1,388888889	EN CONTRA	-1,388888889					
J-18	J-31	65,11	T-29	PVC	1456,38	1452,55	3,83	150	0	8	0	0	2,40294	23	0	0	0	0	0	0	0	2	0,027777778	0	1,388888889	EN CONTRA	-1,388888889					
J-31	J-55	317,55	T-36	PVC	1452,55	1457,94	-5,39	150	29	8	232	232	2,40294	23	400	400	50	0,694444444	0,402208943	0,402208943	0,694444444	2	0,027777778	1,388888889	1,388888889	EN CONTRA	-1,388888889					
J-6	J-14	0,66	T-28	PVC	1449,93	1449,94	-0,01	150	0	8	0	0	2,40294	23	0	0	0	0	0	0	0	2	0,027777778	0	4,846884118	EN CONTRA	-4,846884118					
J-14	J-5	0,84	T-26	PVC	1449,94	1449,96	-0,02	150	0	8	0	0	2,40294	23	0	0	0	0	0	0	0	2	0,027777778	0	4,846884118	EN CONTRA	-4,846884118					
J-5	J-28	211,67	T-51	PVC	1449,96	1450,13	-0,17	150	16	8	125	125	2,40294	23	216	216	27	0,375	0,217192829	0,217192829	0,375	2	0,027777778	0,75	2,111111111	EN CONTRA	-2,111111111					
J-28	J-39	105,9	T-52	PVC	1450,13	1454,16	-4,03	150	10	8	79	79	2,40294	23	136	136	17	0,236111111	0,13675104	0,13675104	0,236111111	2	0,027777778	0,472222222	0,472222222	EN CONTRA	-0,472222222					
J-28	J-23	65,11	T-35	PVC	1450,13	1446,39	3,74	150	0	8	0	0	2,40294	23	0	0	0	0	0	0	0	2	0,027777778	0	0,888888889	EN CONTRA	-0,888888889					
J-23	J-38	105,94	T-11	PVC	1446,39	1451,32	-4,93	150	9	8	74	74	2,40294	23	128	128	16	0,222222222	0,128706862	0,128706862	0,222222222	2	0,027777778	0,444444444	0,444444444	EN CONTRA	-0,444444444					
J-23	J-24	65,03	T-56	PVC	1446,39	1444,29	2,1	150	0	8	0	0	2,40294	23	0	0	0	0	0	0	0	2	0,027777778	0	0,444444444	EN CONTRA	-0,444444444					
J-24	J-40	105,86	T-17	PVC	1444,29	1446,93	-2,64	150	9	8	74	74	2,40294	23	128	128	16	0,222222222	0,128706862	0,128706862	0,222222222	2	0,027777778	0,444444444	0,444444444	EN CONTRA	-0,444444444					
J-5	J-29	65,05	T-39	PVC	1449,96	1447,37	2,59	150	0	8	0	0	2,40294	23	0	0	0	0	0	0	0	2	0,027777778	0	2,735773007	EN CONTRA	-2,735773007					
J-29	J-44	147,61	T-54	PVC	1447,37	1446,97	0,4	150	11	8	88	88	2,40294	23	152	152	19	0,263888889	0,152839398	0,152839398	0,263888889	2	0,027777778	0,527777778	0,527777778	EN CONTRA	-0,527777778					
J-29	J-21	65,04	T-41	PVC	1447,37	1445,08	2,29	150	0	8	0	0	2,40294	23	0	0	0	0	0	0	0	2	0,027777778	0	2,207995229	EN CONTRA	-2,207995229					
J-21	J-43	146,25	T-55	PVC	1445,08	1444,85	0,23	150	11	8	88	88	2,40294	23	152	152	19	0,263888889	0,152839398	0,152839398	0,263888889	2	0,027777778	0,527777778	0,527777778	EN CONTRA	-0,527777778					
J-21	J-22	65,03	T-43	PVC	1445,08	1443,23	1,85	150	0	8	0	0	2,40294	23	0	0	0	0	0	0	0	2	0,027777778	0	1,680217451	EN CONTRA	-1,680217451					
J-22	J-56	317,5	T-53	PVC	1443,23	1442,1	1,13	150	25	8	204	204	2,40294	23	352	352	44	0,611111111	0,353943869	0,353943869	0,611111111	2	0,027777778	1,222222222	1,222222222	0,457995229	1,680217451	EN CONTRA	-1,680217451			
J-108	J-59	2	T-271	PVC	1439,85	1439,9	-0,05	150	0	8	0	0	2,40294	23	0	0	0	0	0	0	0	2	0,027777778	0	0,694444444	EN CONTRA	-0,694444444					
J-59	J-34	320,5	T-47	PVC	1439,9	1440,94	-1,04	150	14	8	116	116	2,40294	23	200	200	25	0,347222222	0,201104471	0,201104471	0,347222222	2	0,027777778	0,694444444	0,694444444	EN CONTRA	-0,694444444					

Análisis por medio de propuesta de diámetro utilizando el diámetro comercial de la tubería

Análisis por medio de propuesta de diámetro utilizando el diámetro interno de la tubería

CÁLCULO DE DIÁMETRO COMERCIAL APROXIMADO (pulgadas)	DIÁMETRO COMERCIAL (pulgadas) DC	PERIODO DE CARGA (min)	HTQ	Δ1	Q hora máximo (litros) (L/h)	Δ1 <1% Obra máxima	Q1 (L/s)	HT (m)	HTQ1	Δ2	Δ2 <1% Obra máxima	Q2 (L/s)	HT (m)	Velocidad en el tramo (m/s) V	PRESIÓN INICIAL (mca)	COTA PIEZOMÉTRICA INICIAL (mca)	COTA PIEZOMÉTRICA FINAL (mca)	PRESIÓN FINAL (mca)	Selección de diámetro	DIÁMETRO COMERCIAL (pulgadas)	PRESIÓN DE TRABAJO DE LA TUBERÍA (Psi)	MATERIAL	DIÁMETRO INTERNO (pulgadas)	PERIODO DE CARGA (min)	HTQ	Δ1	Q hora máximo (litros) (L/h)	Δ1 <1% Obra máxima	Q1 (L/s)	HT (m)	HTQ1	Δ2	Δ2 <1% Obra máxima	Q2 (L/s)	HT (m)	Velocidad en el tramo (m/s) V	PRESIÓN INICIAL (mca)	COTA PIEZOMÉTRICA INICIAL (mca)	COTA PIEZOMÉTRICA FINAL (mca)	PRESIÓN FINAL (mca)						
1.1682256	1.25	0.647360008	0.79279354	0.01916347	9.95799523	OK	0.83571908	0.67574647	0.80858088	-0.0001357	OK	0.83558338	0.67554349	1.05538451	24.32	1487.11	1486.434457	22.7444565	1.5&160&PVC	1.5	160	PVC	1.754	0.12435794	0.15229574	0.00973067	9.95799523	OK	0.826286283	0.12711341	0.153837008	4.57461E-06	OK	0.826290858	0.127114712	0.530047411	24.32	1487.11	1486.982885	1486.982885	23.29288529					
1.174054123	1.25	0.648503081	0.79419341	0.01916347	9.95799523	OK	0.83571908	0.67693967	0.81000863	-0.0001357	OK	0.83558338	0.67673633	1.05538451	22.7444565	1486.434457	1485.75772	21.1877202	1.5&160&PVC	1.5	160	PVC	1.754	0.12457753	0.15256466	0.00973067	9.95799523	OK	0.826286283	0.12733786	0.154108645	4.57461E-06	OK	0.826290858	0.127339164	0.530047411	23.29288529	1486.982885	1486.982885	22.28554612						
1.548641261	2	0.005755386	0.00704837	0.01916347	9.95799523	OK	0.83571908	0.00600776	0.00718873	-0.0001357	OK	0.83558338	0.00600595	0.41225957	21.1877202	1485.75772	1485.75714	21.1617142	1.5&160&PVC	1.5	160	PVC	1.754	0.01090602	0.01335613	0.00973067	9.95799523	OK	0.826286283	0.011147674	0.019491297	4.57461E-06	OK	0.826290858	0.011147788	0.530047411	22.28554612	1486.982885	1486.982885	22.2549834						
2.485028545	2.5	0.417603801	0.51142114	0.01916347	9.95799523	OK	0.83571908	0.43591555	0.52160536	-0.0001357	OK	0.83558338	0.43578461	0.26384613	21.1617142	1485.75772	1485.31593	21.1559296	1.5&160&PVC	1.5	250	PVC	1.676	2.9276411	3.5835422	0.00973067	9.95799523	OK	0.826286283	2.992510432	3.621638762	4.57461E-06	OK	0.826290858	2.992541082	0.580531604	22.2549834	1486.982885	1486.982885	19.69185725						
1.367740491	1.5	0.006379309	0.01852655	0.01916347	9.95799523	OK	0.36349686	0.00705161	0.01939938	-0.0001357	OK	0.36336115	0.00704674	0.31871091	21.1559296	1485.31593	1485.308883	21.1588829	1.5&160&PVC	1	250	PVC	1.161	0.02271289	0.06450984	0.00973067	9.95799523	OK	0.354064061	0.023388617	0.066056156	4.57461E-06	OK	0.354068636	0.023388675	0.518398775	19.69185725	1483.828469	1483.828469	19.67846858						
0.864542393	1	11.96559254	34.7500214	0.01916347	9.95799523	OK	0.36349686	13.2266248	36.3871778	-0.0001357	OK	0.36336115	13.2174912	0.71709954	21.1588829	1485.308883	1472.091392	32.2513916	0.75&250&PVC	0.75	250	PVC	0.926	17.3995776	50.5311952	0.00973067	9.95799523	OK	0.354064061	18.32013724	51.74243663	4.57461E-06	OK	0.354068636	18.32057514	0.814903968	19.67846858	1483.828469	1465.507893	25.66789344						
1.366340456	1.5	-0.006347571	0.01843437	0.01916347	9.95799523	OK	-0.32516992	-0.00570953	0.0175586	-0.0001357	OK	-0.32530562	-0.00571394	-0.28533168	32.2513916	1472.091392	1472.097106	32.2471056	0.75&250&PVC	0.75	250	PVC	0.926	-0.06649308	0.1931067	0.00973067	9.95799523	OK	-0.334602712	-0.063058635	0.188458232	4.57461E-06	OK	-0.334598137	-0.063057041	-0.770091791	25.66789344	1465.507893	1465.50795	25.72095048						
1.516259587	2	-0.259627779	0.74155835	0.01916347	9.95799523	OK	-0.33094759	-0.23395101	0.70691258	-0.0001357	OK	-0.33108329	-0.23412852	-0.16334965	32.2471056	1472.097106	1472.331234	31.4812341	0.75&250&PVC	0.75	250	PVC	0.926	-11.0400676	31.5330445	0.00973067	9.95799523	OK	-0.340380383	-10.47913217	30.78653377	4.57461E-06	OK	-0.340375809	-10.47887162	-0.783389346	25.72095048	1465.50795	1476.049822	35.1998221						
0.924074029	1	-6.181271126	17.6551725	0.01916347	9.95799523	OK	-0.33094759	-5.56995348	16.830319	-0.0001357	OK	-0.33108329	-5.57417946	-0.65339862	31.4812341	1472.331234	1477.905414	27.9754135	0.75&250&PVC	0.75	250	PVC	0.926	-8.98839787	25.6729905	0.00973067	9.95799523	OK	-0.340380383	-8.531705866	25.06521023	4.57461E-06	OK	-0.340375809	-8.531499739	-0.783389346	35.1998221	1476.049822	1484.581316	34.65131584						
2.326221624	2.5	-7.766019407	1.49432877	0.01916347	9.95799523	OK	-5.17783171	-7.71312487	1.4896438	-0.0001357	OK	-5.17796741	-7.71349885	-1.63500936	27.9754135	1477.905414	1485.618912	24.6589124	3&160&PVC	3	160	PVC	3.23	-2.23023193	0.42913873	0.00973067	9.95799523	OK	-5.187264501	-2.222512834	0.42845566	4.57461E-06	OK	-5.187259927	-2.222509208	-0.981236995	34.65131584	1484.581316	1486.803825	25.84382505						
2.864671985	3	-0.750761703	0.08212729	0.01916347	9.95799523	OK	-9.12227615	-0.74785269	0.08198093	-0.0001357	OK	-9.12241185	-0.74787327	-2.0035978	24.6589124	1485.618912	1486.366786	24.4667857	4&160&PVC	4	160	PVC	4.154	-0.15386888	0.01683202	0.00973067	9.95799523	OK	-9.131708946	-0.153566015	0.016816788	4.57461E-06	OK	-9.131704371	-0.153565873	-1.044383031	25.84382505	1486.803825	1486.957391	25.05739992						
2.893289167	3	-0.74608406	0.0816156	0.01916347	9.95799523	OK	-9.12227615	-0.74319317	0.08147015	-0.0001357	OK	-9.12241185	-0.74321363	-2.0035978	24.4667857	1486.366786	1487.109999	24.3199993	4&160&PVC	4	160	PVC	4.154	-0.1529102	0.01672715	0.00973067	9.95799523	OK	-9.131708946	-0.152609218	0.016712011	4.57461E-06	OK	-9.131704371	-0.152609076	-1.044383031	25.05739992	1486.957391	1487.111	24.32						
1.540513814	2	0.002804887			9.95799523								-0.23298469	21.1559296	1485.31593	1485.313125	21.1431247	1&160&PVC	1	160	PVC	1.195	0.03446687			9.95799523																				
2.158548277	2.5	0.151621802			9.95799523								-0.1491102	21.1431247	1485.313125	1485.161503	20.6815029	1&160&PVC	1	160	PVC	1.195	5.52011082			9.95799523																				
2.781188848	3	0.006915474			9.95799523								-0.86493662	24.6589124	1485.618912	1485.611997	24.6419969	3&160&PVC	3	160	PVC	3.23	0.00482599			9.95799523																				
2.858501844	3	0.007903398			9.95799523								-0.86493662	24.6419969	1485.611997	1485.604094	24.640935	3&160&PVC	3	160	PVC	3.23	0.00551541			9.95799523																				
2.099594771	2.5	0.799233289			9.95799523								-0.3683899	24.6240935	1485.604094	1484.80486	21.9548602	1.25&160&PVC	1.25	160	PVC	1.532	8.67823127			9.95799523																				
1.747470207	2	2.383841529			9.95799523								-1.37049816	24.6240935	1485.604094	1483.220252	26.840252	3&160&PVC	3	160	PVC	3.23	0.23092831			9.95799523																				
1.88017319	2	3.271512161			9.95799523								-0.68524908	26.840252	1483.220252	1479.948731	19.1487307	1.25&160&PVC	1.25	160	PVC	1.532	11.9827263			9.95799523																				
1.38988171	1.5	2.727399327			9.95799523								-1.21822058	26.840252	1483.220252	1480.492853	27.9428527	2&160&PVC	2	160	PVC	2.193	0.4289976			9.95799523																				
1.805721134	2	3.276887286			9.95799523								-0.68524908	27.9428527	1480.492853	1477.215965	19.2759654	1.25&160&PVC	1.25	160	PVC	1.532	12.0023806			9.95799523																				
2.97148394	3	0.009545526			9.95799523								-1.06282332	27.9754135	1477.905414	1477.895868	27.958688	3&160&PVC	3	160	PVC	3.23	0.00666138			9.95799523																				
2.70811109	3	0.012148852			9.95799523								-1.06282332	27.955868	1477.895868	1477.883719	27.9237192	3&160&PVC	3	160	PVC	3.23	0.00847812			9.95799523																				
3.960956755	4	0.162070232			9.95799523								-0.26039465	27.9237192	1477.883719	1477.721649	27.9216489	2.5&160&PVC	2.5	160	PVC	2.655	1.19272734																							

Apéndice 4. **Sector 1**

Fuente: elaboración propia, empleando WaterCAD 2018.

TRAMO		LONGITUD (mts)	No. TUBO	MATERIAL TUBO	COTA (m. s.n.m)		DESNIVEL (mtrs.)	COEFICIENTE DE HAZEN-WILLIAMS	Número de viviendas (actuales)		Número de Habitantes por vivienda (actual)		Población actual por tramo		Población actual acumulada		tasa de crecimiento	Periodo de diseño		Caudal	Caudal	Caudal Comercial	Caudal Industrial	Caudal Medio	Factor de Hora Máximo	Caudal por vivienda de todo el proyecto	Caudal en el tramo solo de viviendas	Caudal en el tramo comercial	Caudal en el tramo	Sentido del Caudal en el tramo respecto al circuito	Caudal en el tramo				
INICIAL	FINAL				INICIAL	FINAL			tramo	hab/vivienda	tramo	tramo	%	años	Hab por tramo	Hab acumulados		tramo	futuro (L/s)													actual (L/s)	Servicio Público	Cantidad	Unidad
J-3	J-16	33,99	T-69	PVC	1462,68	1464,5	-1,82	150	0	8	0	0	0	2,40294	23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0,027777778	0		0,769017814	EN CONTRA	-0,769017814				
J-16	J-13	317,03	T-347	PVC	1464,5	1468,32	-3,82	150	0	8	0	0	0	2,40294	23	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0,027777778	0		0,769017814	EN CONTRA	-0,769017814					
J-13	J-58	1,99	T-358	PVC	1468,32	1468,34	-0,02	150	0	8	0	0	0	2,40294	23	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0,027777778	0		0,324573369	EN CONTRA	-0,324573369					
J-58	J-57	521,54	T-65	PVC	1468,34	1442,03	26,31	150	0	8	0	0	0	2,40294	23	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0,027777778	0		0,324573369	EN CONTRA	-0,324573369					
J-57	J-123	2	T-318	PVC	1442,03	1442,02	0,01	150	0	8	0	0	0	2,40294	23	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0,027777778	0		0,324573369	EN CONTRA	-0,324573369					
J-123	J-46	317	T-324	PVC	1442,02	1440,83	1,19	150	0	8	0	0	0	2,40294	23	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0,027777778	0		0,342093298	A FAVOR	0,342093298					
J-46	J-887	262,16	T-67	PVC	1440,83	1449,86	-9,03	150	0	8	0	0	0	2,40294	23	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0,027777778	0		0,342093298	A FAVOR	0,342093298					
J-887	J-3	226,23	T-68	PVC	1449,86	1462,68	-12,82	150	0	8	0	0	0	2,40294	23	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0,027777778	0		5,588396216	A FAVOR	5,588396216					
J-13	J-52	2	T-366	PVC	1468,32	1468,2	0,12	150	0	8	0	0	0	2,40294	23	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0,027777778	0		0,444444444	EN CONTRA	-0,444444444					
J-52	J-14	315,52	T-57	PVC	1468,2	1464,37	3,83	150	9	8	74	74	2,40294	23	128	128	16	0,222222222	0,128706862				0	0	0,128706862	0,222222222	2	0,027777778	0,444444444	EN CONTRA	-0,444444444				
J-3	J-1665	0,83	T-14	PVC	1462,68	1462,66	0,02	150	0	8	0	0	0	2,40294	23	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0,027777778	0		3,777777778	EN CONTRA	-3,777777778					
J-1665	J-4	0,67	T-16	PVC	1462,66	1462,65	0,01	150	0	8	0	0	0	2,40294	23	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0,027777778	0		3,777777778	EN CONTRA	-3,777777778					
J-4	J-15	32,01	T-64	PVC	1462,65	1460,85	1,8	150	0	8	0	0	0	2,40294	23	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0,027777778	0		3,777777778	EN CONTRA	-3,777777778					
J-15	J-49	310,2	T-61	PVC	1460,85	1466,5	-5,65	150	23	8	185	185	2,40294	23	320	320	40	0,555555556	0,321767154				0	0	0,321767154	0,555555556	2	0,027777778	1,111111111	EN CONTRA	-1,111111111				
J-15	J-17	64,07	T-27	PVC	1460,85	1456,31	4,54	150	0	8	0	0	0	2,40294	23	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0,027777778	0		2,666666667	EN CONTRA	-2,666666667					
J-17	J-48	310,27	T-1	PVC	1456,31	1465	-8,69	150	28	8	222	222	2,40294	23	384	384	48	0,666666667	0,386120585				0	0	0,386120585	0,666666667	2	0,027777778	1,333333333	EN CONTRA	-1,333333333				
J-17	J-32	65,1	T-37	PVC	1456,31	1452,63	3,68	150	0	8	0	0	0	2,40294	23	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0,027777778	0		1,333333333	EN CONTRA	-1,333333333					
J-32	J-47	309,47	T-23	PVC	1452,63	1461,64	-9,01	150	28	8	222	222	2,40294	23	384	384	48	0,666666667	0,386120585				0	0	0,386120585	0,666666667	2	0,027777778	1,333333333	EN CONTRA	-1,333333333				
J-887	J-1554	0,82	T-33	PVC	1449,86	1449,86	0,000001	150	0	8	0	0	0	2,40294	23	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0,027777778	0		5,246302919	EN CONTRA	-5,246302919					
J-1554	J-7	0,68	T-30	PVC	1449,86	1449,86	0,000001	150	0	8	0	0	0	2,40294	23	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0,027777778	0		5,246302919	EN CONTRA	-5,246302919					
J-7	J-25	230,55	T-50	PVC	1449,86	1454,51	-4,65	150	17	8	134	134	2,40294	23	232	232	29	0,402777778	0,233281187	Parques o área verde + Parques o área verde + Parques o área verde	14355,14304	m² + m² + m² + m²	2 + 2 + 2 + 2	0,33229498	0	0	0,565576164	0,735072756	2	0,027777778	0,805555556	0,664589956	2,6090344	EN CONTRA	-2,6090344
J-25	J-35	80,01	T-5	PVC	1454,51	1456,04	-1,53	150	8	8	60	60	2,40294	23	104	104	13	0,180555556	0,104574325				0	0	0,104574325	0,180555556	2	0,027777778	0,361111111	EN CONTRA	-0,361111111				
J-25	J-26	65	T-25	PVC	1454,51	1454,39	0,12	150	0	8	0	0	0	2,40294	23	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0,027777778	0		0,777777778	EN CONTRA	-0,777777778					
J-26	J-37	80	T-7	PVC	1454,39	1455,25	-0,86	150	8	8	65	65	2,40294	23	112	112	14	0,194444444	0,112618504				0	0	0,112618504	0,194444444	2	0,027777778	0,388888889	EN CONTRA	-0,388888889				
J-26	J-33	65,03	T-49	PVC	1454,39	1452,4	1,99	150	0	8	0	0	0	2,40294	23	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0,027777778	0		0,388888889	EN CONTRA	-0,388888889					
J-33	J-36	80	T-13	PVC	1452,4	1453,16	-0,76	150	8	8	65	65	2,40294	23	112	112	14	0,194444444	0,112618504				0	0	0,112618504	0,194444444	2	0,027777778	0,388888889	EN CONTRA	-0,388888889				
J-7	J-27	65,05	T-38	PVC	1449,86	1447,26	2,6	150	0	8	0	0	0	2,40294	23	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0,027777778	0		2,637268519	EN CONTRA	-2,637268519					
J-27	J-42	144,95	T-9	PVC	1447,26	1449,87	-2,61	150	6	8	51	51	2,40294	23	88	88	11	0,152777778	0,088485967	Escuela (alumnos) + Escuela (personal) +	921			0,42974537	0	0	0,518231338	0,582523148	2	0,027777778	0,305555556	0,859490741	1,165046296	EN CONTRA	-1,165046296
J-27	J-19	65,04	T-40	PVC	1447,26	1444,99	2,27	150	0	8	0	0	0	2,40294	23	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0,027777778	0		1,472222222	EN CONTRA	-1,472222222					
J-19	J-41	144,71	T-15	PVC	1444,99	1448,93	-3,94	150	6	8	51	51	2,40294	23	88	88	11	0,152777778	0,088485967				0	0	0,088485967	0,152777778	2	0,027777778	0,305555556	EN CONTRA	-0,305555556				
J-19	J-20	65,02	T-42	PVC	1444,99	1443,2	1,79	150	0	8	0	0	0	2,40294	23	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0,027777778	0		1,166666667	EN CONTRA	-1,166666667					
J-20	J-50	310,55	T-19	PVC	1443,2	1448,73	-5,53	150	24	8	195	195	2,40294	23	336	336	42	0,583333333	0,337855512				0	0	0,337855512	0,583333333	2	0,027777778	1,166666667	EN CONTRA	-1,166666667				
J-123	J-51	2,01	T-333	PVC	1442,02	1442,23	-0,21	150	0	8	0	0	0	2,40294	23	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0,027777778	0		0,666666667	EN CONTRA	-0,666666667					
J-51	J-30	315,5	T-21	PVC	1442,23	1440,92	1,31	150	14	8	111	111	2,40294	23	192	192	24	0,333333333	0,193060292				0	0	0,193060292	0,333333333	2	0,027777778	0,666666667	EN CONTRA	-0,666666667				

Apéndice 5. **Diseño del tanque elevado de acero**

Fuente: elaboración propia, empleando SAP 2000.

DISEÑO DE TANQUE ELEVADO DE ESTRUCTURA METÁLICA

Basado en la tesis: "Manual para diseño estructural de tanques metálicos elevados en la República de Guatemala" del Ingeniero Marco Antonio Ruano Paz.

Para este proyecto se desarrollará un ejemplo de diseño de un tanque metálico elevado situado en un municipio del mapa de zonificación sísmica para la República de Guatemala. En dicho ejemplo se incluirán los cálculos numéricos para el dimensionamiento del tanque, para el dimensionamiento de la torre, para el diseño de espesores de elementos del tanque, para la integración de cargas del análisis estructural, para el diseño por capacidad de los elementos de la torre, y para el diseño de conexiones; además, se hará uso del paquete de software o programa SAP2000 en la realización del análisis estructural del tanque metálico elevado y en la posterior verificación del diseño de los elementos de la torre.

Ejemplo de diseño

Se requiere realizar el diseño estructural de un tanque metálico elevado para un proyecto de Red de distribución de agua potable en el municipio de Villa Nueva, del departamento de Guatemala; se han proporcionado por parte del ingeniero hidráulico los datos de volumen de almacenamiento requerido y altura de la torre, siendo éstos:

- Vrequerido= 132 m³
- Htorre= 18 m.

Paso 1. Dimensionamiento del tanque

1.1. DATOS PROPORCIONADOS POR ING. HIDRÁULICO

Volumen Tanque (Vrequerido) = 132m³

Volumen Tanque (Vrequerido) = 132*(3.2808)³= 4661,36595647079pie³

Altura de Torre (Htorre) = 18m

Altura de Torre (Htorre) = 3.2808*18= 59,0544pie= 49.20 < Htorre ≤ 65.60

1.2. DIMENSIONAMIENTO DEL TANQUE

Diámetro Cuerpo (Dcuerpo)= 5,1m(Asumido)

Diámetro Cuerpo (Dcuerpo)= 3.2808*5,1= 16,73208pie

Constante C a utilizar = 1,4(Asumido) → 1≤C≤1.4

Altura Cuerpo (hcuerpo) = 7,14m

Altura Cuerpo (hcuerpo) = 3.2808*7,14= 23,424912pie

Altura Techo (htecho)= 0,75m(Asumido) → 0.3048 m ≤ htecho ≤ 0.85 m

Altura Techo (htecho)= 2,4606pie(Asumido) → 1 pie ≤ htecho ≤ 2.79 pie

Pendiente Techo (β) = TAN⁻¹((2,4606)/(16,73208/2))= 16,3895403340348°→9.5° ≤ β ≤ 37°

Srequerido anillo de coronamiento = (16,73208)²/(250)=1,1198500045056pul³

Sección Propuesta = L4X4X5/16

Sección Propuesta = Sx,y =1,27pul³

Altura Fondo (hfondo)= 0,75m(Asumido) → 0.3048 m ≤ hfondo ≤ 1.275 m≤ Dcuerpo/4

Altura Fondo (hfondo)= 2,4606pie(Asumido) → 2 pie ≤ hfondo ≤ 4.18 pie

Radio del disco (d) = √((0,75)²+((5,1/2))²)= 2,6580067720004m

Radio del disco (d) = 3.2808*2,6580067720004= 8,72038861757892pie

H centro de masa =((7,14+0,75+0,75)/(2))+18=21,57m

H centro de masa =3.2808*21,57= 70,766856pie

Paso 2. Dimensionamiento de la torre

2.1. DIMENSIONAMIENTO DE LA TORRE

Numero de Columnas (n) = 4

Φ = 45°



Parte Superior Torre (Bs) = COS(45)*16,73208= 11,8313672313558pie

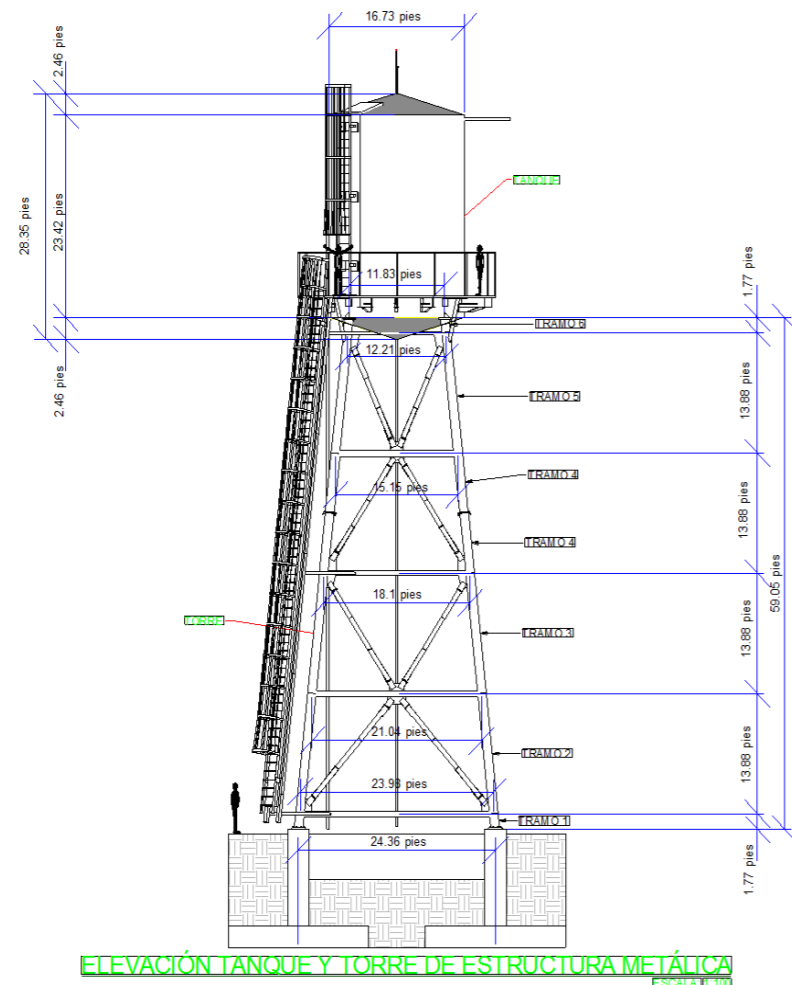
Inclinación Columnas (m) = 15%→ 0% ≤ m ≤ 15%

Distancia Lz = (15/100)*59,0544= 8,85816pie

Distancia L = 8,85816*COS(45)= 6,26366500483543pie

Parte Inferior Torre (Bi) = (2*6,26366500483543)+11,8313672313558= 24,3586972410267pie

	MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR	
	ULISES ROJAS, ZONA 3	
	MUNICIPIO: VILLA NUEVA, DEPARTAMENTO: GUATEMALA	
PROYECTO DE: DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE, COLONIA ULISES ROJAS, BÁRCENAS, ZONA 3		
PLANO DE: DISEÑO DE TANQUE ELEVADO DE ACERO		PROGRAMA: EPS USAC 2017
LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO: MUNICIPALIDAD DE VILLA NUEVA	DIBUJO Y CÁLCULO HIDRÁULICO: JOSÉ GABRIEL PÉREZ	ESCALA: INDICADA
DIBUJO Y CÁLCULO TOPOGRÁFICO: JOSÉ GABRIEL PÉREZ	SUPERVISOR: ING. SILVIO JOSÉ RODRÍGUEZ SERRANO	FECHA: MARZO 2019
ASESOR: MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR	FIRMA:	1
		49



Elemento	Sección Propuesta	S (pul ³)	El valor de S debe estar entre:
Columna(c)	10 x 0.375	24,7	15.8 ≤ Columna, Sc (pul ³) ≤ 33.3
Horizontal(h)	5.5 x 0.5	8,55	4.57 ≤ Horizontal, Sh (pul ³) ≤ 7.62
Breiza(b)	5 x 0.188	3,08	2.93 ≤ Horizontal, Breiza, Sb (pul ³) ≤ 4.79

Paso 4. Diseño de espesores de elementos del tanque

4.1. DISEÑO ESPESORES (t) DEL TANQUE

$$t_{requerido} = 2.6 * hp * D_{cuerpo} * G / (s * E)$$

$$(Altura \text{ Líquido}) hp = 23,424912 + 2,4606 = 25,885512 \text{ pie}$$

$$(Diámetro \text{ Cuerpo}) D_{cuerpo} = 16,73208 \text{ pie}$$

$$(Gravedad \text{ Específica \text{ Agua}) G = 1$$

$$(Esfuerzo \text{ Permisible}) s = 15000 \text{ lb/pul}^2 \text{ (Tabla Esfuerzo permisible de diseño, s)}$$

$$(Eficiencia \text{ de la Junta}) E = 75\% \text{ (Tabla Eficiencia de la junta)}$$

t_{corrosión} : utilizar en lugares con alto grado de salinidad o humedad relativa o a criterio de diseñador.

$$t_{requerido} = (2.6 * 25,885512 * 16,73208 * 1) / (15000 * (75/100)) = 0,100098487984435 \text{ pul}$$

$$t_{corrosión} = 0,0625 \text{ pul}$$

$$t_{análisis} = 0,100098487984435 + 0,0625 = 0,162598487984435 \text{ pul}$$

$$t_{análisis} \approx 0,1875 \text{ pul}$$

$$t_{mínimo \text{ sin contacto con agua}} = 0,1875 \text{ pul}$$

$$t_{mínimo \text{ en contacto con agua}} = 0,25 \text{ pul}$$

para $D \leq 20 \text{ pie}$, $t_{mínimo} = 0,25 \text{ pul}$ (Tabla V) ← TENER CUIDADO CON ESTE VALOR

Espesores a Utilizar:

$$t_{techo} = 0,1875 \text{ pul}$$

$$t_{cuerpo} = 0,25 \text{ pul}$$

Paso 3. Predimensionamiento de secciones elementos de torre

3.1. PREDIMENSIONAMIENTO ELEMENTOS TORRE

Para establecer un valor inicial del peso de la torre se sugiere predimensionar los elementos de ésta utilizando como valores iniciales los parámetros propuestos en la Tabla Predimensionamiento de secciones elementos de torre. Según las características y dimensiones de la torre y del tanque se propone utilizar las siguientes secciones:

MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR ULISES ROJAS, ZONA 3 MUNICIPIO: VILLA NUEVA, DEPARTAMENTO: GUATEMALA		PROYECTO DE: DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE, COLONIA ULISES ROJAS, BÁRCENAS, ZONA 3	
PLANO DE: DISEÑO DE TANQUE ELEVADO DE ACERO		PROGRAMA: EPS USAC 2017	
LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO: MUNICIPALIDAD DE VILLA NUEVA	DIBUJO Y CÁLCULO HIDRÁULICO: JOSÉ GABRIEL PÉREZ	ESCALA: INDICADA	
DIBUJO Y CÁLCULO TOPOGRÁFICO: JOSÉ GABRIEL PÉREZ	SUPERVISOR: ING. SILVIO JOSÉ RODRÍGUEZ SERRANO	FECHA: MARZO 2019	
ASESOR: MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR	FIRMA:	2	49

tfondo =0,25pul

Paso 5. Integración de cargas para el análisis estructural

5.1. CARGAS MUERTAS

Para la integración de cargas para el análisis estructural aprovecharemos las características del paquete de software o programa SAP2000, le dejaremos a éste el trabajo de calcular el peso propio de los elementos que componen el tanque y la torre, por lo que únicamente se establecerá el peso del agua en el tanque (Wh20) para determinar la carga por presión hidrostática que actúa en el fondo de éste (Pfondo), la cual para el análisis estructural será considerada como sobrecarga AGUA (tipo SUPER DEAD).

$$Wh20 = (5331,06454608395 * 62,4) / (1000) = 332,658427675638Klb$$

$$hfondo = 2,4606pie$$

$$Dcuerpo/2 = 16,73208/2 = 8,36604pie$$

$$d = \sqrt{(hfondo^2 + Dcuerpo/2^2)} = \sqrt{((2,4606)^2 + (8,36604)^2)} = 8,72038861757892pie$$

$$Afondo = \pi * (Dcuerpo/2) * d = \pi * 8,36604 * 8,72038861757892 = 229,195269003005pie^2$$

$$Pfondo = Wh20 / Afondo = 332,658427675638 / 229,195269003005 = 1,45141925975477klb/pie^2 \text{ (Sobrecarga AGUA)}$$

Resumen de elementos del tanque:

$$\text{Techo cónico} = 1,75477627830426Klb$$

$$\text{Cuerpo cilíndrico} = 13,1065278722004Klb$$

$$\text{Fondo cónico} = 2,33970170440568Klb$$

$$\text{Peso del depósito} = 17,2010058549104Klb$$

$$\text{Accesorios} = 2,06324336414151Klb$$

5.2. CARGAS VIVAS

Se considerará una carga viva en el techo del tanque de 20 libras/pie² de acuerdo al ASCE 7-10

$$CVtecho = 20lb/pie^2$$

$$CVtecho = 0,02klb/pie^2$$

5.3. CARGA DE VIENTO

"(Velocidad básica viento) V = 80mph (Tabla Velocidades máximas del viento o Mapa zonas de velocidad básica del viento para la República de Guatemala)"

(Factor direccionalidad) Kd = 0,95(Tabla Factor de direccionalidad del viento, Kd)

Categoría de Ocupación = IV(Tabla Categoría de riesgo)

Factor de Importancia = 1,15(Tabla Factor de importancia por viento, Iv)

Categoría de Exposición = B(Apartado de Categorías de exposición)

$$Kzt = 1(\text{Factor Topográfico})$$

$$h\text{techo} = 2,4606pies \text{ (Altura Techo)}$$

$$h\text{cuerpo} = 23,424912pies \text{ (Altura Cuerpo)}$$

$$hfondo = 2,4606pies \text{ (Altura Fondo)}$$

$$H\text{torre} = 59,0544pies \text{ (Altura Torre)}$$

$$D\text{cuerpo} = 16,73208pies \text{ (Diámetro del Cuerpo)}$$

Forma Tanque = Circular(Circular, Hexagonal, o Cuadrada)

$$\beta = 0,002(\text{Coeficiente de Amortiguamiento})$$

$$g = 32,2pie/seg^2 \text{ (Aceleración de la Gravedad)}$$

$$\delta\text{st} = (0,01 * 70,766856 * 1,15) / (2,5) = 0,3255275376pie \text{ (Desplazamiento Lateral)}$$

$$T = 2 * \pi * \sqrt{(0,3255275376 / 32,2)} = 0,631750797807787seg. \text{ (Período Fundamental) ojo no confundirlo con el del sismo}$$

$$f = 1 / 0,631750797807787 = 1,58290263102169Hz. \text{ (Frecuencia Natural)}$$

Determinación del Factor de Efecto de Ráfaga, G:

Flexible? No $f \geq 1$ Hz.

1. Método Simplificado para Estructura Rígida

$$G = 0,85$$

Parámetros a ser utilizados en numerales 2 y 3 subsiguientes (Tabla Constantes de exposición del terreno):

$$a^{\wedge} = 0,142857142857143 \rightarrow \text{DATOS DE CATEGORÍA DE EXPOSICION "B"}$$

$$b^{\wedge} = 0,84 \rightarrow \text{DATOS DE CATEGORÍA DE EXPOSICION "B"}$$

$$\alpha(\text{bar}) = 0,25 \rightarrow \text{DATOS DE CATEGORÍA DE EXPOSICION "B"}$$

$$b(\text{bar}) = 0,45 \rightarrow \text{DATOS DE CATEGORÍA DE EXPOSICION "B"}$$

$$c = 0,3 \rightarrow \text{DATOS DE CATEGORÍA DE EXPOSICION "B"}$$

$$L = 320pies \rightarrow \text{DATOS DE CATEGORÍA DE EXPOSICION "B"}$$



$$e(\text{bar}) = 0,333333333333333 \rightarrow \text{DATOS DE CATEGORÍA DE EXPOSICION "B"}$$

$$z\text{min} = 30pies \rightarrow \text{DATOS DE CATEGORÍA DE EXPOSICION "B"}$$

Parámetros usados en Estructura Rígida y/o Flexible:

$$z(\text{bar}) \text{ Altura equivalente de la estructura} = 30 = 0,6 * h\text{equi.}, \text{ pero no } < z\text{min}, \text{ pies (apartado altura equivalente de la estructura)}$$

$$Iz(\text{bar}) \text{ Intensidad de turbulencia} = 0,304803560332016 = 0,3 * (33/30)^{(1/6)} \text{ (apartado Intensidad de turbulencia)}$$

	MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR	
	ULISES ROJAS, ZONA 3	
	MUNICIPIO: VILLA NUEVA, DEPARTAMENTO: GUATEMALA	
PROYECTO DE: DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE, COLONIA ULISES ROJAS, BÁRCENAS, ZONA 3		
PLANO DE: DISEÑO DE TANQUE ELEVADO DE ACERO		PROGRAMA: EPS USAC 2017
LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO: MUNICIPALIDAD DE VILLA NUEVA	DIBUJO Y CÁLCULO HIDRÁULICO: JOSÉ GABRIEL PÉREZ	ESCALA: INDICADA
DIBUJO Y CÁLCULO TOPOGRÁFICO: JOSÉ GABRIEL PÉREZ	SUPERVISOR: ING. SILVIO JOSÉ RODRÍGUEZ SERRANO	FECHA: MARZO 2019
ASESOR: MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR	FIRMA:	3
		49

Lz(bar) Longitud Integral de turbulencia= 309,993377968469320*(30/33)^0.333pies (apartado Longitud Integral de turbulencia)
 Q Factor de respuesta de fondo= 0,91786520984934= (1/(1+0.63*((B+h)/Lz(bar))^0.63))^(1/2) (Factor de respuesta de fondo)
 gQ Factor máximo de respuesta de fondo= 3,4(Apartado Factor máximo de respuesta de fondo)
 gv Factor máximo de respuesta de viento= 3,4(Apartado Factor máximo de respuesta de viento)
 "gR Factor máximo de respuesta de resonancia= 4,29757464190331= (2*(Ln(3600*1.583)))^(1/2)+0.577/(2*Ln(3600*1.583))^(1/2) (Apartado Factor máximo de respuesta de resonancia) "

2. Calculo de G para Estructura Rígida

G (Factor de efecto de Ráfaga para estructura rígida)= 0,87653478949591= 0.925*((1+1.7*3.4*0.304803560332016*0.91786520984934)/(1+1.7*3.4*0.304803560332016)) (Apartado Factor de efecto de Ráfaga para estructuras rígidas)

3. Calculo de Gf para Estructura Flexible

β = 0,002Coeficiente de Amortiguamiento

T = 0,631750797807787=2*π*v(δst/g), seg., (Período fundamental de la estructura)

f = 1,58290263102169=1/T, Hz. (Frecuencia natural de la estructura)

V = N.A.= V(mph)*(88/60), pie/seg.

V(bar,zbar) = N.A.= b(bar)*(z(bar)/33)^(α(bar))*V*(88/60), pie/seg., (Velocidad media del viento)

N1 = N.A.= f*Lz(bar)/(V(bar,zbar)), (Frecuencia reducida)

Rn = N.A.= 7.47*N1/(1+10.3*N1^(5/3)), (Valores Rn, Rh, RB, y RL)

ηh = N.A.= 4.6*f*h/(V(bar,zbar)) (Valores Rn, Rh, RB, y RL)

Rh = N.A.= (1/ηh)-1/(2*ηh^2)*(1-e^(-2*ηh)) para ηh > 0, o = 1 para ηh = 0, (Valores Rn, Rh, RB, y RL)

ηB = N.A.= 4.6*f*b/(V(bar,zbar)) (Valores Rn, Rh, RB, y RL)

RB = N.A.= (1/ηB)-1/(2*ηB^2)*(1-e^(-2*ηB)) para ηB > 0, o = 1 para ηB = 0, (Valores Rn, Rh, RB, y RL)

ηL = N.A.= 15.4*f*L/(V(bar,zbar)) (Valores Rn, Rh, RB, y RL)

RL = N.A.= (1/ηL)-1/(2*ηL^2)*(1-e^(-2*ηL)) para ηL > 0, o = 1 para ηL = 0, (Valores Rn, Rh, RB, y RL)

R = N.A.= ((1/β)*Rn*Rh*RB*(0.53+0.47*RL))^(1/2), (Factor de respuesta de resonancia)

"Gf = N.A.= 0.925*(1+1.7*Lz(bar)*(gQ^2*Q^2+gR^2*R^2)^(1/2))/(1+1.7*gv*Lz(bar)), (Factor de efecto de ráfaga para estructuras flexibles) "

Usar: G= 0,85(Factor de efecto de Ráfaga a usar)

Determinación del Coeficiente de Fuerza para Tanque (Cf(tanque)):

hequi. = 25,885512pies (Altura Equivalente Tanque)

Hcm= 70,766856pies (Altura al Centro de Masa del Tanque)

δst = 0,3255275376pies (Desplazamiento Lateral, apartado Período fundamental de la estructura)

Iv = 1,15(Tabla Factor de importancia por viento, Iv)

α = 7(Tabla Constantes de exposición del terreno)

zg = 1200(Tabla Constantes de exposición del terreno)

h/D = 1,54705882352941(Coeficiente de fuerza para tanque)

f = 1,58290263102169Hz. (Frecuencia natural de la estructura: En este caso es para una estructura= Rígida)

G = 0,85Depende de la frecuencia: En este caso se usa el cálculo de factor de ráfaga (G) para una estructura= Flexible

Cf(tanque) (Superficie Moderadamente Lisa)= 0,509117647058824(Coeficiente de Fuerza Tanque, valor interpolado de la tabla de Coeficiente de Fuerza para Tanque)

Presión de Velocidad:

qz = 0.00256*Kz*Kzt*Kd*V^2*Iv

Presión del Viento:

p = qz*G*Cf (lb/pie²)

Fuerza de Viento:

F = qz*G*Cf*D (lb/ft)



"Si z < 15 pies, entonces: Kz = 2.01*(15/zg)^(2/a), (según Apartado Coeficiente de exposición de presión de velocidad) "

"Si z >= 15 pies, entonces: Kz = 2.01*(z/zg)^(2/a), (según Apartado Coeficiente de exposición de presión de velocidad) "

Determinación del Cortante en la base debido al Tanque (VTanque):

Tabulación de Fuerza de Viento y Corte en la Base debido al Tanque

z		qz	p=qz*G*Cf(tanque)	F=qz*G*Cf(tanque)*D	VTanque Tributario
(pies)	kz	(lb/pie2)	(lb/pie2)	(lb/pie)	(klb)
59,0544	0,850162729	15,21750478	6,585375192	110,1870245	
64,2315024	0,870822093	15,58729747	6,74540298	112,8646223	0,577380608
69,4086048	0,890323993	15,93637211	6,896465032	115,3922046	0,590854483
74,5857072	0,908812826	16,26731336	7,039679856	117,7884865	0,603600158
79,7628096	0,926406391	16,58222972	7,175959911	120,0687353	0,615705597
84,939912	0,943202165	16,88286602	7,30606027	122,2455849	0,627243024
				Σ VTanque =	3,014783871

	MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR		
	ULISES ROJAS, ZONA 3		
	MUNICIPIO: VILLA NUEVA, DEPARTAMENTO: GUATEMALA		
PROYECTO DE: DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE, COLONIA ULISES ROJAS, BÁRCENAS, ZONA 3			
PLANO DE: DISEÑO DE TANQUE ELEVADO DE ACERO			PROGRAMA: EPS USAC 2017
LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO: MUNICIPALIDAD DE VILLA NUEVA	DIBUJO Y CÁLCULO HIDRÁULICO: JOSÉ GABRIEL PÉREZ		ESCALA: INDICADA
DIBUJO Y CÁLCULO TOPOGRÁFICO: JOSÉ GABRIEL PÉREZ	SUPERVISOR: ING. SILVIO JOSÉ RODRÍGUEZ SERRANO		FECHA: MARZO 2019
ASESOR: MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR	FIRMA:		
			4
			49

Relación Área Sólida/Área Gruesa en torre (ε):

Con las dimensiones de la torre establecidas y con las secciones de los elementos de la torre predimensionados se procede a encontrar la relación ε. El área sólida (As) será la formada por los elementos de la torre expuestos y proyectados en un plano normal a la dirección del viento; el área gruesa (Ag) será el área total de un lado de la torre expuesto a la dirección del viento.

Sección	Tipo	elementos	(pie)	(Klb)	(pie)	(pie²)
10 x 0.375	Columna	24	238,8602657	9,21522905	0,833333333	199,0502214
5.5 x 0.5	Horizontal	20	361,9006447	9,673604233	0,458333333	165,8711288
5 x 0.188	Breiza	32	535,1632	5,175028144	0,416666667	222,9846667
		76		24,06386143		(4 lados torre) Σ = 587,9060169096

As = 196,739059580195pie²

Dimensiones Torre

Htorre	Bi	Bs
(pie)	(pie)	(pie)
59,0544	24,35869724	11,83136723

Ag= 1068,59127168893pie²

ε = As/Ag = 0,184110674298551(Relación área sólida/área gruesa según tabla de Coeficiente de fuerza para torre)

Determinación del Cortante en la base debido a la Torre (VTorre):

Elemento= COLUMNA 10 x 0.375

X	Y	Z
-11,83136723	-11,83136723	0
-6,263665005	-6,263665005	59,0544

dX	dY	dZ
5,567702227	5,567702227	59,0544

Diámetro= 0,833333333333333pie

LproyecYZ= 59,7150664233542pie

#	%	ht	kz	qz	qz G	Dvqz	Cf (torre)	qz G Cf	F (klb)	Vtorre (klb)
0	0	0	0,57471967	10,28720622	8,74412529	1,470043434	1,3	11,36736288	0,011367363	
1	0,33	7,914349522	0,57471967	10,28720622	8,74412529	1,470043434	1,3	11,36736288	0,011367363	0,089965283
2	0,67	16,06852782	0,586130855	10,49146096	8,917741816	1,484565719	1,3	11,59306436	0,011593064	0,093611709
3	1	23,98287734	0,657184781	11,76329213	9,99879831	1,571975904	1,3	12,9984378	0,012998438	0,097312872
									Σ =	0,280889863

0	0	0	0,57471967	10,28720622	8,74412529	2,672806243	0,9	7,869712761	0,007869713	
1	0,2	11,94301328	0,57471967	10,28720622	8,74412529	2,672806243	0,9	7,869712761	0,007869713	0,093988084
2	0,4	23,88602657	0,656425419	11,74969992	9,987244934	2,856486274	0,9	8,98852044	0,00898852	0,100669052
3	0,6	35,82903985	0,737050387	13,19284814	11,21392092	3,026830041	0,9	10,09252883	0,010092529	0,113942612
4	0,8	47,77205314	0,800191549	14,32304464	12,17458794	3,153816541	0,9	10,95712915	0,010957129	0,125698172
5	1	59,71506642	0,852869406	15,26595299	12,97606004	3,255972395	0,9	11,67845403	0,011678454	0,135168535
									Σ =	0,569466456
									Cantidad=	2
									V =	1,138932912

Elemento= HORIZONTAL (h1) HSS 5.50 X 0.500



X	Y	Z
0	0	1,771632
0	23,98287734	1,771632

dX	dY	dZ
0	23,98287734	0

Diámetro= 0,458333333333333pie

LproyecYZ= 23,9828773407365pie

#	%	ht	kz	qz	qz G	Dvqz	Cf (torre)	qz G Cf	F (klb)	Vtorre (klb)
0	0	0	0,57471967	10,28720622	8,74412529	1,470043434	1,3	11,36736288	0,011367363	
1	0,33	7,914349522	0,57471967	10,28720622	8,74412529	1,470043434	1,3	11,36736288	0,011367363	0,089965283
2	0,67	16,06852782	0,586130855	10,49146096	8,917741816	1,484565719	1,3	11,59306436	0,011593064	0,093611709
3	1	23,98287734	0,657184781	11,76329213	9,99879831	1,571975904	1,3	12,9984378	0,012998438	0,097312872
									Σ =	0,280889863

		MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR ULISES ROJAS, ZONA 3 MUNICIPIO: VILLA NUEVA, DEPARTAMENTO: GUATEMALA			
PROYECTO DE: DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE, COLONIA ULISES ROJAS, BÁRCENAS, ZONA 3					
PLANO DE: DISEÑO DE TANQUE ELEVADO DE ACERO				PROGRAMA: EPS USAC 2017	
LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO: MUNICIPALIDAD DE VILLA NUEVA		DIBUJO Y CÁLCULO HIDRÁULICO: JOSÉ GABRIEL PÉREZ		ESCALA: INDICADA	
DIBUJO Y CÁLCULO TOPOGRÁFICO: JOSÉ GABRIEL PÉREZ		SUPERVISOR: ING. SILVIO JOSÉ RODRÍGUEZ SERRANO		FECHA: MARZO 2019	
ASESOR: MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR		FIRMA:		5 49	

Elemento= HORIZONTAL (h2) HSS 5.50 X 0.500

X	Y	Z
0	0	15,649416
0	21,03895479	15,649416

dX	dY	dZ
0	21,03895479	0

Diámetro= 0,4583333333333333pie

LproyecYZ= 21,0389547884639pie

#	%	ht	kz	qz	qz G	DVqz	Cf (torre)	qz G Cf	F (klb)	Vtorre
0	0	0	0,57471967	10,28720622	8,74412529	1,470043434	1,3	11,36736288	0,011367363	
1	0,33	6,94285508	0,57471967	10,28720622	8,74412529	1,470043434	1,3	11,36736288	0,011367363	0,078921953
2	0,67	14,09609971	0,57471967	10,28720622	8,74412529	1,470043434	1,3	11,36736288	0,011367363	0,081313527
3	1	21,03895479	0,633048363	11,33126183	9,631572559	1,542838902	1,3	12,52104433	0,012521044	0,082926875
									Σ =	0,243162355

Elemento= HORIZONTAL (h3) HSS 5.50 X 0.500

X	Y	Z
0	0	29,5272
0	18,09503224	29,5272

dX	dY	dZ
0	18,09503224	0

Diámetro= 0,4583333333333333pie

LproyecYZ= 18,0950322361912pie

#	%	ht	kz	qz	qz G	DVqz	Cf (torre)	qz G Cf	F (klb)	Vtorre
0	0	0	0,57471967	10,28720622	8,74412529	1,470043434	1,3	11,36736288	0,011367363	
1	0,33	5,971360638	0,57471967	10,28720622	8,74412529	1,470043434	1,3	11,36736288	0,011367363	0,067878623

2	0,67	12,1236716	0,57471967	10,28720622	8,74412529	1,470043434	1,3	11,36736288	0,011367363	0,069935551
3	1	18,09503224	0,606362956	10,85360586	9,225564985	1,509970514	1,3	11,99323448	0,011993234	0,069747276
									Σ =	0,20756145

Elemento= HORIZONTAL (h4) HSS 5.50 X 0.500

X	Y	Z
0	0	43,404984
0	15,15110968	43,404984

dX	dY	dZ
0	15,15110968	0

Diámetro= 0,4583333333333333pie

LproyecYZ= 15,1511096839186pie

#	%	ht	kz	qz	qz G	DVqz	Cf (torre)	qz G Cf	F (klb)	Vtorre
0	0	0	0,57471967	10,28720622	8,74412529	1,470043434	1,3	11,36736288	0,011367363	
1	0,33	4,999866196	0,57471967	10,28720622	8,74412529	1,470043434	1,3	11,36736288	0,011367363	0,056835293
2	0,67	10,15124349	0,57471967	10,28720622	8,74412529	1,470043434	1,3	11,36736288	0,011367363	0,058557575
3	1	15,15110968	0,576367956	10,31670976	8,769203296	1,472149954	1,3	11,39996428	0,011399964	0,056916795
									Σ =	0,172309663



Elemento= HORIZONTAL (h5) HSS 5.50 X 0.500

X	Y	Z
0	0	57,282768
0	12,20718713	57,282768

dX	dY	dZ
0	12,20718713	0

Diámetro= 0,4583333333333333pie

LproyecYZ= 12,2071871316459pie

	MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR		
	ULISES ROJAS, ZONA 3		
	MUNICIPIO: VILLA NUEVA, DEPARTAMENTO: GUATEMALA		
PROYECTO DE: DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE, COLONIA ULISES ROJAS, BÁRCENAS, ZONA 3			
PLANO DE: DISEÑO DE TANQUE ELEVADO DE ACERO			PROGRAMA: EPS USAC 2017
LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO: MUNICIPALIDAD DE VILLA NUEVA	DIBUJO Y CÁLCULO HIDRÁULICO: JOSÉ GABRIEL PÉREZ		ESCALA: INDICADA
DIBUJO Y CÁLCULO TOPOGRÁFICO: JOSÉ GABRIEL PÉREZ	SUPERVISOR: ING. SILVIO JOSÉ RODRÍGUEZ SERRANO		FECHA: MARZO 2019
ASESOR: MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR	FIRMA:		6
			49

#	%	ht	kz	qz	qz G	Dvqz	Cf (torre)	qz G Cf	F (klb)	Vtorre
0	0	0	0,574719 67	10,28720 622	8,744125 29	1,470043 434	1,3	11,36736 288	0,011367 363	
1	0,33	4,028371 753	0,574719 67	10,28720 622	8,744125 29	1,470043 434	1,3	11,36736 288	0,011367 363	0,045791 964
2	0,67	8,178815 378	0,574719 67	10,28720 622	8,744125 29	1,470043 434	1,3	11,36736 288	0,011367 363	0,047179 599
3	1	12,20718 713	0,574719 67	10,28720 622	8,744125 29	1,470043 434	1,3	11,36736 288	0,011367 363	0,045791 964
									Σ =	0,138763 526

Elemento= BREIZA HSS 5 X 0.188 (TRAMO 1)

X	Y	Z
-11,99143867	-11,99143867	1,771632
-10,51947739	0	15,649416

dX	dY	dZ
1,471961276	11,99143867	13,877784

Diámetro= 0,416666666666667pie

LproyecYZ= 18,3998pie

#	%	ht	kz	qz	qz G	Dvqz	Cf torre	qz G Cf	F= p*D	Vtorre
0	0	1,771632	0,574719 67	10,28720 622	8,744125 29	1,336403 121	1,3	11,36736 288	0,011367 363	
1	0,2	5,451592	0,574719 67	10,28720 622	8,744125 29	1,336403 121	1,3	11,36736 288	0,011367 363	0,041831 441
2	0,4	9,131552	0,574719 67	10,28720 622	8,744125 29	1,336403 121	1,3	11,36736 288	0,011367 363	0,041831 441
3	0,6	12,81151 2	0,574719 67	10,28720 622	8,744125 29	1,336403 121	1,3	11,36736 288	0,011367 363	0,041831 441
4	0,8	16,49147 2	0,590497 949	10,56962 984	8,984185 367	1,354623 631	1,3	11,67944 098	0,011679 441	0,042405 658
5	1	20,17143 2	0,625477 815	11,19575 265	9,516389 755	1,394168 949	1,3	12,37130 668	0,012371 307	0,044252 895
									Σ =	0,212152 875
									Cantidad =	2
									V =	0,424305 75

Elemento= BREIZA HSS 5 X 0.188 (TRAMO 2)

X	Y	Z
-10,51947739	0	15,649416
-9,047516118	-9,047516118	29,5272

dX	dY	dZ
1,471961276	-9,047516118	13,877784

Diámetro= 0,416666666666667pie

LproyecYZ= 16,6318pie



#	%	ht	kz	qz	qz G	Dvqz	Cf torre	qz G Cf	F= p*D	Vtorre
0	0	15,64941 6	0,581721 571	10,41253 69	8,850656 367	1,344519 283	1,3	11,50585 328	0,011505 853	
1	0,2	18,97577 6	0,614652 79	11,00198 99	9,351691 418	1,382051 986	1,3	12,15719 884	0,012157 199	0,039355 915
2	0,4	22,30213 6	0,643682 694	11,52161 125	9,793369 565	1,414312 459	1,3	12,73138 043	0,012731 38	0,041394 187
3	0,6	25,62849 6	0,669764 782	11,98846 811	10,19019 789	1,442681 971	1,3	13,24725 726	0,013247 257	0,043207 151
4	0,8	28,95485 6	0,693529 079	12,41383 763	10,55176 198	1,468053 181	1,3	13,71729 058	0,013717 291	0,044846 897
5	1	32,28121 6	0,715415 798	12,80559 938	10,88475 947	1,491038 006	1,3	14,15018 731	0,014150 187	0,046348 632
									Σ =	0,215152 781
									Cantidad =	2
									V =	0,430305 563

Elemento= BREIZA HSS 5 X 0.188 (TRAMO 3)

X	Y	Z
-9,047516118	-9,047516118	29,5272
-7,575554842	0	43,404984

dX	dY	dZ
1,471961276	9,047516118	13,877784

Diámetro= 0,416666666666667pie

		MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR ULISES ROJAS, ZONA 3 MUNICIPIO: VILLA NUEVA, DEPARTAMENTO: GUATEMALA			
PROYECTO DE: DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE, COLONIA ULISES ROJAS, BÁRCENAS, ZONA 3					
PLANO DE: DISEÑO DE TANQUE ELEVADO DE ACERO				PROGRAMA: EPS USAC 2017	
LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO: MUNICIPALIDAD DE VILLA NUEVA		DIBUJO Y CÁLCULO HIDRÁULICO: JOSÉ GABRIEL PÉREZ		ESCALA: INDICADA	
DIBUJO Y CÁLCULO TOPOGRÁFICO: JOSÉ GABRIEL PÉREZ		SUPERVISOR: ING. SILVIO JOSÉ RODRÍGUEZ SERRANO		FECHA: MARZO 2019	
ASESOR: MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR		FIRMA:		7	49

LproyecYZ= 16,6318pie

#	%	ht	kz	qz	qz G	DVqz	Cf torre	qz G Cf	F= p*D	Vtorre
0	0	29,5272	0,697418 545	12,48345 72	10,61093 862	1,472164 011	1,3	13,79422 02	0,013794 22	
1	0,2	32,85356	0,719017 159	12,87006 202	10,93955 271	1,494786 194	1,3	14,22141 853	0,014221 419	0,046595 05
2	0,4	36,17992	0,739105 518	13,22963 401	11,24518 891	1,515523 494	1,3	14,61874 558	0,014618 746	0,047966 384
3	0,6	39,50628	0,757914 668	13,56630 876	11,53136 244	1,534686 267	1,3	14,99077 118	0,014990 771	0,049245 956
4	0,8	42,83264	0,775624 236	13,88330 152	11,80080 629	1,552512 609	1,3	15,34104 818	0,015341 048	0,050447 275
5	1	46,159	0,792376 913	14,18316 64	12,05569 144	1,569189 37	1,3	15,67239 887	0,015672 399	0,051580 945
									Σ =	0,245835 61
									Cantidad =	2
									V =	0,491671 221

Elemento= BREIZA HSS 5 X 0.188 (TRAMO 4)



X	Y	Z
-7,57554842	0	43,404984
-6,103593566	-6,103593566	57,282768

dX	dY	dZ
1,471961276	-6,103593566	13,877784

Diámetro= 0,416666666666667pie

LproyecYZ= 15,232pie

#	%	ht	kz	qz	qz G	DVqz	Cf torre	qz G Cf	F= p*D	Vtorre
0	0	43,40498 4	0,778571 397	13,93605 428	11,84564 614	1,555459 375	1,3	15,39933 998	0,015399 34	
1	0,2	46,45138 4	0,793807 72	14,20877 715	12,07746 058	1,570605 485	1,3	15,70069 875	0,015700 699	0,047371 579
2	0,4	49,49778 4	0,808346 098	14,46900 714	12,29865 607	1,584922 839	1,3	15,98825 289	0,015988 253	0,048268 611
3	0,6	52,54418 4	0,822258 666	14,71803 543	12,51033 012	1,598503 827	1,3	16,26342 915	0,016263 429	0,049125 762
4	0,8	55,59058 4	0,835606 422	14,95695 386	12,71341 078	1,611425 884	1,3	16,52743 401	0,016527 434	0,049947 043

		MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR		
		ULISES ROJAS, ZONA 3		
		MUNICIPIO: VILLA NUEVA, DEPARTAMENTO: GUATEMALA		
PLANO DE: DISEÑO DE TANQUE ELEVADO DE ACERO		PROYECTO DE: DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE, COLONIA ULISES ROJAS, BÁRCENAS, ZONA 3		PROGRAMA: EPS USAC 2017
LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO: MUNICIPALIDAD DE VILLA NUEVA	DIBUJO Y CÁLCULO HIDRÁULICO: JOSÉ GABRIEL PÉREZ		ESCALA: INDICADA	
DIBUJO Y CÁLCULO TOPOGRÁFICO: JOSÉ GABRIEL PÉREZ	SUPERVISOR: ING. SILVIO JOSÉ RODRÍGUEZ SERRANO		FECHA: MARZO 2019	
ASESOR: MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR	FIRMA:			
			8	49

5	1	58,63698 4	0,848441 454	15,18669 478	12,90869 056	1,623754 586	1,3	16,78129 773	0,016781 298	0,050735 86
									Σ =	0,245448 855
									Cantidad =	2
									V =	0,490897 71

ΣVcolumnas= 1,13893291163328klb

ΣVhorizontales= 1,04268685778669klb

ΣVbreizas= 1,83718024409743klb

ΣVTorre = ΣVcolumnas + ΣVhorizontales + ΣVbreizas

ΣVTorre= 4,0188000135174klb

Resultados de Corte Basal por Viento:

VTanque =3,01478387072324 Klb

VTorre =4,0188000135174 Klb

Vviento =7,03358388424065 Klb

5.4. CARGA DE SISMO

Clase de Sitio = D (Se obtiene de Tabla Clasificación del sitio) Cuando las propiedades del suelo no se conozcan con suficiente detalle como para determinar la clase de sitio, se podrá utilizar el sitio Clase D.

Municipio = Villa Nueva (Se obtiene del mapa de Zonificación sísmica para la República de Guatemala ó del Listado por Municipio)

Parámetro Ss = 1,65 (Se obtiene del mapa de Zonificación sísmica para la República de Guatemala ó del Listado por Municipio)

Parámetro S1 = 0,6 (Se obtiene del mapa de Zonificación sísmica para la República de Guatemala ó del Listado por Municipio)

Categoría de Riesgo = IV (Tabla de Categoría de riesgo)

TL= 8 seg. (Se obtiene de Tabla Período de transición a largo plazo, TL) → → Magnitud (M): 7 - 7.5

Is = 1,5 (Factor de Importancia sismo, se obtiene de Tabla Factor de importancia por sismo, Is)

g = 32,2 pie/seg² (Aceleración de la gravedad)

Hcm = 70,766856 Pies (Altura al centro de masa del tanque)

Peso Total, W = 375,98653832261 klb (Agua, Tanque y Torre + accesorios)

Tipo de Estructura = 5a Tanques Elevados, columnas simétricamente embreizadas

Deriva Máxima Permissible:

$\Delta_{per} = 0,70766856$ pies $\Delta_{per} = 0.010 * H_{cm}$ (Se obtiene de Tabla Deriva permisible)

Coefficientes de Sitio:

$F_a = 1$ (Tabla Coeficiente de sitio F_a)

$F_v = 1,5$ (Tabla Coeficiente de sitio F_v)

Coefficientes para Máximo Sismo Esperado:

$SMS = 1,65$ $SMS = F_a * S_s$, (Sección Coeficientes para máximo sismo esperado)

$SM1 = 0,9$ $SM1 = F_v * S1$, (Sección Coeficientes para máximo sismo esperado)

Parámetros de diseño de Aceleración Espectral:

$SDS = 1,1$ $SDS = 2 * SMS / 3$, (Sección Parámetros de aceleración espectral)

$SD1 = 0,6$ $SD1 = 2 * SM1 / 3$, (Sección Parámetros de aceleración espectral)

Categoría de Diseño Sísmico:

Categoría por $SDS = D$ (Tabla Categoría de diseño sísmico basada en SDS)

Categoría por $SD1 = D$ (Tabla Categoría de diseño sísmico basada en $SD1$)

Usar Categoría = D (Asignar la categoría más crítica de ambas)

Coefficientes de Diseño Sísmico:

$R = 3$ (Tabla Coeficientes sísmicos para estructuras no similares a edificios)

$\Omega_0 = 2$ (Tabla Coeficientes sísmicos para estructuras no similares a edificios)

$C_d = 2,5$ (Tabla Coeficientes sísmicos para estructuras no similares a edificios)

Período Fundamental:

Desp. Lateral, $\delta_{st} = 0,424601136$ pies (Sección Período fundamental de la estructura)

Período, $T = 0,721510255310625$ seg. $T = 2 \pi \sqrt{\delta_{st}/g}$, (Sección Período fundamental de la estructura)

Rígida o Flexible? Est. Flexible Si $T < 0,06$, Est. Rígida; Si $T \geq 0,06$, Est. Flexible

Coefficiente de Respuesta Sísmica:

$C_s = 0,55$ $C_s = SDS / (R/Is)$, (Sección Coeficiente de respuesta sísmica)

Si $T \leq TL$, $C_s(max) = 0,415794505749394$ $C_s(max) = SD1 / ((R/Is) * T)$, (Sección Coeficiente de respuesta sísmica)

Si $T > TL$, $C_s(max) = 4,61026856030354$ $C_s(max) = (SD1 * TL) / ((R/Is) * T^2)$, (Sección Coeficiente de respuesta sísmica)

$C_s(max) = 0,415794505749394$ $T \leq TL$

$C_s(min) = 0,03$ $C_s(min) = 0,03$, (Sección Coeficiente de respuesta sísmica) • Para estructuras localizadas en lugares donde $S1 \geq 0,60g$, C_s no deberá ser menor a: $C_{smin} = ((0,80 * S1) / (R/Is))$

Usar $C_s = 0,415794505749394$ $C_s(min) \leq C_s(max) \leq C_s \rightarrow$ El valor del coeficiente de respuesta sísmica (C_s) excede el valor del coeficiente de respuesta máximo (C_{smax}); por tanto se debe usar el coeficiente de respuesta máximo (C_{smax})

Resultados de Corte Basal por Sismo:

$V_{sismo} = 156,333136870275$ klb Est. Flexible: $V = C_s * W$, (Sección Cortante en la base)

Debido a que $V_{sismo} \gg V_{viento} \rightarrow$ rige V_{sismo}

5.5. CARGA POR PRESIÓN HIDROSTÁTICA EN CUERPO TANQUE (Sección Carga por presión hidrostática en cuerpo del tanque)

$h1 = 56,5938$ pie

$h_{fondo} = 2,4606$ pie

$h_{cuerpo} = 23,424912$ pie

$h_{final} = h1 + h_{fondo} + h_{cuerpo} = 82,479312$ pie

$\delta h_{20} = 62,4$ lb/pie³

Constante A = 0

Constante B = 0

Constante C = -0,0624 klb/pie³

Constante D = 5,1467090688 klb/pie²

$h_{Pcuerpo} = 59,0544$

$P_{cuerpo} = 1,4617145088$ klb/pie² (Carga AGUA PR)

5.6. REVISIÓN ESPESORES (t) DEL TANQUE (Sección Diseño de espesores de elementos del tanque)

$P_{max} = 1,4617145088$ klb/pie² (la mayor entre sobrecarga AGUA y carga AGUA PR)

$P_{max} = 0,0101507952$ klb/pul²

$r = 100,39248$ pul

$t = 0,25$ pul

$\sigma_e = \sqrt{\sigma_1^2 - \sigma_1\sigma_2 + \sigma_2^2}$

$\sigma_1 = (P_{max} * r) / t$



$\sigma_2 = (P_{max} * r) / (2 * t)$

$F_y = 36$ klb/pul²

$\sigma_1 = 4,07625401640038$ klb/pul²

$\sigma_2 = 2,03812700820019$ klb/pul²

$\sigma_e = 3,53013953048108$ klb/pul² $\sigma_e < F_y$, Espesores OK!!!

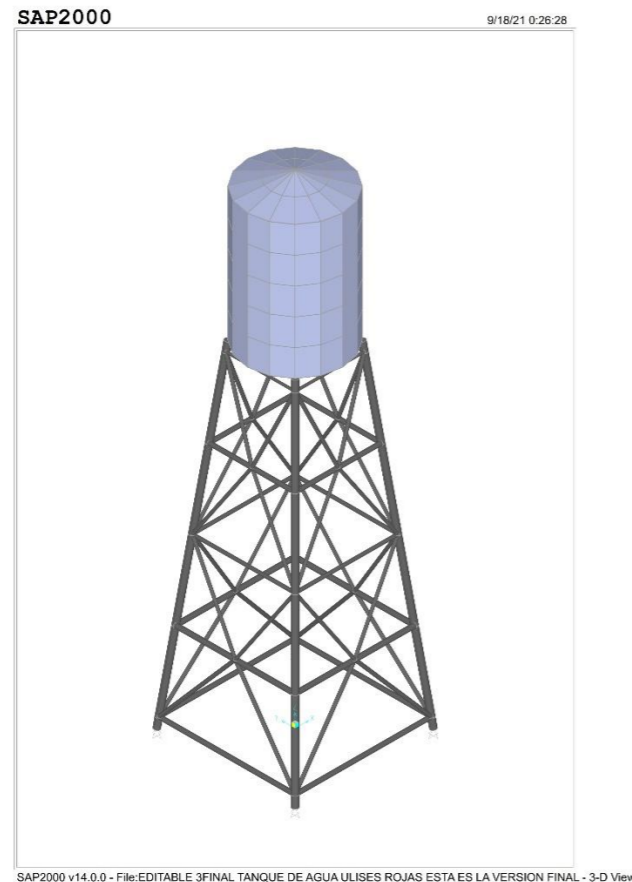
	MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR	
	ULISES ROJAS, ZONA 3	
	MUNICIPIO: VILLA NUEVA, DEPARTAMENTO: GUATEMALA	
PROYECTO DE: DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE, COLONIA ULISES ROJAS, BÁRCENAS, ZONA 3		
PLANO DE: DISEÑO DE TANQUE ELEVADO DE ACERO		PROGRAMA: EPS USAC 2017
LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO: MUNICIPALIDAD DE VILLA NUEVA	DIBUJO Y CÁLCULO HIDRÁULICO: JOSÉ GABRIEL PÉREZ	ESCALA: INDICADA
DIBUJO Y CÁLCULO TOPOGRÁFICO: JOSÉ GABRIEL PÉREZ	SUPERVISOR: ING. SILVIO JOSÉ RODRÍGUEZ SERRANO	FECHA: MARZO 2019
ASESOR: MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR	FIRMA:	9
		49

Paso 6 Modelo estructural en SAP2000

De acuerdo a lo indicado en el apartado: MODELO Y ANÁLISIS ESTRUCTURAL EN SAP2000, se considera que los diseñadores poseen el conocimiento de las características básicas para la utilización del paquete de software o programa SAP2000, por lo que el Paso 6 se restringirá al ingreso de datos o factores obtenidos en los Pasos anteriores dentro de las plantillas o recuadros que genera dicho software o programa.

6.1. GEOMETRÍA DEL MODELO

Se deberán ingresar las dimensiones indicadas en los Pasos 1 y 2 de acuerdo con la metodología propuesta en por la geometría del modelo. Se realizaron las modificaciones respectivas con los comandos del paquete de software o programa SAP2000 para que la geometría del modelo dibujado represente la estructura idealizada, también se asignaron las secciones a los elementos de la torre denominados columnas(c), horizontales(h), y breizas(b), determinadas en el Paso 3, y se asignaron los espesores a los elementos del tanque denominados techo, cuerpo, y fondo, determinados en el Paso 4; por lo que el modelo del tanque metálico elevado se representa de la siguiente manera:



6.2. CONSIDERACIONES EN EL INGRESO DE DATOS A SAP2000

Liberar extremos de elementos breizas: Se deberán liberar los extremos de los elementos que representan las breizas, de tal forma que permitan el giro.

Definir estados de carga: Se deberán definir los estados de carga para los cuales la estructura precisa ser analizada.

Asignar carga por presión hidrostática Pfondo(sobrecarga AGUA): Se deberá asignar la sobrecarga AGUA determinada en el Paso 5 al elemento área del fondo.

Asignar carga VIVA: Se deberá asignar la carga VIVA determinada en el Paso 5 al elemento área del techo.

Asignar carga por VIENTO: Se deberá asignar carga por VIENTO ingresando los factores determinados en el Paso 5, tanto en la Dirección X como en la Dirección Y.

Asignar presión de viento en tanque: Se deberá asignar presión de viento en el tanque ingresando el Coeficiente de Fuerza para Tanque (Cf (tanque)) determinado en el Paso 5 con un valor negativo, tanto en la Dirección X como en la Dirección Y.

Asignar carga por SISMO: Se deberá asignar carga por SISMO ingresando los factores determinados en el Paso 5, tanto en la Dirección X como en la Dirección Y.

Asignar carga por presión hidrostática Pcuerpo(carga AGUA PR): Se deberá asignar la carga AGUA PR determinada en el Paso 5 al elemento área del cuerpo.

Calcular y asignar masas de agua en nodos o juntas:

Para simular el comportamiento hidrodinámico dentro del tanque, de los elementos área del cuerpo y área del fondo:

en los nodos o juntas de los elementos área del cuerpo y área del fondo. se deberán calcular las masas de agua

N = Número de Divisiones Angulares (en Planta)

n = Máx. número de Divisiones intermedias en Cuerpo (en Elevación)

$N = 16$ (de Geometría de SAP2000)

$n = 4$ (de Geometría de SAP2000)

$D_{cuerpo} = 16,73208$ pie

$h_{fondo} = 2,4606$ pie

$h = 5,856228$ pie (de Geometría de SAP2000)

$\text{Área} = 13,7426271378019$ pie²

$\text{Volumen} = 80,4799578379554$ pie³



$\delta h_{20} = 62,4$ lb/pie³

$Wh_{20} = 5021,94936908842$ klb

$g = 32,2$ pie/s²

$mh_{20} = 0,155961160530696$ klb s²/pie

$h_{fondo} = 2,4606$ pie

	MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR	
	ULISES ROJAS, ZONA 3	
	MUNICIPIO: VILLA NUEVA, DEPARTAMENTO: GUATEMALA	
PROYECTO DE: DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE, COLONIA ULISES ROJAS, BÁRCENAS, ZONA 3		
PLANO DE: DISEÑO DE TANQUE ELEVADO DE ACERO		PROGRAMA: EPS USAC 2017
LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO: MUNICIPALIDAD DE VILLA NUEVA	DIBUJO Y CÁLCULO HIDRÁULICO: JOSÉ GABRIEL PÉREZ	ESCALA: INDICADA
DIBUJO Y CÁLCULO TOPOGRÁFICO: JOSÉ GABRIEL PÉREZ	SUPERVISOR: ING. SILVIO JOSÉ RODRÍGUEZ SERRANO	FECHA: MARZO 2019
ASESOR: MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR	FIRMA:	10
		49

Dcuerpo = 16,73208 pie

Vh2o fondo = 180,347244454802 pie³

n = Máx. número de Divisiones en Fondo (en Elevación)= 3 (de Geometría de SAP2000)

hinferior = 1,84545 pie

Dinferior = 12,54906 pie

Vinferior = 76,0839937543696 pie³

mh2O = 0,00921514210068452 klb s²/pie

VRESTANTE = 104,263250700432 pie³

mh2O = 0,0126281576935306 klb s²/pie

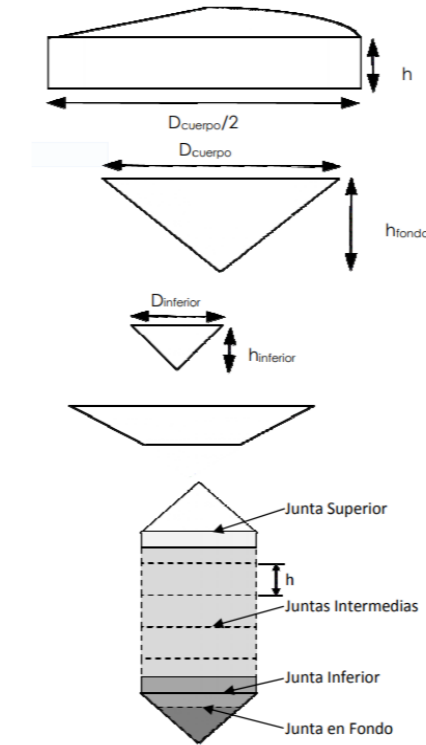
mh2O (juntasup.)= 0,0779805802653481 klb s²/pie

mh2O (junta inte.)= 0,155961160530696 klb s²/pie

mh2O (juntainf.)= 0,0906087379588787 klb s²/pie

mh2O (juntafon.)= 0,00921514210068452 klb s²/pie

Se deberán asignar las masas de agua en las juntas superior, intermedias, inferior, y en fondo del tanque.



Peso del agua como parte de la masa: Definir que el paquete de software o programa SAP2000 considere el peso del agua como parte de la masa para el cálculo del cortante basal.

Espectro de respuesta de diseño: Se deberá definir el espectro de respuesta de diseño ingresando los factores determinados en el Paso 5.

Asignar carga por SISMODINÁMICO: Se deberá asignar carga por SISMO DINÁMICO utilizando el espectro de respuesta de diseño y definiendo el factor de escala (F.E.) a utilizar con los parámetros determinados en el Paso 5: numeral 3.3

$g = 32,2 \text{ pie/s}^2$ (Aceleración de la gravedad)

$I_s = 1,5$ (Tabla de Factor de importancia por sismo, I_s)

$R = 3$ (Tabla de Coeficientes sísmicos para estructuras no similares a edificios)



$F.E. = g / (R \cdot I_s)$

$F.E. = 16,1 \text{ pie/s}^2$

30% F.E. = 4,83 pie/s^2

Definir análisis P-DELTA: Se deberá definir el análisis P-DELTA.

Definir cargas HIPOTÉTICAS: Para efectos de la integridad o estabilidad estructural y del método de análisis directo (Direct Analysis Method, DAM), se deberán definir las cargas HIPOTÉTICAS (Tipo NOTIONAL) por carga muerta y por carga viva, en las direcciones X & Y.

	MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR	
	ULISES ROJAS, ZONA 3	
	MUNICIPIO: VILLA NUEVA, DEPARTAMENTO: GUATEMALA	
PROYECTO DE: DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE, COLONIA ULISES ROJAS, BÁRCENAS, ZONA 3		
PLANO DE: DISEÑO DE TANQUE ELEVADO DE ACERO		PROGRAMA: EPS USAC 2017
LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO: MUNICIPALIDAD DE VILLA NUEVA	DIBUJO Y CÁLCULO HIDRÁULICO: JOSÉ GABRIEL PÉREZ	ESCALA: INDICADA
DIBUJO Y CÁLCULO TOPOGRÁFICO: JOSÉ GABRIEL PÉREZ	SUPERVISOR: ING. SILVIO JOSÉ RODRÍGUEZ SERRANO	FECHA: MARZO 2019
ASESOR: MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR	FIRMA:	11
		49

Definir COMBINACIONES DE CARGA: Se deberán definir las COMBINACIONES DE CARGA.

6.3. ANÁLISIS ESTRUCTURAL EN SAP2000

Definir ANÁLISIS a realizar:

Se deberá definir la opción del ANÁLISIS a realizar.

Definir casos de carga a correr y correr el ANÁLISIS ESTRUCTURAL:

Se deberán definir los casos de carga a correr y se deberá correr el ANÁLISIS ESTRUCTURAL.

Revisar relación Cortante Estático-Cortante Dinámico:

Se deberá revisar que el 85% del cortante estático en la base (Vestático) sea menor que el cortante dinámico en la base (Vdinámico).

Table: Base Reactions, Part 1 of 3

Table: Base Reactions, Part 1 of 3

OutputCase	CaseType	StepType	GlobalFX	GlobalFY	GlobalFZ	GlobalMX	GlobalMY	GlobalMZ
			Kip	Kip	Kip	Kip-ft	Kip-ft	Kip-ft
SISMO X	LinStatic		-194.318	2.508E-12	209.977	-2.433E-11	-2557.3883	8.868E-12
SISMO Y	LinStatic		3.132E-12	-194.318	3.467E-12	2557.3883	-4.229E-11	-1.762E-12
SISMO DYN X	LinRespSpec	Max	248.251	74.475	267.880	978.7826	3262.6091	1.034E-04
SISMO DYN Y	LinRespSpec	Max	74.475	248.251	80.364	3262.6088	978.7827	6.457E-05

Table: Base Reactions, Part 2 of 3

Table: Base Reactions, Part 2 of 3

OutputCase	StepType	GlobalX	GlobalY	GlobalZ	XCentroidFX	YCentroidFY	ZCentroidFZ	XCentroidFY
		ft	ft	ft	ft	ft	ft	ft
SISMO X		0.0000	0.0000	0.0000	3.803E-14	3.744E-14	0.0000	0.6232
SISMO Y		0.0000	0.0000	0.0000	-7.1968	0.1361	0.0000	7.021E-15

Table: Base Reactions, Part 2 of 3

OutputCase	StepType	GlobalX	GlobalY	GlobalZ	XCentroidFX	YCentroidFY	ZCentroidFZ	XCentroidFY
		ft	ft	ft	ft	ft	ft	ft
SISMO DYN X	Max	0.0000	0.0000	0.0000	0.0290	0.0013	0.0000	1.678E-04
SISMO DYN Y	Max	0.0000	0.0000	0.0000	0.0683	0.0036	0.0000	4.523E-04

Table: Base Reactions, Part 3 of 3

Table: Base Reactions, Part 3 of 3

OutputCase	StepType	YCentroidFY	ZCentroidFZ	XCentroidFZ	YCentroidFZ	ZCentroidFZ
		ft	ft	ft	ft	ft
SISMO X		-3.1388	0.0000	12.1793	-1.159E-13	0.0000
SISMO Y		1.170E-13	0.0000	12.1967	7.375E+14	0.0000
SISMO DYN X	Max	0.0069	0.0000	2.8799	6.0399	0.0000
SISMO DYN Y	Max	0.0197	0.0000	4.1891	14.7863	0.0000

SISMO X VALOR ESTATICO= 194,318 KIPS

SISMO DINAMICO X VALOR DINAMICO= 248,251 KIPS

0.85 Vestático = 165,1703 Klb & Vdinámico = 248,251 Klb

→ SI CUMPLE!!!

Revisar participación modal de la masa:

Se deberá revisar que la participación modal de la masa sea por lo menos del 90%.

Table: Modal Participating Mass Ratios, Part 1 of 3



	MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR		
	ULISES ROJAS, ZONA 3		
	MUNICIPIO: VILLA NUEVA, DEPARTAMENTO: GUATEMALA		
PROYECTO DE: DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE, COLONIA ULISES ROJAS, BÁRCENAS, ZONA 3			
PLANO DE: DISEÑO DE TANQUE ELEVADO DE ACERO			PROGRAMA: EPS USAC 2017
LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO: MUNICIPALIDAD DE VILLA NUEVA	DIBUJO Y CÁLCULO HIDRÁULICO: JOSÉ GABRIEL PÉREZ		ESCALA: INDICADA
DIBUJO Y CÁLCULO TOPOGRÁFICO: JOSÉ GABRIEL PÉREZ	SUPERVISOR: ING. SILVIO JOSÉ RODRÍGUEZ SERRANO		FECHA: MARZO 2019
ASESOR: MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR	FIRMA:		12
			49

Table: Modal Participating Mass Ratios, Part 1 of 3

OutputCase	StepType	StepNum	Period	UX	UY	UZ	SumUX	SumUY
			Sec					
MODAL	Mode	1.000000	0.410223	0.91739	0.04659	7.820E-18	0.91739	0.04659
MODAL	Mode	2.000000	0.410223	0.04659	0.91739	2.639E-20	0.96398	0.96398
MODAL	Mode	3.000000	0.203455	1.939E-16	9.528E-16	0.00789	0.96398	0.96398
MODAL	Mode	4.000000	0.199154	4.805E-07	3.762E-06	8.663E-18	0.96398	0.96398
MODAL	Mode	5.000000	0.199154	3.762E-06	4.806E-07	5.390E-19	0.96398	0.96398
MODAL	Mode	6.000000	0.189878	2.921E-17	4.553E-18	2.518E-17	0.96398	0.96398
MODAL	Mode	7.000000	0.187735	9.432E-17	2.620E-15	7.559E-19	0.96398	0.96398
MODAL	Mode	8.000000	0.171485	8.391E-08	2.430E-05	3.981E-16	0.96398	0.96400
MODAL	Mode	9.000000	0.171485	2.430E-05	8.382E-08	2.245E-16	0.96400	0.96400
MODAL	Mode	10.000000	0.151873	9.814E-17	1.428E-15	0.25529	0.96400	0.96400
MODAL	Mode	11.000000	0.147093	2.108E-16	1.374E-15	5.976E-18	0.96400	0.96400
MODAL	Mode	12.000000	0.131692	3.911E-17	1.241E-15	0.69304	0.96400	0.96400

Table: Modal Participating Mass Ratios, Part 2 of 3

OutputCase	StepType	StepNum	SumUZ	RX	RY	RZ	SumRX	SumRY
MODAL	Mode	7.000000	0.00789	3.964E-15	1.702E-16	3.975E-14	0.99077	0.99077
MODAL	Mode	8.000000	0.00789	6.318E-06	2.182E-08	4.204E-16	0.99077	0.99077
MODAL	Mode	9.000000	0.00789	2.187E-08	6.318E-06	1.358E-13	0.99077	0.99077
MODAL	Mode	10.000000	0.26318	1.977E-15	5.229E-17	2.909E-15	0.99077	0.99077
MODAL	Mode	11.000000	0.26318	1.400E-15	1.626E-16	4.321E-06	0.99077	0.99077
MODAL	Mode	12.000000	0.95622	9.920E-16	5.513E-18	8.573E-16	0.99077	0.99077

Table: Modal Participating Mass Ratios, Part 3 of 3



Table: Modal Participating Mass Ratios, Part 3 of 3

OutputCase	StepType	StepNum	SumRZ
MODAL	Mode	1.000000	3.964E-16
MODAL	Mode	2.000000	4.280E-16
MODAL	Mode	3.000000	1.299E-14
MODAL	Mode	4.000000	1.299E-14
MODAL	Mode	5.000000	3.391E-14
MODAL	Mode	6.000000	3.417E-14
MODAL	Mode	7.000000	7.392E-14
MODAL	Mode	8.000000	7.434E-14
MODAL	Mode	9.000000	2.101E-13
MODAL	Mode	10.000000	2.130E-13
MODAL	Mode	11.000000	4.321E-06
MODAL	Mode	12.000000	4.321E-06

Table: Modal Participating Mass Ratios, Part 2 of 3

Table: Modal Participating Mass Ratios, Part 2 of 3

OutputCase	StepType	StepNum	SumUZ	RX	RY	RZ	SumRX	SumRY
MODAL	Mode	1.000000	7.820E-18	0.04789	0.94288	3.964E-16	0.04789	0.94288
MODAL	Mode	2.000000	7.846E-18	0.94288	0.04789	3.157E-17	0.99077	0.99077
MODAL	Mode	3.000000	0.00789	1.480E-15	2.985E-16	1.256E-14	0.99077	0.99077
MODAL	Mode	4.000000	0.00789	1.688E-07	2.156E-08	3.457E-19	0.99077	0.99077
MODAL	Mode	5.000000	0.00789	2.155E-08	1.688E-07	2.092E-14	0.99077	0.99077
MODAL	Mode	6.000000	0.00789	1.252E-17	3.814E-17	2.584E-16	0.99077	0.99077

	MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR		
	ULISES ROJAS, ZONA 3		
	MUNICIPIO: VILLA NUEVA, DEPARTAMENTO: GUATEMALA		
PROYECTO DE: DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE, COLONIA ULISES ROJAS, BÁRCENAS, ZONA 3			
PLANO DE: DISEÑO DE TANQUE ELEVADO DE ACERO			PROGRAMA: EPS USAC 2017
LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO: MUNICIPALIDAD DE VILLA NUEVA	DIBUJO Y CÁLCULO HIDRÁULICO: JOSÉ GABRIEL PÉREZ		ESCALA: INDICADA
DIBUJO Y CÁLCULO TOPOGRÁFICO: JOSÉ GABRIEL PÉREZ	SUPERVISOR: ING. SILVIO JOSÉ RODRÍGUEZ SERRANO		FECHA: MARZO 2019
ASESOR: MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR	FIRMA:		13
			49

MODO DE VIBRACION= segundo

a partir del segundo modo de vibración → SI CUMPLEiii

Paso 7. Diseño de elementos de acero

De acuerdo a lo indicado en el DISEÑO DE ELEMENTOS, para enfocar adecuadamente la filosofía de diseño sismo resistente, el diseño de los elementos de la torre se realizará por medio del método denominado DISEÑO POR CAPACIDAD, utilizando como base para el diseño los resultados obtenidos del análisis estructural realizado en el software o programa SAP2000

7.1. DISEÑO DE ELEMENTOS BREIZAS

CARGAS MAXIMAS APLICADAS			GEOMETRÍA	
Tramo	Tensión	Compresión	Altura	Longitud
#	Máxima (Klb)	Máxima (Klb)	Tramo (Pie)	Breiza (Pie)
5	60,06	61,157	13,877784	15,232
4	52,293	53,871	13,877784	16,6318
3	44,146	45,412	13,877784	16,6318
2	47,338	49,261	13,877784	18,3998

DISEÑO DE ELEMENTO BREIZA TRAMO 5 (SCBF)

Predimensionamiento Sección de la Breiza

Fy= 42Klb/pul²

E= 29000Klb/pul²

Long.breiza= 15.232pies

K= 1

Long.breiza= 15.232 pies * (12 pulgadas/1pie) = 182.784 pul

$4v(E/Fy)=4*(29000Klb/pul^2/42Klb/pul^2)^{(1/2)}$

$4v(E/Fy)= 105.107654562449$

rmínimo= 1.73901701794136 pul

Con rmínimo proponer Sección HSS Circular

Con rmínimo proponer Sección HSS Circular

Propiedades de la Breiza

Sección Propuesta= 6.625 x 0.25

Acero= A500 Gr B (Round) Tabla 2-3 AISC 360-10

Fy= 42Klb/pul²

Fu= 58Klb/pul²

PASO 1. COMPACIDAD SÍSMICA DE LA BREIZA

$D/t < 0.044 (E/Fy)$ Tabla I-8-1, AISC 341-05

D/t= 28.4 de tablas AISC

$0.044 (E/Fy)= 0.044*(29000Klb/pul^2 / 42Klb/pul^2) =30.3809523809524$

SI CUMPLEiii Sección Sísmicamente Compacta

PASO 2. LÍMITE DE ESBELTEZ EN LA BREIZA

Esbeltez Límite ==> $KL/r < 4v(E/Fy)$ 13.2a., AISC 341-05

$4v(E/Fy)=4*(29000Klb/pul^2/42Klb/pul^2)^{(1/2)}= 105.107654562449$

Long.breiza= 182.784pul

rx= 2.26pul de propiedades de breiza

ry= 2.26pul de propiedades de breiza

K= 1

$KL/r=(1 * 182.784pul) / (2.26pul)= 80.8778761061947$

Kx=1

Ky=1

$KxL/rx=(1 * 182.784pul) / (2.26pul)= 80.8778761061947$

$KyL/ry=(1 * 182.784pul) / (2.26pul)= 80.8778761061947$

Esbeltez Límite ==> $KL/r < 4v(E/Fy)$ SI CUMPLEiii

PASO 3. DISEÑO POR COMPRESIÓN Capítulo E AISC 360-10

Capacidad Axial de la Breiza

$KL/r=(1 * 182.784pul) / (2.26pul)= 80.8778761061947$

$4v(E/Fy)=4.71*(29000Klb/pul^2/42Klb/pul^2)^{(1/2)}= 123.764263247283$



$Fe= \pi^2 E/(KL/r)^2= \pi^2 * 29000Klb/pul^2 * (80.8778761061947)^2= 43.7560658661417Klb/pul^2$

$Fcr(E3-2, AISC 360-10)=(0.658^{(Fy/Fe)}) * Fy= (0.658^{(42Klb/pul^2 / 43.7560658661417Klb/pul^2)}) * 42Klb/pul^2= 28.1041425414989Klb/pul^2$

$Fcr(E3-3, AISC 360-10)=0.877 * Fe= (0.877 * 43.7560658661417Klb/pul^2)= 38.3740697646063Klb/pul^2$



Si $KL/r \leq 4v(E/Fy)$ usar $Fcr(E3-2, AISC 360-10)=(0.658^{(Fy/Fe)}) * Fy$

Si $KL/r \geq 4v(E/Fy)$ usar $Fcr(E3-3, AISC 360-10)=0.877 * Fe$

	MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR		
	ULISES ROJAS, ZONA 3		
	MUNICIPIO: VILLA NUEVA, DEPARTAMENTO: GUATEMALA		
PROYECTO DE: DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE, COLONIA ULISES ROJAS, BÁRCENAS, ZONA 3			
PLANO DE: DISEÑO DE TANQUE ELEVADO DE ACERO			PROGRAMA: EPS USAC 2017
LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO: MUNICIPALIDAD DE VILLA NUEVA	DIBUJO Y CÁLCULO HIDRÁULICO: JOSÉ GABRIEL PÉREZ		ESCALA: INDICADA
DIBUJO Y CÁLCULO TOPOGRÁFICO: JOSÉ GABRIEL PÉREZ	SUPERVISOR: ING. SILVIO JOSÉ RODRÍGUEZ SERRANO		FECHA: MARZO 2019
ASESOR: MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR	FIRMA:		14
			49

$F_{cr}=28.1041425414989\text{Klb/pul}^2$
 $\phi_c=0.9$ constante para secciones circulares
 $A_g=4.68\text{pul}^2$ de propiedades de breiza
 Capacidad Axial de la Breiza= $\phi P_n = \phi F_{cr} A_g = 0.9 * 28.1041425414989\text{Klb/pul}^2 * 4.68\text{pul}^2 = 118.374648384793\text{Klb}$
 Compresión Máxima (Demanda)= 61.157Klb del Análisis
 Relación Demanda/Capacidad= $61.157\text{Klb} / 118.374648384793\text{Klb} = 0.516639338190053$
 Conclusión= Sección OK por Compresión
PASO 4. DISEÑO POR TENSIÓN Capítulo D AISC 360-10
 Fluencia en el Área Gruesa
PROPIEDADES DE PLACA DE CONEXION
 Acero= A36
 $F_y = 36\text{ Klb/pul}^2$
 $F_u = 58\text{ Klb/pul}^2$
 $t_{placa} = 0.5\text{ pul}$
 $L_{conexión} = 21\text{ pul}$
 $U = 1$ Tabla D3.1 AISC 360-10, Caso 5
 $D = 6.625\text{pul}$ de propiedades de breiza
 $X_c = 6.625\text{pul} / \pi = 2.10880299596761\text{pul}$
 $U = 1 - (X_c / L_{conexión}) = 1 - (2.10880299596761\text{pul} / 21\text{pul}) = 0.899580809715828$
 $t_{HSS} = 0.233\text{pul}$
 $A_{slot} = 2 t_{placa} t_{HSS} = 2 * 0.5\text{pul} * 0.233\text{pul} = 0.233\text{pul}^2$
 $A_g = 4.68\text{pul}^2$ de propiedades de breiza
 $A_n = A_g - A_{slot} = 4.68\text{pul}^2 - 0.233\text{pul}^2 = 4.447\text{pul}^2$
 $L_{conexión} \geq 1.3D = U = 1$ Tabla D3.1 AISC 360-10, Caso 5
 $L_{conexión} \geq D$ y $L_{conexión} \leq 1.3D = U = 1 - (X_c / L_{conexión})$
 U a usar= 1
 $A_e = U A_n = 1 * 4.447\text{pul}^2 = 4.447\text{pul}^2$
 $F_u = 58\text{ Klb/pul}^2$

$\phi_t = 0.75$
 Ruptura en el Área Neta= $\phi P_n = \phi F_u A_e = 0.75 * 58\text{Klb/pul}^2 * 4.447\text{pul}^2 = 193.4445\text{Klb}$
 $\phi_t = 0.9$
 $F_y = 42\text{Klb/pul}^2$
 $A_g = 4.68\text{pul}^2$
 Fluencia en el Área Gruesa= $\phi P_n = \phi F_y A_g = 0.9 * 42\text{Klb/pul}^2 * 4.68\text{pul}^2 = 176.904\text{Klb}$
 Capacidad en Tensión= 176.904Klb
 Tensión Máxima (Demanda)= 60.06Klb del Análisis
 Relación Demanda/Capacidad= $60.06\text{Klb} / 176.904\text{Klb} = 0.339506172839506$
 Conclusión= Sección OK por Tensión DOMINA FLUENCIA EN Ag ==> SECCION NO NECESITA REFUERZO!!! (VER CONEX.)
DISEÑO DE ELEMENTO BREIZA TRAMO 4 (SCBF)
 Predimensionamiento Sección de la Breiza
 $F_y = 42\text{Klb/pul}^2$
 $E = 29000\text{Klb/pul}^2$
 $Long_{breiza} = 16.6318\text{pies}$
 $K = 1$
 $Long_{breiza} = 16.6318\text{ pies} * (12\text{ pulgadas}/1\text{pie}) = 199.5816\text{ pul}$
 $4\sqrt{E/F_y} = 4 * \sqrt{29000\text{Klb/pul}^2 / 42\text{Klb/pul}^2} = 105.107654562449$
 $4\sqrt{E/F_y} = 105.107654562449$
 $r_{mínimo} = 1.89883030718206\text{ pul}$
 Con $r_{mínimo}$ proponer Sección HSS Circular
 Con $r_{mínimo}$ proponer Sección HSS Circular
 Propiedades de la Breiza
 Sección Propuesta= 6×0.25
 Acero= A500 Gr B (Round) Tabla 2-3 AISC 360-10
 $F_y = 42\text{Klb/pul}^2$
 $F_u = 58\text{Klb/pul}^2$
PASO 1. COMPACIDAD SÍSMICA DE LA BREIZA

	MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR	
	ULISES ROJAS, ZONA 3	
	MUNICIPIO: VILLA NUEVA, DEPARTAMENTO: GUATEMALA	
PROYECTO DE: DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE, COLONIA ULISES ROJAS, BÁRCENAS, ZONA 3		
PLANO DE: DISEÑO DE TANQUE ELEVADO DE ACERO		PROGRAMA: EPS USAC 2017
LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO: MUNICIPALIDAD DE VILLA NUEVA	DIBUJO Y CÁLCULO HIDRÁULICO: JOSÉ GABRIEL PÉREZ	ESCALA: INDICADA
DIBUJO Y CÁLCULO TOPOGRÁFICO: JOSÉ GABRIEL PÉREZ	SUPERVISOR: ING. SILVIO JOSÉ RODRÍGUEZ SERRANO	FECHA: MARZO 2019
ASESOR: MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR	FIRMA:	15
		49

$D/t < 0.044 (E/Fy)$ Tabla I-8-1, AISC 341-05

$D/t = 25.8$ de tablas AISC

$0.044 (E/Fy) = 0.044 * (29000Klb/pul^2 / 42Klb/pul^2) = 30.3809523809524$

SI CUMPLE!!! Sección Sísmicamente Compacta

PASO 2. LÍMITE DE ESBELTEZ EN LA BREIZA

Esbeltez Límite ==> $KL/r < 4\sqrt{E/Fy}$ 13.2a., AISC 341-05

$4\sqrt{E/Fy} = 4 * (29000Klb/pul^2 / 42Klb/pul^2)^{1/2} = 105.107654562449$

Long.breiza = 199.5816pul

$r_x = 2.04pul$ de propiedades de breiza

$r_y = 2.04pul$ de propiedades de breiza

$K = 1$

$KL/r = (1 * 199.5816pul) / (2.04pul) = 97.8341176470588$

$K_x = 1$

$K_y = 1$

$K_x L/r_x = (1 * 199.5816pul) / (2.04pul) = 97.8341176470588$

$K_y L/r_y = (1 * 199.5816pul) / (2.04pul) = 97.8341176470588$

Esbeltez Límite ==> $KL/r < 4\sqrt{E/Fy}$ SI CUMPLE!!!

PASO 3. DISEÑO POR COMPRESIÓN Capítulo E AISC 360-10

Capacidad Axial de la Breiza

$KL/r = (1 * 199.5816pul) / (2.04pul) = 97.8341176470588$

$4\sqrt{E/Fy} = 4.71 * (29000Klb/pul^2 / 42Klb/pul^2)^{1/2} = 123.764263247283$

$F_e = \pi^2 E / (KL/r)^2 = \pi^2 * 29000Klb/pul^2 * (97.8341176470588)^2 = 29.9031595643065Klb/pul^2$

$F_{cr}(E3-2, AISC 360-10) = (0.658^{F_y/F_e}) * F_y = (0.658^{(42Klb/pul^2 / 29.9031595643065Klb/pul^2)}) * 42Klb/pul^2 = 23.3314324746566Klb/pul^2$

$F_{cr}(E3-3, AISC 360-10) = 0.877 * F_e = (0.877 * 29.9031595643065Klb/pul^2) = 26.2250709378968Klb/pul^2$

Si $KL/r \leq 4\sqrt{E/Fy}$ usar $F_{cr}(E3-2, AISC 360-10) = (0.658^{F_y/F_e}) * F_y$

Si $KL/r \geq 4\sqrt{E/Fy}$ usar $F_{cr}(E3-3, AISC 360-10) = 0.877 * F_e$

$F_{cr} = 23.3314324746566Klb/pul^2$

$\phi_c = 0.9$ constante para secciones circulares

$A_g = 4.22pul^2$ de propiedades de breiza

Capacidad Axial de la Breiza = $\phi P_n = \phi F_{cr} A_g = 0.9 * 23.3314324746566Klb/pul^2 * 4.22pul^2 = 88.6127805387459Klb$

Compresión Máxima (Demanda) = 53.871Klb del Análisis

Relación Demanda/Capacidad = $53.871Klb / 88.6127805387459Klb = 0.60793713584515$

Conclusión = Sección OK por Compresión

PASO 4. DISEÑO POR TENSIÓN Capítulo D AISC 360-10

Fluencia en el Área Gruesa

PROPIEDADES DE PLACA DE CONEXION

Acero = A36

$F_y = 36 Klb/pul^2$

$F_u = 58 Klb/pul^2$

$t_{placa} = 0.4375 pul$

L conexión = 21 pul

U = 1 Tabla D3.1 AISC 360-10, Caso 5

D = 6pul de propiedades de breiza

$X_c = 6pul / \pi = 1.90985931710274pul$

$U = 1 - (X_c / L_{conexión}) = 1 - (1.90985931710274pul / 21pul) = 0.909054318233203$

tHSS = 0.233pul

A slot = 2 tplaca tHSS = $2 * 0.4375pul * 0.233pul = 0.203875pul^2$

$A_g = 4.22pul^2$ de propiedades de breiza

$A_n = A_g - A_{slot} = 4.22pul^2 - 0.203875pul^2 = 4.016125pul^2$

L conexión $\geq 1.3D = U = 1$ Tabla D3.1 AISC 360-10, Caso 5

L conexión $\geq D$ y L conexión $\leq 1.3D = U = 1 - (X_c / L_{conexión})$



U a usar = 1

$A_e = U A_n = 1 * 4.016125pul^2 = 4.016125pul^2$

$F_u = 58 Klb/pul^2$



$\phi_t = 0.75$

Ruptura en el Área Neta = $\phi P_n = \phi F_u A_e = 0.75 * 58Klb/pul^2 * 4.016125pul^2 = 174.7014375Klb$

	MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR	
	ULISES ROJAS, ZONA 3	
	MUNICIPIO: VILLA NUEVA, DEPARTAMENTO: GUATEMALA	
PROYECTO DE: DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE, COLONIA ULISES ROJAS, BÁRCENAS, ZONA 3		
PLANO DE: DISEÑO DE TANQUE ELEVADO DE ACERO		PROGRAMA: EPS USAC 2017
LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO: MUNICIPALIDAD DE VILLA NUEVA	DIBUJO Y CÁLCULO HIDRÁULICO: JOSÉ GABRIEL PÉREZ	ESCALA: INDICADA
DIBUJO Y CÁLCULO TOPOGRÁFICO: JOSÉ GABRIEL PÉREZ	SUPERVISOR: ING. SILVIO JOSÉ RODRÍGUEZ SERRANO	FECHA: MARZO 2019
ASESOR: MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR	FIRMA:	16
		49



$\phi_t = 0.9$
 $F_y = 42 \text{Klb/pul}^2$
 $A_g = 4.22 \text{pul}^2$
 Fluencia en el Área Gruesa = $\phi P_n = \phi F_y A_g = 0.9 * 42 \text{Klb/pul}^2 * 4.22 \text{pul}^2 = 159.516 \text{Klb}$
 Capacidad en Tensión = 159.516Klb
 Tensión Máxima (Demanda) = 52.293Klb del Análisis
 Relación Demanda/Capacidad = $52.293 \text{Klb} / 159.516 \text{Klb} = 0.327822914315805$
 Conclusión = Sección OK por Tensión DOMINA FLUENCIA EN $A_g \Rightarrow$ SECCION NO NECESITA REFUERZO (VER CONEX.)
DISEÑO DE ELEMENTO BREIZA TRAMO 3 (SCBF)
 Predimensionamiento Sección de la Breiza
 $F_y = 42 \text{Klb/pul}^2$
 $E = 29000 \text{Klb/pul}^2$
 Long.breiza = 16.6318pies
 $K = 1$
 Long.breiza = 16.6318 pies * (12 pulgadas/1pie) = 199.5816 pul
 $4v(E/F_y) = 4 * (29000 \text{Klb/pul}^2 / 42 \text{Klb/pul}^2)^{(1/2)}$
 $4v(E/F_y) = 105.107654562449$
 $r_{\text{mínimo}} = 1.89883030718206 \text{ pul}$
 Con $r_{\text{mínimo}}$ proponer Sección HSS Circular
 Con $r_{\text{mínimo}}$ proponer Sección HSS Circular
 Propiedades de la Breiza
 Sección Propuesta = 6 x 0.25
 Acero = A500 Gr B (Round) Tabla 2-3 AISC 360-10
 $F_y = 42 \text{Klb/pul}^2$
 $F_u = 58 \text{Klb/pul}^2$
PASO 1. COMPACIDAD SÍSMICA DE LA BREIZA
 $D/t < 0.044 (E/F_y)$ Tabla I-8-1, AISC 341-05
 $D/t = 25.8$ de tablas AISC

$0.044 (E/F_y) = 0.044 * (29000 \text{Klb/pul}^2 / 42 \text{Klb/pul}^2) = 30.3809523809524$
 SI CUMPLE (Sección Sísmicamente Compacta)
PASO 2. LÍMITE DE ESBELTEZ EN LA BREIZA
 Esbeltez Límite $\Rightarrow KL/r < 4v(E/F_y)$ 13.2a., AISC 341-05
 $4v(E/F_y) = 4 * (29000 \text{Klb/pul}^2 / 42 \text{Klb/pul}^2)^{(1/2)} = 105.107654562449$
 Long.breiza = 199.5816pul
 $r_x = 2.04 \text{pul}$ de propiedades de breiza
 $r_y = 2.04 \text{pul}$ de propiedades de breiza
 $K = 1$
 $KL/r = (1 * 199.5816 \text{pul}) / (2.04 \text{pul}) = 97.8341176470588$
 $K_x = 1$
 $K_y = 1$
 $K_x L/r_x = (1 * 199.5816 \text{pul}) / (2.04 \text{pul}) = 97.8341176470588$
 $K_y L/r_y = (1 * 199.5816 \text{pul}) / (2.04 \text{pul}) = 97.8341176470588$
 Esbeltez Límite $\Rightarrow KL/r < 4v(E/F_y)$ SI CUMPLE
PASO 3. DISEÑO POR COMPRESIÓN Capítulo E AISC 360-10
 Capacidad Axial de la Breiza
 $KL/r = (1 * 199.5816 \text{pul}) / (2.04 \text{pul}) = 97.8341176470588$
 $4v(E/F_y) = 4.71 * (29000 \text{Klb/pul}^2 / 42 \text{Klb/pul}^2)^{(1/2)} = 123.764263247283$
 $F_e = \pi^2 E / (KL/r)^2 = \pi^2 * 29000 \text{Klb/pul}^2 * (97.8341176470588)^2 = 29.9031595643065 \text{Klb/pul}^2$
 $F_{cr}(E3-2, \text{AISC } 360-10) = (0.658^{(F_y/F_e)}) * F_y = (0.658^{(42 \text{Klb/pul}^2 / 29.9031595643065 \text{Klb/pul}^2)}) * 42 \text{Klb/pul}^2 = 23.3314324746566 \text{Klb/pul}^2$
 $F_{cr}(E3-3, \text{AISC } 360-10) = 0.877 * F_e = (0.877 * 29.9031595643065 \text{Klb/pul}^2) = 26.2250709378968 \text{Klb/pul}^2$
 Si $KL/r \leq 4v(E/F_y)$ usar $F_{cr}(E3-2, \text{AISC } 360-10) = (0.658^{(F_y/F_e)}) * F_y$
 Si $KL/r \geq 4v(E/F_y)$ usar $F_{cr}(E3-3, \text{AISC } 360-10) = 0.877 * F_e$
 $F_{cr} = 23.3314324746566 \text{Klb/pul}^2$
 $\phi_c = 0.9$ constante para secciones circulares
 $A_g = 4.22 \text{pul}^2$ de propiedades de breiza
 Capacidad Axial de la Breiza = $\phi P_n = \phi F_{cr} A_g = 0.9 * 23.3314324746566 \text{Klb/pul}^2 * 4.22 \text{pul}^2 = 88.6127805387459 \text{Klb}$

	MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR		
	ULISES ROJAS, ZONA 3		
	MUNICIPIO: VILLA NUEVA, DEPARTAMENTO: GUATEMALA		
PROYECTO DE: DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE, COLONIA ULISES ROJAS, BÁRCENAS, ZONA 3			
PLANO DE: DISEÑO DE TANQUE ELEVADO DE ACERO			PROGRAMA: EPS USAC 2017
LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO: MUNICIPALIDAD DE VILLA NUEVA	DIBUJO Y CÁLCULO HIDRÁULICO: JOSÉ GABRIEL PÉREZ		ESCALA: INDICADA
DIBUJO Y CÁLCULO TOPOGRÁFICO: JOSÉ GABRIEL PÉREZ	SUPERVISOR: ING. SILVIO JOSÉ RODRÍGUEZ SERRANO		FECHA: MARZO 2019
ASESOR: MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR	FIRMA:		17
			49

Compresión Máxima (Demanda)=45.412Klb del Análisis
 Relación Demanda/Capacidad= 45.412Klb / 88.6127805387459Klb= 0.51247686534499
 Conclusión= Sección OK por Compresión
 PASO 4. DISEÑO POR TENSIÓN Capítulo D AISC 360-10
 Fluencia en el Área Gruesa
 PROPIEDADES DE PLACA DE CONEXION
 Acero= A36
 $F_y = 36 \text{ Klb/pul}^2$
 $F_u = 58 \text{ Klb/pul}^2$
 $t_{\text{placa}} = 0.4375 \text{ pul}$
 $L_{\text{conexión}} = 21 \text{ pul}$
 $U = 1$ Tabla D3.1 AISC 360-10, Caso 5
 $D = 6 \text{ pul}$ de propiedades de breiza
 $X_c = 6 \text{ pul} / \pi = 1.90985931710274 \text{ pul}$
 $U = 1 - (X_c / L_{\text{conexión}}) = 1 - (1.90985931710274 \text{ pul} / 21 \text{ pul}) = 0.909054318233203$
 $t_{\text{HSS}} = 0.233 \text{ pul}$
 $A_{\text{slot}} = 2 t_{\text{placa}} t_{\text{HSS}} = 2 * 0.4375 \text{ pul} * 0.233 \text{ pul} = 0.203875 \text{ pul}^2$
 $A_g = 4.22 \text{ pul}^2$ de propiedades de breiza
 $A_n = A_g - A_{\text{slot}} = 4.22 \text{ pul}^2 - 0.203875 \text{ pul}^2 = 4.016125 \text{ pul}^2$
 $L_{\text{conexión}} \geq 1.3D = U = 1$ Tabla D3.1 AISC 360-10, Caso 5
 $L_{\text{conexión}} \geq D$ y $L_{\text{conexión}} \leq 1.3D = U = 1 - (X_c / L_{\text{conexión}})$
 U a usar= 1
 $A_e = U A_n = 1 * 4.016125 \text{ pul}^2 = 4.016125 \text{ pul}^2$
 $F_u = 58 \text{ Klb/pul}^2$
 $\phi_t = 0.75$
 Ruptura en el Área Neta= $\phi P_n = \phi F_u A_e = 0.75 * 58 \text{ Klb/pul}^2 * 4.016125 \text{ pul}^2 = 174.7014375 \text{ Klb}$
 $\phi_t = 0.9$
 $F_y = 42 \text{ Klb/pul}^2$

$A_g = 4.22 \text{ pul}^2$
 Fluencia en el Área Gruesa= $\phi P_n = \phi F_y A_g = 0.9 * 42 \text{ Klb/pul}^2 * 4.22 \text{ pul}^2 = 159.516 \text{ Klb}$
 Capacidad en Tensión= 159.516Klb
 Tensión Máxima (Demanda)= 44.146Klb del Análisis
 Relación Demanda/Capacidad= 44.146Klb / 159.516Klb= 0.276749667744928
 Conclusión= Sección OK por Tensión DOMINA FLUENCIA EN Ag ==> SECCION NO NECESITA REFUERZOiii (VER CONEX.)
 DISEÑO DE ELEMENTO BREIZA TRAMO 2 (SCBF)
 Predimensionamiento Sección de la Breiza
 $F_y = 42 \text{ Klb/pul}^2$
 $E = 29000 \text{ Klb/pul}^2$
 $\text{Long. breiza} = 18.3998 \text{ pies}$
 $K = 1$
 $\text{Long. breiza} = 18.3998 \text{ pies} * (12 \text{ pulgadas/1pie}) = 220.7976 \text{ pul}$
 $4\sqrt{E/F_y} = 4 * \sqrt{29000 \text{ Klb/pul}^2 / 42 \text{ Klb/pul}^2} = 105.107654562449$
 $4\sqrt{E/F_y} = 105.107654562449$
 $r_{\text{mínimo}} = 2.10068049676454 \text{ pul}$
 Con $r_{\text{mínimo}}$ proponer Sección HSS Circular
 Con $r_{\text{mínimo}}$ proponer Sección HSS Circular
 Propiedades de la Breiza
 Sección Propuesta= 6.625 x 0.25
 Acero= A500 Gr B (Round) Tabla 2-3 AISC 360-10
 $F_y = 42 \text{ Klb/pul}^2$
 $F_u = 58 \text{ Klb/pul}^2$
 PASO 1. COMPACIDAD SÍSMICA DE LA BREIZA
 $D/t < 0.044 (E/F_y)$ Tabla I-8-1, AISC 341-05
 $D/t = 28.4$ de tablas AISC
 $0.044 (E/F_y) = 0.044 * (29000 \text{ Klb/pul}^2 / 42 \text{ Klb/pul}^2) = 30.3809523809524$
 SI CUMPLEiii Sección Sísmicamente Compacta

	MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR		
	ULISES ROJAS, ZONA 3		
	MUNICIPIO: VILLA NUEVA, DEPARTAMENTO: GUATEMALA		
PROYECTO DE: DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE, COLONIA ULISES ROJAS, BÁRCENAS, ZONA 3			
PLANO DE: DISEÑO DE TANQUE ELEVADO DE ACERO			PROGRAMA: EPS USAC 2017
LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO: MUNICIPALIDAD DE VILLA NUEVA	DIBUJO Y CÁLCULO HIDRÁULICO: JOSÉ GABRIEL PÉREZ		ESCALA: INDICADA
DIBUJO Y CÁLCULO TOPOGRÁFICO: JOSÉ GABRIEL PÉREZ	SUPERVISOR: ING. SILVIO JOSÉ RODRÍGUEZ SERRANO		FECHA: MARZO 2019
ASESOR: MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR	FIRMA:		18
			49

PASO 2. LÍMITE DE ESBELTEZ EN LA BREIZA

Esbeltez Límite ==> $KL/r < 4\sqrt{E/F_y}$ 13.2a., AISC 341-05

$$4\sqrt{E/F_y} = 4 * \sqrt{29000 \text{Klb/pul}^2 / 42 \text{Klb/pul}^2}^{1/2} = 105.107654562449$$

Long.breiza= 220.7976pul

$r_x = 2.26 \text{pul}$ de propiedades de breiza

$r_y = 2.26 \text{pul}$ de propiedades de breiza

K= 1

$$KL/r = (1 * 220.7976 \text{pul}) / (2.26 \text{pul}) = 97.6980530973451$$

Kx=1

Ky=1

$$K_x L/r_x = (1 * 220.7976 \text{pul}) / (2.26 \text{pul}) = 97.6980530973451$$

$$K_y L/r_y = (1 * 220.7976 \text{pul}) / (2.26 \text{pul}) = 97.6980530973451$$

Esbeltez Límite ==> $KL/r < 4\sqrt{E/F_y}$ SI CUMPLE!!!

PASO 3. DISEÑO POR COMPRESIÓN Capítulo E AISC 360-10

Capacidad Axial de la Breiza

$$KL/r = (1 * 220.7976 \text{pul}) / (2.26 \text{pul}) = 97.6980530973451$$

$$4\sqrt{E/F_y} = 4.71 * \sqrt{29000 \text{Klb/pul}^2 / 42 \text{Klb/pul}^2}^{1/2} = 123.764263247283$$

$$F_e = \pi^2 E / (KL/r)^2 = \pi^2 * 29000 \text{Klb/pul}^2 * (97.6980530973451)^2 = 29.9865101143502 \text{Klb/pul}^2$$

$$F_{cr}(E3-2, AISC 360-10) = (0.658^{F_y/F_e}) * F_y = (0.658^{42 \text{Klb/pul}^2 / 29.9865101143502 \text{Klb/pul}^2}) * 42 \text{Klb/pul}^2 = 23.3695881147754 \text{Klb/pul}^2$$

$$F_{cr}(E3-3, AISC 360-10) = 0.877 * F_e = (0.877 * 29.9865101143502 \text{Klb/pul}^2) = 26.2981693702851 \text{Klb/pul}^2$$

Si $KL/r \leq 4\sqrt{E/F_y}$ usar $F_{cr}(E3-2, AISC 360-10) = (0.658^{F_y/F_e}) * F_y$

Si $KL/r \geq 4\sqrt{E/F_y}$ usar $F_{cr}(E3-3, AISC 360-10) = 0.877 * F_e$

$$F_{cr} = 23.3695881147754 \text{Klb/pul}^2$$

$\phi_c = 0.9$ constante para secciones circulares

$$A_g = 4.68 \text{pul}^2 \text{ de propiedades de breiza}$$

$$\text{Capacidad Axial de la Breiza} = \phi P_n = \phi F_{cr} A_g = 0.9 * 23.3695881147754 \text{Klb/pul}^2 * 4.68 \text{pul}^2 = 98.4327051394342 \text{Klb}$$

Compresión Máxima (Demanda) = 49.261Klb del Análisis

$$\text{Relación Demanda/Capacidad} = 49.261 \text{Klb} / 98.4327051394342 \text{Klb} = 0.500453583290428$$

Conclusión= Sección OK por Compresión

PASO 4. DISEÑO POR TENSIÓN Capítulo D AISC 360-10

Fluencia en el Área Gruesa

PROPIEDADES DE PLACA DE CONEXION

Acero= A36

$F_y = 36 \text{Klb/pul}^2$

$F_u = 58 \text{Klb/pul}^2$

t placa= 0.5 pul

L conexión= 21 pul

U=1 Tabla D3.1 AISC 360-10, Caso 5

D= 6.625pul de propiedades de breiza

$$X_c = 6.625 \text{pul} / \pi = 2.10880299596761 \text{pul}$$

$$U = 1 - (X_c / L_{conexión}) = 1 - (2.10880299596761 \text{pul} / 21 \text{pul}) = 0.899580809715828$$

tHSS= 0.233pul

$$A_{slot} = 2 \text{placa} t_{HSS} = 2 * 0.5 \text{pul} * 0.233 \text{pul} = 0.233 \text{pul}^2$$

$A_g = 4.68 \text{pul}^2$ de propiedades de breiza

$$A_n = A_g - A_{slot} = 4.68 \text{pul}^2 - 0.233 \text{pul}^2 = 4.447 \text{pul}^2$$

L conexión $\geq 1.3D = U = 1$ Tabla D3.1 AISC 360-10, Caso 5

L conexión $\geq D$ y L conexión $\leq 1.3D = U = 1 - (X_c / L_{conexión})$

U a usar= 1

$$A_e = U A_n = 1 * 4.447 \text{pul}^2 = 4.447 \text{pul}^2$$

$F_u = 58 \text{Klb/pul}^2$

$\phi_t = 0.75$



$$\text{Ruptura en el Área Neta} = \phi P_n = \phi F_u A_e = 0.75 * 58 \text{Klb/pul}^2 * 4.447 \text{pul}^2 = 193.4445 \text{Klb}$$

$\phi_t = 0.9$

$F_y = 42 \text{Klb/pul}^2$

$A_g = 4.68 \text{pul}^2$

$$\text{Fluencia en el Área Gruesa} = \phi P_n = \phi F_y A_g = 0.9 * 42 \text{Klb/pul}^2 * 4.68 \text{pul}^2 = 176.904 \text{Klb}$$

	MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR	
	ULISES ROJAS, ZONA 3	
	MUNICIPIO: VILLA NUEVA, DEPARTAMENTO: GUATEMALA	
PROYECTO DE: DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE, COLONIA ULISES ROJAS, BÁRCENAS, ZONA 3		
PLANO DE: DISEÑO DE TANQUE ELEVADO DE ACERO		PROGRAMA: EPS USAC 2017
LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO: MUNICIPALIDAD DE VILLA NUEVA	DIBUJO Y CÁLCULO HIDRÁULICO: JOSÉ GABRIEL PÉREZ	ESCALA: INDICADA
DIBUJO Y CÁLCULO TOPOGRÁFICO: JOSÉ GABRIEL PÉREZ	SUPERVISOR: ING. SILVIO JOSÉ RODRÍGUEZ SERRANO	FECHA: MARZO 2019
ASESOR: MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR	FIRMA:	19
		49

Capacidad en Tensión= 176.904Klb

Tensión Máxima (Demanda)= 47.338Klb del Análisis

Relación Demanda/Capacidad= 47.338Klb / 176.904Klb= 0.267591462035907

Conclusión= Sección OK por Tensión DOMINA FLUENCIA EN Ag ==> SECCION NO NECESITA REFUERZOiii (VER CONEX.)

7.2. DISEÑO DE ELEMENTOS COLUMNAS de Geometría en SAP2000

Tramo	Longitud de Columna (Pie)
6	1,791451993
5	14,03304061
4	14,03304061
3	14,03304061
2	14,03304061
1	1,791451993

Resultados obtenidos del Análisis Estructural en SAP2000 y de Capacidad de las Breizas

SDS =1.1 Parámetros de aceleración espectral

FUERZA DE COMPRESION GRAVITACIONAL EN COLUMNAS (COMBINACION GRAVITACIONAL)

Tramo	Carga muerta (C.M.) (Klb)	Sobrecarga AGUA (Klb)	Carga viva (C.V.) (Klb)	Combinación Gravitacional (1.20 + 0.20 SDS)C.M. + 0.5 C.V.(Klb)
6	4,095	70,706	1,107	106,77092
5	4,095	70,706	1,107	106,77092
4	4,781	58,04	0,852	89,63182
3	6,393	63,573	0,915	99,80922
2	7,174	63,507	0,914	100,82402
1	9,915	79,318	1,142	127,28186

$\phi = 0.9$

$F_y = 42 \text{ Klb/pul}^2$

$R_y = 1.4$ Tabla I-6-1, AISC 341-05

FUERZA COMPRESION EN COLUMNAS (CAPACIDAD BREIZAS + COMPRESIÓN GRAVITACIONAL)

Tramo	$\cos \theta$	Compresión Breiza 0.3 Pn $\cos \theta$ (Klb)	Tensión Breiza Ry Fy Ag $\cos \theta$ (Klb)	Compresión Gravitacional (Klb)	Compresión Total (Klb)
6	0	0	0	106,77092	106,77092
5	0,921286805	36,35233386	0	106,77092	143,1232539
4	0,843747556	0	209,3641437	89,63182	335,3482975
3	0,843747556	24,92227235	0	99,80922	370,4479699
2	0,76267354	0	209,8755556	100,82402	581,3383254
1	0	0	0	127,28186	607,7961654

FUERZA TENSION EN COLUMNAS (CAPACIDAD BREIZAS - COMPRESIÓN GRAVITACIONAL)

Tramo	$\cos \theta$	Compresión Breiza 0.3 Pn $\cos \theta$ (Klb)	Tensión Breiza Ry Fy Ag $\cos \theta$ (Klb)	Compresión Gravitacional (Klb)	Tensión Total (Klb)
6	0	0	0	-106,77092	-106,77092
5	0,921286805	0	253,5233881	-106,77092	146,7524681
4	0,843747556	24,92227235	0	-89,63182	188,8138404
3	0,843747556	0	209,3641437	-99,80922	388,0005841
2	0,76267354	25,02400657	0	-100,82402	412,0097907
1	0	0	0	-127,28186	385,5519507

DISEÑO DE ELEMENTO COLUMNA TRAMO 6 (SCBF)

Sección Propuesta= 12.75 x 0.5 Acero= A500 Gr B (Round) Tabla 2-3 AISC 360-10

$F_y = 42 \text{ Klb/pul}^2$

$F_u = 58 \text{ Klb/pul}^2$

Long.columna= 1.79145199270062pie

PASO 1. COMPACIDAD SÍSMICA DE LA COLUMNA

$D/t < 0.044 (E/F_y)$ Tabla I-8-1 AISC 341-05

$D/t = 27.4$ de tablas AISC

$0.044 (E/F_y) = 0.044 * (29000 \text{ Klb/pul}^2 / 42 \text{ Klb/pul}^2) = 30.3809523809524$

SI CUMPLEiii Sección Sísmicamente Compacta



PASO 2. LÍMITE DE ESBELTEZ EN LA COLUMNA

Esbeltez Límite ==> $KL/r < 4\sqrt{E/F_y}$ 13.2a., AISC 341-05

$4\sqrt{E/F_y} = 4 * \sqrt{29000 \text{ Klb/pul}^2 / 42 \text{ Klb/pul}^2} = 105.107654562449$

Long.columna= 21.4974239124075pul

$rx = 4.35 \text{ pul}$ de propiedades de columna

		MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR ULISES ROJAS, ZONA 3 MUNICIPIO: VILLA NUEVA, DEPARTAMENTO: GUATEMALA			
PROYECTO DE: DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE, COLONIA ULISES ROJAS, BÁRCENAS, ZONA 3					
PLANO DE: DISEÑO DE TANQUE ELEVADO DE ACERO				PROGRAMA: EPS USAC 2017	
LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO: MUNICIPALIDAD DE VILLA NUEVA		DIBUJO Y CÁLCULO HIDRÁULICO: JOSÉ GABRIEL PÉREZ		ESCALA: INDICADA	
DIBUJO Y CÁLCULO TOPOGRÁFICO: JOSÉ GABRIEL PÉREZ		SUPERVISOR: ING. SILVIO JOSÉ RODRÍGUEZ SERRANO		FECHA: MARZO 2019	
ASESOR: MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR		FIRMA:			
				20	
				49	

ry= 4.35pul de propiedades de columna

r= 4.35pul

KL/r=(1 * 21.4974239124075pul) / (4.35pul)= 4.94193653158793

Kx=1

Ky=1

KxL/rx=(1 * 21.4974239124075pul) / (4.35pul)= 4.94193653158793

KyL/ry=(1 * 21.4974239124075pul) / (4.35pul)= 4.94193653158793

Esbeltez Límite ==> KL/r < 4v(E/Fy) SI CUMPLEjij

PASO 3. DISEÑO POR COMPRESIÓN Capítulo E AISC 360-10

Capacidad Axial de la Columna

KL/r=(1 * 21.4974239124075pul) / (4.35pul)= 4.94193653158793

4.71v(E/Fy)=4.71*(29000Klb/pul² /42Klb/pul²)^(1/2)= 123.764263247283

Fe= π² E/(KL/r)²= π² * 29000Klb/pul² / (4.94193653158793)²= 11719.3470721767Klb/pul²

Fcr(E3-2, AISC 360-10)=(0.658^(Fy/Fe))*Fy= (0.658^(42Klb/pul² / 11719.3470721767Klb/pul²) *42Klb/pul²= 41.9370468900339Klb/pul²

Fcr(E3-3, AISC 360-10)=0.877*Fe= (0.877 * 11719.3470721767Klb/pul²= 10277.867382299Klb/pul²

Si KL/r ≤ 4v(E/Fy) usar Fcr(E3-2, AISC 360-10)=(0.658^(Fy/Fe))*Fy

Si KL/r ≥ 4v(E/Fy) usar Fcr(E3-3, AISC 360-10)=0.877*Fe

Fcr=41.9370468900339

φc=0.9 constante para secciones circulares

Ag=17.9pul² de propiedades de columna

Capacidad Axial de la Columna=φc Pn= φc Fcr Ag= 0.9 * 41.9370468900339Klb/pul² * 17.9pul²= 675.605825398446Klb

Compresión Total (Demanda)=106.77092Klb de Cap. Breiza

Relación Demanda/Capacidad= 106.77092Klb / 675.605825398446Klb= 0.158037299244764

Conclusión= Sección OK por Compresión

PASO 4. DISEÑO POR TENSIÓN Capítulo D AISC 360-10

Fluencia en el Área Gruesa

U=1 Tabla D3.1 AISC 360-10, Caso 3

An= Ag =17.9pul² de propiedades de columna

Ae= U An= 1 * 17.9pul²= 17.9pul²

Ruptura en el Área Neta

φt= 0.75

Fu= 58Klb/pul²

Ae= U An= 17.9pul²

Ruptura en el Área Neta= φtPn= φtFu Ae= 0.75 * 58Klb/pul² * 17.9pul²= 778.65Klb

Fluencia en el Área Gruesa

φt= 0.9

Fy= 42Klb/pul²

Ag= 17.9pul²

Fluencia en el Área Gruesa= φtPn= φtFy Ag= 0.9 * 42Klb/pul² * 17.9pul²= 676.62Klb

Capacidad en Tensión= 676.62Klb

Tensión Total (Demanda)= -106.77092Klb de Cap. Breiza

Relación Demanda/Capacidad= -106.77092Klb / 676.62Klb= -0.157800419733381

Conclusión= Sección OK por Tensión

DISEÑO DE ELEMENTO COLUMNA TRAMO 5 (SCBF)

Sección Propuesta= 12.75 x 0.5 Acero= A500 Gr B (Round) Tabla 2-3 AISC 360-10

Fy= 42Klb/pul²

Fu= 58Klb/pul²

Long.columna= 14.0330406094882pie

PASO 1. COMPACIDAD SÍSMICA DE LA COLUMNA

D/t < 0.044 (E/Fy) Tabla I-8-1 AISC 341-05

D/t= 27.4 de tablas AISC



0.044 (E/Fy)= 0.044*(29000Klb/pul² / 42Klb/pul²) =30.3809523809524

SI CUMPLEjij Sección Sísmicamente Compacta

PASO 2. LÍMITE DE ESBELTEZ EN LA COLUMNA

Esbeltez Límite ==> KL/r < 4v(E/Fy) 13.2a., AISC 341-05

4v(E/Fy)=4*(29000Klb/pul² /42Klb/pul²)^(1/2)= 105.107654562449

	MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR	
	ULISES ROJAS, ZONA 3	
	MUNICIPIO: VILLA NUEVA, DEPARTAMENTO: GUATEMALA	
PROYECTO DE: DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE, COLONIA ULISES ROJAS, BÁRCENAS, ZONA 3		
PLANO DE: DISEÑO DE TANQUE ELEVADO DE ACERO		PROGRAMA: EPS USAC 2017
LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO: MUNICIPALIDAD DE VILLA NUEVA	DIBUJO Y CÁLCULO HIDRÁULICO: JOSÉ GABRIEL PÉREZ	ESCALA: INDICADA
DIBUJO Y CÁLCULO TOPOGRÁFICO: JOSÉ GABRIEL PÉREZ	SUPERVISOR: ING. SILVIO JOSÉ RODRÍGUEZ SERRANO	FECHA: MARZO 2019
ASESOR: MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR	FIRMA:	21
		49

Long.columna= 168.396487313859pul

rx= 4.35pul de propiedades de columna

ry= 4.35pul de propiedades de columna

r= 4.35pul

$KL/r=(1 * 168.396487313859pul) / (4.35pul)= 38.7118361641055$

Kx=1

Ky=1

$KxL/rx=(1 * 168.396487313859pul) / (4.35pul)= 38.7118361641055$

$KyL/ry=(1 * 168.396487313859pul) / (4.35pul)= 38.7118361641055$

Esbeltez Límite ==> $KL/r < 4\sqrt{E/Fy}$ SI CUMPLE!!!

PASO 3. DISEÑO POR COMPRESIÓN Capítulo E AISC 360-10

Capacidad Axial de la Columna

$KL/r=(1 * 168.396487313859pul) / (4.35pul)= 38.7118361641055$

$4.71\sqrt{E/Fy}=4.71\sqrt{(29000Klb/pul^2 / 42Klb/pul^2)^{(1/2)}}= 123.764263247283$

$Fe= \pi^2 E/(KL/r)^2= \pi^2 * 29000Klb/pul^2 / (38.7118361641055)^2= 190.989811950367Klb/pul^2$

$Fcr(E3-2, AISC 360-10)=(0.658^{(Fy/Fe)}) * Fy= (0.658^{(42Klb/pul^2 / 190.989811950367Klb/pul^2)}) * 42Klb/pul^2= 38.3068012779028Klb/pul^2$

$Fcr(E3-3, AISC 360-10)=0.877 * Fe= (0.877 * 190.989811950367Klb/pul^2)= 167.498065080472Klb/pul^2$

Si $KL/r \leq 4\sqrt{E/Fy}$ usar $Fcr(E3-2, AISC 360-10)=(0.658^{(Fy/Fe)}) * Fy$

Si $KL/r \geq 4\sqrt{E/Fy}$ usar $Fcr(E3-3, AISC 360-10)=0.877 * Fe$

Fcr=38.3068012779028

$\phi_c=0.9$ constante para secciones circulares

Ag=17.9pul² de propiedades de columna

Capacidad Axial de la Columna= $\phi_c P_n= \phi_c Fcr Ag= 0.9 * 38.3068012779028Klb/pul^2 * 17.9pul^2= 617.122568587014Klb$

Compresión Total (Demanda)=143.123253856742Klb de Cap. Breiza

Relación Demanda/Capacidad= $143.123253856742Klb / 617.122568587014Klb= 0.231920304234607$

Conclusión= Sección OK por Compresión

PASO 4. DISEÑO POR TENSIÓN Capítulo D AISC 360-10

Fluencia en el Área Gruesa

U=1 Tabla D3.1 AISC 360-10, Caso 3

An= Ag =17.9pul² de propiedades de columna

Ae= U An= 1 * 17.9pul²= 17.9pul²

Ruptura en el Área Neta

$\phi_t= 0.75$

Fu= 58Klb/pul²

Ae= U An= 17.9pul²

Ruptura en el Área Neta= $\phi_t P_n= \phi_t F_u A_e= 0.75 * 58Klb/pul^2 * 17.9pul^2= 778.65Klb$

Fluencia en el Área Gruesa

$\phi_t= 0.9$

Fy= 42Klb/pul²

Ag= 17.9pul²

Fluencia en el Área Gruesa= $\phi_t P_n= \phi_t F_y A_g= 0.9 * 42Klb/pul^2 * 17.9pul^2= 676.62Klb$

Capacidad en Tensión= 676.62Klb

Tensión Total (Demanda)= 146.752468069945Klb de Cap. Breiza

Relación Demanda/Capacidad= $146.752468069945Klb / 676.62Klb= 0.216890526543622$

Conclusión= Sección OK por Tensión

DISEÑO DE ELEMENTO COLUMNA TRAMO 4 (SCBF)

Sección Propuesta= 12.75 x 0.5 Acero= A500 Gr B (Round) Tabla 2-3 AISC 360-10

Fy= 42Klb/pul²

Fu= 58Klb/pul²

Long.columna= 14.0330406094882pie

PASO 1. COMPACIDAD SÍSMICA DE LA COLUMNA



D/t < 0.044 (E/Fy) Tabla I-8-1 AISC 341-05

D/t= 27.4 de tablas AISC

$0.044 (E/Fy)= 0.044 * (29000Klb/pul^2 / 42Klb/pul^2) = 30.3809523809524$

SI CUMPLE!!! Sección Sísmicamente Compacta

PASO 2. LÍMITE DE ESBELTEZ EN LA COLUMNA

	MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR		
	ULISES ROJAS, ZONA 3		
	MUNICIPIO: VILLA NUEVA, DEPARTAMENTO: GUATEMALA		
PROYECTO DE: DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE, COLONIA ULISES ROJAS, BÁRCENAS, ZONA 3			
PLANO DE: DISEÑO DE TANQUE ELEVADO DE ACERO			PROGRAMA: EPS USAC 2017
LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO: MUNICIPALIDAD DE VILLA NUEVA	DIBUJO Y CÁLCULO HIDRÁULICO: JOSÉ GABRIEL PÉREZ		ESCALA: INDICADA
DIBUJO Y CÁLCULO TOPOGRÁFICO: JOSÉ GABRIEL PÉREZ	SUPERVISOR: ING. SILVIO JOSÉ RODRÍGUEZ SERRANO		FECHA: MARZO 2019
ASESOR: MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR	FIRMA:		22
			49

Esbeltez Límite ==> $KL/r < 4\sqrt{E/F_y}$ 13.2a., AISC 341-05

$$4\sqrt{E/F_y} = 4 * \sqrt{29000 \text{Klb/pul}^2 / 42 \text{Klb/pul}^2} = 105.107654562449$$

$$\text{Long.columna} = 168.396487313859 \text{pul}$$

$$r_x = 4.35 \text{pul de propiedades de columna}$$

$$r_y = 4.35 \text{pul de propiedades de columna}$$

$$r = 4.35 \text{pul}$$

$$KL/r = (1 * 168.396487313859 \text{pul}) / (4.35 \text{pul}) = 38.7118361641055$$

$$K_x = 1$$

$$K_y = 1$$

$$K_x L/r_x = (1 * 168.396487313859 \text{pul}) / (4.35 \text{pul}) = 38.7118361641055$$

$$K_y L/r_y = (1 * 168.396487313859 \text{pul}) / (4.35 \text{pul}) = 38.7118361641055$$

Esbeltez Límite ==> $KL/r < 4\sqrt{E/F_y}$ SI CUMPLE!!!

PASO 3. DISEÑO POR COMPRESIÓN Capítulo E AISC 360-10

Capacidad Axial de la Columna

$$KL/r = (1 * 168.396487313859 \text{pul}) / (4.35 \text{pul}) = 38.7118361641055$$

$$4.71\sqrt{E/F_y} = 4.71 * \sqrt{29000 \text{Klb/pul}^2 / 42 \text{Klb/pul}^2} = 123.764263247283$$

$$F_e = \pi^2 E / (KL/r)^2 = \pi^2 * 29000 \text{Klb/pul}^2 / (38.7118361641055)^2 = 190.989811950367 \text{Klb/pul}^2$$

$$F_{cr}(E3-2, \text{AISC } 360-10) = (0.658^{F_y/F_e}) * F_y = (0.658^{42 \text{Klb/pul}^2 / 190.989811950367 \text{Klb/pul}^2}) * 42 \text{Klb/pul}^2 = 38.3068012779028 \text{Klb/pul}^2$$

$$F_{cr}(E3-3, \text{AISC } 360-10) = 0.877 * F_e = (0.877 * 190.989811950367 \text{Klb/pul}^2) = 167.498065080472 \text{Klb/pul}^2$$

$$\text{Si } KL/r \leq 4\sqrt{E/F_y} \text{ usar } F_{cr}(E3-2, \text{AISC } 360-10) = (0.658^{F_y/F_e}) * F_y$$

$$\text{Si } KL/r \geq 4\sqrt{E/F_y} \text{ usar } F_{cr}(E3-3, \text{AISC } 360-10) = 0.877 * F_e$$

$$F_{cr} = 38.3068012779028$$

$$\phi_c = 0.9 \text{ constante para secciones circulares}$$

$$A_g = 17.9 \text{pul}^2 \text{ de propiedades de columna}$$

$$\text{Capacidad Axial de la Columna} = \phi_c P_n = \phi_c F_{cr} A_g = 0.9 * 38.3068012779028 \text{Klb/pul}^2 * 17.9 \text{pul}^2 = 617.122568587014 \text{Klb}$$

$$\text{Compresión Total (Demanda)} = 335.348297525856 \text{Klb de Cap. Breiza}$$

$$\text{Relación Demanda/Capacidad} = 335.348297525856 \text{Klb} / 617.122568587014 \text{Klb} = 0.543406309533747$$

Conclusión= Sección OK por Compresión

PASO 4. DISEÑO POR TENSIÓN Capítulo D AISC 360-10

Fluencia en el Área Gruesa

$$U = 1 \text{ Tabla D3.1 AISC } 360-10, \text{ Caso } 3$$

$$A_n = A_g = 17.9 \text{pul}^2 \text{ de propiedades de columna}$$

$$A_e = U A_n = 1 * 17.9 \text{pul}^2 = 17.9 \text{pul}^2$$

Ruptura en el Área Neta

$$\phi_t = 0.75$$

$$F_u = 58 \text{Klb/pul}^2$$

$$A_e = U A_n = 17.9 \text{pul}^2$$

$$\text{Ruptura en el Área Neta} = \phi_t P_n = \phi_t F_u A_e = 0.75 * 58 \text{Klb/pul}^2 * 17.9 \text{pul}^2 = 778.65 \text{Klb}$$

Fluencia en el Área Gruesa

$$\phi_t = 0.9$$

$$F_y = 42 \text{Klb/pul}^2$$

$$A_g = 17.9 \text{pul}^2$$

$$\text{Fluencia en el Área Gruesa} = \phi_t P_n = \phi_t F_y A_g = 0.9 * 42 \text{Klb/pul}^2 * 17.9 \text{pul}^2 = 676.62 \text{Klb}$$

$$\text{Capacidad en Tensión} = 676.62 \text{Klb}$$

$$\text{Tensión Total (Demanda)} = 188.8138404201 \text{Klb de Cap. Breiza}$$

$$\text{Relación Demanda/Capacidad} = 188.8138404201 \text{Klb} / 676.62 \text{Klb} = 0.279054477284295$$

Conclusión= Sección OK por Tensión

DISEÑO DE ELEMENTO COLUMNA TRAMO 3 (SCBF)

$$\text{Sección Propuesta} = 12.75 \times 0.5 \text{ Acero} = \text{A500 Gr B (Round) Tabla } 2-3 \text{ AISC } 360-10$$

$$F_y = 42 \text{Klb/pul}^2$$

$$F_u = 58 \text{Klb/pul}^2$$



$$\text{Long.columna} = 14.0330406094882 \text{pie}$$

PASO 1. COMPACIDAD SÍSMICA DE LA COLUMNA

$$D/t < 0.044 (E/F_y) \text{ Tabla I-8-1 AISC } 341-05$$

$$D/t = 27.4 \text{ de tablas AISC}$$

$$0.044 (E/F_y) = 0.044 * \sqrt{29000 \text{Klb/pul}^2 / 42 \text{Klb/pul}^2} = 30.3809523809524$$

	MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR		
	ULISES ROJAS, ZONA 3		
	MUNICIPIO: VILLA NUEVA, DEPARTAMENTO: GUATEMALA		
PROYECTO DE: DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE, COLONIA ULISES ROJAS, BÁRCENAS, ZONA 3			
PLANO DE: DISEÑO DE TANQUE ELEVADO DE ACERO			PROGRAMA: EPS USAC 2017
LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO: MUNICIPALIDAD DE VILLA NUEVA	DIBUJO Y CÁLCULO HIDRÁULICO: JOSÉ GABRIEL PÉREZ		ESCALA: INDICADA
DIBUJO Y CÁLCULO TOPOGRÁFICO: JOSÉ GABRIEL PÉREZ	SUPERVISOR: ING. SILVIO JOSÉ RODRÍGUEZ SERRANO		FECHA: MARZO 2019
ASESOR: MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR	FIRMA:		23
			49

SI CUMPLEiii Sección Sísmicamente Compacta

PASO 2. LÍMITE DE ESBELTEZ EN LA COLUMNA

Esbeltez Límite ==> $KL/r < 4\sqrt{E/F_y}$ 13.2a., AISC 341-05

$$4\sqrt{E/F_y} = 4 * \sqrt{29000 \text{Klb/pul}^2 / 42 \text{Klb/pul}^2} = 105.107654562449$$

Long.columna= 168.396487313859pul

$r_x = 4.35 \text{pul}$ de propiedades de columna

$r_y = 4.35 \text{pul}$ de propiedades de columna

$r = 4.35 \text{pul}$

$$KL/r = (1 * 168.396487313859 \text{pul}) / (4.35 \text{pul}) = 38.7118361641055$$

$K_x = 1$

$K_y = 1$

$$K_x L/r_x = (1 * 168.396487313859 \text{pul}) / (4.35 \text{pul}) = 38.7118361641055$$

$$K_y L/r_y = (1 * 168.396487313859 \text{pul}) / (4.35 \text{pul}) = 38.7118361641055$$

Esbeltez Límite ==> $KL/r < 4\sqrt{E/F_y}$ SI CUMPLEiii

PASO 3. DISEÑO POR COMPRESIÓN Capítulo E AISC 360-10

Capacidad Axial de la Columna

$$KL/r = (1 * 168.396487313859 \text{pul}) / (4.35 \text{pul}) = 38.7118361641055$$

$$4.71\sqrt{E/F_y} = 4.71 * \sqrt{29000 \text{Klb/pul}^2 / 42 \text{Klb/pul}^2} = 123.764263247283$$

$$F_e = \pi^2 E / (KL/r)^2 = \pi^2 * 29000 \text{Klb/pul}^2 / (38.7118361641055)^2 = 190.989811950367 \text{Klb/pul}^2$$

$$F_{cr}(E3-2, \text{AISC } 360-10) = (0.658^{F_y/F_e}) * F_y = (0.658^{42 \text{Klb/pul}^2 / 190.989811950367 \text{Klb/pul}^2}) * 42 \text{Klb/pul}^2 = 38.3068012779028 \text{Klb/pul}^2$$

$$F_{cr}(E3-3, \text{AISC } 360-10) = 0.877 * F_e = (0.877 * 190.989811950367 \text{Klb/pul}^2) = 167.498065080472 \text{Klb/pul}^2$$

Si $KL/r \leq 4\sqrt{E/F_y}$ usar $F_{cr}(E3-2, \text{AISC } 360-10) = (0.658^{F_y/F_e}) * F_y$

Si $KL/r \geq 4\sqrt{E/F_y}$ usar $F_{cr}(E3-3, \text{AISC } 360-10) = 0.877 * F_e$

$F_{cr} = 38.3068012779028$

$\phi_c = 0.9$ constante para secciones circulares

$A_g = 17.9 \text{pul}^2$ de propiedades de columna

Capacidad Axial de la Columna = $\phi_c P_n = \phi_c F_{cr} A_g = 0.9 * 38.3068012779028 \text{Klb/pul}^2 * 17.9 \text{pul}^2 = 617.122568587014 \text{Klb}$

Compresión Total (Demanda) = 370.447969876011Klb de Cap. Breiza

$$\text{Relación Demanda/Capacidad} = 370.447969876011 \text{Klb} / 617.122568587014 \text{Klb} = 0.60028264842785$$

Conclusión= Sección OK por Compresión

PASO 4. DISEÑO POR TENSIÓN Capítulo D AISC 360-10

Fluencia en el Área Gruesa

U=1 Tabla D3.1 AISC 360-10, Caso 3

$A_n = A_g = 17.9 \text{pul}^2$ de propiedades de columna

$$A_e = U A_n = 1 * 17.9 \text{pul}^2 = 17.9 \text{pul}^2$$

Ruptura en el Área Neta

$$\phi_t = 0.75$$

$$F_u = 58 \text{Klb/pul}^2$$

$$A_e = U A_n = 17.9 \text{pul}^2$$

$$\text{Ruptura en el Área Neta} = \phi_t P_n = \phi_t F_u A_e = 0.75 * 58 \text{Klb/pul}^2 * 17.9 \text{pul}^2 = 778.65 \text{Klb}$$

Fluencia en el Área Gruesa

$$\phi_t = 0.9$$

$$F_y = 42 \text{Klb/pul}^2$$

$$A_g = 17.9 \text{pul}^2$$

$$\text{Fluencia en el Área Gruesa} = \phi_t P_n = \phi_t F_y A_g = 0.9 * 42 \text{Klb/pul}^2 * 17.9 \text{pul}^2 = 676.62 \text{Klb}$$

Capacidad en Tensión= 676.62Klb

Tensión Total (Demanda)= 388.000584089214Klb de Cap. Breiza

$$\text{Relación Demanda/Capacidad} = 388.000584089214 \text{Klb} / 676.62 \text{Klb} = 0.573439425510942$$

Conclusión= Sección OK por Tensión

DISEÑO DE ELEMENTO COLUMNA TRAMO 2 (SCBF)

Sección Propuesta= 12.75 x 0.5 Acero= A500 Gr B (Round) Tabla 2-3 AISC 360-10



$$F_y = 42 \text{Klb/pul}^2$$

$$F_u = 58 \text{Klb/pul}^2$$

Long.columna= 14.0330406094882pie

PASO 1. COMPACIDAD SÍSMICA DE LA COLUMNA

$$D/t < 0.044 (E/F_y) \text{ Tabla I-8-1 AISC 341-05}$$

	MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR		
	ULISES ROJAS, ZONA 3		
	MUNICIPIO: VILLA NUEVA, DEPARTAMENTO: GUATEMALA		
PROYECTO DE: DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE, COLONIA ULISES ROJAS, BÁRCENAS, ZONA 3			
PLANO DE: DISEÑO DE TANQUE ELEVADO DE ACERO			PROGRAMA: EPS USAC 2017
LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO: MUNICIPALIDAD DE VILLA NUEVA	DIBUJO Y CÁLCULO HIDRÁULICO: JOSÉ GABRIEL PÉREZ		ESCALA: INDICADA
DIBUJO Y CÁLCULO TOPOGRÁFICO: JOSÉ GABRIEL PÉREZ	SUPERVISOR: ING. SILVIO JOSÉ RODRÍGUEZ SERRANO		FECHA: MARZO 2019
ASESOR: MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR	FIRMA:		24
			49

D/t= 27.4 de tablas AISC

$$0.044 (E/F_y) = 0.044 * (29000 \text{Klb/pul}^2 / 42 \text{Klb/pul}^2) = 30.3809523809524$$

SI CUMPLEiii Sección Sísmicamente Compacta

PASO 2. LÍMITE DE ESBELTEZ EN LA COLUMNA

Esbeltez Límite ==> $KL/r < 4\sqrt{E/F_y}$ 13.2a., AISC 341-05

$$4\sqrt{E/F_y} = 4 * \sqrt{29000 \text{Klb/pul}^2 / 42 \text{Klb/pul}^2} = 105.107654562449$$

Long.columna= 168.396487313859pul

$r_x = 4.35 \text{pul}$ de propiedades de columna

$r_y = 4.35 \text{pul}$ de propiedades de columna

$r = 4.35 \text{pul}$

$$KL/r = (1 * 168.396487313859 \text{pul}) / (4.35 \text{pul}) = 38.7118361641055$$

$K_x = 1$

$K_y = 1$

$$K_x L/r_x = (1 * 168.396487313859 \text{pul}) / (4.35 \text{pul}) = 38.7118361641055$$

$$K_y L/r_y = (1 * 168.396487313859 \text{pul}) / (4.35 \text{pul}) = 38.7118361641055$$

Esbeltez Límite ==> $KL/r < 4\sqrt{E/F_y}$ SI CUMPLEiii

PASO 3. DISEÑO POR COMPRESIÓN Capítulo E AISC 360-10

Capacidad Axial de la Columna

$$KL/r = (1 * 168.396487313859 \text{pul}) / (4.35 \text{pul}) = 38.7118361641055$$

$$4.71\sqrt{E/F_y} = 4.71 * \sqrt{29000 \text{Klb/pul}^2 / 42 \text{Klb/pul}^2} = 123.764263247283$$

$$F_e = \pi^2 E / (KL/r)^2 = \pi^2 * 29000 \text{Klb/pul}^2 / (38.7118361641055)^2 = 190.989811950367 \text{Klb/pul}^2$$

$$F_{cr}(E3-2, \text{AISC } 360-10) = (0.658^{F_y/F_e}) * F_y = (0.658^{42 \text{Klb/pul}^2 / 190.989811950367 \text{Klb/pul}^2}) * 42 \text{Klb/pul}^2 = 38.3068012779028 \text{Klb/pul}^2$$

$$F_{cr}(E3-3, \text{AISC } 360-10) = 0.877 * F_e = (0.877 * 190.989811950367 \text{Klb/pul}^2) = 167.498065080472 \text{Klb/pul}^2$$

Si $KL/r \leq 4\sqrt{E/F_y}$ usar $F_{cr}(E3-2, \text{AISC } 360-10) = (0.658^{F_y/F_e}) * F_y$

Si $KL/r \geq 4\sqrt{E/F_y}$ usar $F_{cr}(E3-3, \text{AISC } 360-10) = 0.877 * F_e$

$F_{cr} = 38.3068012779028$

$\phi_c = 0.9$ constante para secciones circulares

$A_g = 17.9 \text{pul}^2$ de propiedades de columna

$$\text{Capacidad Axial de la Columna} = \phi_c P_n = \phi_c F_{cr} A_g = 0.9 * 38.3068012779028 \text{Klb/pul}^2 * 17.9 \text{pul}^2 = 617.122568587014 \text{Klb}$$

Compresión Total (Demanda) = 581.338325429952Klb de Cap. Breiza

$$\text{Relación Demanda/Capacidad} = 581.338325429952 \text{Klb} / 617.122568587014 \text{Klb} = 0.942014366385927$$

Conclusión= Sección OK por Compresión

PASO 4. DISEÑO POR TENSIÓN Capítulo D AISC 360-10

Fluencia en el Área Gruesa

$U = 1$ Tabla D3.1 AISC 360-10, Caso 3

$A_n = A_g = 17.9 \text{pul}^2$ de propiedades de columna

$$A_e = U A_n = 1 * 17.9 \text{pul}^2 = 17.9 \text{pul}^2$$

Ruptura en el Área Neta

$$\phi_t = 0.75$$

$$F_u = 58 \text{Klb/pul}^2$$

$$A_e = U A_n = 17.9 \text{pul}^2$$

$$\text{Ruptura en el Área Neta} = \phi_t P_n = \phi_t F_u A_e = 0.75 * 58 \text{Klb/pul}^2 * 17.9 \text{pul}^2 = 778.65 \text{Klb}$$

Fluencia en el Área Gruesa

$$\phi_t = 0.9$$

$$F_y = 42 \text{Klb/pul}^2$$

$$A_g = 17.9 \text{pul}^2$$

$$\text{Fluencia en el Área Gruesa} = \phi_t P_n = \phi_t F_y A_g = 0.9 * 42 \text{Klb/pul}^2 * 17.9 \text{pul}^2 = 676.62 \text{Klb}$$

Capacidad en Tensión= 676.62Klb

Tensión Total (Demanda)= 412.009790663986Klb de Cap. Breiza

$$\text{Relación Demanda/Capacidad} = 412.009790663986 \text{Klb} / 676.62 \text{Klb} = 0.60892345875674$$

Conclusión= Sección OK por Tensión



DISEÑO DE ELEMENTO COLUMNA TRAMO 1 (SCBF)

Sección Propuesta= 12.75 x 0.5 Acero= A500 Gr B (Round) Tabla 2-3 AISC 360-10

$$F_y = 42 \text{Klb/pul}^2$$

$$F_u = 58 \text{Klb/pul}^2$$

Long.columna= 1.79145199270062pie

	MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR		
	ULISES ROJAS, ZONA 3		
	MUNICIPIO: VILLA NUEVA, DEPARTAMENTO: GUATEMALA		
PROYECTO DE: DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE, COLONIA ULISES ROJAS, BÁRCENAS, ZONA 3			
PLANO DE: DISEÑO DE TANQUE ELEVADO DE ACERO			PROGRAMA: EPS USAC 2017
LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO: MUNICIPALIDAD DE VILLA NUEVA	DIBUJO Y CÁLCULO HIDRÁULICO: JOSÉ GABRIEL PÉREZ		ESCALA: INDICADA
DIBUJO Y CÁLCULO TOPOGRÁFICO: JOSÉ GABRIEL PÉREZ	SUPERVISOR: ING. SILVIO JOSÉ RODRÍGUEZ SERRANO		FECHA: MARZO 2019
ASESOR: MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR	FIRMA:		25
			49

PASO 1. COMPACIDAD SÍSMICA DE LA COLUMNA

$D/t < 0.044 (E/F_y)$ Tabla I-8-1 AISC 341-05

$D/t = 27.4$ de tablas AISC

$0.044 (E/F_y) = 0.044 * (29000 \text{Klb/pul}^2 / 42 \text{Klb/pul}^2) = 30.3809523809524$

SI CUMPLE ϵ_{ij} Sección Sísmicamente Compacta

PASO 2. LÍMITE DE ESBELTEZ EN LA COLUMNA

Esbeltez Límite $\Rightarrow KL/r < 4\sqrt{E/F_y}$ 13.2a., AISC 341-05

$4\sqrt{E/F_y} = 4 * \sqrt{29000 \text{Klb/pul}^2 / 42 \text{Klb/pul}^2} = 105.107654562449$

Long.columna = 21.4974239124075 pul

$r_x = 4.35 \text{pul}$ de propiedades de columna

$r_y = 4.35 \text{pul}$ de propiedades de columna

$r = 4.35 \text{pul}$

$KL/r = (1 * 21.4974239124075 \text{pul}) / (4.35 \text{pul}) = 4.94193653158793$

$K_x = 1$

$K_y = 1$

$K_x L/r_x = (1 * 21.4974239124075 \text{pul}) / (4.35 \text{pul}) = 4.94193653158793$

$K_y L/r_y = (1 * 21.4974239124075 \text{pul}) / (4.35 \text{pul}) = 4.94193653158793$

Esbeltez Límite $\Rightarrow KL/r < 4\sqrt{E/F_y}$ SI CUMPLE ϵ_{ij}

PASO 3. DISEÑO POR COMPRESIÓN Capítulo E AISC 360-10

Capacidad Axial de la Columna

$KL/r = (1 * 21.4974239124075 \text{pul}) / (4.35 \text{pul}) = 4.94193653158793$

$4.71\sqrt{E/F_y} = 4.71 * \sqrt{29000 \text{Klb/pul}^2 / 42 \text{Klb/pul}^2} = 123.764263247283$

$F_e = \pi^2 E / (KL/r)^2 = \pi^2 * 29000 \text{Klb/pul}^2 / (4.94193653158793)^2 = 11719.3470721767 \text{Klb/pul}^2$

$F_{cr}(E3-2, \text{AISC } 360-10) = (0.658^{F_y/F_e}) * F_y = (0.658^{(42 \text{Klb/pul}^2 / 11719.3470721767 \text{Klb/pul}^2)}) * 42 \text{Klb/pul}^2 = 41.9370468900339 \text{Klb/pul}^2$

$F_{cr}(E3-3, \text{AISC } 360-10) = 0.877 * F_e = (0.877 * 11719.3470721767 \text{Klb/pul}^2) = 10277.867382299 \text{Klb/pul}^2$

Si $KL/r \leq 4\sqrt{E/F_y}$ usar $F_{cr}(E3-2, \text{AISC } 360-10) = (0.658^{F_y/F_e}) * F_y$

Si $KL/r \geq 4\sqrt{E/F_y}$ usar $F_{cr}(E3-3, \text{AISC } 360-10) = 0.877 * F_e$

$F_{cr} = 41.9370468900339$

$\phi_c = 0.9$ constante para secciones circulares

$A_g = 17.9 \text{pul}^2$ de propiedades de columna

Capacidad Axial de la Columna $= \phi_c P_n = \phi_c F_{cr} A_g = 0.9 * 41.9370468900339 \text{Klb/pul}^2 * 17.9 \text{pul}^2 = 675.605825398446 \text{Klb}$

Compresión Total (Demanda) = 607.796165429952 Klb de Cap. Breiza

Relación Demanda/Capacidad = $607.796165429952 \text{Klb} / 675.605825398446 \text{Klb} = 0.899631327292801$

Conclusión = Sección OK por Compresión

PASO 4. DISEÑO POR TENSIÓN Capítulo D AISC 360-10

Fluencia en el Área Gruesa

$U = 1$ Tabla D3.1 AISC 360-10, Caso 3

$A_n = A_g = 17.9 \text{pul}^2$ de propiedades de columna

$A_e = U A_n = 1 * 17.9 \text{pul}^2 = 17.9 \text{pul}^2$

Ruptura en el Área Neta

$\phi_t = 0.75$

$F_u = 58 \text{Klb/pul}^2$

$A_e = U A_n = 17.9 \text{pul}^2$

Ruptura en el Área Neta $= \phi_t P_n = \phi_t F_u A_e = 0.75 * 58 \text{Klb/pul}^2 * 17.9 \text{pul}^2 = 778.65 \text{Klb}$

Fluencia en el Área Gruesa

$\phi_t = 0.9$

$F_y = 42 \text{Klb/pul}^2$

$A_g = 17.9 \text{pul}^2$

Fluencia en el Área Gruesa $= \phi_t P_n = \phi_t F_y A_g = 0.9 * 42 \text{Klb/pul}^2 * 17.9 \text{pul}^2 = 676.62 \text{Klb}$

Capacidad en Tensión = 676.62 Klb



Tensión Total (Demanda) = 385.551950663986 Klb de Cap. Breiza

Relación Demanda/Capacidad = $385.551950663986 \text{Klb} / 676.62 \text{Klb} = 0.569820505843731$

Conclusión = Sección OK por Tensión

7.3. DISEÑO DE ELEMENTOS HORIZONTALES de Geometría en SAP2000

Elemento Horizontal	LONGITUD (L) (Pie)
h.5	12,207.18713

	MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR	
	ULISES ROJAS, ZONA 3	
	MUNICIPIO: VILLA NUEVA, DEPARTAMENTO: GUATEMALA	
PROYECTO DE: DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE, COLONIA ULISES ROJAS, BÁRCENAS, ZONA 3		
PLANO DE: DISEÑO DE TANQUE ELEVADO DE ACERO		PROGRAMA: EPS USAC 2017
LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO: MUNICIPALIDAD DE VILLA NUEVA	DIBUJO Y CÁLCULO HIDRÁULICO: JOSÉ GABRIEL PÉREZ	ESCALA: INDICADA
DIBUJO Y CÁLCULO TOPOGRÁFICO: JOSÉ GABRIEL PÉREZ	SUPERVISOR: ING. SILVIO JOSÉ RODRÍGUEZ SERRANO	FECHA: MARZO 2019
ASESOR: MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR	FIRMA:	26
		49

h.4	15,15110968
h.3	18,09503224
h.2	21,03895479
h.1	23,98287734

Ry= 1.4 Tabla I-6-1 AISC 341-05

Resultados obtenidos de la Capacidad de las Breizas

CAPACIDAD DE LAS BREIZAS Y COMPONENTES INDUCIDAS POR LAS BREIZAS

Elemento Horizontal	sin θ	cos θ	Compresión Pn (Klb)	Tensión Ry Fy Ag (Klb)	Componente Horizontal Ph=(Ry Fy Ag + Pn) sin θ (Klb)	Componente Vertical Pv=(Ry Fy Ag - Pn) cos θ (Klb)
h.4	0,400708611	0,911094013	131,5273871	275,184	-162,9727551	-130,8846799
h.4	0,543988992	0,834412631	98,45864504	248,136	188,5436716	124,8926756
h.2	0,543988992	0,834412631	98,45864504	248,136	-188,5436716	-124,8926756
h.2	0,651715707	0,75423559	109,3696724	275,184	250,6196686	125,0630671

Resultados obtenidos del Análisis Estructural en SAP2000 y de Capacidad de las Breizas

CORTANTE, CARGA AXIAL, Y MOMENTOS MÁXIMOS EN ELEMENTOS h.4 y h.2

Elemento Horizontal	LONGITUD (L) (Pie)	Cortante Máximo (Klb)	Carga Axial Máxima (klb)	Momento M = Pv L/4 (Klb-pie)	Momento Máximo (Klb-pie)
h.4	15,15110968	0,687	4,393	-495,7620352	22,69637861
h.4	15,15110968	0,687	4,393	473,0656566	22,69637861
h.2	21,03895479	0,377	6,856	-656,9028388	0,896215085

Resultados obtenidos del Análisis Estructural en SAP2000



CORTANTE, CARGA AXIAL, Y MOMENTOS MÁXIMOS EN ELEMENTOS h.5, h.3, Y h.1

Elemento Horizontal	LONGITUD (L) (Pie)	Cortante Máximo (Klb)	Carga Axial Máxima (klb)	Momento Máximo (Klb-pie)
h.5	12,20718713	0,347	37,944	1,2359
h.3	18,09503224	0,432	13,561	1,9714
h.1	23,98287734	0,433	3,51	1,7861

DISEÑO DE ELEMENTO HORIZONTAL TRAMO 5, h.5 (SCBF)

Propiedades de la Horizontal

E= 29000Klb/pul²

	MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR		
	ULISES ROJAS, ZONA 3		
	MUNICIPIO: VILLA NUEVA, DEPARTAMENTO: GUATEMALA		
PROYECTO DE: DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE, COLONIA ULISES ROJAS, BÁRCENAS, ZONA 3			
PLANO DE: DISEÑO DE TANQUE ELEVADO DE ACERO			PROGRAMA: EPS USAC 2017
LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO: MUNICIPALIDAD DE VILLA NUEVA	DIBUJO Y CÁLCULO HIDRÁULICO: JOSÉ GABRIEL PÉREZ		ESCALA: INDICADA
DIBUJO Y CÁLCULO TOPOGRÁFICO: JOSÉ GABRIEL PÉREZ	SUPERVISOR: ING. SILVIO JOSÉ RODRÍGUEZ SERRANO		FECHA: MARZO 2019
ASESOR: MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR	FIRMA:		27
			49

Sección Propuesta= 5 x 0.312 A500 Gr B (Round) Tabla 2-3 AISC 360-10

Fy= 42Klb/pul²

Fu= 58Klb/pul²

Long.horizontal= 12.2071871316459pie

PASO 1. COMPACIDAD SÍSMICA DE HORIZONTAL

D/t < 0.044 (E/Fy) Tabla I-8-1, AISC 341-05

D/t= 17.2 de tablas AISC

0.044 (E/Fy)= 0.044*(29000Klb/pul² / 42Klb/pul²) =30.3809523809524

SI CUMPLE!!! Sección Sísmicamente Compacta

PASO 2. LÍMITE DE ESBELTEZ EN HORIZONTAL

Esbeltez Límite ==> KL/r < 4v(E/Fy) 13.2a., AISC 341-05

4v(E/Fy)=4*(29000Klb/pul² /42Klb/pul²)^(1/2)= 105.107654562449

Long.horizontal= 146.486245579751pul

rx= 1.67pul de propiedades de horizontal

ry= 1.67pul de propiedades de horizontal

r= 1.67pul

KL/r=(1 * 146.486245579751pul) / (1.67pul)= 87.7163147184139

Kx=1

Ky=1

KxL/rx=(1 * 146.486245579751pul) / (1.67pul)= 87.7163147184139

KyL/ry=(1 * 146.486245579751pul) / (1.67pul)= 87.7163147184139

Esbeltez Límite ==> KL/r < 4v(E/Fy) SI CUMPLE!!!

PASO 3. DISEÑO POR FLEJO-COMPRESIÓN Capítulo H AISC 360-10

Capacidad Axial de la Horizontal

KL/r critico=(1 * 146.486245579751pul) / (1.67pul)= 87.7163147184139



4.71v(E/Fy)=4.71*(29000Klb/pul² /42Klb/pul²)^(1/2)= 123.764263247283

Fe= π² E/(KL/r)²= π² * 29000Klb/pul² / (87.7163147184139)²= 37.1994902817249Klb/pul²

Fcr(E3-2, AISC 360-10)=(0.658^(Fy/Fe))*Fy= (0.658^(42Klb/pul² / 37.1994902817249Klb/pul²))*42Klb/pul²= 26.1828940594798Klb/pul²

$F_{cr}(E3-3, AISC 360-10) = 0.877 * F_e = (0.877 * 37.1994902817249 \text{Klb/pul}^2) = 32.6239529770727 \text{Klb/pul}^2$
 Si $KL/r \leq 4.71\sqrt{E/F_y}$ usar $F_{cr}(E3-2, AISC 360-10) = (0.658^{(F_y/F_e)}) * F_y$
 Si $KL/r \geq 4.71\sqrt{E/F_y}$ usar $F_{cr}(E3-3, AISC 360-10) = 0.877 * F_e$
 $F_{cr} = 26.1828940594798 \text{Klb/pul}^2$
 $\phi_c = 0.9$ constante para secciones circulares
 $A_g = 4.3 \text{pul}^2$ de propiedades de columna
 Capacidad Axial de la Horizontal = $P_c = \phi_c P_n = \phi_c F_{cr} A_g = 0.9 * 26.1828940594798 \text{Klb/pul}^2 * 4.3 \text{pul}^2 = 101.327800010187 \text{Klb}$
 Capacidad a Flexión de la Horizontal
 $Z = 6.46 \text{pul}^3$ propiedades sección circular
 $\phi_b = 0.9$ constante para secciones circulares
 $F_y = 42 \text{Klb/pul}^2$
 Capacidad a Flexión de la Horizontal = $M_c = \phi_b M_n = \phi_b F_y Z = 0.9 * 42 \text{Klb/pul}^2 * 6.46 \text{pul}^3 = 20.349 \text{Klb-pie}$
 Cuando $(Pr/PC) \geq 0.2 \rightarrow (Pr/PC) + ((8/9) * (Mr/Mc)) \leq 1$ usar Ecuación H1-1a
 Cuando $(Pr/PC) < 0.2 \rightarrow (Pr/2 * PC) + ((Mr/Mc)) \leq 1$ usar Ecuación H1-1b
 Carga Axial Máxima (Demanda), $Pr = 37.944 \text{Klb}$ de Análisis Est.
 $PC = 101.327800010187 \text{Klb}$
 Momento Máximo (Demanda), $Mr = 1.2359 \text{Klb-pie}$ de Análisis Est.
 $Mc = 20.349 \text{Klb-pie}$
 $Pr/PC = 37.944 \text{Klb} / 101.327800010187 \text{Klb} = 0.374467816297062$ Utilizar Ecuación H1-1a
 Ecuación H1-1a = $(37.944 / 101.327800010187) + ((8/9) * (1.2359 / 20.349)) = 0.428454635196162$
 Conclusión Sección OK por Flexo-compresión $\leq 95\%$
PASO 4. DISEÑO POR CORTE Capítulo G AISC 360-10
 Capacidad a Corte de la Horizontal
 $L_v = 146.486245579751 \text{pul} / 2 = 73.2431227898756 \text{pul}$
 $D = 5 \text{pul}$ de propiedades de horizontal
 $D/t = 17.2 \text{pul}$ de propiedades de horizontal
 $F_{cr}(G6-2a, AISC 360-10) = (1.6 * 29000) / (\sqrt{(73.2431227898756 / 5) * ((17.2)^{(5/4))}}) = 346.105896100763 \text{Klb/pul}^2$
 $F_{cr}(G6-2b, AISC 360-10) = (0.78 * 29000) / ((17.2)^{(3/2))} = 317.102692950428 \text{Klb/pul}^2$

$F_{cr} = \text{el mayor de los } F_{cr} = 346.105896100763 \text{Klb/pul}^2$
 $F_{cr} = 0.60 F_y = 0.60 * 42 \text{Klb/pul}^2 = 25.2 \text{Klb/pul}^2$
 Si $F_{cr} (\text{el mayor de los } F_{cr}) \leq F_{cr} = 0.60 * F_y \rightarrow$ usar $F_{cr} (\text{el mayor de los } F_{cr})$
 Si $F_{cr} = 0.60 * F_y \geq F_{cr} (\text{el mayor de los } F_{cr}) \rightarrow$ usar $F_{cr} = 0.60 * F_y$
 $\phi_v = 0.9$
 $F_{cr} = 25.2 \text{Klb/pul}^2$
 $A_g = 4.3 \text{pul}^2$
 Capacidad a Corte de la Horizontal $\phi_v V_n = \phi_v F_{cr} A_g / 2 = 0.9 * 25.2 \text{Klb/pul}^2 * (4.3 \text{pul}^2 / 2) = 48.762 \text{Klb}$
 Cortante Máximo (Demanda) = 0.347Klb de Análisis Est.
 Relación Demanda/Capacidad = $0.347 \text{Klb} / 48.762 \text{Klb} = 0.00711619703867766$
 Conclusión Sección OK por corte $\leq 95\%$
DISEÑO DE ELEMENTO HORIZONTAL TRAMO 4, h.4 (SCBF)
 Propiedades de la Horizontal
 $E = 29000 \text{Klb/pul}^2$
 Sección Propuesta = $8.625 \times 0.5 \text{ A500 Gr B (Round) Tabla 2-3 AISC 360-10}$
 $F_y = 42 \text{Klb/pul}^2$
 $F_u = 58 \text{Klb/pul}^2$
 Long.horizontal = $15.1511096839186 \text{pie}$
PASO 1. COMPACIDAD SÍSMICA DE HORIZONTAL
 $D/t < 0.044 (E/F_y)$ Tabla I-8-1, AISC 341-05
 $D/t = 18.5$ de tablas AISC
 $0.044 (E/F_y) = 0.044 * (29000 \text{Klb/pul}^2 / 42 \text{Klb/pul}^2) = 30.3809523809524$
 SI CUMPLE!!! Sección Sísmicamente Compacta
PASO 2. LÍMITE DE ESBELTEZ EN HORIZONTAL
 Esbeltez Límite $\Rightarrow KL/r < 4\sqrt{E/F_y}$ 13.2a., AISC 341-05
 $4\sqrt{E/F_y} = 4 * \sqrt{(29000 \text{Klb/pul}^2 / 42 \text{Klb/pul}^2)} = 105.107654562449$
 Long.horizontal = $181.813316207023 \text{pul}$
 $rx = 2.89 \text{pul}$ de propiedades de horizontal

	MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR		
	ULISES ROJAS, ZONA 3		
	MUNICIPIO: VILLA NUEVA, DEPARTAMENTO: GUATEMALA		
PROYECTO DE: DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE, COLONIA ULISES ROJAS, BÁRCENAS, ZONA 3			
PLANO DE: DISEÑO DE TANQUE ELEVADO DE ACERO			PROGRAMA: EPS USAC 2017
LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO: MUNICIPALIDAD DE VILLA NUEVA	DIBUJO Y CÁLCULO HIDRÁULICO: JOSÉ GABRIEL PÉREZ		ESCALA: INDICADA
DIBUJO Y CÁLCULO TOPOGRÁFICO: JOSÉ GABRIEL PÉREZ	SUPERVISOR: ING. SILVIO JOSÉ RODRÍGUEZ SERRANO		FECHA: MARZO 2019
ASESOR: MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR	FIRMA:		28
			49

$r_y = 2.89 \text{ pul}$ de propiedades de horizontal

$r = 2.89 \text{ pul}$

$KL/r = (1 * 181.813316207023 \text{ pul}) / (2.89 \text{ pul}) = 62.9111820785547$

$K_x = 1$

$K_y = 1$

$K_x L/r_x = (1 * 181.813316207023 \text{ pul}) / (2.89 \text{ pul}) = 62.9111820785547$

$K_y L/r_y = (1 * 181.813316207023 \text{ pul}) / (2.89 \text{ pul}) = 62.9111820785547$

Esbeltez Límite ==> $KL/r < 4\sqrt{E/F_y}$ SI CUMPLE ϵ_{ij}

PASO 3. DISEÑO POR FLEXO-COMPRESIÓN Capítulo H AISC 360-10

Capacidad Axial de la Horizontal

$KL/r \text{ critico} = (1 * 181.813316207023 \text{ pul}) / (2.89 \text{ pul}) = 62.9111820785547$

$4.71\sqrt{E/F_y} = 4.71 * \sqrt{29000 \text{ Klb/pul}^2 / 42 \text{ Klb/pul}^2} = 123.764263247283$

$F_e = \pi^2 E / (KL/r)^2 = \pi^2 * 29000 \text{ Klb/pul}^2 / (62.9111820785547)^2 = 72.3172748734584 \text{ Klb/pul}^2$

$F_{cr}(E3-2, \text{AISC } 360-10) = (0.658^{F_y/F_e}) * F_y = (0.658^{42 \text{ Klb/pul}^2 / 72.3172748734584 \text{ Klb/pul}^2}) * 42 \text{ Klb/pul}^2 = 32.9366631294469 \text{ Klb/pul}^2$

$F_{cr}(E3-3, \text{AISC } 360-10) = 0.877 * F_e = (0.877 * 72.3172748734584 \text{ Klb/pul}^2) = 63.422250064023 \text{ Klb/pul}^2$

Si $KL/r \leq 4.71\sqrt{E/F_y}$ usar $F_{cr}(E3-2, \text{AISC } 360-10) = (0.658^{F_y/F_e}) * F_y$

Si $KL/r \geq 4.71\sqrt{E/F_y}$ usar $F_{cr}(E3-3, \text{AISC } 360-10) = 0.877 * F_e$

$F_{cr} = 32.9366631294469 \text{ Klb/pul}^2$

$\phi_c = 0.9$ constante para secciones circulares

$A_g = 11.9 \text{ pul}^2$ de propiedades de columna

Capacidad Axial de la Horizontal = $P_c = \phi_c P_n = \phi_c F_{cr} A_g = 0.9 * 32.9366631294469 \text{ Klb/pul}^2 * 11.9 \text{ pul}^2 = 352.751662116377 \text{ Klb}$

Capacidad a Flexión de la Horizontal

$Z = 31 \text{ pul}^3$ propiedades sección circular

$\phi_b = 0.9$ constante para secciones circulares

$F_y = 42 \text{ Klb/pul}^2$

Capacidad a Flexión de la Horizontal = $M_c = \phi_b M_n = \phi_b F_y Z = 0.9 * 42 \text{ Klb/pul}^2 * 31 \text{ pul}^3 = 97.65 \text{ Klb-pie}$

Cuando $(P_r/P_c) \geq 0.2 \rightarrow (P_r/P_c) + ((8/9) * (M_r/M_c)) \leq 1$ usar Ecuación H1-1a

Cuando $(P_r/P_c) < 0.2 \rightarrow (P_r/2 * P_c) + ((M_r/M_c)) \leq 1$ usar Ecuación H1-1b

Carga Axial Máxima (Demanda), $P_r = 4.393 \text{ Klb}$ de Cap. Breiza

$P_c = 352.751662116377 \text{ Klb}$

Momento Máximo (Demanda), $M_r = 22.6963786137494 \text{ Klb-pie}$ de Cap. Breiza

$M_c = 97.65 \text{ Klb-pie}$

$P_r/P_c = 4.393 \text{ Klb} / 352.751662116377 \text{ Klb} = 0.0124535203424519$ Utilizar Ecuación H1-1b

Ecuación H1-1b = $((4.393) / (2 * 352.751662116377)) + ((22.6963786137494 / 97.65)) = 0.238652552426724$

Conclusión Sección OK por Flexo-compresión $\leq 95\%$

PASO 4. DISEÑO POR CORTE Capítulo G AISC 360-10

Capacidad a Corte de la Horizontal

$L_v = 181.813316207023 \text{ pul} / 2 = 90.9066581035115 \text{ pul}$

$D = 8.625 \text{ pul}$ de propiedades de horizontal

$D/t = 18.5$ pul de propiedades de horizontal

$F_{cr}(G6-2a, \text{AISC } 360-10) = (1.6 * 29000) / (\sqrt{90.9066581035115 / 8.625}) * ((18.5)^{5/4}) = 372.507503814641 \text{ Klb/pul}^2$

$F_{cr}(G6-2b, \text{AISC } 360-10) = (0.78 * 29000) / ((18.5)^{3/2}) = 284.272604149751 \text{ Klb/pul}^2$

$F_{cr} = \text{el mayor de los } F_{cr} = 372.507503814641 \text{ Klb/pul}^2$

$F_{cr} = 0.60 F_y = 0.60 * 42 \text{ Klb/pul}^2 = 25.2 \text{ Klb/pul}^2$

Si $F_{cr}(\text{el mayor de los } F_{cr}) \leq F_{cr} = 0.60 * F_y \rightarrow \text{usar } F_{cr}(\text{el mayor de los } F_{cr})$

Si $F_{cr} = 0.60 * F_y \geq F_{cr}(\text{el mayor de los } F_{cr}) \rightarrow \text{usar } F_{cr} = 0.60 * F_y$

$\phi_v = 0.9$

$F_{cr} = 25.2 \text{ Klb/pul}^2$

$A_g = 11.9 \text{ pul}^2$

Capacidad a Corte de la Horizontal $\phi_v V_n = \phi_v F_{cr} A_g / 2 = 0.9 * 25.2 \text{ Klb/pul}^2 * (11.9 \text{ pul}^2 / 2) = 134.946 \text{ Klb}$



Cortante Máximo (Demanda) = 0.687 Klb de Cap. Breiza

Relación Demanda/Capacidad = $0.687 \text{ Klb} / 134.946 \text{ Klb} = 0.00509092525899249$

Conclusión Sección OK por corte $\leq 95\%$

DISEÑO DE ELEMENTO HORIZONTAL TRAMO 3, h.3 (SCBF)

Propiedades de la Horizontal

	MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR	
	ULISES ROJAS, ZONA 3	
	MUNICIPIO: VILLA NUEVA, DEPARTAMENTO: GUATEMALA	
PROYECTO DE: DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE, COLONIA ULISES ROJAS, BÁRCENAS, ZONA 3		
PLANO DE: DISEÑO DE TANQUE ELEVADO DE ACERO		PROGRAMA: EPS USAC 2017
LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO: MUNICIPALIDAD DE VILLA NUEVA	DIBUJO Y CÁLCULO HIDRÁULICO: JOSÉ GABRIEL PÉREZ	ESCALA: INDICADA
DIBUJO Y CÁLCULO TOPOGRÁFICO: JOSÉ GABRIEL PÉREZ	SUPERVISOR: ING. SILVIO JOSÉ RODRÍGUEZ SERRANO	FECHA: MARZO 2019
ASESOR: MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR	FIRMA:	29
		49

$$E = 29000 \text{Klb/pul}^2$$

Sección Propuesta= 6.625 x 0.25 A500 Gr B (Round) Tabla 2-3 AISC 360-10

$$F_y = 42 \text{Klb/pul}^2$$

$$F_u = 58 \text{Klb/pul}^2$$

$$\text{Long.horizontal} = 18.0950322361912 \text{pie}$$

PASO 1. COMPACIDAD SÍSMICA DE HORIZONTAL

$$D/t < 0.044 (E/F_y) \text{ Tabla I-8-1, AISC 341-05}$$

$$D/t = 28.4 \text{ de tablas AISC}$$

$$0.044 (E/F_y) = 0.044 * (29000 \text{Klb/pul}^2 / 42 \text{Klb/pul}^2) = 30.3809523809524$$

SI CUMPLE!!! Sección Sísmicamente Compacta

PASO 2. LÍMITE DE ESBELTEZ EN HORIZONTAL

$$\text{Esbtez Límite} \Rightarrow KL/r < 4\sqrt{E/F_y} \text{ 13.2a., AISC 341-05}$$

$$4\sqrt{E/F_y} = 4 * \sqrt{29000 \text{Klb/pul}^2 / 42 \text{Klb/pul}^2} = 105.107654562449$$

$$\text{Long.horizontal} = 217.140386834295 \text{pul}$$

$$r_x = 2.26 \text{pul de propiedades de horizontal}$$

$$r_y = 2.26 \text{pul de propiedades de horizontal}$$

$$r = 2.26 \text{pul}$$

$$KL/r = (1 * 217.140386834295 \text{pul}) / (2.26 \text{pul}) = 96.0798171833163$$

$$K_x = 1$$

$$K_y = 1$$

$$K_x L / r_x = (1 * 217.140386834295 \text{pul}) / (2.26 \text{pul}) = 96.0798171833163$$

$$K_y L / r_y = (1 * 217.140386834295 \text{pul}) / (2.26 \text{pul}) = 96.0798171833163$$

$$\text{Esbtez Límite} \Rightarrow KL/r < 4\sqrt{E/F_y} \text{ SI CUMPLE!!!}$$

PASO 3. DISEÑO POR FLEXO-COMPRESIÓN Capítulo H AISC 360-10

Capacidad Axial de la Horizontal

$$KL/r \text{ critico} = (1 * 217.140386834295 \text{pul}) / (2.26 \text{pul}) = 96.0798171833163$$

$$4.71\sqrt{E/F_y} = 4.71 * \sqrt{29000 \text{Klb/pul}^2 / 42 \text{Klb/pul}^2} = 123.764263247283$$

$$F_e = \pi^2 E / (KL/r)^2 = \pi^2 * 29000 \text{Klb/pul}^2 / (96.0798171833163)^2 = 31.0051193333708 \text{Klb/pul}^2$$

$$F_{cr}(E3-2, \text{AISC 360-10}) = (0.658^{F_y/F_e}) * F_y = (0.658^{(42 \text{Klb/pul}^2 / 31.0051193333708 \text{Klb/pul}^2)}) * 42 \text{Klb/pul}^2 = 23.8240371523345 \text{Klb/pul}^2$$

$$F_{cr}(E3-3, \text{AISC 360-10}) = 0.877 * F_e = (0.877 * 31.0051193333708 \text{Klb/pul}^2) = 27.1914896553662 \text{Klb/pul}^2$$

$$\text{Si } KL/r \leq 4.71\sqrt{E/F_y} \text{ usar } F_{cr}(E3-2, \text{AISC 360-10}) = (0.658^{F_y/F_e}) * F_y$$

$$\text{Si } KL/r \geq 4.71\sqrt{E/F_y} \text{ usar } F_{cr}(E3-3, \text{AISC 360-10}) = 0.877 * F_e$$

$$F_{cr} = 23.8240371523345 \text{Klb/pul}^2$$

$\phi_c = 0.9$ constante para secciones circulares

$$A_g = 4.68 \text{pul}^2 \text{ de propiedades de columna}$$

$$\text{Capacidad Axial de la Horizontal} = P_c = \phi_c P_n = \phi_c F_{cr} A_g = 0.9 * 23.8240371523345 \text{Klb/pul}^2 * 4.68 \text{pul}^2 = 100.346844485633 \text{Klb}$$

Capacidad a Flexión de la Horizontal

$$Z = 9.52 \text{pul}^3 \text{ propiedades sección circular}$$

$\phi_b = 0.9$ constante para secciones circulares

$$F_y = 42 \text{Klb/pul}^2$$

$$\text{Capacidad a Flexión de la Horizontal} = M_c = \phi_b M_n = \phi_b F_y Z = 0.9 * 42 \text{Klb/pul}^2 * 9.52 \text{pul}^3 = 29.988 \text{Klb-pie}$$

$$\text{Cuando } (P_r/P_c) \geq 0.2 \rightarrow (P_r/P_c) + ((8/9) * (M_r/M_c)) \leq 1 \text{ usar Ecuación H1-1a}$$

$$\text{Cuando } (P_r/P_c) < 0.2 \rightarrow (P_r/2 * P_c) + ((M_r/M_c)) \leq 1 \text{ usar Ecuación H1-1b}$$

Carga Axial Máxima (Demanda), $P_r = 13.561 \text{Klb}$ de Análisis Est.

$$P_c = 100.346844485633 \text{Klb}$$

Momento Máximo (Demanda), $M_r = 1.9714 \text{Klb-pie}$ de Análisis Est.

$$M_c = 29.988 \text{Klb-pie}$$

$$P_r/P_c = 13.561 \text{Klb} / 100.346844485633 \text{Klb} = 0.135141269957339 \text{ Utilizar Ecuación H1-1b}$$

$$\text{Ecuación H1-1b} = ((13.561) / (2 * 100.346844485633)) + ((1.9714 / 29.988)) = 0.133310264163677$$

Conclusión Sección OK por Flexo-compresión $\leq 95\%$

PASO 4. DISEÑO POR CORTE Capítulo G AISC 360-10



Capacidad a Corte de la Horizontal

$$L_v = 217.140386834295 \text{pul} / 2 = 108.570193417147 \text{pul}$$

$$D = 6.625 \text{pul de propiedades de horizontal}$$

$$D/t = 28.4 \text{pul de propiedades de horizontal}$$

$$F_{cr}(G6-2a, \text{AISC 360-10}) = (1.6 * 29000) / (\sqrt{(108.570193417147 / 6.625) * ((28.4)^{(5/4))}}) = 174.826672249671 \text{Klb/pul}^2$$

	MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR	
	ULISES ROJAS, ZONA 3	
	MUNICIPIO: VILLA NUEVA, DEPARTAMENTO: GUATEMALA	
PROYECTO DE: DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE, COLONIA ULISES ROJAS, BÁRCENAS, ZONA 3		
PLANO DE: DISEÑO DE TANQUE ELEVADO DE ACERO		PROGRAMA: EPS USAC 2017
LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO: MUNICIPALIDAD DE VILLA NUEVA	DIBUJO Y CÁLCULO HIDRÁULICO: JOSÉ GABRIEL PÉREZ	ESCALA: INDICADA
DIBUJO Y CÁLCULO TOPOGRÁFICO: JOSÉ GABRIEL PÉREZ	SUPERVISOR: ING. SILVIO JOSÉ RODRÍGUEZ SERRANO	FECHA: MARZO 2019
ASESOR: MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR	FIRMA:	30
		49

$$F_{cr}(G6-2b, AISC 360-10) = (0.78 * 29000) / ((28.4)^{3/2}) = 149.456597345272 \text{ Klb/pul}^2$$

$$F_{cr} = \text{el mayor de los } F_{cr} = 174.826672249671 \text{ Klb/pul}^2$$

$$F_{cr} = 0.60 F_y = 0.60 * 42 \text{ Klb/pul}^2 = 25.2 \text{ Klb/pul}^2$$

Si F_{cr} (el mayor de los F_{cr}) $\leq F_{cr} = 0.60 * F_y$ → usar F_{cr} (el mayor de los F_{cr})

Si $F_{cr} = 0.60 * F_y \geq F_{cr}$ (el mayor de los F_{cr}) → usar $F_{cr} = 0.60 * F_y$

$$\phi_v = 0.9$$

$$F_{cr} = 25.2 \text{ Klb/pul}^2$$

$$A_g = 4.68 \text{ pul}^2$$

$$\text{Capacidad a Corte de la Horizontal } \phi_v V_n = \phi_v F_{cr} A_g / 2 = 0.9 * 25.2 \text{ Klb/pul}^2 * (4.68 \text{ pul}^2 / 2) = 53.0712 \text{ Klb}$$

Cortante Máximo (Demanda) = 0.432 Klb de Análisis Est.

$$\text{Relación Demanda/Capacidad} = 0.432 \text{ Klb} / 53.0712 \text{ Klb} = 0.00814000814000814$$

Conclusión Sección OK por corte $\leq 95\%$

DISEÑO DE ELEMENTO HORIZONTAL TRAMO 2, h.2 (SCBF)

Propiedades de la Horizontal

$$E = 29000 \text{ Klb/pul}^2$$

Sección Propuesta = 9.625 x 0.5 A500 Gr B (Round) Tabla 2-3 AISC 360-10

$$F_y = 42 \text{ Klb/pul}^2$$

$$F_u = 58 \text{ Klb/pul}^2$$

$$\text{Long. horizontal} = 21.0389547884639 \text{ pie}$$

PASO 1. COMPACTAD SÍSMICA DE HORIZONTAL

$$D/t < 0.044 (E/F_y) \text{ Tabla I-8-1, AISC 341-05}$$

$$D/t = 20.7 \text{ de tablas AISC}$$

$$0.044 (E/F_y) = 0.044 * (29000 \text{ Klb/pul}^2 / 42 \text{ Klb/pul}^2) = 30.3809523809524$$

SI CUMPLE ϕ Sección Sísmicamente Compacta

PASO 2. LÍMITE DE ESBELTEZ EN HORIZONTAL

$$\text{Esbeltez Límite} \Rightarrow KL/r < 4\sqrt{E/F_y} \text{ 13.2a., AISC 341-05}$$

$$4\sqrt{E/F_y} = 4 * \sqrt{29000 \text{ Klb/pul}^2 / 42 \text{ Klb/pul}^2} = 105.107654562449$$

$$\text{Long. horizontal} = 252.467457461567 \text{ pul}$$

$$r_x = 3.24 \text{ pul de propiedades de horizontal}$$

$$r_y = 3.24 \text{ pul de propiedades de horizontal}$$

$$r = 3.24 \text{ pul}$$

$$KL/r = (1 * 252.467457461567 \text{ pul}) / (3.24 \text{ pul}) = 77.9220547720885$$

$$K_x = 1$$

$$K_y = 1$$

$$K_x L/r_x = (1 * 252.467457461567 \text{ pul}) / (3.24 \text{ pul}) = 77.9220547720885$$

$$K_y L/r_y = (1 * 252.467457461567 \text{ pul}) / (3.24 \text{ pul}) = 77.9220547720885$$

Esbeltez Límite $\Rightarrow KL/r < 4\sqrt{E/F_y}$ SI CUMPLE ϕ

PASO 3. DISEÑO POR FLEXO-COMPRESIÓN Capítulo H AISC 360-10

Capacidad Axial de la Horizontal

$$KL/r \text{ critico} = (1 * 252.467457461567 \text{ pul}) / (3.24 \text{ pul}) = 77.9220547720885$$

$$4.71\sqrt{E/F_y} = 4.71 * \sqrt{29000 \text{ Klb/pul}^2 / 42 \text{ Klb/pul}^2} = 123.764263247283$$

$$F_e = \pi^2 E / (KL/r)^2 = \pi^2 * 29000 \text{ Klb/pul}^2 / (77.9220547720885)^2 = 47.1386294069628 \text{ Klb/pul}^2$$

$$F_{cr}(E3-2, AISC 360-10) = (0.658^{F_y/F_e}) * F_y = (0.658^{42 \text{ Klb/pul}^2 / 47.1386294069628 \text{ Klb/pul}^2}) * 42 \text{ Klb/pul}^2 = 28.9261452198796 \text{ Klb/pul}^2$$

$$F_{cr}(E3-3, AISC 360-10) = 0.877 * F_e = (0.877 * 47.1386294069628 \text{ Klb/pul}^2) = 41.3405779899064 \text{ Klb/pul}^2$$

Si $KL/r \leq 4.71\sqrt{E/F_y}$ usar $F_{cr}(E3-2, AISC 360-10) = (0.658^{F_y/F_e}) * F_y$

Si $KL/r \geq 4.71\sqrt{E/F_y}$ usar $F_{cr}(E3-3, AISC 360-10) = 0.877 * F_e$

$$F_{cr} = 28.9261452198796 \text{ Klb/pul}^2$$

$$\phi_c = 0.9 \text{ constante para secciones circulares}$$

$$A_g = 13.4 \text{ pul}^2 \text{ de propiedades de columna}$$

$$\text{Capacidad Axial de la Horizontal} = P_c = \phi_c P_n = \phi_c F_{cr} A_g = 0.9 * 28.9261452198796 \text{ Klb/pul}^2 * 13.4 \text{ pul}^2 = 348.849311351748 \text{ Klb}$$

Capacidad a Flexión de la Horizontal



$$Z = 39 \text{ pul}^3 \text{ propiedades sección circular}$$

$$\phi_b = 0.9 \text{ constante para secciones circulares}$$

$$F_y = 42 \text{ Klb/pul}^2$$

$$\text{Capacidad a Flexión de la Horizontal} = M_c = \phi_b M_n = \phi_b F_y Z = 0.9 * 42 \text{ Klb/pul}^2 * 39 \text{ pul}^3 = 122.85 \text{ Klb-pie}$$

Cuando $(P_r/P_c) \geq 0.2 \rightarrow (P_r/P_c) + ((8/9) * (M_r/M_c)) \leq 1$ usar Ecuación H1-1a

	MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR	
	ULISES ROJAS, ZONA 3	
	MUNICIPIO: VILLA NUEVA, DEPARTAMENTO: GUATEMALA	
PROYECTO DE: DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE, COLONIA ULISES ROJAS, BÁRCENAS, ZONA 3		
PLANO DE: DISEÑO DE TANQUE ELEVADO DE ACERO		PROGRAMA: EPS USAC 2017
LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO: MUNICIPALIDAD DE VILLA NUEVA	DIBUJO Y CÁLCULO HIDRÁULICO: JOSÉ GABRIEL PÉREZ	ESCALA: INDICADA
DIBUJO Y CÁLCULO TOPOGRÁFICO: JOSÉ GABRIEL PÉREZ	SUPERVISOR: ING. SILVIO JOSÉ RODRÍGUEZ SERRANO	FECHA: MARZO 2019
ASESOR: MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR	FIRMA:	31
		49

Cuando $(Pr/PC) < 0.2 \rightarrow (Pr/2*Pc) + ((Mr/Mc) \leq 1)$ usar Ecuación H1-1b

Carga Axial Máxima (Demanda), $Pr = 6.856 \text{Klb}$ de Cap. Breiza

$Pc = 348.849311351748 \text{Klb}$

Momento Máximo (Demanda), $Mr = 0.896215085356971 \text{Klb-pie}$ de Cap. Breiza

$Mc = 122.85 \text{Klb-pie}$

$Pr/Pc = 6.856 \text{Klb} / 348.849311351748 \text{Klb} = 0.0196531848477323$ Utilizar Ecuación H1-1b

Ecuación H1-1b = $((6.856) / (2 * 348.849311351748)) + ((0.896215085356971 / 122.85)) = 0.01712179051387$

Conclusión Sección OK por Flexo-compresión $\leq 95\%$

PASO 4. DISEÑO POR CORTE Capítulo G AISC 360-10

Capacidad a Corte de la Horizontal

$Lv = 252.467457461567 \text{pul} / 2 = 126.233728730783 \text{pul}$

$D = 9.625 \text{pul}$ de propiedades de horizontal

$D/t = 20.7 \text{pul}$ de propiedades de horizontal

$Fcr(G6-2a, AISC 360-10) = (1.6 * 29000) / (\sqrt{(126.233728730783 / 9.625) * ((20.7)^{5/4})}) = 290.180157747684 \text{Klb/pul}^2$

$Fcr(G6-2b, AISC 360-10) = (0.78 * 29000) / ((20.7)^{3/2}) = 240.180133787644 \text{Klb/pul}^2$

$Fcr =$ el mayor de los $Fcr = 290.180157747684 \text{Klb/pul}^2$

$Fcr = 0.60 Fy = 0.60 * 42 \text{Klb/pul}^2 = 25.2 \text{Klb/pul}^2$

Si Fcr (el mayor de los Fcr) $\leq Fcr = 0.60 * Fy \rightarrow$ usar Fcr (el mayor de los Fcr)

Si $Fcr = 0.60 * Fy \geq Fcr$ (el mayor de los Fcr) \rightarrow usar $Fcr = 0.60 * Fy$

$\phi_v = 0.9$

$Fcr = 25.2 \text{Klb/pul}^2$

$Ag = 13.4 \text{pul}^2$

Capacidad a Corte de la Horizontal $\phi_v V_n = \phi_v Fcr Ag / 2 = 0.9 * 25.2 \text{Klb/pul}^2 * (13.4 \text{pul}^2 / 2) = 151.956 \text{Klb}$

Cortante Máximo (Demanda) = 0.377Klb de Cap. Breiza

Relación Demanda/Capacidad = $0.377 \text{Klb} / 151.956 \text{Klb} = 0.00248098133670273$

Conclusión Sección OK por corte $\leq 95\%$

DISEÑO DE ELEMENTO HORIZONTAL TRAMO 1, h.1 (SCBF)

Propiedades de la Horizontal

$E = 29000 \text{Klb/pul}^2$

Sección Propuesta = $8.625 \times 0.375 \text{ A500 Gr B (Round) Tabla 2-3 AISC 360-10}$

$Fy = 42 \text{Klb/pul}^2$

$Fu = 58 \text{Klb/pul}^2$

Long.horizontal = $23.9828773407365 \text{pie}$

PASO 1. COMPACIDAD SÍSMICA DE HORIZONTAL

$D/t < 0.044 (E/Fy)$ Tabla I-8-1, AISC 341-05

$D/t = 24.7$ de tablas AISC

$0.044 (E/Fy) = 0.044 * (29000 \text{Klb/pul}^2 / 42 \text{Klb/pul}^2) = 30.3809523809524$

SI CUMPLE!!! Sección Sísmicamente Compacta

PASO 2. LÍMITE DE ESBELTEZ EN HORIZONTAL

Esbeltez Límite $\Rightarrow KL/r < 4\sqrt{E/Fy}$ 13.2a., AISC 341-05

$4\sqrt{E/Fy} = 4 * \sqrt{(29000 \text{Klb/pul}^2 / 42 \text{Klb/pul}^2)} = 105.107654562449$

Long.horizontal = $287.794528088839 \text{pul}$

$rx = 2.93 \text{pul}$ de propiedades de horizontal

$ry = 2.93 \text{pul}$ de propiedades de horizontal

$r = 2.93 \text{pul}$

$KL/r = (1 * 287.794528088839 \text{pul}) / (2.93 \text{pul}) = 98.2233884262248$

$Kx = 1$

$Ky = 1$

$KxL/rx = (1 * 287.794528088839 \text{pul}) / (2.93 \text{pul}) = 98.2233884262248$

$KyL/ry = (1 * 287.794528088839 \text{pul}) / (2.93 \text{pul}) = 98.2233884262248$

Esbeltez Límite $\Rightarrow KL/r < 4\sqrt{E/Fy}$ SI CUMPLE!!!



PASO 3. DISEÑO POR FLEXO-COMPRESIÓN Capítulo H AISC 360-10

Capacidad Axial de la Horizontal

KL/r critico = $(1 * 287.794528088839 \text{pul}) / (2.93 \text{pul}) = 98.2233884262248$

$4.71\sqrt{E/Fy} = 4.71 * \sqrt{(29000 \text{Klb/pul}^2 / 42 \text{Klb/pul}^2)} = 123.764263247283$

$Fe = \pi^2 E / (KL/r)^2 = \pi^2 * 29000 \text{Klb/pul}^2 / (98.2233884262248)^2 = 29.6666097929372 \text{Klb/pul}^2$

	MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR		
	ULISES ROJAS, ZONA 3		
	MUNICIPIO: VILLA NUEVA, DEPARTAMENTO: GUATEMALA		
PROYECTO DE: DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE, COLONIA ULISES ROJAS, BÁRCENAS, ZONA 3			
PLANO DE: DISEÑO DE TANQUE ELEVADO DE ACERO			PROGRAMA: EPS USAC 2017
LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO: MUNICIPALIDAD DE VILLA NUEVA	DIBUJO Y CÁLCULO HIDRÁULICO: JOSÉ GABRIEL PÉREZ		ESCALA: INDICADA
DIBUJO Y CÁLCULO TOPOGRÁFICO: JOSÉ GABRIEL PÉREZ	SUPERVISOR: ING. SILVIO JOSÉ RODRÍGUEZ SERRANO		FECHA: MARZO 2019
ASESOR: MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR	FIRMA:		32
			49

$$Fcr(E3-2, AISC 360-10) = (0.658^{(Fy/Fe)}) * Fy = (0.658^{(42Klb/pul^2 / 29.6666097929372Klb/pul^2)}) * 42Klb/pul^2 = 23.2223240030922Klb/pul^2$$

$$Fcr(E3-3, AISC 360-10) = 0.877 * Fe = (0.877 * 29.6666097929372Klb/pul^2) = 26.0176167884059Klb/pul^2$$

$$\text{Si } KL/r \leq 4.71\sqrt{E/Fy} \text{ usar } Fcr(E3-2, AISC 360-10) = (0.658^{(Fy/Fe)}) * Fy$$

$$\text{Si } KL/r \geq 4.71\sqrt{E/Fy} \text{ usar } Fcr(E3-3, AISC 360-10) = 0.877 * Fe$$

$$Fcr = 23.2223240030922Klb/pul^2$$

$\phi_c = 0.9$ constante para secciones circulares

$$Ag = 9.07pul^2 \text{ de propiedades de columna}$$

$$\text{Capacidad Axial de la Horizontal} = P_c = \phi_c P_n = \phi_c Fcr Ag = 0.9 * 23.2223240030922Klb/pul^2 * 9.07pul^2 = 189.563830837242Klb$$

Capacidad a Flexión de la Horizontal

$$Z = 23.9pul^3 \text{ propiedades sección circular}$$

$\phi_b = 0.9$ constante para secciones circulares

$$Fy = 42Klb/pul^2$$

$$\text{Capacidad a Flexión de la Horizontal} = M_c = \phi_b M_n = \phi_b Fy Z = 0.9 * 42Klb/pul^2 * 23.9pul^3 = 75.285Klb-pie$$

Cuando $(Pr/PC) \geq 0.2 \rightarrow (Pr/PC) + ((8/9) * (Mr/Mc)) \leq 1$ usar Ecuación H1-1a

Cuando $(Pr/PC) < 0.2 \rightarrow (Pr/2 * PC) + (Mr/Mc) \leq 1$ usar Ecuación H1-1b

Carga Axial Máxima (Demanda), $Pr = 3.51Klb$ de Análisis Est.

$$P_c = 189.563830837242Klb$$

Momento Máximo (Demanda), $Mr = 1.7861Klb-pie$ de Análisis Est.

$$M_c = 75.285Klb-pie$$

$$Pr/P_c = 3.51Klb / 189.563830837242Klb = 0.018516190480523 \text{ Utilizar Ecuación H1-1b}$$

$$\text{Ecuación H1-1b} = ((3.51) / (2 * 189.563830837242)) + ((1.7861 / 75.285)) = 0.03298260875557$$

Conclusión Sección OK por Flexo-compresión $\leq 95\%$

PASO 4. DISEÑO POR CORTE Capítulo G AISC 360-10

Capacidad a Corte de la Horizontal

$$L_v = 287.794528088839pul / 2 = 143.897264044419pul$$

$$D = 8.625pul \text{ de propiedades de horizontal}$$

$$D/t = 24.7pul \text{ de propiedades de horizontal}$$

$$Fcr(G6-2a, AISC 360-10) = (1.6 * 29000) / (\sqrt{(143.897264044419 / 8.625) * ((24.7)^{(5/4))}}) = 206.300401180574Klb/pul^2$$

$$Fcr(G6-2b, AISC 360-10) = (0.78 * 29000) / ((24.7)^{(3/2)}) = 184.266832586688Klb/pul^2$$

$$Fcr = \text{el mayor de los } Fcr = 206.300401180574Klb/pul^2$$

$$Fcr = 0.60 Fy = 0.60 * 42Klb/pul^2 = 25.2Klb/pul^2$$

Si Fcr (el mayor de los Fcr) $\leq Fcr = 0.60 * Fy \rightarrow$ usar Fcr (el mayor de los Fcr)

Si $Fcr = 0.60 * Fy \geq Fcr$ (el mayor de los Fcr) \rightarrow usar $Fcr = 0.60 * Fy$

$$\phi_v = 0.9$$

$$Fcr = 25.2Klb/pul^2$$

$$Ag = 9.07pul^2$$

$$\text{Capacidad a Corte de la Horizontal } \phi_v V_n = \phi_v Fcr Ag / 2 = 0.9 * 25.2Klb/pul^2 * (9.07pul^2 / 2) = 102.8538Klb$$

Cortante Máximo (Demanda) = 0.433Klb de Análisis Est.

$$\text{Relación Demanda/Capacidad} = 0.433Klb / 102.8538Klb = 0.00420985904264111$$

Conclusión Sección OK por corte $\leq 95\%$



RESUMEN DE ELEMENTOS DISEÑADOS POR CAPACIDAD

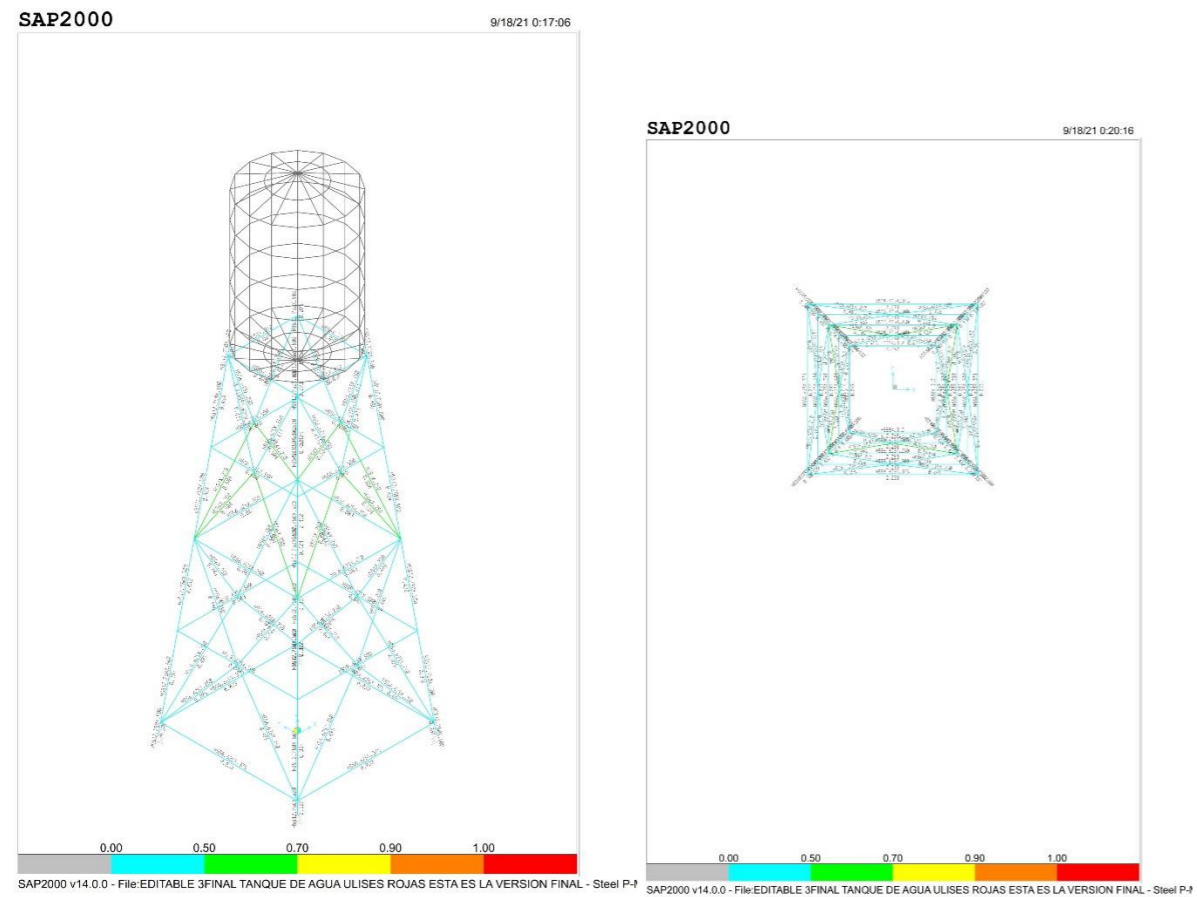
Tramo	Breiza(b)	Columna(c)	Horizontal(h)
6		12.75 x 0.5	
5	6.625 x 0.25	12.75 x 0.5	5 x 0.312
4	6 x 0.25	12.75 x 0.5	8.625 x 0.5
3	6 x 0.25	12.75 x 0.5	6.625 x 0.25
2	6.625 x 0.25	12.75 x 0.5	9.625 x 0.5
1		12.75 x 0.5	8.625 x 0.375

\rightarrow se verifica que los elementos del modelo sean los diseñados por capacidad.

Revisar relación DEMANDA/CAPACIDAD:

Se deberá revisar que la relación Demanda/Capacidad de los elementos diseñados sea menor del 95%.

	MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR	
	ULISES ROJAS, ZONA 3	
	MUNICIPIO: VILLA NUEVA, DEPARTAMENTO: GUATEMALA	
PROYECTO DE: DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE, COLONIA ULISES ROJAS, BÁRCENAS, ZONA 3		
PLANO DE: DISEÑO DE TANQUE ELEVADO DE ACERO		PROGRAMA: EPS USAC 2017
LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO: MUNICIPALIDAD DE VILLA NUEVA	DIBUJO Y CÁLCULO HIDRÁULICO: JOSÉ GABRIEL PÉREZ	ESCALA: INDICADA
DIBUJO Y CÁLCULO TOPOGRÁFICO: JOSÉ GABRIEL PÉREZ	SUPERVISOR: ING. SILVIO JOSÉ RODRÍGUEZ SERRANO	FECHA: MARZO 2019
ASESOR: MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR	FIRMA:	33
		49



Tramo	Diámetro Breiza (DHSS) (Pul)	Ancho de Whitmore A= 2(Lconexión Seno 30)+DHSS (Pul)
5	6,625	27,625
4	6	27
3	6	27
2	6,625	27,625

FUERZAS DE TENSION Y COMPRESION MAXIMAS APLICADAS

Ry= 1.4 Tabla I-6-1 AISC 341-05

Fy= 42 Klb/pul²

Tramo	Tensión Máxima Tmax= Ry Fy Ag (Klb)	Compresión Máxima Pmax= 1.1 Ry Pn (Klb)
5	275,184	202,5521761
4	248,136	151,6263134
3	248,136	151,6263134
2	275,184	168,4292955

DISEÑO DE CONEXIÓN CON PLACA TRAMOS 5 (SCBF)

Propiedades de la Breiza

Tramo= 5

Sección Propuesta= 6.625 x 0.25

Acero=A500 Gr B (Round) Tabla 2-3 AISC 360-10

Fy= 42Klb/pul²

Fu= 58Klb/pul²

Propiedades de la Placa de Conexión


Acero= A36Tabla 2-4 AISC 360-10

Fy= 36Klb/pul²

Fu= 58Klb/pul²

→ todos los elementos de la torre CUMPLEN con la relación Demanda/Capacidad ≤ a 0.95



7.5. DISEÑO DE CONEXIONES CON PLACA

MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR		 PROGRAMA: EPS USAC 2017	
ULISES ROJAS, ZONA 3		ESCALA: INDICADA	
MUNICIPIO: VILLA NUEVA, DEPARTAMENTO: GUATEMALA		FECHA: MARZO 2019	
PROYECTO DE: DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE, COLONIA ULISES ROJAS, BÁRCENAS, ZONA 3			
PLANO DE: DISEÑO DE TANQUE ELEVADO DE ACERO			
LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO: MUNICIPALIDAD DE VILLA NUEVA	DIBUJO Y CÁLCULO HIDRÁULICO: JOSÉ GABRIEL PÉREZ		
DIBUJO Y CÁLCULO TOPOGRÁFICO: JOSÉ GABRIEL PÉREZ	SUPERVISOR: ING. SILVIO JOSÉ RODRÍGUEZ SERRANO		
ASESOR: MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR	FIRMA:	34	49

tusar= 8/16
 t placa= 0.5pul
 L conexión= 21pul
PASO 1. DISEÑO DE CONEXIÓN EN TENSIÓN
PASO 1.1. DISEÑO DE LA PLACA DE CONEXIÓN Capítulo J, J4., AISC 360-10
 Fluencia en Tensión en la Placa
 Awhitmore= 27.625pul
 tusar= 8/16= tusar= 0.5pul de propiedades de placa
 Ag= Awhitmore tusar=27.625pul * 0.5pul= 13.8125pul²
 Tensión Máxima (Demanda)= 275.184Klb Cap. Breiza
 φ= 0.9
 Fy= 36Klb/pul²
 Agmin= Tmax/φFy = 275.184Klb / (0.9 * 36Klb/pul²) =8.493333333333333pul²
 Agmin= Awhitmore t ==> tmin= Agmin/Awhitmore= 8.49333333333333 / 27.625= 0.307450980392157pul

Fluencia en Tensión en la Placa
 φ= 0.9
 Fy= 36Klb/pul²
 Ag= Awhitmore tusar= 13.8125pul²
 Fluencia en Tensión en la Placa φ Rn= φ Fy Ag = 0.9 * 36Klb/pul²*13.8125pul²= 447.525Klb
 Ruptura en Tensión en la Placa
 φ= 0.75
 Fu= 58Klb/pul²
 Ae=Ag= 13.8125pul²
 Capacidad en Tensión= 447.525Klb
 Tensión Máxima (Demanda)= 275.184Klb Cap. Breiza
 Relación Demanda/Capacidad= 275.184Klb / 447.525Klb= 0.614901960784314
 Conclusión Placa OK en Tensión ≤ 95%

Fluencia en Corte en la Placa
 φ= 1
 Fy= 36Klb/pul²
 Agv = Lconexión tusar= L conexión=21 * 0.5pul= 10.5pul²
 φ Rn= φ 0,6 Fy Agv= 1 * 0.6 * 36Klb/pul² * 10.5pul²= 226.8Klb
 φ Rntotal= 2 φRn= 2 * 226.8Klb= 453.6Klb
 Ruptura en Corte en la Placa
 φ= 0.75
 Fu= 58Klb/pul²
 Agv = Lconexión tusar= L conexión=21 * 0.5pul= 10.5pul²
 φ Rn= φ 0,6 Fu Anv= 0.75 * 0.6 * 58Klb/pul² * 10.5pul²= 274.05Klb
 φ Rntotal= 2 φRn= 2 * 274.05Klb= 548.1Klb
 Capacidad en Corte= 453.6Klb
 Tensión Máxima (Demanda)= 275.184Klb Cap. Breiza
 Relación Demanda/Capacidad= 275.184Klb / 453.6Klb= 0.606666666666667
 Conclusión Placa OK en Corte ≤ 95%
 Soldadura entre Breiza y Placa de Conexión usar Soldadura de Filete, Electrodo E70
 Lsoldadura= 4 Lconexión= 4 * 21pul= 84pul
 Tensión Máxima (Demanda)= 275.184Klb Cap. Breiza
 Dmin= Tmax/(1.392 Lsoldadura)= (275.184Klb) / (1.392 * 84pul) =2.35344827586207/16 pul
 D a usar= D usar= 6/16 pul
 φRn= 1.392 DLsoldadura= 84pul * 6pul * 1.392= 701.568Klb
 φRn= 1.392 DLsoldadura= 701.568Klb
 Tensión Máxima (Demanda)= 275.184Klb Cap. Breiza
 Relación Demanda/Capacidad= 275.184Klb / 701.568Klb= 0.392241379310345
 Conclusión Soldadura OK!!! ≤ 95%
PASO 1.2. DISEÑO DE CONEXIÓN EN LA BREIZA
 Fractura en la Sección Neta Debe dominar fluencia en Ag y no ruptura en Ae

	MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR		
	ULISES ROJAS, ZONA 3		
	MUNICIPIO: VILLA NUEVA, DEPARTAMENTO: GUATEMALA		
PROYECTO DE: DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE, COLONIA ULISES ROJAS, BÁRCENAS, ZONA 3			
PLANO DE: DISEÑO DE TANQUE ELEVADO DE ACERO			PROGRAMA: EPS USAC 2017
LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO: MUNICIPALIDAD DE VILLA NUEVA	DIBUJO Y CÁLCULO HIDRÁULICO: JOSÉ GABRIEL PÉREZ		ESCALA: INDICADA
DIBUJO Y CÁLCULO TOPOGRÁFICO: JOSÉ GABRIEL PÉREZ	SUPERVISOR: ING. SILVIO JOSÉ RODRÍGUEZ SERRANO		FECHA: MARZO 2019
ASESOR: MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR	FIRMA:		35
			49

Ry= 1.4 Tabla I-6-1, AISC 341- 05

Fybreiza= 42Klb/pul²

φ= 0.75

Rt= 1.3 Tabla I-6-1, AISC 341- 05

Fubreiza= 58Klb/pul²

$(Ry Fy)/(\phi Rt Fu) = (1.4 * 42Klb/pul^2) / (0.75 * 1.3 * 58Klb/pul^2) = 1.03978779840849$

$Ae/Ag = 13.8125pul^2 / 13.8125pul^2 = 1$

$\phi Rt Fu Ae \geq Ry Fy Ag \implies Ae/Ag \geq (Ry Fy)/(\phi Rt Fu) = 1 \geq 1.03978779840849$

Conclusión Reforzar Sección de Breiza!!! ≥ 1

Área de Refuerzo

Agbreiza= 4.68pul²

tHSS= 0.233pul

tusar= 8/16= tusar= 0.5pul de propiedades de placa

A slot= 2 tusar tHSS= 2 * 0.5pul * 0.233pul= 0.233pul²

Aactual= Agbreiza - A slot= 4.68pul² - 0.233pul²= 4.447pul²

Aemin \geq Agbreiza \implies Aemin= 4.447pul² \geq 4.68pul² \rightarrow 4.447pul²

Aemin \leq Agbreiza \implies Aemin= 4.447pul² \leq 4.68pul² $\rightarrow = ((4.68pul^2/4.447pul^2)*4.68pul^2) = 4.9252080053969pul^2$

Aemin a utilizar= 4.9252080053969pul²

Aumentar Ae en= 4.9252080053969pul² - 4.447pul²= 0.478208005396896pul²

Dimensiones de Refuerzo

Usar sección con mismo Diámetro de Breiza= 6.625 x 0.25 COINCIDE CON EL DIAMETRO DE LA BREIZA

DHSS= 6.625 pul

trefuerzo= 0.233 in

Arearefuerzo= 0.7718125 pul²

2 * Arearefuerzo= 0.7718125pul² * 2 =1.543625 pul²

Ae= 4.447pul² + 1.543625pul²= 5.990625 pul²

Ae > Aemin a utilizar \rightarrow 5.990625pul² > 4.9252080053969pul² Refuerzo OK!!!

Conclusión = Refuerzo OK!!!

Fuerza de Tensión en Placa de Refuerzo

DHSS= 6.625 pul

L conexión= 21pul

Lsoldadura= Lconexión + 2 DHSS= 21pul + (2 * 6.625pul)= 34.25pul

Arearefuerzo= 0.7718125 pul²

Ae= 4.447pul² + 1.543625pul²= 5.990625 pul²

Ftensión= Arearefuerzo/Ae Tmax= 0.7718125pul² / 5.990625pul²= 0.128836724047992Tmax

Tensión Máxima (Demanda)= 275.184Klb Cap. Breiza

Ftensión= 0.128836724047992 * 275.184Klb Cap. Breiza= 35.4538050704225 Klb

Fluencia en corte en la placa

φ= 1

Fy= 36Klb/pul²

Lsoldadura= Lconexión + 2 DHSS= 21pul + (2 * 6.625pul)= 34.25pul

trefuerzo= 0.233 in

Agv = Lsoldadura tplaca refuerzo= 34.25pul * 0.233in = 7.98025 pul²

φ Rn= φ 0.6 Fy Agv= 1 * 0.6 * 36Klb/pul² * 7.98025pul²= 172.3734Klb

Ruptura en corte en la placa

φ= 0.75

Fu= 58Klb/pul²

Lsoldadura= Lconexión + 2 DHSS= 21pul + (2 * 6.625pul)= 34.25pul

trefuerzo= 0.233 in

Anv=Agv = Lsoldadura tplaca refuerzo= 34.25pul * 0.233in = 7.98025 pul²

φ Rn= φ 0.6 Fu Anv= 0.75 * 0.6 * 58Klb/pul² * 7.98025pul²= 208.284525Klb



Capacidad en Corte, φ Rnmáximo= 172.3734Klb

Ftensión(Demanda)= 35.4538050704225Klb

Relación Demanda/Capacidad= 35.4538050704225Klb / 172.3734172.3734= 0.205680256178868

Conclusión Placa OK en Corte \leq 95%

Soldadura entre HSS y Placa de Refuerzo

	MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR		
	ULISES ROJAS, ZONA 3		
	MUNICIPIO: VILLA NUEVA, DEPARTAMENTO: GUATEMALA		
PROYECTO DE: DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE, COLONIA ULISES ROJAS, BÁRCENAS, ZONA 3			
PLANO DE: DISEÑO DE TANQUE ELEVADO DE ACERO			PROGRAMA: EPS USAC 2017
LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO: MUNICIPALIDAD DE VILLA NUEVA	DIBUJO Y CÁLCULO HIDRÁULICO: JOSÉ GABRIEL PÉREZ		ESCALA: INDICADA
DIBUJO Y CÁLCULO TOPOGRÁFICO: JOSÉ GABRIEL PÉREZ	SUPERVISOR: ING. SILVIO JOSÉ RODRÍGUEZ SERRANO		FECHA: MARZO 2019
ASESOR: MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR	FIRMA:		36
			49

Lsoldadura= 34.25pul
 $D_{min} = \phi R_{n\text{máximo}} / (1.392 \text{ Lsoldadura}) = (172.3734\text{Klb}) / (1.392 * 34.25\text{pul}) = 3.61551724137931/16$
 D a usar= D usar= 6/16
 $\phi R_n = 1.392 \text{ DLsoldadura} = 34.25\text{pul} * 6 * 1.392 = 286.056\text{Klb}$
 $F_{tension}(\text{Demanda}) = 35.4538050704225\text{Klb}$
 $\phi R_n = 1.392 \text{ DLsoldadura} = 286.056\text{Klb}$
 $F_{tension}(\text{Demanda}) = 35.4538050704225\text{Klb}$
 $\text{Relación Demanda/Capacidad} = 35.4538050704225\text{Klb} / 286.056\text{Klb} = 0.123940085404335$
 Conclusión Soldadura OK!!! $\leq 95\%$
 Resumen
 tplaca= 8/16pul
 Lconexión= 21pul
 Dsoldadura = 6/16pul
 Soldadura de Filete, Electrodo = E70
PASO 2. DISEÑO DE CONEXIÓN EN COMPRESIÓN Capítulo J, J4., AISC 360-10
 Esbeltez de la Placa
 Cuando $KL/r \leq 25 \implies P_n = F_y A_g$
 Cuando $KL/r > 25 \implies$ Aplica Capítulo E
 $b = A_{whitmore} = 27.625\text{pul}$
 $h = t_{usar} = 0.5\text{pul}$
 $A = bh = 27.625\text{pul} * 0.5\text{pul} = 13.8125\text{pul}^2$
 $I = 1/12 b h^3 = (1/12) * 27.625\text{pul} * (0.5\text{pul})^3 = 0.287760416666667\text{pul}^4$
 $r = \sqrt{I/A} = \sqrt{(0.287760416666667\text{pul}^4) / (13.8125\text{pul}^2)} = 0.144337567297406\text{pul}$
 $L = 2 t_{usar} = 2 * 0.5\text{pul} = 1\text{pul}$
 $K = 0.65$
 $KL/r = (0.65 * 1\text{pul}) / (0.144337567297406\text{pul}) = 4.50333209967908 \leq 25$
 Cuando $KL/r \leq 25 \implies \phi P_n = \phi F_y A_g$
 $\phi = 0.9$

$F_y = 36\text{Klb/pul}^2$
 $A = bh = 27.625\text{pul} * 0.5\text{pul} = 13.8125\text{pul}^2 = A_g = 13.8125\text{pul}^2$
 $\phi P_n = \phi F_y A_g = 0.9 * 36\text{Klb/pul}^2 * 13.8125\text{pul}^2 = 447.525\text{Klb}$
 Compresión Máxima (Demanda), $P_{max} = 202.552176125091\text{Klb Cap. Breiza}$
 $\text{Relación Demanda/Capacidad} = 202.552176125091\text{Klb} / 447.525\text{Klb} = 0.45260527596244$
 Conclusión Conexión OK en Compresión!!! $\leq 95\%$

DISEÑO DE CONEXIÓN CON PLACA TRAMO 4 (SCBF)

Propiedades de la Breiza

Tramo= 4

Sección Propuesta= 6 x 0.25

Acero=A500 Gr B (Round) Tabla 2-3 AISC 360-10

$F_y = 42\text{Klb/pul}^2$

$F_u = 58\text{Klb/pul}^2$

Propiedades de la Placa de Conexión

Acero= A36 Tabla 2-4 AISC 360-10

$F_y = 36\text{Klb/pul}^2$

$F_u = 58\text{Klb/pul}^2$

tusar= 7/16

t placa= 0.4375pul

L conexión= 21pul

PASO 1. DISEÑO DE CONEXIÓN EN TENSION

PASO 1.1. DISEÑO DE LA PLACA DE CONEXIÓN Capítulo J, J4., AISC 360-10



Fluencia en Tensión en la Placa

$A_{whitmore} = 27\text{pul}$

tusar= 7/16= tusar= 0.4375pul de propiedades de placa



$A_g = A_{whitmore} \text{ tusar} = 27\text{pul} * 0.4375\text{pul} = 11.8125\text{pul}^2$

Tensión Máxima (Demanda)= 248.136Klb Cap. Breiza

	MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR		
	ULISES ROJAS, ZONA 3		
	MUNICIPIO: VILLA NUEVA, DEPARTAMENTO: GUATEMALA		
PROYECTO DE: DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE, COLONIA ULISES ROJAS, BÁRCENAS, ZONA 3			
PLANO DE: DISEÑO DE TANQUE ELEVADO DE ACERO			PROGRAMA: EPS USAC 2017
LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO: MUNICIPALIDAD DE VILLA NUEVA	DIBUJO Y CÁLCULO HIDRÁULICO: JOSÉ GABRIEL PÉREZ		ESCALA: INDICADA
DIBUJO Y CÁLCULO TOPOGRÁFICO: JOSÉ GABRIEL PÉREZ	SUPERVISOR: ING. SILVIO JOSÉ RODRÍGUEZ SERRANO		FECHA: MARZO 2019
ASESOR: MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR	FIRMA:		37
			49

$\phi = 0.9$
 $F_y = 36 \text{Klb/pul}^2$
 $Ag_{min} = T_{max} / \phi F_y = 248.136 \text{Klb} / (0.9 * 36 \text{Klb/pul}^2) = 7.65851851851852 \text{pul}^2$
 $Ag_{min} = A_{whitmore} t \implies t_{min} = Ag_{min} / A_{whitmore} = 7.65851851851852 / 27 = 0.283648834019204 \text{pul}$
 Fluencia en Tensión en la Placa
 $\phi = 0.9$
 $F_y = 36 \text{Klb/pul}^2$
 $Ag = A_{whitmore} t_{usar} = 11.8125 \text{pul}^2$
 Fluencia en Tensión en la Placa $\phi R_n = \phi F_y Ag = 0.9 * 36 \text{Klb/pul}^2 * 11.8125 \text{pul}^2 = 382.725 \text{Klb}$
 Ruptura en Tensión en la Placa
 $\phi = 0.75$
 $F_u = 58 \text{Klb/pul}^2$
 $A_e = Ag = 11.8125 \text{pul}^2$
 Capacidad en Tensión = 382.725Klb
 Tensión Máxima (Demanda) = 248.136Klb Cap. Breiza
 Relación Demanda/Capacidad = 248.136Klb / 382.725Klb = 0.648340192043896
 Conclusión Placa OK en Tensión $\leq 95\%$
 Fluencia en Corte en la Placa
 $\phi = 1$
 $F_y = 36 \text{Klb/pul}^2$
 $Ag_v = L_{conexión} t_{usar} = L_{conexión} = 21 * 0.4375 \text{pul} = 9.1875 \text{pul}^2$
 $\phi R_n = \phi 0.6 F_y Ag_v = 1 * 0.6 * 36 \text{Klb/pul}^2 * 9.1875 \text{pul}^2 = 198.45 \text{Klb}$
 $\phi R_{ntotal} = 2 \phi R_n = 2 * 198.45 \text{Klb} = 396.9 \text{Klb}$
 Ruptura en Corte en la Placa
 $\phi = 0.75$
 $F_u = 58 \text{Klb/pul}^2$
 $Ag_v = L_{conexión} t_{usar} = L_{conexión} = 21 * 0.4375 \text{pul} = 9.1875 \text{pul}^2$
 $\phi R_n = \phi 0.6 F_u A_{nv} = 0.75 * 0.6 * 58 \text{Klb/pul}^2 * 9.1875 \text{pul}^2 = 239.79375 \text{Klb}$

$\phi R_{ntotal} = 2 \phi R_n = 2 * 239.79375 \text{Klb} = 479.5875 \text{Klb}$
 Capacidad en Corte = 396.9Klb
 Tensión Máxima (Demanda) = 248.136Klb Cap. Breiza
 Relación Demanda/Capacidad = 248.136Klb / 396.9Klb = 0.625185185185185
 Conclusión Placa OK en Corte $\leq 95\%$
 Soldadura entre Breiza y Placa de Conexión usar Soldadura de Filete, Electrodo E70
 $L_{soldadura} = 4 L_{conexión} = 4 * 21 \text{pul} = 84 \text{pul}$
 Tensión Máxima (Demanda) = 248.136Klb Cap. Breiza
 $D_{min} = T_{max} / (1.392 L_{soldadura}) = (248.136 \text{Klb}) / (1.392 * 84 \text{pul}) = 2.12212643678161 / 16 \text{pul}$
 D a usar = D usar = 6/16 pul
 $\phi R_n = 1.392 D L_{soldadura} = 84 \text{pul} * 6 \text{pul} * 1.392 = 701.568 \text{Klb}$
 $\phi R_n = 1.392 D L_{soldadura} = 701.568 \text{Klb}$
 Tensión Máxima (Demanda) = 248.136Klb Cap. Breiza
 Relación Demanda/Capacidad = 248.136Klb / 701.568Klb = 0.353687739463601
 Conclusión Soldadura OK!!! $\leq 95\%$
PASO 1.2. DISEÑO DE CONEXIÓN EN LA BREIZA
 Fractura en la Sección Neta Debe dominar fluencia en Ag y no ruptura en Ae
 $R_y = 1.4$ Tabla I-6-1, AISC 341-05
 $F_y \text{breiza} = 42 \text{Klb/pul}^2$
 $\phi = 0.75$
 $R_t = 1.3$ Tabla I-6-1, AISC 341-05
 $F_u \text{breiza} = 58 \text{Klb/pul}^2$
 $(R_y F_y) / (\phi R_t F_u) = (1.4 * 42 \text{Klb/pul}^2) / (0.75 * 1.3 * 58 \text{Klb/pul}^2) = 1.03978779840849$
 $A_e / Ag = 11.8125 \text{pul}^2 / 11.8125 \text{pul}^2 = 1$
 $\phi R_t F_u A_e \geq R_y F_y Ag \implies A_e / Ag \geq (R_y F_y) / (\phi R_t F_u) = 1 \geq 1.03978779840849$
 Conclusión Reforzar Sección de Breiza!!! ≥ 1
 Área de Refuerzo
 $Ag_{breiza} = 4.22 \text{pul}^2$

	MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR	
	ULISES ROJAS, ZONA 3	
	MUNICIPIO: VILLA NUEVA, DEPARTAMENTO: GUATEMALA	
PROYECTO DE: DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE, COLONIA ULISES ROJAS, BÁRCENAS, ZONA 3		
PLANO DE: DISEÑO DE TANQUE ELEVADO DE ACERO		PROGRAMA: EPS USAC 2017
LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO: MUNICIPALIDAD DE VILLA NUEVA	DIBUJO Y CÁLCULO HIDRÁULICO: JOSÉ GABRIEL PÉREZ	ESCALA: INDICADA
DIBUJO Y CÁLCULO TOPOGRÁFICO: JOSÉ GABRIEL PÉREZ	SUPERVISOR: ING. SILVIO JOSÉ RODRÍGUEZ SERRANO	FECHA: MARZO 2019
ASESOR: MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR	FIRMA:	38
		49

tHSS= 0.233pul

tusar= 7/16= tusar= 0.4375pul de propiedades de placa

A slot= 2 tusar tHSS= 2 * 0.4375pul * 0.233pul= 0.203875pul²

Aactual= Agbreiza - A slot= 4.22pul² - 0.203875pul²= 4.016125pul²

Aemin ≥ Agbreiza ==> Aemin= 4.016125pul² ≥ 4.22pul² → 4.016125pul²

Aemin ≤ Agbreiza ==> Aemin= 4.016125pul² ≤ 4.22pul² → = ((4.22pul²/4.016125pul²)*4.22pul²)= 4.43422453235395pul²

Aemin a utilizar= 4.43422453235395pul²

Aumentar Ae en= 4.43422453235395pul² - 4.016125pul²= 0.418099532353948pul²

Dimensiones de Refuerzo

Usar sección con mismo Diámetro de Breiza= 6 x 0.25 COINCIDE CON EL DIAMETRO DE LA BREIZA

DHSS= 6 pul

trefuerzo= 0.233 in

Arearefuerzo= 0.699 pul²

2 * Arearefuerzo= 0.699pul² * 2 =1.398 pul²

Ae= 4.016125pul² + 1.398pul²= 5.414125 pul²

Ae > Aemin a utilizar → 5.414125pul² > 4.43422453235395pul² Refuerzo OK!!!

Conclusión = Refuerzo OK!!!

Fuerza de Tensión en Placa de Refuerzo

DHSS= 6 pul

L conexión= 21pul

Lsoldadura= Lconexión + 2 DHSS= 21pul + (2 * 6pul)= 33pul

Arearefuerzo= 0.699 pul²

Ae= 4.016125pul² + 1.398pul²= 5.414125 pul²

Ftensión= Arearefuerzo/Ae Tmax= 0.699pul² / 5.414125pul²= 0.129106734698589Tmax

Tensión Máxima (Demanda)= 248.136Klb Cap. Breiza

Ftensión= 0.129106734698589 * 248.136Klb Cap. Breiza= 32.0360287211692 Klb

Fluencia en corte en la placa

φ= 1

Fy= 36Klb/pul²

Lsoldadura= Lconexión + 2 DHSS= 21pul + (2 * 6pul)= 33pul

trefuerzo= 0.233 in

Agv = Lsoldadura tplaca refuerzo= 33pul * 0.233in = 7.689 pul²

φ Rn= φ 0.6 Fy Agv= 1 * 0.6 * 36Klb/pul² * 7.689pul²= 166.0824Klb

Ruptura en corte en la placa

φ= 0.75

Fu= 58Klb/pul²

Lsoldadura= Lconexión + 2 DHSS= 21pul + (2 * 6pul)= 33pul

trefuerzo= 0.233 in

Anv=Agv = Lsoldadura tplaca refuerzo= 33pul * 0.233in = 7.689 pul²

φ Rn= φ 0.6 Fu Anv= 0.75 * 0.6 * 58Klb/pul² * 7.689pul²= 200.6829Klb

Capacidad en Corte, φ Rnmáximo= 166.0824Klb

Ftensión(Demanda)= 32.0360287211692Klb

Relación Demanda/Capacidad= 32.0360287211692Klb / 166.0824166.0824= 0.192892375839759

Conclusión Placa OK en Corte ≤ 95%

Soldadura entre HSS y Placa de Refuerzo

Lsoldadura= 33pul

Dmin= φ Rnmáximo/(1.392 Lsoldadura)= (166.0824Klb) / (1.392*33pul)= 3.61551724137931/16

D a usar= Dutar= 6/16

φRn= 1.392 DLsoldadura= 33pul * 6 * 1.392= 275.616Klb

Ftensión(Demanda)= 32.0360287211692Klb



φRn= 1.392 DLsoldadura= 275.616Klb

Ftensión(Demanda)= 32.0360287211692Klb

Relación Demanda/Capacidad= 32.0360287211692Klb / 275.616Klb= 0.116234285096544



Conclusión Soldadura OK!!! ≤ 95%

Resumen

	MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR		
	ULISES ROJAS, ZONA 3		
	MUNICIPIO: VILLA NUEVA, DEPARTAMENTO: GUATEMALA		
PROYECTO DE: DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE, COLONIA ULISES ROJAS, BÁRCENAS, ZONA 3			
PLANO DE: DISEÑO DE TANQUE ELEVADO DE ACERO			PROGRAMA: EPS USAC 2017
LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO: MUNICIPALIDAD DE VILLA NUEVA	DIBUJO Y CÁLCULO HIDRÁULICO: JOSÉ GABRIEL PÉREZ		ESCALA: INDICADA
DIBUJO Y CÁLCULO TOPOGRÁFICO: JOSÉ GABRIEL PÉREZ	SUPERVISOR: ING. SILVIO JOSÉ RODRÍGUEZ SERRANO		FECHA: MARZO 2019
ASESOR: MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR	FIRMA:		39
			49



tplaca= 7/16pul
 Lconexión= 21pul
 Dsoldadura = 6/16pul
 Soldadura de Filete, Electrodo = E70
PASO 2. DISEÑO DE CONEXIÓN EN COMPRESIÓN Capítulo J, J4., AISC 360-10
 Esbeltez de la Placa
 Cuando $KL/r \leq 25 \implies Pn = Fy Ag$
 Cuando $KL/r > 25 \implies$ Aplica Capítulo E
 $b = Awhitmore = 27pul$
 $h = tuser = 0.4375pul$
 $A = bh = 27pul * 0.4375pul = 11.8125pul^2$
 $I = 1/12 b h^3 = (1/12) * 27pul * (0.4375pul)^3 = 0.18841552734375pul^4$
 $r = \sqrt{I/A} = \sqrt{(0.18841552734375pul^4)/(11.8125pul^2)} = 0.126295371385231pul$
 $L = 2 tuser = 2 * 0.4375pul = 0.875pul$
 $K = 0.65$
 $KL/r = (0.65 * 0.875pul)/(0.126295371385231pul) = 4.5033209967908 \leq 25$
 Cuando $KL/r \leq 25 \implies \phi Pn = \phi Fy Ag$
 $\phi = 0.9$
 $Fy = 36Klb/pul^2$
 $A = bh = 27pul * 0.4375pul = 11.8125pul^2 = Ag = 11.8125pul^2$
 $\phi Pn = \phi Fy Ag = 0.9 * 36Klb/pul^2 * 11.8125pul^2 = 382.725Klb$
 Compresión Máxima (Demanda), $Pmax = 151.626313366298Klb$ Cap. Breiza
 Relación Demanda/Capacidad= $151.626313366298Klb / 382.725Klb = 0.396175617914426$
 Conclusión Conexión OK en Compresión!!! $\leq 95\%$
DISEÑO DE CONEXIÓN CON PLACA TRAMO 3 (SCBF)
 Propiedades de la Breiza
 Tramo= 3
 Sección Propuesta= 6 x 0.25

Acero=A500 Gr B (Round) Tabla 2-3 AISC 360-10
 $Fy = 42Klb/pul^2$
 $Fu = 58Klb/pul^2$
 Propiedades de la Placa de Conexión
 Acero= A36 Tabla 2-4 AISC 360-10
 $Fy = 36Klb/pul^2$
 $Fu = 58Klb/pul^2$
 $tuser = 7/16$
 $tplaca = 0.4375pul$
 L conexión= 21pul
PASO 1. DISEÑO DE CONEXIÓN EN TENSION
PASO 1.1. DISEÑO DE LA PLACA DE CONEXIÓN Capítulo J, J4., AISC 360-10
 Fluencia en Tensión en la Placa
 $Awhitmore = 27pul$
 $tuser = 7/16 = tuser = 0.4375pul$ de propiedades de placa
 $Ag = Awhitmore tuser = 27pul * 0.4375pul = 11.8125pul^2$
 Tensión Máxima (Demanda)= 248.136Klb Cap. Breiza
 $\phi = 0.9$
 $Fy = 36Klb/pul^2$
 $Agmin = Tmax/\phi Fy = 248.136Klb / (0.9 * 36Klb/pul^2) = 7.65851851851852pul^2$
 $Agmin = Awhitmore t = \implies tmin = Agmin/Awhitmore = 7.65851851851852 / 27 = 0.283648834019204pul$
 Fluencia en Tensión en la Placa
 $\phi = 0.9$
 $Fy = 36Klb/pul^2$
 $Ag = Awhitmore tuser = 11.8125pul^2$
 Fluencia en Tensión en la Placa $\phi Rn = \phi Fy Ag = 0.9 * 36Klb/pul^2 * 11.8125pul^2 = 382.725Klb$
 Ruptura en Tensión en la Placa
 $\phi = 0.75$

	MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR		
	ULISES ROJAS, ZONA 3		
	MUNICIPIO: VILLA NUEVA, DEPARTAMENTO: GUATEMALA		
PROYECTO DE: DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE, COLONIA ULISES ROJAS, BÁRCENAS, ZONA 3			
PLANO DE: DISEÑO DE TANQUE ELEVADO DE ACERO			PROGRAMA: EPS USAC 2017
LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO: MUNICIPALIDAD DE VILLA NUEVA	DIBUJO Y CÁLCULO HIDRÁULICO: JOSÉ GABRIEL PÉREZ		ESCALA: INDICADA
DIBUJO Y CÁLCULO TOPOGRÁFICO: JOSÉ GABRIEL PÉREZ	SUPERVISOR: ING. SILVIO JOSÉ RODRÍGUEZ SERRANO		FECHA: MARZO 2019
ASESOR: MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR	FIRMA:		40
			49



$F_u = 58 \text{Klb/pul}^2$
 $A_e = A_g = 11.8125 \text{pul}^2$
 Capacidad en Tensión= 382.725Klb
 Tensión Máxima (Demanda)= 248.136Klb Cap. Breiza
 Relación Demanda/Capacidad= 248.136Klb / 382.725Klb= 0.648340192043896
 Conclusión Placa OK en Tensión $\leq 95\%$
 Fluencia en Corte en la Placa
 $\phi = 1$
 $F_y = 36 \text{Klb/pul}^2$
 $A_{gv} = L_{\text{conexión}} \text{tuser} = L_{\text{conexión}} = 21 * 0.4375 \text{pul} = 9.1875 \text{pul}^2$
 $\phi R_n = \phi 0,6 F_y A_{gv} = 1 * 0.6 * 36 \text{Klb/pul}^2 * 9.1875 \text{pul}^2 = 198.45 \text{Klb}$
 $\phi R_{\text{ntotal}} = 2 \phi R_n = 2 * 198.45 \text{Klb} = 396.9 \text{Klb}$
 Ruptura en Corte en la Placa
 $\phi = 0.75$
 $F_u = 58 \text{Klb/pul}^2$
 $A_{gv} = L_{\text{conexión}} \text{tuser} = L_{\text{conexión}} = 21 * 0.4375 \text{pul} = 9.1875 \text{pul}^2$
 $\phi R_n = \phi 0,6 F_u A_{gv} = 0.75 * 0.6 * 58 \text{Klb/pul}^2 * 9.1875 \text{pul}^2 = 239.79375 \text{Klb}$
 $\phi R_{\text{ntotal}} = 2 \phi R_n = 2 * 239.79375 \text{Klb} = 479.5875 \text{Klb}$
 Capacidad en Corte= 396.9Klb
 Tensión Máxima (Demanda)= 248.136Klb Cap. Breiza
 Relación Demanda/Capacidad= 248.136Klb / 396.9Klb= 0.625185185185185
 Conclusión Placa OK en Corte $\leq 95\%$
 Soldadura entre Breiza y Placa de Conexión usar Soldadura de Filete, Electrodo E70
 $L_{\text{soldadura}} = 4 L_{\text{conexión}} = 4 * 21 \text{pul} = 84 \text{pul}$
 Tensión Máxima (Demanda)= 248.136Klb Cap. Breiza
 $D_{\text{min}} = T_{\text{max}} / (1.392 L_{\text{soldadura}}) = (248.136 \text{Klb}) / (1.392 * 84 \text{pul}) = 2.12212643678161 / 16 \text{ pul}$
 $D_{\text{a usar}} = D_{\text{usar}} = 6 / 16 \text{ pul}$
 $\phi R_n = 1.392 D L_{\text{soldadura}} = 84 \text{pul} * 6 \text{pul} * 1.392 = 701.568 \text{Klb}$

$\phi R_n = 1.392 D L_{\text{soldadura}} = 701.568 \text{Klb}$
 Tensión Máxima (Demanda)= 248.136Klb Cap. Breiza
 Relación Demanda/Capacidad= 248.136Klb / 701.568Klb= 0.353687739463601
 Conclusión Soldadura OK!!! $\leq 95\%$
 PASO 1.2. DISEÑO DE CONEXIÓN EN LA BREIZA
 Fractura en la Sección Neta Debe dominar fluencia en Ag y no ruptura en Ae
 $R_y = 1.4$ Tabla I-6-1, AISC 341- 05
 $F_{y\text{breiza}} = 42 \text{Klb/pul}^2$
 $\phi = 0.75$
 $R_t = 1.3$ Tabla I-6-1, AISC 341- 05
 $F_{u\text{breiza}} = 58 \text{Klb/pul}^2$
 $(R_y F_y) / (\phi R_t F_u) = (1.4 * 42 \text{Klb/pul}^2) / (0.75 * 1.3 * 58 \text{Klb/pul}^2) = 1.03978779840849$
 $A_e / A_g = 11.8125 \text{pul}^2 / 11.8125 \text{pul}^2 = 1$
 $\phi R_t F_u A_e \geq R_y F_y A_g \implies A_e / A_g \geq (R_y F_y) / (\phi R_t F_u) = 1 \geq 1.03978779840849$
 Conclusión Reforzar Sección de Breiza!!! ≥ 1
 Área de Refuerzo
 $A_{g\text{breiza}} = 4.22 \text{pul}^2$
 $t_{\text{HSS}} = 0.233 \text{pul}$
 $t_{\text{usar}} = 7/16 = t_{\text{usar}} = 0.4375 \text{pul}$ de propiedades de placa
 $A_{\text{slot}} = 2 t_{\text{usar}} t_{\text{HSS}} = 2 * 0.4375 \text{pul} * 0.233 \text{pul} = 0.203875 \text{pul}^2$
 $A_{\text{actual}} = A_{g\text{breiza}} - A_{\text{slot}} = 4.22 \text{pul}^2 - 0.203875 \text{pul}^2 = 4.016125 \text{pul}^2$
 $A_{\text{min}} \geq A_{g\text{breiza}} \implies A_{\text{min}} = 4.016125 \text{pul}^2 \geq 4.22 \text{pul}^2 \rightarrow 4.016125 \text{pul}^2$
 $A_{\text{min}} \leq A_{g\text{breiza}} \implies A_{\text{min}} = 4.016125 \text{pul}^2 \leq 4.22 \text{pul}^2 \rightarrow ((4.22 \text{pul}^2 / 4.016125 \text{pul}^2) * 4.22 \text{pul}^2) = 4.43422453235395 \text{pul}^2$
 $A_{\text{min a utilizar}} = 4.43422453235395 \text{pul}^2$
 $A_{\text{umentar Ae en}} = 4.43422453235395 \text{pul}^2 - 4.016125 \text{pul}^2 = 0.418099532353948 \text{pul}^2$
 Dimensiones de Refuerzo
 Usar sección con mismo Diámetro de Breiza= 6 x 0.25 COINCIDE CON EL DIAMETRO DE LA BREIZA
 $D_{\text{HSS}} = 6 \text{ pul}$

	MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR		
	ULISES ROJAS, ZONA 3		
	MUNICIPIO: VILLA NUEVA, DEPARTAMENTO: GUATEMALA		
PROYECTO DE: DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE, COLONIA ULISES ROJAS, BÁRCENAS, ZONA 3			
PLANO DE: DISEÑO DE TANQUE ELEVADO DE ACERO			PROGRAMA: EPS USAC 2017
LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO: MUNICIPALIDAD DE VILLA NUEVA	DIBUJO Y CÁLCULO HIDRÁULICO: JOSÉ GABRIEL PÉREZ		ESCALA: INDICADA
DIBUJO Y CÁLCULO TOPOGRÁFICO: JOSÉ GABRIEL PÉREZ	SUPERVISOR: ING. SILVIO JOSÉ RODRÍGUEZ SERRANO		FECHA: MARZO 2019
ASESOR: MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR	FIRMA:		41
			49

trefuerzo= 0.233 in
 Arearefuerzo= 0.699 pul²
 2 * Arearefuerzo= 0.699pul² * 2 =1.398 pul²
 Ae= 4.016125pul² + 1.398pul²= 5.414125 pul²
 Ae > Aemin a utilizar → 5.414125pul² > 4.43422453235395pul² Refuerzo OK!!!
 Conclusión = Refuerzo OK!!!
 Fuerza de Tensión en Placa de Refuerzo
 DHSS= 6 pul
 L conexión= 21pul
 Lsoldadura= Lconexión + 2 DHSS= 21pul + (2 * 6pul)= 33pul
 Arearefuerzo= 0.699 pul²
 Ae= 4.016125pul² + 1.398pul²= 5.414125 pul²
 Ftensión= Arearefuerzo/Ae Tmax= 0.699pul² / 5.414125pul²= 0.129106734698589Tmax
 Tensión Máxima (Demanda)= 248.136Klb Cap. Breiza
 Ftensión= 0.129106734698589 * 248.136Klb Cap. Breiza= 32.0360287211692 Klb
 Fluencia en corte en la placa
 φ= 1
 Fy= 36Klb/pul²
 Lsoldadura= Lconexión + 2 DHSS= 21pul + (2 * 6pul)= 33pul
 trefuerzo= 0.233 in
 Agv = Lsoldadura tplaca refuerzo= 33pul * 0.233in = 7.689 pul²
 φ Rn= φ 0.6 Fy Agv= 1 * 0.6 * 36Klb/pul² * 7.689pul²= 166.0824Klb
 Ruptura en corte en la placa
 φ= 0.75
 Fu= 58Klb/pul²
 Lsoldadura= Lconexión + 2 DHSS= 21pul + (2 * 6pul)= 33pul
 trefuerzo= 0.233 in
 Anv=Agv = Lsoldadura tplaca refuerzo= 33pul * 0.233in = 7.689 pul²

φ Rn= φ 0.6 Fu Anv= 0.75 * 0.6 * 58Klb/pul² * 7.689pul²= 200.6829Klb
 Capacidad en Corte, φ Rnmáximo= 166.0824Klb
 Ftensión(Demanda)= 32.0360287211692Klb
 Relación Demanda/Capacidad= 32.0360287211692Klb / 166.0824166.0824= 0.192892375839759
 Conclusión Placa OK en Corte ≤ 95%
 Soldadura entre HSS y Placa de Refuerzo
 Lsoldadura= 33pul
 Dmin= φ Rnmáximo/(1.392 Lsoldadura)= (166.0824Klb) / (1.392*33pul)= 3.61551724137931/16
 D a usar= D usar= 6/16
 φRn= 1.392 DLsoldadura= 33pul * 6 * 1.392= 275.616Klb
 Ftensión(Demanda)= 32.0360287211692Klb
 φRn= 1.392 DLsoldadura= 275.616Klb
 Ftensión(Demanda)= 32.0360287211692Klb
 Relación Demanda/Capacidad= 32.0360287211692Klb / 275.616Klb= 0.116234285096544
 Conclusión Soldadura OK!!! ≤ 95%
 Resumen
 tplaca= 7/16pul
 Lconexión= 21pul
 Dsoldadura = 6/16pul
 Soldadura de Filete, Electrodo = E70
 PASO 2. DISEÑO DE CONEXIÓN EN COMPRESIÓN Capítulo J, J4., AISC 360-10
 Esbeltez de la Placa
 Cuando KL/r ≤ 25 ==> Pn= Fy Ag
 Cuando KL/r > 25 ==> Aplica Capítulo E
 b = Awhitmore= 27pul
 h = t usar= 0.4375pul
 A= bh= 27pul * 0.4375pul= 11.8125pul²
 I= 1/12 b h³= (1/12)*27pul*(0.4375pul)³= 0.18841552734375pul⁴

	MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR		
	ULISES ROJAS, ZONA 3		
	MUNICIPIO: VILLA NUEVA, DEPARTAMENTO: GUATEMALA		
PROYECTO DE: DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE, COLONIA ULISES ROJAS, BÁRCENAS, ZONA 3			
PLANO DE: DISEÑO DE TANQUE ELEVADO DE ACERO			PROGRAMA: EPS USAC 2017
LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO: MUNICIPALIDAD DE VILLA NUEVA	DIBUJO Y CÁLCULO HIDRÁULICO: JOSÉ GABRIEL PÉREZ		ESCALA: INDICADA
DIBUJO Y CÁLCULO TOPOGRÁFICO: JOSÉ GABRIEL PÉREZ	SUPERVISOR: ING. SILVIO JOSÉ RODRÍGUEZ SERRANO		FECHA: MARZO 2019
ASESOR: MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR	FIRMA:		42
			49

$$r = \sqrt{I/A} = \sqrt{((0.18841552734375 \text{ pul}^4) / (11.8125 \text{ pul}^2))} = 0.126295371385231 \text{ pul}$$

$$L = 2 \text{ tuser} = 2 * 0.4375 \text{ pul} = 0.875 \text{ pul}$$

$$K = 0.65$$

$$KL/r = (0.65 * 0.875 \text{ pul}) / (0.126295371385231 \text{ pul}) = 4.50333209967908 \leq 25$$

$$\text{Cuando } KL/r \leq 25 \implies \phi P_n = \phi F_y A_g$$

$$\phi = 0.9$$

$$F_y = 36 \text{ Klb/pul}^2$$

$$A = bh = 27 \text{ pul} * 0.4375 \text{ pul} = 11.8125 \text{ pul}^2 = A_g = 11.8125 \text{ pul}^2$$

$$\phi P_n = \phi F_y A_g = 0.9 * 36 \text{ Klb/pul}^2 * 11.8125 \text{ pul}^2 = 382.725 \text{ Klb}$$

Compresión Máxima (Demanda), $P_{max} = 151.626313366298 \text{ Klb Cap. Breiza}$

$$\text{Relación Demanda/Capacidad} = 151.626313366298 \text{ Klb} / 382.725 \text{ Klb} = 0.396175617914426$$

Conclusión Conexión OK en Compresión!!! $\leq 95\%$

DISEÑO DE CONEXIÓN CON PLACA TRAMO 2 (SCBF)

Propiedades de la Breiza

Tramo = 2

Sección Propuesta = 6.625 x 0.25

Acero = A500 Gr B (Round) Tabla 2-3 AISC 360-10

$$F_y = 42 \text{ Klb/pul}^2$$

$$F_u = 58 \text{ Klb/pul}^2$$

Propiedades de la Placa de Conexión

Acero = A36 Tabla 2-4 AISC 360-10

$$F_y = 36 \text{ Klb/pul}^2$$

$$F_u = 58 \text{ Klb/pul}^2$$

tuser = 8/16

t placa = 0.5 pul

L conexión = 21 pul

PASO 1. DISEÑO DE CONEXIÓN EN TENSIÓN

PASO 1.1. DISEÑO DE LA PLACA DE CONEXIÓN Capítulo J, J4., AISC 360-10

Fluencia en Tensión en la Placa

$$A_{whitmore} = 27.625 \text{ pul}$$

$$t_{user} = 8/16 = t_{user} = 0.5 \text{ pul de propiedades de placa}$$

$$A_g = A_{whitmore} t_{user} = 27.625 \text{ pul} * 0.5 \text{ pul} = 13.8125 \text{ pul}^2$$

Tensión Máxima (Demanda) = 275.184 Klb Cap. Breiza

$$\phi = 0.9$$

$$F_y = 36 \text{ Klb/pul}^2$$

$$A_{gmin} = T_{max} / \phi F_y = 275.184 \text{ Klb} / (0.9 * 36 \text{ Klb/pul}^2) = 8.49333333333333 \text{ pul}^2$$

$$A_{gmin} = A_{whitmore} t \implies t_{min} = A_{gmin} / A_{whitmore} = 8.49333333333333 / 27.625 = 0.307450980392157 \text{ pul}$$

Fluencia en Tensión en la Placa

$$\phi = 0.9$$

$$F_y = 36 \text{ Klb/pul}^2$$

$$A_g = A_{whitmore} t_{user} = 13.8125 \text{ pul}^2$$

$$\text{Fluencia en Tensión en la Placa } \phi R_n = \phi F_y A_g = 0.9 * 36 \text{ Klb/pul}^2 * 13.8125 \text{ pul}^2 = 447.525 \text{ Klb}$$

Ruptura en Tensión en la Placa

$$\phi = 0.75$$

$$F_u = 58 \text{ Klb/pul}^2$$

$$A_e = A_g = 13.8125 \text{ pul}^2$$

Capacidad en Tensión = 447.525 Klb

Tensión Máxima (Demanda) = 275.184 Klb Cap. Breiza

$$\text{Relación Demanda/Capacidad} = 275.184 \text{ Klb} / 447.525 \text{ Klb} = 0.614901960784314$$

Conclusión Placa OK en Tensión $\leq 95\%$

Fluencia en Corte en la Placa



$$\phi = 1$$

$$F_y = 36 \text{ Klb/pul}^2$$

$$A_{gv} = L_{conexión} t_{user} = L_{conexión} = 21 * 0.5 \text{ pul} = 10.5 \text{ pul}^2$$

$$\phi R_n = \phi 0.6 F_y A_{gv} = 1 * 0.6 * 36 \text{ Klb/pul}^2 * 10.5 \text{ pul}^2 = 226.8 \text{ Klb}$$

$$\phi R_{ntotal} = 2 \phi R_n = 2 * 226.8 \text{ Klb} = 453.6 \text{ Klb}$$

	MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR		
	ULISES ROJAS, ZONA 3		
	MUNICIPIO: VILLA NUEVA, DEPARTAMENTO: GUATEMALA		
PROYECTO DE: DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE, COLONIA ULISES ROJAS, BÁRCENAS, ZONA 3			
PLANO DE: DISEÑO DE TANQUE ELEVADO DE ACERO			PROGRAMA: EPS USAC 2017
LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO: MUNICIPALIDAD DE VILLA NUEVA	DIBUJO Y CÁLCULO HIDRÁULICO: JOSÉ GABRIEL PÉREZ		ESCALA: INDICADA
DIBUJO Y CÁLCULO TOPOGRÁFICO: JOSÉ GABRIEL PÉREZ	SUPERVISOR: ING. SILVIO JOSÉ RODRÍGUEZ SERRANO		FECHA: MARZO 2019
ASESOR: MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR	FIRMA:		43
			49

Ruptura en Corte en la Placa

$$\phi = 0.75$$

$$F_u = 58 \text{Klb/pul}^2$$

$$A_{gv} = L_{\text{conexión tular}} = L_{\text{conexión}} = 21 * 0.5 \text{pul} = 10.5 \text{pul}^2$$

$$\phi R_n = \phi 0.6 F_u A_{nv} = 0.75 * 0.6 * 58 \text{Klb/pul}^2 * 10.5 \text{pul}^2 = 274.05 \text{Klb}$$

$$\phi R_{\text{total}} = 2 \phi R_n = 2 * 274.05 \text{Klb} = 548.1 \text{Klb}$$

$$\text{Capacidad en Corte} = 453.6 \text{Klb}$$

$$\text{Tensión Máxima (Demanda)} = 275.184 \text{Klb Cap. Breiza}$$

$$\text{Relación Demanda/Capacidad} = 275.184 \text{Klb} / 453.6 \text{Klb} = 0.606666666666667$$

Conclusión Placa OK en Corte $\leq 95\%$

Soldadura entre Breiza y Placa de Conexión usar Soldadura de Filete, Electrodo E70

$$L_{\text{soldadura}} = 4 L_{\text{conexión}} = 4 * 21 \text{pul} = 84 \text{pul}$$

$$\text{Tensión Máxima (Demanda)} = 275.184 \text{Klb Cap. Breiza}$$

$$D_{\text{min}} = T_{\text{max}} / (1.392 L_{\text{soldadura}}) = (275.184 \text{Klb}) / (1.392 * 84 \text{pul}) = 2.35344827586207 / 16 \text{ pul}$$

$$D \text{ a usar} = D_{\text{usar}} = 6/16 \text{ pul}$$

$$\phi R_n = 1.392 D L_{\text{soldadura}} = 84 \text{pul} * 6 \text{pul} * 1.392 = 701.568 \text{Klb}$$

$$\phi R_n = 1.392 D L_{\text{soldadura}} = 701.568 \text{Klb}$$

$$\text{Tensión Máxima (Demanda)} = 275.184 \text{Klb Cap. Breiza}$$

$$\text{Relación Demanda/Capacidad} = 275.184 \text{Klb} / 701.568 \text{Klb} = 0.392241379310345$$

Conclusión Soldadura OK!!! $\leq 95\%$

PASO 1.2. DISEÑO DE CONEXIÓN EN LA BREIZA

Fractura en la Sección Neta Debe dominar fluencia en Ag y no ruptura en Ae

$$R_y = 1.4 \text{ Tabla I-6-1, AISC 341-05}$$

$$F_y \text{breiza} = 42 \text{Klb/pul}^2$$

$$\phi = 0.75$$

$$R_t = 1.3 \text{ Tabla I-6-1, AISC 341-05}$$

$$F_u \text{breiza} = 58 \text{Klb/pul}^2$$

$$(R_y F_y) / (\phi R_t F_u) = (1.4 * 42 \text{Klb/pul}^2) / (0.75 * 1.3 * 58 \text{Klb/pul}^2) = 1.03978779840849$$

$$A_e / A_g = 13.8125 \text{pul}^2 / 13.8125 \text{pul}^2 = 1$$

$$\phi R_t F_u A_e \geq R_y F_y A_g \implies A_e / A_g \geq (R_y F_y) / (\phi R_t F_u) = 1 \geq 1.03978779840849$$

Conclusión Reforzar Sección de Breiza!!! ≥ 1

Área de Refuerzo

$$A_{g \text{breiza}} = 4.68 \text{pul}^2$$

$$t_{\text{HSS}} = 0.233 \text{pul}$$

$$t_{\text{usar}} = 8/16 = t_{\text{usar}} = 0.5 \text{pul de propiedades de placa}$$

$$A_{\text{slot}} = 2 t_{\text{usar}} t_{\text{HSS}} = 2 * 0.5 \text{pul} * 0.233 \text{pul} = 0.233 \text{pul}^2$$

$$A_{\text{actual}} = A_{g \text{breiza}} - A_{\text{slot}} = 4.68 \text{pul}^2 - 0.233 \text{pul}^2 = 4.447 \text{pul}^2$$

$$A_{\text{emin}} \geq A_{g \text{breiza}} \implies A_{\text{emin}} = 4.447 \text{pul}^2 \geq 4.68 \text{pul}^2 \rightarrow 4.447 \text{pul}^2$$

$$A_{\text{emin}} \leq A_{g \text{breiza}} \implies A_{\text{emin}} = 4.447 \text{pul}^2 \leq 4.68 \text{pul}^2 \rightarrow ((4.68 \text{pul}^2 / 4.447 \text{pul}^2) * 4.68 \text{pul}^2) = 4.9252080053969 \text{pul}^2$$

$$A_{\text{emin a utilizar}} = 4.9252080053969 \text{pul}^2$$

$$\text{Aumentar } A_e \text{ en} = 4.9252080053969 \text{pul}^2 - 4.447 \text{pul}^2 = 0.478208005396896 \text{pul}^2$$

Dimensiones de Refuerzo

Usar sección con mismo Diámetro de Breiza = 6.625 x 0.25 COINCIDE CON EL DIAMETRO DE LA BREIZA

$$D_{\text{HSS}} = 6.625 \text{ pul}$$

$$t_{\text{refuerzo}} = 0.233 \text{ in}$$

$$A_{\text{arearefuerzo}} = 0.7718125 \text{ pul}^2$$

$$2 * A_{\text{arearefuerzo}} = 0.7718125 \text{pul}^2 * 2 = 1.543625 \text{ pul}^2$$

$$A_e = 4.447 \text{pul}^2 + 1.543625 \text{pul}^2 = 5.990625 \text{ pul}^2$$

$$A_e > A_{\text{emin a utilizar}} \rightarrow 5.990625 \text{pul}^2 > 4.9252080053969 \text{pul}^2 \text{ Refuerzo OK!!!}$$

Conclusión = Refuerzo OK!!!

Fuerza de Tensión en Placa de Refuerzo



$$D_{\text{HSS}} = 6.625 \text{ pul}$$

$$L_{\text{conexión}} = 21 \text{pul}$$

$$L_{\text{soldadura}} = L_{\text{conexión}} + 2 D_{\text{HSS}} = 21 \text{pul} + (2 * 6.625 \text{pul}) = 34.25 \text{pul}$$

$$A_{\text{arearefuerzo}} = 0.7718125 \text{ pul}^2$$

$$A_e = 4.447 \text{pul}^2 + 1.543625 \text{pul}^2 = 5.990625 \text{ pul}^2$$

	MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR	
	ULISES ROJAS, ZONA 3	
	MUNICIPIO: VILLA NUEVA, DEPARTAMENTO: GUATEMALA	
PROYECTO DE: DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE, COLONIA ULISES ROJAS, BÁRCENAS, ZONA 3		
PLANO DE: DISEÑO DE TANQUE ELEVADO DE ACERO		PROGRAMA: EPS USAC 2017
LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO: MUNICIPALIDAD DE VILLA NUEVA	DIBUJO Y CÁLCULO HIDRÁULICO: JOSÉ GABRIEL PÉREZ	ESCALA: INDICADA
DIBUJO Y CÁLCULO TOPOGRÁFICO: JOSÉ GABRIEL PÉREZ	SUPERVISOR: ING. SILVIO JOSÉ RODRÍGUEZ SERRANO	FECHA: MARZO 2019
ASESOR: MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR	FIRMA:	44
		49

$$F_{tensión} = \frac{A_{refuerzo}}{A_e} T_{max} = \frac{0.7718125 \text{ pul}^2}{5.990625 \text{ pul}^2} = 0.128836724047992 T_{max}$$

$$T_{tensión \text{ Máxima (Demanda)}} = 275.184 \text{ Klb Cap. Breiza}$$

$$F_{tensión} = 0.128836724047992 * 275.184 \text{ Klb Cap. Breiza} = 35.4538050704225 \text{ Klb}$$

Fluencia en corte en la placa

$$\phi = 1$$

$$F_y = 36 \text{ Klb/pul}^2$$

$$L_{soldadura} = L_{conexión} + 2 \text{ DHSS} = 21 \text{ pul} + (2 * 6.625 \text{ pul}) = 34.25 \text{ pul}$$

$$t_{refuerzo} = 0.233 \text{ in}$$

$$A_{gv} = L_{soldadura} t_{placa} t_{refuerzo} = 34.25 \text{ pul} * 0.233 \text{ in} = 7.98025 \text{ pul}^2$$

$$\phi R_n = \phi 0.6 F_y A_{gv} = 1 * 0.6 * 36 \text{ Klb/pul}^2 * 7.98025 \text{ pul}^2 = 172.3734 \text{ Klb}$$

Ruptura en corte en la placa

$$\phi = 0.75$$

$$F_u = 58 \text{ Klb/pul}^2$$

$$L_{soldadura} = L_{conexión} + 2 \text{ DHSS} = 21 \text{ pul} + (2 * 6.625 \text{ pul}) = 34.25 \text{ pul}$$

$$t_{refuerzo} = 0.233 \text{ in}$$

$$A_{nv} = A_{gv} = L_{soldadura} t_{placa} t_{refuerzo} = 34.25 \text{ pul} * 0.233 \text{ in} = 7.98025 \text{ pul}^2$$

$$\phi R_n = \phi 0.6 F_u A_{nv} = 0.75 * 0.6 * 58 \text{ Klb/pul}^2 * 7.98025 \text{ pul}^2 = 208.284525 \text{ Klb}$$

Capacidad en Corte, $\phi R_{n\text{máximo}} = 172.3734 \text{ Klb}$

$$F_{tensión(Demanda)} = 35.4538050704225 \text{ Klb}$$

$$Relación \text{ Demanda/Capacidad} = \frac{35.4538050704225 \text{ Klb}}{172.3734172.3734} = 0.205680256178868$$

Conclusión Placa OK en Corte $\leq 95\%$

Soldadura entre HSS y Placa de Refuerzo

$$L_{soldadura} = 34.25 \text{ pul}$$

$$D_{min} = \phi R_{n\text{máximo}} / (1.392 L_{soldadura}) = (172.3734 \text{ Klb}) / (1.392 * 34.25 \text{ pul}) = 3.61551724137931/16$$

$$D \text{ a usar} = D_{usar} = 6/16$$

$$\phi R_n = 1.392 D L_{soldadura} = 34.25 \text{ pul} * 6 * 1.392 = 286.056 \text{ Klb}$$

$$F_{tensión(Demanda)} = 35.4538050704225 \text{ Klb}$$

$$\phi R_n = 1.392 D L_{soldadura} = 286.056 \text{ Klb}$$

$$F_{tensión(Demanda)} = 35.4538050704225 \text{ Klb}$$

$$Relación \text{ Demanda/Capacidad} = \frac{35.4538050704225 \text{ Klb}}{286.056 \text{ Klb}} = 0.123940085404335$$

Conclusión Soldadura OK!!! $\leq 95\%$

Resumen

$$t_{placa} = 8/16 \text{ pul}$$

$$L_{conexión} = 21 \text{ pul}$$

$$D_{soldadura} = 6/16 \text{ pul}$$

Soldadura de Filete, Electrodo = E70

PASO 2. DISEÑO DE CONEXIÓN EN COMPRESIÓN Capítulo J, J4., AISC 360-10

Esbeltez de la Placa

$$\text{Cuando } KL/r \leq 25 \implies P_n = F_y A_g$$

$$\text{Cuando } KL/r > 25 \implies \text{Aplica Capítulo E}$$

$$b = A_{whitmore} = 27.625 \text{ pul}$$

$$h = t_{usar} = 0.5 \text{ pul}$$

$$A = bh = 27.625 \text{ pul} * 0.5 \text{ pul} = 13.8125 \text{ pul}^2$$

$$I = 1/12 b h^3 = (1/12) * 27.625 \text{ pul} * (0.5 \text{ pul})^3 = 0.287760416666667 \text{ pul}^4$$

$$r = \sqrt{I/A} = \sqrt{(0.287760416666667 \text{ pul}^4) / (13.8125 \text{ pul}^2)} = 0.144337567297406 \text{ pul}$$

$$L = 2 t_{usar} = 2 * 0.5 \text{ pul} = 1 \text{ pul}$$

$$K = 0.65$$

$$KL/r = (0.65 * 1 \text{ pul}) / (0.144337567297406 \text{ pul}) = 4.50333209967908 \leq 25$$

$$\text{Cuando } KL/r \leq 25 \implies \phi P_n = \phi F_y A_g$$

$$\phi = 0.9$$

$$F_y = 36 \text{ Klb/pul}^2$$



$$A = bh = 27.625 \text{ pul} * 0.5 \text{ pul} = 13.8125 \text{ pul}^2 = A_g = 13.8125 \text{ pul}^2$$

$$\phi P_n = \phi F_y A_g = 0.9 * 36 \text{ Klb/pul}^2 * 13.8125 \text{ pul}^2 = 447.525 \text{ Klb}$$

Compresión Máxima (Demanda), $P_{max} = 168.42929546081 \text{ Klb Cap. Breiza}$

$$Relación \text{ Demanda/Capacidad} = \frac{168.42929546081 \text{ Klb}}{447.525 \text{ Klb}} = 0.37635728833207$$

Conclusión Conexión OK en Compresión!!! $\leq 95\%$

	MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR		
	ULISES ROJAS, ZONA 3		
	MUNICIPIO: VILLA NUEVA, DEPARTAMENTO: GUATEMALA		
PROYECTO DE: DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE, COLONIA ULISES ROJAS, BÁRCENAS, ZONA 3			
PLANO DE: DISEÑO DE TANQUE ELEVADO DE ACERO			PROGRAMA: EPS USAC 2017
LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO: MUNICIPALIDAD DE VILLA NUEVA	DIBUJO Y CÁLCULO HIDRÁULICO: JOSÉ GABRIEL PÉREZ		ESCALA: INDICADA
DIBUJO Y CÁLCULO TOPOGRÁFICO: JOSÉ GABRIEL PÉREZ	SUPERVISOR: ING. SILVIO JOSÉ RODRÍGUEZ SERRANO		FECHA: MARZO 2019
ASESOR: MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR	FIRMA:		45
			49

7.6. DISEÑO DE ELEMENTOS BREIZAS HORIZONTALES

Resultados obtenidos de Capacidad de Elementos Horizontales

CAPACIDAD AXIAL EN ELEMENTOS HORIZONTALES h.4 Y h.2

Elemento Horizontal	Longitud (L) (Pie)	Capacidad Axial (Pr=ΦcPn) (Klb)
h.4	15,15110968	352,7516621
h.2	21,03895479	348,8493114

DISEÑO DE ELEMENTO BREIZA HORIZONTAL EN h.2

Propiedades de la Horizontal h.2

$E = 29000 \text{ Klb/pul}^2$

Tramo = 2

Sección Horizontal h.2 = 9.625 x 0.5

Acero = A500 Gr B (Round) Tabla 2-3 AISC 360-10

$F_y = 42 \text{ Klb/pul}^2$

$F_u = 58 \text{ Klb/pul}^2$

$L_{\text{horizontal}} = 21.0389547884639 \text{ pie}$

$L_b = L_{\text{horizontal}}/2 = (21.0389547884639 \text{ pie} * 12) / (2) = 126.233728730783 \text{ pul}$

PASO 1. RESISTENCIA NECESARIA Apéndice 6, Sección 6.2, AISC 360-10

$P_r = \Phi_c P_n = 348.849311351748 \text{ Klb}$ Capacidad Axial de la Horizontal

$P_{rb} = 0.01 P_r = 0.01 * 348.849311351748 \text{ Klb} = 3.48849311351748 \text{ Klb}$

PASO 2. RIGIDEZ NECESARIA Apéndice 6, Sección 6.2, AISC 360-10

$P_r = 348.849311351748 \text{ Klb}$

$L_b = 126.233728730783 \text{ pul}$

$\phi = 0.75$

$\beta_{br} = (1/\Phi) * (8P_r/L_b) = (1/0.75) * ((8 * 348.849311351748 \text{ Klb}) / (126.233728730783 \text{ pul})) = 29.4775363011034 \text{ Klb/pul}$

$K = \beta_{br} = 29.4775363011034 \text{ Klb/pul}$

$L = L_b = 126.233728730783 \text{ pul}$

$E = 29000 \text{ Klb/pul}^2$

$K = AE/L \implies A_{min} = KL/E = (29.4775363011034 \text{ Klb/pul} * 126.233728730783 \text{ pul}) / (29000 \text{ Klb/pul}^2) = 0.128312390382252 \text{ pul}^2$

PASO 3. DEFINIR SECCIÓN BREIZA HORIZONTAL Tablas Parte 4, AISC 360-10

Se debe cumplir que $\Phi_c P_n > P_{rb}$ y que $A_g > A_{min}$

Sección Propuesta: HSS4X0.125

$L_b = 126.233728730783 \text{ pul} = 11 \text{ pie}$

$\Phi_c P_n = 29 \text{ Klb}$ Se obtiene de las tablas LRFD Columns Round Hollow Structural Section de compresión axial

$P_{rb} = 0.01 P_r = 0.01 * 348.849311351748 \text{ Klb} = 3.48849311351748 \text{ Klb}$

$\Phi_c P_n = 29 \text{ Klb} > P_{rb} = 3.4885 \text{ Klb}$ SI CUMPLE!!!

A_g Sección Propuesta: HSS4X0.125 = 1.42 Pul²

$K = AE/L \implies A_{min} = KL/E = (29.4775363011034 \text{ Klb/pul} * 126.233728730783 \text{ pul}) / (29000 \text{ Klb/pul}^2) = 0.128312390382252 \text{ pul}^2$

$A_g = 1.42 \text{ Pul}^2 > A_{min} = 0.1283 \text{ Pul}^2$ SI CUMPLE!!!

Utilizar sección HSS4X0.125 como Breiza Horizontal en Elemento Horizontal h.2

DISEÑO DE ELEMENTO BREIZA HORIZONTAL EN h.4

Propiedades de la Horizontal h.4

$E = 29000 \text{ Klb/pul}^2$

Tramo = 4

Sección Horizontal h.4 = 8.625 x 0.5

Acero = A500 Gr B (Round) Tabla 2-3 AISC 360-10

$F_y = 42 \text{ Klb/pul}^2$

$F_u = 58 \text{ Klb/pul}^2$

$L_{\text{horizontal}} = 15.1511096839186 \text{ pie}$

$L_b = L_{\text{horizontal}}/2 = (15.1511096839186 \text{ pie} * 12) / (2) = 90.9066581035115 \text{ pul}$



PASO 1. RESISTENCIA NECESARIA Apéndice 6, Sección 6.2, AISC 360-10

$P_r = \Phi_c P_n = 352.751662116377 \text{ Klb}$ Capacidad Axial de la Horizontal

$P_{rb} = 0.01 P_r = 0.01 * 352.751662116377 \text{ Klb} = 3.52751662116377 \text{ Klb}$



PASO 2. RIGIDEZ NECESARIA Apéndice 6, Sección 6.2, AISC 360-10

$P_r = 352.751662116377 \text{ Klb}$

	MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR		
	ULISES ROJAS, ZONA 3		
	MUNICIPIO: VILLA NUEVA, DEPARTAMENTO: GUATEMALA		
PROYECTO DE: DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE, COLONIA ULISES ROJAS, BÁRCENAS, ZONA 3			
PLANO DE: DISEÑO DE TANQUE ELEVADO DE ACERO			PROGRAMA: EPS USAC 2017
LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO: MUNICIPALIDAD DE VILLA NUEVA	DIBUJO Y CÁLCULO HIDRÁULICO: JOSÉ GABRIEL PÉREZ		ESCALA: INDICADA
DIBUJO Y CÁLCULO TOPOGRÁFICO: JOSÉ GABRIEL PÉREZ	SUPERVISOR: ING. SILVIO JOSÉ RODRÍGUEZ SERRANO		FECHA: MARZO 2019
ASESOR: MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR	FIRMA:		46
			49

Lb= 90.9066581035115pul
 $\phi = 0.75$
 $\beta_{br} = (1/\phi) * (8Pr/Lb) = (1/0.75) * ((8 * 352.751662116377Klb) / (90.9066581035115pul)) = 41.3906360040604Klb/pul$
 $K = \beta_{br} = 41.3906360040604Klb/pul$
 $L = Lb = 90.9066581035115pul$
 $E = 29000Klb/pul^2$
 $K = AE/L \implies A_{min} = KL/E = (41.3906360040604Klb/pul * 90.9066581035115pul) / (29000Klb/pul^2) = 0.129747737789932pul^2$
PASO 3. DEFINIR SECCIÓN BREIZA HORIZONTAL Tablas Parte 4, AISC 360-10
 Se debe cumplir que $\phi_c P_n > P_r$ y que $A_g > A_{min}$
 Sección Propuesta: HSS4X0.125
 $L_b = 90.9066581035115pul = 8pie$
 $\phi_c P_n = 37Klb$ Se obtiene de las tablas LRFD Columns Round Hollow Structural Section de compresión axial
 $P_r = 0.01 Pr = 0.01 * 352.751662116377Klb = 3.52751662116377Klb$
 $\phi_c P_n = 37Klb > P_r = 3.5275Klb$ SI CUMPLE!!!
 A_g Sección Propuesta: HSS4X0.125 = 1.42Pul²
 $K = AE/L \implies A_{min} = KL/E = (41.3906360040604Klb/pul * 90.9066581035115pul) / (29000Klb/pul^2) = 0.129747737789932pul^2$
 $A_g = 1.42 Pul^2 > A_{min} = 0.1297 Pul^2$ SI CUMPLE!!!
 Utilizar sección HSS4X0.125 como Breiza Horizontal en Elemento Horizontal h.2
7.7. DISEÑO DE PLACA DE BASE
DISEÑO DE PLACA DE BASE
 Propiedades de la Columna
 Tramo= 1
 Sección Elemento Columna= 12.75 x 0.5
 Acero= A500 Gr B (Round) Tabla 2-3 AISC 360-10
 $F_y = 42Klb/pul^2$
 $F_u = 58Klb/pul^2$
 $D = 12.75pul$
 Propiedades de la Placa de Base

Acero= A36Tabla 2-4 AISC 360-10
 $F_y = 36Klb/pul^2$
 $F_u = 58Klb/pul^2$
 Propiedades del Pedestal
 $f'_c \text{ Pedestal} = 3Klb/pul^2$
 $f'_c \text{ Grout} = 4Klb/pul^2$
PASO 1. ÁREA DE PLACA DE BASE Capítulo J, sección J8, AISC 360-10
 $P_u = 607.796165429952Klb$ compresión máxima en todas las columnas
 $\phi_c = 0.65$
 $f'_c \text{ Pedestal} = 3Klb/pul^2$
 $A_1(\text{req}) = P_u / \phi_c 0.85 f'_c \text{ Pedestal} = (607.796165429952Klb) / (0.65 * 0.85 * 3Klb/pul^2) = 366.694519113093pul^2$
 $L_{placa} = \sqrt{A_1(\text{req})} = \sqrt{(366.694519113093pul^2)} = 19.1492694146041pul$
 $N = 20pul$
 $B = 20pul$
 $A_1 = NB = 20pul * 20pul = 400pul^2$
 Dimensiones Placa de Base propuestas (NB)= 20 pul x 20 pul
 Verificar que $N \geq D + 2(3 pul) \implies N = 12.75pul + (2 * 3pul) = 18.75Pul$
 Verificar que $B \geq D + 2(3 pul) \implies B = 12.75pul + (2 * 3pul) = 18.75Pul$
 Verificar que $N \geq D + 2(3 pul) \implies 20pul \geq 18.75Pul$ SI CUMPLE!!!
 Verificar que $B \geq D + 2(3 pul) \implies 20pul \geq 18.75Pul$ SI CUMPLE!!!
 $A_1 = 400pul^2$
 $A_1(\text{req}) = 366.694519113093pul^2$
 $A_1 > A_1(\text{req})$ SI CUMPLE!!!
PASO 2. ÁREA DEL PEDESTAL
 $N = 32pul$
 $B = 32pul$
 $A_2 = 32pul * 32pul = 1024pul^2$
 Dimensiones del Pedestal propuestas= 32 pul x 32 pul

	MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR		
	ULISES ROJAS, ZONA 3		
	MUNICIPIO: VILLA NUEVA, DEPARTAMENTO: GUATEMALA		
PROYECTO DE: DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE, COLONIA ULISES ROJAS, BÁRCENAS, ZONA 3			
PLANO DE: DISEÑO DE TANQUE ELEVADO DE ACERO			PROGRAMA: EPS USAC 2017
LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO: MUNICIPALIDAD DE VILLA NUEVA	DIBUJO Y CÁLCULO HIDRÁULICO: JOSÉ GABRIEL PÉREZ		ESCALA: INDICADA
DIBUJO Y CÁLCULO TOPOGRÁFICO: JOSÉ GABRIEL PÉREZ	SUPERVISOR: ING. SILVIO JOSÉ RODRÍGUEZ SERRANO		FECHA: MARZO 2019
ASESOR: MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR	FIRMA:		47
			49

Verificar capacidad de resistencia del concreto

$$\phi c Pp = \phi c 0.85 f'c Pedestal A1 \sqrt{A2/A1} = 0.65 * 0.85 * 3Klb/pul^2 * 400pul^2 * \sqrt{(1024pul^2/400pul^2)} = 1060.8Klb$$

$$1.7 f'c Pedestal A1 = 1.7 * 3Klb/pul^2 * 400pul^2 = 2040Klb$$

$$\phi c Pp = \phi c 0.85 f'c Pedestal A1 \sqrt{A2/A1} \leq 1.7 f'c Pedestal A1 \rightarrow \text{SI CUMPLE!!!}$$

$$\phi c Pp = 1060.8Klb$$

$$Pu = 607.796165429952Klb$$

$$\phi c Pp > Pu \rightarrow \text{SI CUMPLE!!!}$$

PASO 3. ESPESOR PLACA DE BASE Parte 14, AISC 360-10

$$m = n = (N - 0.80D)/2 = (20pul - (0.8 * 12.75pul))/2 = 4.9pul$$

$$n' = (\sqrt{DD})/4 = (\sqrt{12.75pul * 12.75pul})/4 = 3.1875pul$$

$$X = (4DDPu)/((D+D)^2 \phi c Pp) = (4 * 12.75pul * 12.75pul * 607.796165429952Klb)/((12.75pul + 12.75pul)^2 * 1060.8Klb) = 0.572960186114208$$

$$\lambda = (2\sqrt{X})/(1 + \sqrt{1-X}) \leq 1 = (2 * \sqrt{0.572960186114208})/(1 + \sqrt{1 - 0.572960186114208}) = 0.915572052604545$$

$$\text{Si } \lambda \geq 1 \rightarrow 1$$

$$\text{Si } \lambda \leq 1 \rightarrow \lambda$$

$$\text{Usar } \lambda = 0.915572052604545$$

$$\lambda n' = 0.915572052604545 * 3.1875pul = 2.91838591767699pul$$

$$l = \max(m, n, \lambda n') = 4.9pul$$

$$fpu = Pu/NB = (607.796165429952Klb)/(20pul * 20pul) = 1.51949041357488Klb/pul^2$$

$$\phi b = 0.9$$

$$tp(req) = l \sqrt{(2 fpu)/(\phi b Fy)} = 4.9pul * \sqrt{(2 * 1.51949041357488Klb/pul^2)/(0.9 * 36Klb/pul^2)} = 1.50067813539254pul$$

Espesor de placa de base a Usar $tp = 2pul$

Resumen

DIMENSIÓN PLACA DE BASE = 20 pul x 20 pul

Espesor de placa de base a usar $tp = 2pul$

DIMENSIÓN PEDESTAL = 32 pul x 32 pul

7.8. DISEÑO DE PERNOS DE ANCLAJE

DISEÑO DE PERNOS DE ANCLAJE

Datos de SAP2000 y Dimensiones del Tanque:

Corte Basal por Sismo(Vestático) = 194.318Klb

Altura al Centro de Masa del Tanque (Hcm) = 70.766856pie

Parte Inferior Torre (Bi) = 24.3586972410267pie

Propiedades del Perno de Anclaje:

Acero = Gr 36 Tabla 2.2. Guía Diseño 1, AISC 360-10

Fu = 58Klb/pul²

Fnt = 43.5Klb/pul²

Fnv (X) = 29Klb/pul²

Fnv (N) = 23.2Klb/pul²

PASO 1. MOMENTO DE VOLTEO Capítulo J, sección J9, AISC 360-10

$$Mv = \text{Vestático Hcm} = 194.318Klb * 70.766856pie = 13751.273924208Klb-pie$$

PASO 2. TENSIÓN DEBIDA AL MOMENTO Mv

$$\text{Tensión en 2 zapatas, } 2T = Mv / Bi = 13751.273924208Klb-pie / 24.3586972410267pie = 564.532404510005Klb$$

$$T = 564.532404510005Klb/2 = 282.266202255002Klb$$

PASO 3. DIÁMETRO DE PERNOS DE ANCLAJE

$$\phi = 0.75$$

$$Areq = T/(\phi 0.75 Fu) = (282.266202255002Klb)/(0.75 * 0.75 * 58Klb/pul^2) = 8.65183761701157pul^2$$

n = 8pernos a utilizar

$$\phi_{perno} = Areq / n = 8.65183761701157pul^2 / 8 = 1.08147970212645pul$$

usar 8 pernos $\phi = 1.25pul$

→ usar 8 pernos Gr 36 de 1.25" X 34.96"

7.9. DISEÑO DE UNIÓN COLUMNAS

Se deberá considerar una unión en las columnas dentro de toda su longitud; para el presente caso la unión en las columnas se realizará a la mitad del tramo 4.



DISEÑO DE UNIÓN COLUMNA EN TRAMO 4

Propiedades de la Columna

Tramo = 4

Sección Elemento Columna = 12.75 x 0.5

Acero = A500 Gr B (Round) Tabla 2-3 AISC 360-10

	MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR		
	ULISES ROJAS, ZONA 3		
	MUNICIPIO: VILLA NUEVA, DEPARTAMENTO: GUATEMALA		
PROYECTO DE: DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE, COLONIA ULISES ROJAS, BÁRCENAS, ZONA 3			
PLANO DE: DISEÑO DE TANQUE ELEVADO DE ACERO			PROGRAMA: EPS USAC 2017
LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO: MUNICIPALIDAD DE VILLA NUEVA	DIBUJO Y CÁLCULO HIDRÁULICO: JOSÉ GABRIEL PÉREZ		ESCALA: INDICADA
DIBUJO Y CÁLCULO TOPOGRÁFICO: JOSÉ GABRIEL PÉREZ	SUPERVISOR: ING. SILVIO JOSÉ RODRÍGUEZ SERRANO		FECHA: MARZO 2019
ASESOR: MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR	FIRMA:		48
			49

$$F_y = 42 \text{Klb/pul}^2$$

$$F_u = 58 \text{Klb/pul}^2$$

Propiedades de la Placa de Unión

Acero= A36Tabla 2-4 AISC 360-10

$$F_y = 36 \text{Klb/pul}^2$$

$$F_u = 58 \text{Klb/pul}^2$$

Tensión Total y Corte en Columna Tramo 4

$$P_u = 188.8138404201 \text{Klb de Columnas}$$

$$V_u = 134.946 \text{Klb de Horizontales}$$

PASO 1. DIÁMETRO DE PERNOS

n= 8pernos

$$r_{ut} = P_u/n = 188.8138404201 \text{Klb}/8 = 23.6017300525125 \text{Klb}$$

De Tabla 7-2 AISC 360-10, para perno A325 db=3/4", $\phi_{rn} = 29.8 \text{Klb}$

Usar 8 pernos A325 con db= 0.75pul

$$r_{ut} < \phi_{rn} \rightarrow 23.6017300525125 \text{Klb} < 29.8 \text{Klb SI CUMPLE!!!}$$

PASO 2. DIMENSIÓN DE LA PLACA DE UNIÓN

$$D = 12.75 \text{pul}$$

$$a = 1.5 \text{pul}$$

$$b = 1.5 \text{pul}$$

$$L_{placa} = D + 2a + 2b = 12.75 \text{pul} + (1.5 \text{pul} * 2) + (1.5 \text{pul} * 2) = 18.75 \text{pul}$$

Dimensiones de la Placa= 18.75 pul x 18.75 pul

PASO 2. ESPESOR DE LA PLACA DE UNIÓN Parte 9, AISC 360-10

$$a = 1.5 \text{pul}$$

$$b = 1.5 \text{pul}$$

$$db = 0.75 \text{pul}$$

$$a + db/2 = 1.5 \text{pul} + (0.75 \text{pul}/2) = 1.875 \text{pul}$$

$$1.25b + db/2 = (1.25 * 1.5 \text{pul}) + (0.75 \text{pul}/2) = 2.25 \text{pul}$$

$$\text{SI } a + db/2 \leq 1.25b + db/2 \implies a' = a + db/2$$

$$\text{SI } a + db/2 \geq 1.25b + db/2 \implies a' = 1.25b + db/2$$

$$a' = a + db/2 \leq 1.25b + db/2 \implies a' = 1.875 \text{pul}$$

$$b' = b - db/2 \implies b' = 1.5 \text{pul} - (0.75 \text{pul}/2) = 1.125 \text{pul}$$

$$\rho = b'/a' = 1.125 \text{pul}/1.875 \text{pul} = 0.6$$

$$d' = db + 1/16 = 0.75 \text{pul} + (1/16) = 0.8125$$

$$\rho = 10 \text{pul}$$

$$\delta = 1 - (d'/\rho) = 1 - (0.8125 \text{pul}/10 \text{pul}) = 0.91875 \text{pul}$$

$$\beta = 1/\rho((\phi_{rn}/r_{ut}) - 1) = (1/0.6)*((29.8 \text{Klb}/23.6017300525125 \text{Klb}) - 1) = 0.437698841970254 < 1$$

$$\alpha' = 1/\delta(\beta/(1-\beta)) = (1/0.91875)*((0.437698841970254)/(1-0.437698841970254)) = 0.84724510348521 < 1$$

$$t_{req} = \sqrt{(4.44 r_{ut} b') / (\rho F_u (1 + \delta \alpha'))} = \sqrt{(4.44 * 23.6017300525125 \text{Klb} * 1.125 \text{pul}) / (10 \text{pul} * 58 \text{Klb/pul}^2 * (1 + (0.91875 \text{pul} * 0.84724510348521)))} = 0.338072743395065 \text{pul}$$

Usar tp= 0.5pul

Resumen



DIMENSIÓN PLACA DE UNIÓN= 18.75 pul x 18.75 pul

tp= 0.5pul

Usar 8 pernos A325 con db= 0.75pul

Paso 8. Diseño de elementos de concreto reforzado

En el Paso 8 del ejemplo de diseño se desarrollará el cálculo estructural de los elementos de concreto reforzado, los parámetros y cargas utilizadas en el diseño y los esquemas de los diseños resultantes, los cuales podrán verificarse bajo los requerimientos del código ACI 318-08 de acuerdo a lo indicado en DISEÑO DE ELEMENTOS en la sección de Diseño de elementos de concreto reforzado.

	MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR		
	ULISES ROJAS, ZONA 3		
	MUNICIPIO: VILLA NUEVA, DEPARTAMENTO: GUATEMALA		
PROYECTO DE: DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE, COLONIA ULISES ROJAS, BÁRCENAS, ZONA 3			
PLANO DE: DISEÑO DE TANQUE ELEVADO DE ACERO			PROGRAMA: EPS USAC 2017
LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO: MUNICIPALIDAD DE VILLA NUEVA	DIBUJO Y CÁLCULO HIDRÁULICO: JOSÉ GABRIEL PÉREZ		ESCALA: INDICADA
DIBUJO Y CÁLCULO TOPOGRÁFICO: JOSÉ GABRIEL PÉREZ	SUPERVISOR: ING. SILVIO JOSÉ RODRÍGUEZ SERRANO		FECHA: MARZO 2019
ASESOR: MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR	FIRMA:		49
			49

Apéndice 6. **Diseño del pedestal**

Fuente: elaboración propia, empleando SAP 2000.

DISEÑO DEL PEDESTAL-DISEÑO DE TANQUE ELEVADO DE ESTRUCTURA METÁLICA

8.1 Diseño del Pedestal:

Los pedestales se utilizan frecuentemente como elementos de transición entre columnas metálicas y las zapatas. Las razones más comunes para el uso de pedestales son:

Buscar distribuir la carga en la parte superior de la zapata para aliviar la intensidad de la presión de apoyo directa en la zapata; o simplemente puede permitir una zapata más delgada con menos refuerzo.

Permitir que la columna este por encima del nivel del suelo para evitar la corrosión, además en casos donde se tienen que colocar zapatas a profundidades considerables más bajas es aún más importante.

Para el diseño de este elemento se considerarán los siguientes pasos:

PASO 1 Dimensionamiento del pedestal

Se debe realizar con la siguiente expresión: $h=3*a$

De donde:

h = altura del pedestal

a = ancho del pedestal (Propuesto)

a (Propuesto)= 31,999936 pulgadas

a (Propuesto)= 0,8128 m

La cimentación del tanque elevado cuenta con una columna corta llamada pedestal, la cual se proyecta desde la parte superior de la cimentación hasta unos 15 centímetros por encima del nivel final del terreno 0,15 m.

Factor de ajuste para que cuadre el momento de volteo= 4

$h=3*a= 3,4012$ m

PASO 2 Refuerzo del pedestal

Se debe determinar la relación de esbeltez para saber si el pedestal trabaja como una columna corta, intermedia o larga, el ACI (American Concrete Institute) señala los siguientes parámetros:

Clasificación de columnas según su esbeltez: se establecen límites para la determinación y se establece considerar si la columna es corta o esbelta, para ello se realizará dicho análisis tomando como base:

Si la Esbeltez es: $\leq 22 \rightarrow$ Columna Corta: El diseño de esta columna se realiza con los datos obtenidos del análisis estructural.

Si la Esbeltez es: $22 < \text{Esbeltez} \leq 100 \rightarrow$ Columna Esbelta: Para el diseño de la columna se deben de magnificar los momentos actuantes.

Si la Esbeltez es: $> 100 \rightarrow$ Columna Larga: No se recomienda la construcción, debido a que la columna fallará por pandeo.

Se calcula la esbeltez de la columna de la siguiente forma:

$$E=(Kp*Lu)/(\sigma)$$

De donde:

E = Esbeltez

Lu = Longitud libre a rostros

Kp = Factor de longitud efectiva de pandeo (ecuaciones de Furlong)

σ =Radio de giro; $0,3*$ lado menor, cuando es una columna de sección rectangular o cuadrada y $0,25*$ diámetro de columna, cuando es una columna de sección circular.

Tipo de columna: RECTANGULAR O CUADRADA

$Lu= 3,4012$ m

$Kp= 1$

b o $d= 0,8128$ m

b o $d= 0,8128$ m

$\sigma= 0,24384$ m

$E=(Kp*Lu)/(\sigma)= 13,9484908136483 \rightarrow$ Columna Corta: El diseño de esta columna se realiza con los datos obtenidos del análisis estructural.

Carga axial: Luego del análisis de la esbeltez se obtiene que es una columna corta, y, a continuación, se procede a diseñar la columna como indica el ACI en el capítulo 10, donde señala que para el cálculo de la resistencia última a compresión se debe utilizar la siguiente ecuación:

$$Pu = \phi [0.85 f'c (Ag - As) + (Fy * As)]$$

Pu = Resistencia última de la columna

ϕ = Factor de compresión

Ag = Área de la sección de la columna en cm^2

As = Área de acero en cm^2

$f'c$ = Resistencia nominal del concreto en kg/cm^2

Fy = Resistencia a fluencia del acero en kg/cm^2

$f'c= 4000$ Lb/pul²

$Fy= 60000$ Lb/pul²



$\phi = 0,65$

$Ag = 6606,4384$ cm^2

As minima = $1%*Ag = 66,064384$ cm^2

$f'c= 281,228$ kg/cm^2

$Fy= 4218,42$ kg/cm^2

	MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR		
	ULISES ROJAS, ZONA 3		
	MUNICIPIO: VILLA NUEVA, DEPARTAMENTO: GUATEMALA		
PROYECTO DE: DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE, COLONIA ULISES ROJAS, BÁRCENAS, ZONA 3			
PLANO DE: DISEÑO DEL PEDESTAL PARA TANQUE ELEVADO DE ACERO			PROGRAMA: EPS USAC 2017
LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO: MUNICIPALIDAD DE VILLA NUEVA	DIBUJO Y CÁLCULO HIDRÁULICO: JOSÉ GABRIEL PÉREZ		ESCALA: INDICADA
DIBUJO Y CÁLCULO TOPOGRÁFICO: JOSÉ GABRIEL PÉREZ	SUPERVISOR: ING. SILVIO JOSÉ RODRÍGUEZ SERRANO		FECHA: MARZO 2019
ASESOR: MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR	FIRMA:		1
			4

Cabe resaltar que se considerará despreciable el momento causado por la componente horizontal de la carga total de la columna, debido a que el ángulo de inclinación de la columna metálica transmisora de la fuerza es muy pequeño.

$$Pu = \emptyset [0.85 f'c (Ag - As) + (Fy * As)] = 1224734,41123867 \text{ Kg}$$

$$Pu = \emptyset [0.85 f'c (Ag - As) + (Fy * As)] = 1224,73441123867 \text{ Ton}$$

Proponiendo el armado:

Barra No. 11

$$\Phi_{\text{barra}} = 0,0349250698501397 \text{ m}$$

$$As \text{ Barra No. 11} = 9,57997659655514 \text{ cm}^2$$

No. De barras a utilizar= 8

$$As \text{ a utilizar} = 76,6398127724411 \text{ cm}^2$$

$$\rho_{\text{columna}} (\%) = (As_{\text{total}}/Ag) * 100 = 1,16007761114432$$

As a utilizar > As mínima → 76.64cm² > 66.06cm² → SI CUMPLE

$$\text{Peso/Columna} = 607,796165429952 \text{ Kips}$$

$$\text{Peso/Columna} = 275,691478269703 \text{ Ton}$$

Pu > Peso/Columna → 1224.73Ton > 275.69Ton → SI CUMPLE

#	CRITERIO	RESULTADO
1	BASE MÍNIMA MAYOR O IGUAL A 30 CM	CUMPLE
2	REFUERZO MÍNIMO 4 VARILLAS	CUMPLE
3	CUANTÍA DE ACERO RANGO ADECUADO (1%-4%)=	CUMPLE
4	ES COLUMNA CORTA O INTERMEDIA?	→ Columna Corta: El diseño de esta columna se realiza con los datos obtenidos del

		análisis estructural.
--	--	-----------------------

PASO 3. Refuerzo transversal

El cálculo del refuerzo transversal se realiza con el objetivo de que la columna resista los esfuerzos de corte, o en algunos casos, solo por armado. El confinamiento de la columna se realizará según indica el código ACI 318S-11, mediante estribos núm. 3, el cual consiste en confrontar el valor del cortante máximo que resiste el concreto de la columna (Vc) con el valor del cortante máximo actuante al que está sometida la columna (Vu), de acuerdo con el parámetro siguiente:

Si $Vc \geq Vu$ → Estribos solo por armado

Si $Vc < Vu$ → Diseñar estribos por corte, calcular longitud de confinamiento y espaciamiento

El ACI 318-11 en su sección 7.10.5, establece que la barra de refuerzo mínima a utilizar es la No. 3 (3/8")

Cortante máximo que resiste el concreto:

$$b_{col} = 81,28 \text{ cm}$$

$$h_{col} = 81,28 \text{ cm}$$

$$\text{recubrimiento} = 4 \text{ cm}$$

$$d_{col} = h_{col} - \text{recubrimiento} = 77,28 \text{ cm}$$

$$Vc = \Phi * 0.53 * v(f'c) * b_{col} * d_{col} = 47,4542247508223 \text{ Ton}$$

Cortante máximo actuante: El cortante máximo actuante es obtenido del análisis estructural

$$Vu = 194,318 \text{ Kip}$$

$$Vu = 88,141090256 \text{ Ton}$$



$Vc < Vu$ → Diseñar estribos por corte, calcular longitud de confinamiento y espaciamiento

Cuando la sección del concreto resiste a la perfección el cortante máximo actuante en la columna, los estribos en el área no confinada pueden separarse de acuerdo a los lineamientos del código ACI 318S-11 sección 21.3.4.3, dictando la separación máxima entre estos.

$$S_{max} = d/2 = 38,64 \text{ cm}$$

PASO 4. Longitud de confinamiento

Considerando a Guatemala como un país altamente sísmico, es necesario confinar la columna de acuerdo a las solicitaciones sísmicas. Para elementos sometidos a flexión y carga axial pertenecientes a pórticos especiales resistentes a momentos, el código ACI en la sección 21.6.4.1, especifica que para el cálculo de la longitud de confinamiento medida desde la cara interna del nodo en ambos extremos de la columna, se debe tomar el mayor de:

	MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR		
	ULISES ROJAS, ZONA 3		
	MUNICIPIO: VILLA NUEVA, DEPARTAMENTO: GUATEMALA		
PROYECTO DE: DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE, COLONIA ULISES ROJAS, BÁRCENAS, ZONA 3			
PLANO DE: DISEÑO DEL PEDESTAL PARA TANQUE ELEVADO DE ACERO			PROGRAMA: EPS USAC 2017
LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO: MUNICIPALIDAD DE VILLA NUEVA	DIBUJO Y CÁLCULO HIDRÁULICO: JOSÉ GABRIEL PÉREZ		ESCALA: INDICADA
DIBUJO Y CÁLCULO TOPOGRÁFICO: JOSÉ GABRIEL PÉREZ	SUPERVISOR: ING. SILVIO JOSÉ RODRÍGUEZ SERRANO		FECHA: MARZO 2019
ASESOR: MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR	FIRMA:		2
			4

La altura del elemento en la cara del nudo o en la sección donde pueda ocurrir fluencia por flexión $h = 81,28$ cm

Un sexto de la luz libre del elemento $L/6 = 56,6866666666667$ cm

400 mm = 40 cm

Por lo anterior, la longitud de confinamiento para la columna:

Longitud a confinar seleccionada = 82 cm → OK

Φ para estribo Barra No. = 4 1,27000254000508 cm

PASO 5. Refuerzo en la zona de confinamiento

El código ACI en la sección 21.6.4.4, inciso b, requiere que el área total de la sección transversal del refuerzo de estribos cerrados de confinamiento A_{sh} , no debe ser menor que la requerida por las ecuaciones:

$$A_{sh} = 0.3 * ((A_g / A_{ch}) - 1) * ((S * b_c * f'_c) / (F_y)) = 0,331618664529448 \text{ S cm}^2$$

$$A_{sh} = 0.09 * ((S * b_c * f'_c) / (F_y)) = 0,432059984759969 \text{ S cm}^2$$

Donde:

A_{sh} = área total del refuerzo transversal, colocados dentro del espaciamiento y perpendicular la base de la columna.

S = espaciamiento medido de centro a centro de los estribos.

b_c = dimensión transversal del núcleo medida de centro a centro de las ramas exteriores del refuerzo transversal con área A_{sh} .

A_g = área bruta de la sección transversal de la columna.

A_{ch} = área de la sección transversal de un elemento, medida desde los bordes exteriores del refuerzo trasversal.

$$A_{ch} = ((b_{col} - (2 * recubrimiento)) * (h_{col} - (2 * recubrimiento))) = 5369,9584 \text{ cm}^2$$

$$b_c = (b_{col} - (2 * recubrimiento)) - (\Phi \text{estribo}) = 72,0099974599949 \text{ cm}$$

Proponiendo el refuerzo transversal: 1 Barra Φ para estribo Barra No.=4 equivalente a 1.2668 cm²

Entonces:

$$A_{sh} = 2 * A_{estribo} = 2,53354752966747 \text{ cm}^2$$

Resolviendo las Ecuaciones 1 y 2:

$$2,5335 = 0,3316S \rightarrow S = 7,63994250221853 \text{ cm}$$

$$2,5335 = 0,4321S \rightarrow S = 5,86387913491916 \text{ cm}$$

Por modulación, la separación de estribos cerrados de confinamiento medidos de centro a centro será de:

S = 5 cm

PASO 6. Refuerzo fuera de la zona de confinamiento

El ACI 318S-11, en la sección 21.6.4.3, determina que la separación del refuerzo transversal a lo largo del eje longitudinal del elemento no debe exceder la menor de:

La cuarta parte de la dimensión mínima del elemento (el menor entre la base o h de la columna/4) = 20,32 cm

Seis veces el diámetro del refuerzo longitudinal menor (6Φ) = 20,9550419100838 cm

Ó según lo definido en la siguiente ecuación: $S_o = 10 + ((35 - h_x) / (3)) = -2,33666581999831$ cm

$h_x = 72,0099974599949$ cm

De donde:

S_o = espaciamiento medido de centro a centro de los estribos.

h_x = separación máxima entre ramas de los estribos cerrados de confinamiento y ganchos suplementarios en toda la cara de la columna.

El valor de S_o no debe ser mayor a 15 cm y no es necesario tomarlo menor a 10 cm.

El ACI, en la sección 21.6.4.5, establece que más allá de la longitud L_o , el resto de la columna debe contener refuerzo en forma de estribo cerrado de confinamiento, con un espaciamiento, medido de centro a centro que no exceda al menor de:

Seis veces el diámetro del refuerzo longitudinal menor (6Φ) = 20,9550419100838 cm

150 mm = 15 cm

S a usar = 15 cm

Entonces, en zonas donde no se requiera estribos cerrados de confinamiento, se deberá colocar estribos cerrados espaciados a cada 15 cm, medidos de centro a centro.

PASO 7. Longitud mínima de traslape para empalmes de barras en columnas:



La ubicación de los empalmes de las barras de la columna debe ser dentro del tercio medio de la longitud del miembro. Los empalmes deben ser diseñados como empalmes a tensión. Si todas las barras se empalman en la misma ubicación, los empalmes necesitan ser clase B. Refuerzo transversal de confinamiento, que se definió en los cálculos precedentes, a debe proveerse sobre toda la longitud del empalme.

Longitud requerida para empalme clase B = $1,3L_d$

$$L_d = (((F_y) / (3,5\lambda v(f'_c))) * (\Psi_t \Psi_e \Psi_s) / ((C_b + K_{tr}) / (d_b)))) * d_b$$

Tabla 25.4.2.4 del ACI-314 SUS — Factores de modificación para el desarrollo de las barras corrugadas y alambres corrugados en tracción corrugados en tracción

Factor de localización del refuerzo $\Psi_t =$	1	(no barras de cama superior)
--	---	------------------------------

	MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR ULISES ROJAS, ZONA 3 MUNICIPIO: VILLA NUEVA, DEPARTAMENTO: GUATEMALA			
	PROYECTO DE: DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE, COLONIA ULISES ROJAS, BÁRCENAS, ZONA 3			
	PLANO DE: DISEÑO DEL PEDESTAL PARA TANQUE ELEVADO DE ACERO			
LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO: MUNICIPALIDAD DE VILLA NUEVA	DIBUJO Y CÁLCULO HIDRÁULICO: JOSÉ GABRIEL PÉREZ		PROGRAMA: EPS USAC 2017	
DIBUJO Y CÁLCULO TOPOGRÁFICO: JOSÉ GABRIEL PÉREZ	SUPERVISOR: ING. SILVIO JOSÉ RODRÍGUEZ SERRANO		ESCALA: INDICADA	
ASESOR: MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR	FIRMA:		FECHA: MARZO 2019	
			3	4

Factor de revestimiento $\Psi_e=$	1	(barras no revestidas)
Factor de tamaño del refuerzo $\Psi_s=$	1	(Para barras No,7 y mayores)
Factor de concreto con agregado liviano = $\lambda=$	1	(concreto de peso normal)

$C_b = \text{Recubrimiento} + \Phi_{\text{transversal}} + (\Phi_{\text{longitudinal}}/2) = 7,1750063500127 \text{ cm}$

$C_b = (1/2) * (b_{\text{col}} - (2 * (\text{Recubrimiento} + \Phi_{\text{transversal}} + (\Phi_{\text{longitudinal}}/2)))) = 33,4649936499873 \text{ cm}$

$C_b \text{ a usar} = 7,1750063500127 \text{ cm}$

Donde:

A_{tr} (área del estribo a utilizar) = 1,26677376483374 cm²

s (el máximo espaciamiento del refuerzo transversal dentro de L_d) = 33,4649936499873 cm

n (número de barras a desarrollar en la misma fila) = 3 REVISAR

$K_{tr} = (100 * A_{tr}) / (s * n) = 1,2617899349621$

d_b (diámetro de barra longitudinal) Refuerzo primario = 3,49250698501397 cm

$(C_b + K_{tr}) / (d_b) = 2,59222124238614$



$2,59222124238614 < 6,5$

$(C_b + K_{tr}) / (d_b) \text{ a usar} = 2,59222124238614$

$L_d = ((F_y) / (3.5 \lambda v(f'c))) * ((\Psi_t \Psi_e \Psi_s) / ((C_b + K_{tr}) / (d_b))) * d_b = 96,8317346810808 \text{ cm}$

La longitud del empalme clase B = $1.3 \times L_d = 125,881255085405 \text{ cm}$

Usar longitud de empalme de = 125,881255085405 cm

	MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR	
	ULISES ROJAS, ZONA 3	
	MUNICIPIO: VILLA NUEVA, DEPARTAMENTO: GUATEMALA	
PROYECTO DE: DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE, COLONIA ULISES ROJAS, BÁRCENAS, ZONA 3		
PLANO DE: DISEÑO DEL PEDESTAL PARA TANQUE ELEVADO DE ACERO		PROGRAMA: EPS USAC 2017
LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO: MUNICIPALIDAD DE VILLA NUEVA	DIBUJO Y CÁLCULO HIDRÁULICO: JOSÉ GABRIEL PÉREZ	ESCALA: INDICADA
DIBUJO Y CÁLCULO TOPOGRÁFICO: JOSÉ GABRIEL PÉREZ	SUPERVISOR: ING. SILVIO JOSÉ RODRÍGUEZ SERRANO	FECHA: MARZO 2019
ASESOR: MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR	FIRMA:	4
		4

Apéndice 7. **Diseño de la viga de cimentación**

Fuente: elaboración propia, empleando SAP 2000.

DISEÑO DE LA VIGA DE CIMENTACIÓN-DISEÑO DE TANQUE ELEVADO DE ESTRUCTURA METÁLICA

8.2 Diseño de viga cimiento

La viga cimiento es utilizada cuando la capacidad soporte del suelo es muy baja, por lo que el terreno se vuelve inestable para la estructura o cuando las zapatas se vuelven inestables por extracción, esto debido a un momento de volteo bastante grande. Esta también es utilizada para absorber la fuerza lateral y se coloca en la parte alta del pedestal considerando el 10 % de los esfuerzos máximos de la fuerza cortante basal.

Cuando la viga no trabaja para absorber fuerzas cortantes o momentos inducidos por las zapatas, y solo se diseña para darle estabilidad por empuje a las zapatas aisladas, se le llama viga conectora. Esta viga conectora se diseña a tensión, solo con refuerzo de acero, recubriéndola con 2 pulgadas de concreto por estar a la intemperie y en contacto con el suelo, quedando una viga armada simple con refuerzo. El tamaño de la sección debe ser aquella que cumpla con las condiciones de una viga simplemente reforzada y tenga los recubrimientos mínimos de concreto para el acero.

Con este tipo de elemento se logra restarle momento a las zapatas aisladas, ya que será absorbido por la viga conectora, para que esto se lleve a cabo, es necesario que la altura de la viga sea por lo menos dos veces mayor al peralte de la zapata. El concreto no está diseñado para trabajar a tensión, solo a compresión, por lo que la fórmula para determinar la cantidad de acero a tensión necesaria para resistir dicha fuerza viene dada por:

$$0.10 \cdot V_{st} = A_{st} \cdot F_y$$

En donde:

V_{st} = corte basal en la estructura [kips]

A_{st} = área de acero a tensión [plg^2]

F_y = esfuerzo en el acero [Kips/ plg^2]

Propiedades de la viga:

Sección propuesta =

Datos del predimensionamiento:

$b = 0,8128$ m

$h = 1,6256$ m

$f'_c = 4$ Klb/ plg^2

$F_y = 60$ Klb/ plg^2

$Ag_{viga} = 2047,99180800819$ plg^2

$V_{st} = 194,318$ Klb

$P_{uviga} = 0.10 \cdot V_{st} = 19,4318$ Klb

$A_{st} = (0.10 \cdot V_{st}) / (F_y) = 0,3238633333333333$ plg^2

recubrimiento = 0,04 m

$d = 1,55861244602489$ m

$$A_{smin} = (14 \cdot b \cdot d) / (F_y) = 0,458172954585591 \text{ pul}^2$$

$$\beta_1 = 0,85 \rightarrow \text{Para } f'_c \leq 280 \text{ Kg/cm}^2$$

$$p_{balanceado} = ((0.85 \cdot \beta_1 \cdot f'_c) / (F_y)) \cdot ((6090) / (6090 + F_y)) = 0,0284558642352562$$

$$p_{máximo} = 0.50 \cdot p_{balanceado} \text{ (Zona sísmica)} = 0,0142279321176281$$

$$A_{smáxima} = b \cdot d \cdot p_{máximo} = 27,9379444113296 \text{ pul}^2$$

$$\rho_{VIGA} (\%) = (A_{stotal} / Ag) \cdot 100 = 1,01506790975128$$

CAMA INFERIOR:

Barra No. 11

$$\Phi_{barra} = 1,375 \text{ pul}$$

$$A_{s \text{ Barra No. 11}} = 1,4848934026733 \text{ pul}^2$$

No. De barras Longitudinales = 6

$$A_{s \text{ inferior}} = 8,9093604160398 \text{ pul}^2$$

CAMA SUPERIOR:

Barra No. 11

$$\Phi_{barra} = 1,375 \text{ pul}$$

$$A_{s \text{ Barra No. 11}} = 1,4848934026733 \text{ pul}^2$$

No. De barras Longitudinales = 8

$$A_{s \text{ superior}} = 11,8791472213864 \text{ pul}^2$$

$$A_{s \text{ inferior}} + A_{s \text{ superior}} = 20,7885076374262 \text{ pul}^2 \text{ OK}$$

Por lo tanto la armadura longitudinal será de: CAMA INFERIOR: 6 Barra No.11 + CAMA SUPERIOR: 8 Barra No.11

El valor del espaciamiento vertical (S), será el menor de los especificados

por el ACI, los cuales son:

$$\Phi_{estribo} = 3/8''$$



$$\Phi_{estribo} = 0,375 \text{ pul}$$

$$S = 16 \cdot \Phi_{barra} \text{ longitudinal } 22 \text{ pul}$$



$$S = 48 \cdot \Phi_{estribo} 18 \text{ pul}$$

$$S = \text{lado menor de la columna } 31,999936 \text{ pul}$$

$$S_{ext} = S / 2 = 15,999968 \text{ pul}$$

	MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR		
	ULISES ROJAS, ZONA 3		
	MUNICIPIO: VILLA NUEVA, DEPARTAMENTO: GUATEMALA		
PROYECTO DE: DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE, COLONIA ULISES ROJAS, BÁRCENAS, ZONA 3			
PLANO DE: DISEÑO DE LA VIGA DE CIMENTACIÓN PARA TANQUE ELEVADO DE ACERO			PROGRAMA: EPS USAC 2017
LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO: MUNICIPALIDAD DE VILLA NUEVA	DIBUJO Y CÁLCULO HIDRÁULICO: JOSÉ GABRIEL PÉREZ		ESCALA: INDICADA
DIBUJO Y CÁLCULO TOPOGRÁFICO: JOSÉ GABRIEL PÉREZ	SUPERVISOR: ING. SILVIO JOSÉ RODRÍGUEZ SERRANO		FECHA: MARZO 2019
ASESOR: MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR	FIRMA:		1
			2

El armado de la viga cimiento será el siguiente: se utilizan: CAMA INFERIOR: 6 Barra No.11 + CAMA SUPERIOR: 8 Barra No.11 + estribo Barra No.3 (3/8") @ 0.45 m, se colocarán estribos @ 0.22 m en los extremos de la columna corta en una longitud de 1,00m.

	MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR		
	ULISES ROJAS, ZONA 3		
	MUNICIPIO: VILLA NUEVA, DEPARTAMENTO: GUATEMALA		
PROYECTO DE: DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE, COLONIA ULISES ROJAS, BÁRCENAS, ZONA 3			
PLANO DE: DISEÑO DE LA VIGA DE CIMENTACIÓN PARA TANQUE ELEVADO DE ACERO			PROGRAMA: EPS USAC 2017
LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO: MUNICIPALIDAD DE VILLA NUEVA	DIBUJO Y CÁLCULO HIDRÁULICO: JOSÉ GABRIEL PÉREZ		ESCALA: INDICADA
DIBUJO Y CÁLCULO TOPOGRÁFICO: JOSÉ GABRIEL PÉREZ	SUPERVISOR: ING. SILVIO JOSÉ RODRÍGUEZ SERRANO		FECHA: MARZO 2019
ASESOR: MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR	FIRMA:		2
			2

Apéndice 8. **Diseño de la zapata aislada**

Fuente: elaboración propia, empleando SAP 2000.

DISEÑO DE LA ZAPATA AISLADA-DISEÑO DE TANQUE ELEVADO DE ESTRUCTURA METÁLICA

8.3 Predimensionamiento zapata aislada (cuadrada)

$B=L$

$B= 3,9 B$

$L= 3,9 B$

FACTOR DE SEGURIDAD= 3

DESPLANTE DE CIMENTACIÓN $D_f= 4,0012 \text{ m}$

$\Phi= 30^\circ$ (Valor asumido)

$C= 6,19788612241698 \text{ Ton/m}^2$ (Valor asumido)

$\beta= 0^\circ$ (Valor asumido)

$\gamma_{\text{suelo}}= 1,601846 \text{ Ton/m}^3$ (Valor asumido)

Factores de Carga:

$N_q=\tan^2(45+(\Phi/2)) \cdot e^{(\pi \cdot \tan \Phi)}= 18,4011222187087$

$N_c=(N_q-1) \cdot \cot \Phi= 30,1396277915191$

$N_\gamma=2 \cdot (N_q+1) \cdot \tan \Phi= 22,4024862711046$

Factores de Forma:

$F_{cs}=1+((B/L) \cdot (N_q/N_c))= 1,61052917925836$

$F_{qs}=1+((B/L) \cdot \tan \Phi)= 1,57735026918963$

$F_{ys}=1-(0.4 \cdot (B/L))= 0,6$

Asumiendo que $D_f/B \leq 1$

Factores de Profundidad:

$\Phi= 0^\circ$

$F_{cd}=1+(D_f/B) \cdot 2,02594871794872$

$F_{qd}= 1$

$F_{yd}= 1$

Factores de Profundidad:

$\Phi > 0^\circ$

$F_{cd}=F_{qd}-((1-F_{qd})/(N_c \cdot \tan \Phi))= 1,3131858143652$

$F_{cd}=F_{qd}-((1-F_{qd})/(N_c \cdot \tan \Phi))= 1,3131858143652$

$F_{qd}=1+(2 \cdot \tan \Phi \cdot (1-\sin \Phi)^2 \cdot (D_f/B))= 1,29616588424122$

$F_{yd}= 1$

Factores de Profundidad a usar:

$F_{cd}=F_{qd}-((1-F_{qd})/(N_c \cdot \tan \Phi))= 1,3131858143652$

$F_{qd}=1+(2 \cdot \tan \Phi \cdot (1-\sin \Phi)^2 \cdot (D_f/B))= 1,29616588424122$

$F_{yd}= 1$

Factores de Inclinación:

Si dan el valor de β

$F_{ci}=(1-(\beta/90))^2= 1$

$F_{qi}=(1-(\beta/90))^2= 1$

$F_{yi}=(1-(\beta/\Phi))^2= 1$

Factores de Inclinación:

Si no dan el valor de β

$F_{ci}=(1-(\beta/90))^2= 1$

$F_{qi}=(1-(\beta/90))^2= 1$

$F_{yi}=(1-(\beta/\Phi))^2= 1$

Factores de inclinación a usar:

$F_{ci}=(1-(\beta/90))^2= 1$

$F_{qi}=(1-(\beta/90))^2= 1$

$F_{yi}=(1-(\beta/\Phi))^2= 1$

Qúltima = ?

$c \cdot N_c \cdot F_{cs} \cdot F_{cd} \cdot F_{ci}= 395,072005908677 \text{ Ton/m}^2$



$\gamma_{\text{suelo}} \cdot D_f \cdot N_q \cdot F_{qs} \cdot F_{qd} \cdot F_{qi}= 241,126011097164 \text{ Ton/m}^2$

$0.5 \cdot \gamma_{\text{suelo}} \cdot N_\gamma \cdot B \cdot F_{ys} \cdot F_{yd} \cdot F_{yi} \cdot 41,9858396374058 \text{ Ton/m}^2$

$\Sigma= 678,183856643248 \text{ Ton/m}^2$

CAPACIDAD DE CARGA Qúltima = 678,183856643248 Ton/m²

La carga admisible neta se define como:

	MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR		
	ULISES ROJAS, ZONA 3		
	MUNICIPIO: VILLA NUEVA, DEPARTAMENTO: GUATEMALA		
PROYECTO DE: DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE, COLONIA ULISES ROJAS, BÁRCENAS, ZONA 3			
PLANO DE: DISEÑO DE ZAPATA AISLADA PARA TANQUE ELEVADO DE ACERO			PROGRAMA: EPS USAC 2017
LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO: MUNICIPALIDAD DE VILLA NUEVA	DIBUJO Y CÁLCULO HIDRÁULICO: JOSÉ GABRIEL PÉREZ		ESCALA: INDICADA
DIBUJO Y CÁLCULO TOPOGRÁFICO: JOSÉ GABRIEL PÉREZ	SUPERVISOR: ING. SILVIO JOSÉ RODRÍGUEZ SERRANO		FECHA: MARZO 2019
ASESOR: MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR	FIRMA:		1
			6

$$q_{aneta} = (q_u - (D_f \cdot \gamma_{suelo})) / (F.S.) = 223,924850142683 \text{ Ton/m}^2$$

Considerando la variabilidad del suelo, y el número reducido de ensayos realizados, se opta por asumir un valor teórico para el valor de carga admisible, aunque este valor sea mucho menor al calculado anteriormente.

Carga admisible según tipo de suelo		
Material del suelo	Ton/m ²	Observaciones
Roca sana	645	---
Roca regular	430	---
Roca intermedia	215	---
Roca agrietada o porosa	22 - 86	---
Suelos gravillosos	90	Compactados, buena granulometría
Suelos arenosos	32 - 64	Densos
Arena fina	22 - 43	Densa
Suelos arcillosos	53	Duros
Suelos arcillosos	22	Solidez mediana
Suelos limosos	32	Densos
Suelos limosos	16	Densidad media

Fuente: CRESPO VILLALAZ, Carlos. Mecánica de suelos y cimentaciones. p. 193.

Observaciones: Densidad media

De la tabla ANTERIOR, se obtiene para un tipo de Suelos limosos de Densidad media,

el valor de carga admisible es:

$q_a = 16 \text{ Ton/m}^2$ (Valor asumido)

$q_{permisible} = \text{CAPACIDAD DE CARGA ÚLTIMA} / F.S. = 226,061285547749 \text{ Ton/m}^2$

$Q_{permisible} = (q_{permisible}) / (B \cdot L) = 3438,39215318127 \text{ Ton}$

8.4 Diseño de zapata aislada (cuadrada)

Densidad del suelo (γ_{suelo}) = 1,601846 ton/m³

Densidad del concreto ($\gamma_{concreto}$) = 2,402769 ton/m³

Valor soporte (V_s) = 16 ton/m²

Valor soporte viento = 1.33 V_s , (V_{sv}) = 21,28 ton/m²

Cohesión: $C_u = 6,19788612241698 \text{ ton/m}^2$

$f'c = 281,228 \text{ Kg/cm}^2$

$F_y = 4218,42 \text{ Kg/cm}^2$

$F_c.u. = 1,5$

BREIZAS CARGA MUERTA COLUMNA TRAMO 1 = 45,74 KIPS

COLUMNAS CARGA MUERTA COLUMNA TRAMO 1 = 442,303 KIPS

HORIZONTALES CARGA MUERTA COLUMNA TRAMO 1 = 45,437 KIPS

CARGA MUERTA COLUMNA TRAMO 1 = 533,48 KIPS

CARGA MUERTA COLUMNA TRAMO 1 = 238,160714285714 TON

BREIZAS CARGA VIVA COLUMNA TRAMO 1 = 0,585 KIPS

COLUMNAS CARGA VIVA COLUMNA TRAMO 1 = 6,037 KIPS

HORIZONTALES CARGA VIVA COLUMNA TRAMO 1 = 0,217552 KIPS

CARGA VIVA COLUMNA TRAMO 1 = 6,839552 KIPS

CARGA VIVA COLUMNA TRAMO 1 = 3,05337142857143 TON

Predimensionamiento:

Zapata:

$B = 5,3 \text{ m}$ Dato obtenido de $B = (A \cdot P / \sigma)^{(1/2)}$

$L = 5,3 \text{ m}$

$t = 0,75 \text{ m}$ → PERALTE A MODIFICAR



$b = 0,8128 \text{ m}$

$df = 4,0012 \text{ m}$

Pedestal:

$L = 0,8128 \text{ m}$

H (bajo la superficie del terreno) = 3,2512 m

	MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR		
	ULISES ROJAS, ZONA 3		
	MUNICIPIO: VILLA NUEVA, DEPARTAMENTO: GUATEMALA		
PROYECTO DE: DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE, COLONIA ULISES ROJAS, BÁRCENAS, ZONA 3			
PLANO DE: DISEÑO DE ZAPATA AISLADA PARA TANQUE ELEVADO DE ACERO			PROGRAMA: EPS USAC 2017
LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO: MUNICIPALIDAD DE VILLA NUEVA	DIBUJO Y CÁLCULO HIDRÁULICO: JOSÉ GABRIEL PÉREZ		ESCALA: INDICADA
DIBUJO Y CÁLCULO TOPOGRÁFICO: JOSÉ GABRIEL PÉREZ	SUPERVISOR: ING. SILVIO JOSÉ RODRÍGUEZ SERRANO		FECHA: MARZO 2019
ASESOR: MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR	FIRMA:		2
			6

La cimentación del tanque elevado cuenta con una columna corta llamada pedestal, la cual se proyecta desde la parte superior de la cimentación hasta unos 15 centímetros por encima del nivel final del terreno 0,15 m.

Recubrimiento = 0,075 m (ACI 318-08, cap. 7.7.1)

M = 91,4728234676768 Ton-m

P = 275,691478269703 Ton

Qadm = 16 Ton/m²

Espesor propuesto= 0,75 m

FCU=CU/(CM+CV)= 1,5

CM= 238,160714285714 Ton

CV= 3,05337142857143 Ton

SDS = 1,1 Parámetros de aceleración espectral

CU=Combinación Gravitacional (1.20 + 0.20 SDS)C.M.+ 0.5 C.V.(Klb)= 760,961376 KIPS

CU=Combinación Gravitacional (1.20 + 0.20 SDS)C.M.+ 0.5 C.V.(TON)= 339,7149 TON

Cálculo de presión equivalente:

$q_e = q_a - [\gamma_c * t + \gamma_s(df - t)]$ 8,9900015348 Ton/m²

$A = P/\sigma = CM/q_e = 30,6664550837405$ m²

$B=(A)^{(1/2)}$ 5,53773013821914 m

Del resultado anterior se observa que el factor determinante para este tipo de cimentaciones es el volteo y no la carga axial sobre la misma, por lo que se propone un base de 5.3m para realizar los chequeos correspondientes.

Chequeo por excentricidad:

$e = M/P = 0,331794163685361$ m

$b/6 = 0,883333333333333$ m

Ya que la excentricidad no supera la sexta parte de la base, es necesario chequear la capacidad admisible para verificar que no se tienen secciones a tensión, por lo tanto:

$q_{m\acute{a}x}=(P/A)*(1+(6e/B))= 13,5010899980218$ Ton/m² PRESIONES OK; < Vs

$q_{m\acute{i}n}=(P/A)*(1-(6e/B))= 6,12806473816213$ Ton/m² PRESIONES OK; < Vs

Chequeo a cortante en la zapata: para el diseño estructural de los elementos de la zapata se utilizó el método de estados límites (método por resistencia última), el cual establece que la resistencia del elemento, afectada por un factor de reducción de resistencia, debe ser mayor o igual a las acciones inducidas en el elemento.

Chequeo por corte simple:

Barra No. 11

$\Phi_{barra} = 0,0349250698501397$ m

As Barra No. 11 = 9,57997659655514 cm²

$d=t-\text{recubrimiento}-(\Phi_{barra} \text{ a usar}/2)= 0,65753746507493$ m

$x=(\text{Base de zapata}/2)-(\text{base de columna}/2)-d= 1,58606253492507$ m

$q_{dise\tilde{n}o}=q_{m\acute{a}x}*F_{cu} 20,2516349970326$ Ton/m²

$V_{act}=(\text{Base de zapata}*x)*q_{dise\tilde{n}o}= 170,237905560785$ TON

Cortante que resiste el concreto:

$V_{res}=\Phi*0.53*v(f'c)*\text{Base de zapata}*d= 263,281562742758$ TON

$V_{act} < V_{res}$; Si cumple; el peralte propuesto resiste al corte simple

Chequeo a cortante por punzonamiento:

La columna tiende a punzonar a la zapata debido a los esfuerzos de corte que se producen en ella alrededor del perímetro de la columna; el límite donde ocurre la falla se encuentra a una distancia igual a d/2 del perímetro de la columna.

$d+\text{sección de columna}= 1,47033746507493$ m

$V_{act \text{ punzonamiento}}=((B*B)-((d+\text{secciondecolumna})*(d+\text{secciondecolumna}))*q_{dise\tilde{n}o}= 350,057716059903$ TON

Corte resistente a punzonamiento:

$V_{r \text{ pun}}=\Phi*1.06*v(f'c)*b_o*d 584,321125379854$ TON

$b_o=4*(\text{sección columna} +d) 5,88134986029972$ m

$V_{act} < V_r$; Si cumple; el peralte propuesto resiste el corte punzonante

Verificación al volcamiento: se debe analizar la acción de volteo que pueden producir las cargas externas, tanto a compresión como a tensión, en la zapata. Momentos actuantes: son todos aquellos generados por cargas externas.

Mactuante= 91,4728234676768 Ton-m

Momentos resistentes: son todos aquellos generados por peso propio de la cimentación que generan un momento contrario al actuante.

$W_{pedestal}=(B_{col}*L_{col})*h*\gamma_{concreto}= 5,16087210052367$ TON



$W_{zapata}=(B_{zap}*L_{zap})*t*\gamma_{concreto}= 50,6203359075$ TON

$W_{suelo}=((B_{zap}*L_{zap})-(B_{col}*L_{col}))*h*\gamma_{suelo}= 142,849939579619$ TON

$W_{total}= 198,631147587643$ TON

$M_{resistente}=M_{actuante}*1m 198,631147587643$ Ton-m

$M_{resistente}/M_{actuante}>1.5 2,17147716729037$ CUMPLE

	MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR	
	ULISES ROJAS, ZONA 3	
	MUNICIPIO: VILLA NUEVA, DEPARTAMENTO: GUATEMALA	
PROYECTO DE: DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE, COLONIA ULISES ROJAS, BÁRCENAS, ZONA 3		
PLANO DE: DISEÑO DE ZAPATA AISLADA PARA TANQUE ELEVADO DE ACERO		PROGRAMA: EPS USAC 2017
LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO: MUNICIPALIDAD DE VILLA NUEVA	DIBUJO Y CÁLCULO HIDRÁULICO: JOSÉ GABRIEL PÉREZ	ESCALA: INDICADA
DIBUJO Y CÁLCULO TOPOGRÁFICO: JOSÉ GABRIEL PÉREZ	SUPERVISOR: ING. SILVIO JOSÉ RODRÍGUEZ SERRANO	FECHA: MARZO 2019
ASESOR: MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR	FIRMA:	3
		6

El factor de seguridad es mayor al 1,5 recomendado, por lo que las dimensiones cumplen con el requisito de volcamiento.

Diseño a flexión de la zapata:

Para el diseño a flexión de la zapata se deben tener en cuenta los esfuerzos máximos de diseño calculados. Para el cálculo del momento en la losa de la zapata se verifica la flexión en la cara del pedestal, según el artículo 15.4 del código A.C.I.

Para el cálculo del área de refuerzo de la armadura inferior, la presión de diseño para encontrar el momento corresponde a la presión máxima transmitida por el suelo, menos los efectos producidos por el peso propio y peso del relleno sobre la zapata.

Se calcula el momento de la zapata en la dirección más desfavorable, considerando la presión total neta sobre el voladizo, según la siguiente ecuación:

$$M=(1/2)*L_v^2*Q$$

De Donde:

M = momento último en la sección en la dirección elegida X o Y [kN-m]

L_v = longitud del voladizo = distancia desde el borde de la zapata a la cara del pedestal en cada una de las direcciones X y Y [m]

Q = esfuerzo último máximo calculado con cargas de diseño "

$$M=(1/2)*L_v^2*Q= 33,9804948638442 \text{ Ton-m}$$

$$L_v=(B_{zap}/2)-(b_{col}/2) 2,2436 \text{ m}$$

$$Q= 13,5010899980218 \text{ Ton/m}^2$$

Área de acero

$$A_s=((b*d)-\sqrt{(b*d)^2-((\mu*b)/(0.003825*f_c))})*0.85*(f_c/F_y)= 13,7245010060183 \text{ cm}^2$$

$$A_{smin}=(14.1/F_y)*b*d 49,3100257884559 \text{ cm}^2$$

Se usará A_{smin}= 49,3100257884559 cm²

Espaciamiento S, para A_{smin} con Barra No.11, con As Barra No. 11 = 9.58 cm²

$$S=As \text{ Barra seleccionada}*(b/A_{smin}) = 43 \text{ cm}$$

Cantidad De Barra No.11 a utilizar = 12 unidades

Se armará con Barra No.11 @ 43cm en ambos sentidos.

Acero por temperatura (A_{st}):

$$A_{st}=0.002*b*t 79,5 \text{ cm}^2$$

b= 530 cm

t= 75 cm

Barra No. 6

$$\Phi_{barra}= 0,0190500381000762 \text{ m}$$

$$As \text{ Barra No. 6} = 2,85024097087591 \text{ cm}^2$$

Espaciamiento S, para As temp con Barra No.6, con As Barra No. 6 = 2.8502 cm²

$$S=As \text{ Barra seleccionada}*(b/As \text{ temp}) = 19 \text{ cm}$$

Cantidad De Barra No.6 a utilizar = 27 unidades

Se armará con Barra No.6 @ 19cm en ambos sentidos.

Chequeo por longitud de desarrollo: Brinda el refuerzo de adherencia en los miembros sujetos a flexión,

teniendo una longitud de anclaje no menor que la longitud de desarrollo L_d

$$(L*d)/(db)=((F_y)/(3.5*\lambda*v(f_c)))/((\Psi_t\Psi_e\Psi_s)/((Cb+K_{tr})/(db)))$$

Tabla 25.4.2.4 del ACI-314 SUS — Factores de modificación para el desarrollo de las barras corrugadas y alambres corrugados en tracción

Factor de localización del refuerzo Ψ_t =	1	(no barras de cama superior)
Factor de revestimiento Ψ_e =	1	(barras no revestidas)
Factor de tamaño del refuerzo Ψ_s =	1	(Para barras No,7 y mayores)
Factor de concreto con agregado liviano = λ =	1	(concreto de peso normal)

C_b (recubrimiento lateral)= 7,5 cm

C_b (separación media entre barras)= cm

C_b a usar= 7,5 cm



K_{tr}= 0

db (Φ de barra a utilizar)= 3,49250698501397 cm

$$(Cb+K_{tr})/(db)= 2,14745454545455$$

$$2,14745454545455 < 2,5$$

$$(Cb+K_{tr})/(db) \text{ a usar}= 2,14745454545455$$

	MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR		
	ULISES ROJAS, ZONA 3		
	MUNICIPIO: VILLA NUEVA, DEPARTAMENTO: GUATEMALA		
PROYECTO DE: DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE, COLONIA ULISES ROJAS, BÁRCENAS, ZONA 3			
PLANO DE: DISEÑO DE ZAPATA AISLADA PARA TANQUE ELEVADO DE ACERO			PROGRAMA: EPS USAC 2017
LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO: MUNICIPALIDAD DE VILLA NUEVA	DIBUJO Y CÁLCULO HIDRÁULICO: JOSÉ GABRIEL PÉREZ		ESCALA: INDICADA
DIBUJO Y CÁLCULO TOPOGRÁFICO: JOSÉ GABRIEL PÉREZ	SUPERVISOR: ING. SILVIO JOSÉ RODRÍGUEZ SERRANO		FECHA: MARZO 2019
ASESOR: MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR	FIRMA:		4
			6

$(Ld)/(db)=((Fy)/(3.5*\lambda*v(f'c))((\Psi t\Psi e\Psi s)/((Cb+Ktr)/(db))))= 33,4679039436528$ diámetros

As requerida= 49,3100257884559 cm²

As propuesta= 57,4798595793308 cm²

As requerida/As propuesta= 0,857866149105682 diámetros

$(Ld)=(((Fy)/(3.5*\lambda*v(f'c))((\Psi t\Psi e\Psi s)/((Cb+Ktr)/(db))))*(As\ requerida/As\ propuesta)*db= 100,27330474428$ cm

El espacio disponible es:

$s=(B/2)-(hcol/2)-recubrimiento= 216,86$ cm

$s > Ld \rightarrow 216.86\text{cm} > 100.27\text{cm}$

$216.86\text{cm} > 100.27\text{cm} \rightarrow$ Las barras pueden desarrollarse completamente

8.5. REVISIÓN DE ESTABILIDAD GLOBAL DEL TANQUE:

De acuerdo a lo indicado en el apartado de cimentación, se deberá revisar la estabilidad global del tanque metálico elevado con la relación: $(Mr/Mv)>1.50$

$W= 375,98653832261$ Klb

$Bi= 24,3586972410267$ pie

$Mr= W*(Bi/2) 4579,27112685106$ Klb-pie

Vestático= 194,318 Klb

$Hcm= 70,766856$ pie

$Mv= Vestático*Hcm 13751,273924208$ Klb-pie

$(Mr/Mv)>1.50 \rightarrow 0,3330070473536 < 1,5$

Chequeo= NO CUMPLE DISEÑAR POR EXTRACCIÓN!!!!!!!!!!

Datos de pedestal:

$f'c= 4$ Klb/pul²

$Fy= 60$ Klb/pul²

$Ag= 1024$ pul²

Columna= 32 pul x 32 pul

Datos de zapata:

Se utilizará= zapata cuadrada concéntrica.

$n= 4$

Ancho de la zapata $(B)= 5,3$ m

Ancho de la columna $(C)= 0,8128$ m

h de columna= 3,4012 m

Peralte de la zapata $(D)= 0,75$ m

Angulo arranque $(\alpha)= 30^\circ$

Ancho de la zapata $(B)= 17,38824$ pie

Ancho de la columna $(C)= 2,66663424$ pie

h de columna= 11,15865696 pie

Peralte de la zapata $(D)= 2,4606$ pie

Angulo arranque $(\alpha)= 30^\circ$

Cargas aplicadas sobre zapata:

Tensión máxima $Tmáx= 385,551950663986$ Klb

Compresión máxima $Pu= 607,796165429952$ Klb

$Mmáx= 661,61669348832$ Klb-pie

Compresión máxima $Pu= 2703,59890306551$ KN

Compresión máxima $Pu= 275,691478269703$ TON

$Mmáx= 91,4728234676768$ TON-m

Tensión máxima $Tmáx= 174,883280405579$ TON

CHEQUEOS DE ESTABILIDAD:

Peso del concreto, $Wconcreto= 56,0193141888426$ ton

Volumen concreto= 23,314481828608 m³

Peso del suelo, $Wsuelo= 282,034096148415$ ton

Volumen cono mayor= $\pi/3 r^2 h = 233,136779262206$ m³

$htotal= 8,74113464005752$ m



Base cono mayor= 10,0933928749199 m

Volumen cono punta= 33,7541259936372 m³

$hconomenor= (Azap/2)/ \tan \alpha = 4,58993464005752$ m

Volumen cono truncado= 199,382653268569 m³

Volumen del suelo= 176,068171439961 m³

	MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR	
	ULISES ROJAS, ZONA 3	
	MUNICIPIO: VILLA NUEVA, DEPARTAMENTO: GUATEMALA	
PROYECTO DE: DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE, COLONIA ULISES ROJAS, BÁRCENAS, ZONA 3		
PLANO DE: DISEÑO DE ZAPATA AISLADA PARA TANQUE ELEVADO DE ACERO		PROGRAMA: EPS USAC 2017
LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO: MUNICIPALIDAD DE VILLA NUEVA	DIBUJO Y CÁLCULO HIDRÁULICO: JOSÉ GABRIEL PÉREZ	ESCALA: INDICADA
DIBUJO Y CÁLCULO TOPOGRÁFICO: JOSÉ GABRIEL PÉREZ	SUPERVISOR: ING. SILVIO JOSÉ RODRÍGUEZ SERRANO	FECHA: MARZO 2019
ASESOR: MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR	FIRMA:	5
		6

Chequeo 1:

$W_{suelo}/2 + W_{concreto}/1.25 > \text{Tensión}$

$W_{suelo}/2 + W_{concreto}/1.25 = 185,832499425282 \text{ TON}$

Tensión máxima $T_{\text{máx}} = 174,883280405579 \text{ TON}$

Conclusión CHEQUEO 1 OK!!!

Chequeo 2:

$(W_{suelo} + W_{concreto})/1.5 > \text{Tensión}$

$(W_{suelo} + W_{concreto})/1.5 = 225,368940224838 \text{ TON}$

Tensión máxima $T_{\text{máx}} = 174,883280405579 \text{ TON}$

Conclusión CHEQUEO 2 OK!!!

REVISIÓN PRESIONES EN SUELO

Inercia $I = (1/12) * b * h^3 = 65,7540083333333 \text{ m}^4$

$c = 2,65 \text{ m}$



$P_{\text{max}} = 275,691478269703 \text{ Ton}$

$M_{\text{max}} = 91,4728234676768 \text{ Ton-m}$

Área = $28,09 \text{ m}^2$

$q_{\text{máx}} = (P/A) + ((M * c)/I) = 13,5010899980218 \text{ ton/m}^2$ PRESIONES OK; $< V_s$

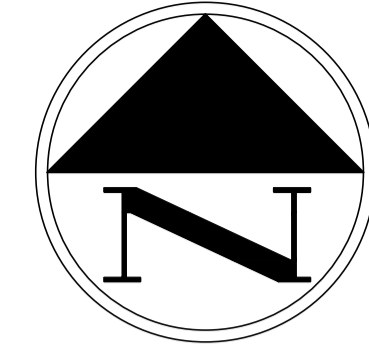
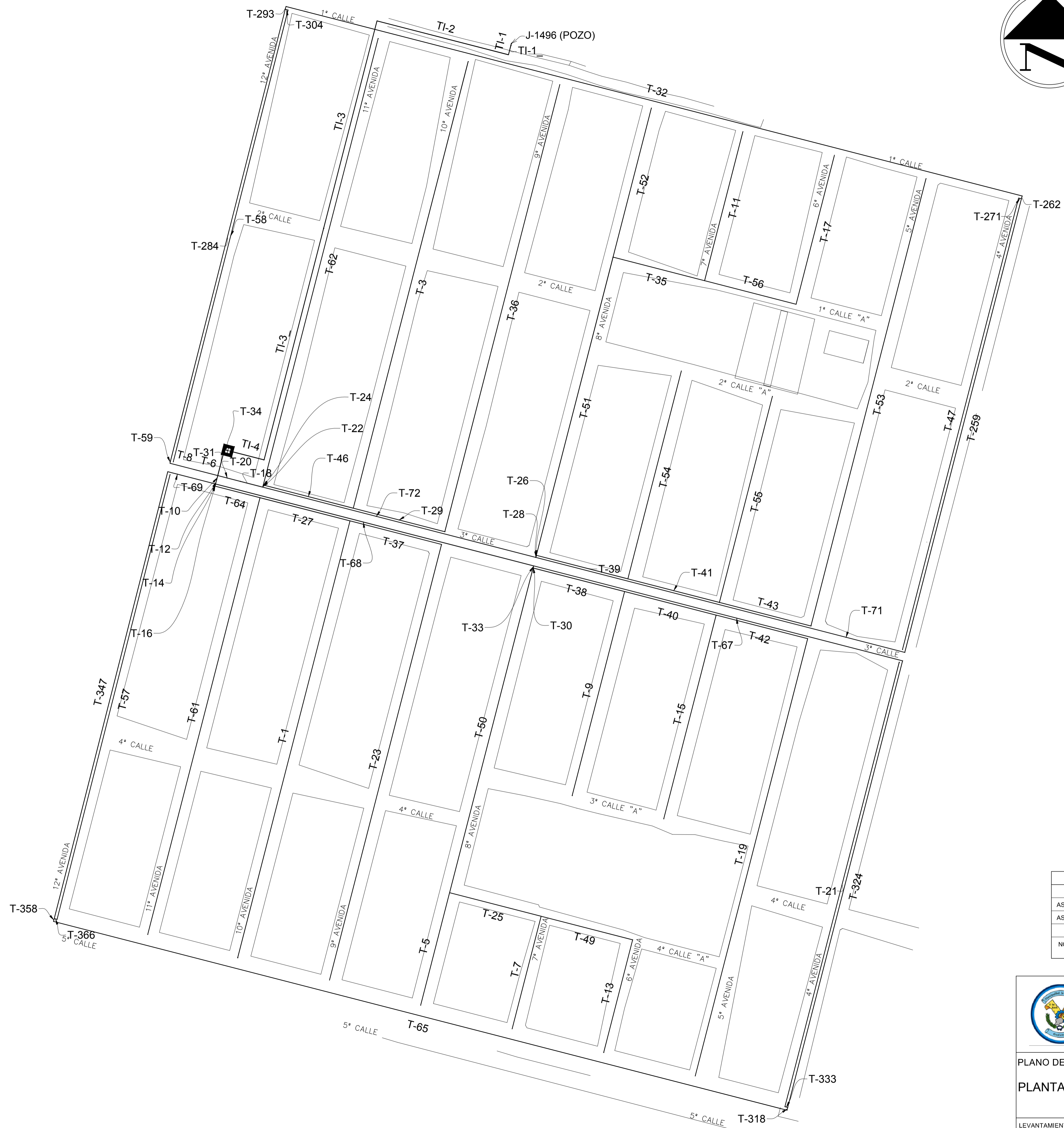
$q_{\text{min}} = (P/A) - ((M * c)/I) = 6,12806473816213 \text{ ton/m}^2$ PRESIONES OK; $< V_s$

	MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR		
	ULISES ROJAS, ZONA 3		
	MUNICIPIO: VILLA NUEVA, DEPARTAMENTO: GUATEMALA		
PROYECTO DE: DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE, COLONIA ULISES ROJAS, BÁRCENAS, ZONA 3			
PLANO DE: DISEÑO DE ZAPATA AISLADA PARA TANQUE ELEVADO DE ACERO			PROGRAMA: EPS USAC 2017
LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO: MUNICIPALIDAD DE VILLA NUEVA	DIBUJO Y CÁLCULO HIDRÁULICO: JOSÉ GABRIEL PÉREZ		ESCALA: INDICADA
DIBUJO Y CÁLCULO TOPOGRÁFICO: JOSÉ GABRIEL PÉREZ	SUPERVISOR: ING. SILVIO JOSÉ RODRÍGUEZ SERRANO		FECHA: MARZO 2019
ASESOR: MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR	FIRMA:		6
			6

Apéndice 9. **Planos**

Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2018.

NÚMERO DE PLANO	DESCRIPCIÓN
1	PLANTA GENERAL, SECTOR 1 Y SECTOR 2
2	PLANTA GENERAL CURVAS DE NIVEL, SECTOR 1 Y SECTOR 2
3	PLANTA GENERAL DENSIDAD DE VIVIENDA, SECTOR 1 Y SECTOR 2
4	PLANTA GENERAL DISEÑO HIDRÁULICO, SECTOR 1
4.1	PLANTA GENERAL DISEÑO HIDRÁULICO Y DETALLES, RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE, SECTOR 1
5	PLANTA-PERFIL, LÍNEA DE CONDUCCIÓN DE AGUA POTABLE, SECTOR 1, NODO J-1496 AL NODO J-1498
6	PLANTA-PERFIL, LÍNEA DE CONDUCCIÓN DE AGUA POTABLE, SECTOR 1, NODO J-1498 AL NODO J-1499
7	PLANTA-PERFIL, LÍNEA DE CONDUCCIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE, SECTOR 1, NODO J-1499 AL NODO J-3
8	PLANTA-PERFIL, RED DE DISTRIBUCIÓN, SECTOR 1, NODO J-3 AL J-16 Y DEL J-16 AL J-13
9	PLANTA-PERFIL, RED DE DISTRIBUCIÓN, SECTOR 1, NODO J-13 AL J-123
10	PLANTA-PERFIL, RED DE DISTRIBUCIÓN, SECTOR 1, NODO J-46 AL J-123
11	PLANTA-PERFIL, RED DE DISTRIBUCIÓN, SECTOR 1, NODO J-887 AL J-46
12	PLANTA-PERFIL, RED DE DISTRIBUCIÓN, SECTOR 1, NODO J-3 AL J-887
13	PLANTA-PERFIL, RED DE DISTRIBUCIÓN, SECTOR 1, NODO J-13 AL J-14
14	PLANTA-PERFIL, RED DE DISTRIBUCIÓN, SECTOR 1, NODO J-3 AL J-15 Y DEL J-17 AL J-32
15	PLANTA-PERFIL, RED DE DISTRIBUCIÓN, SECTOR 1, NODO J-15 AL J-49
16	PLANTA-PERFIL, RED DE DISTRIBUCIÓN, SECTOR 1, NODO J-15 AL J-48
17	PLANTA-PERFIL, RED DE DISTRIBUCIÓN, SECTOR 1, NODO J-32 AL J-47
18	PLANTA-PERFIL, RED DE DISTRIBUCIÓN, SECTOR 1, NODO J-887 AL J-35
19	PLANTA-PERFIL, RED DE DISTRIBUCIÓN, SECTOR 1, NODO J-7 AL J-27 Y DEL J-27 AL J-42
20	PLANTA-PERFIL, RED DE DISTRIBUCIÓN, SECTOR 1, NODO J-27 AL J-41 Y DEL J-19 AL J-20
21	PLANTA-PERFIL, RED DE DISTRIBUCIÓN, SECTOR 1, NODO J-20 AL J-50
22	PLANTA-PERFIL, RED DE DISTRIBUCIÓN, SECTOR 1, NODO J-25 AL J-26 Y DEL J-26 AL J-37
23	PLANTA-PERFIL, RED DE DISTRIBUCIÓN, SECTOR 1, NODO J-26 AL J-36
24	PLANTA-PERFIL, RED DE DISTRIBUCIÓN, SECTOR 1, NODO J-123 AL J-30
25	PLANTA GENERAL DISEÑO HIDRÁULICO, RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE, SECTOR 2
25.1	PLANTA GENERAL DISEÑO HIDRÁULICO Y DETALLES, RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE, SECTOR 2
26	PLANTA-PERFIL, LÍNEA DE CONDUCCIÓN DE AGUA POTABLE, SECTOR 2, NODO J-1496 AL NODO J-1498
27	PLANTA-PERFIL, LÍNEA DE CONDUCCIÓN DE AGUA POTABLE, SECTOR 2, NODO J-1498 AL NODO J-1499
28	PLANTA-PERFIL, LÍNEA DE CONDUCCIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE, SECTOR 2, NODO J-1499 AL NODO J-12
29	PLANTA-PERFIL, RED DE DISTRIBUCIÓN, SECTOR 2, NODO J-12 AL J-1 Y DEL J-1 AL J-150
30	PLANTA-PERFIL, RED DE DISTRIBUCIÓN, SECTOR 2, NODO J-12 AL J-9 Y DEL J-9 AL J-6
31	PLANTA-PERFIL, RED DE DISTRIBUCIÓN, SECTOR 2, NODO J-6 AL J-45
32	PLANTA-PERFIL, RED DE DISTRIBUCIÓN, SECTOR 2, NODO J-45 AL J-108
33	PLANTA-PERFIL, RED DE DISTRIBUCIÓN, SECTOR 2, NODO J-150 AL J-108
34	PLANTA-PERFIL, RED DE DISTRIBUCIÓN, SECTOR 2, NODO J-150 AL J-11
35	PLANTA-PERFIL, RED DE DISTRIBUCIÓN, SECTOR 2, NODO J-9 AL J-53
36	PLANTA-PERFIL, RED DE DISTRIBUCIÓN, SECTOR 2, NODO J-10 AL J-54
37	PLANTA-PERFIL, RED DE DISTRIBUCIÓN, SECTOR 2, NODO J-18 AL J-55
38	PLANTA-PERFIL, RED DE DISTRIBUCIÓN, SECTOR 2, NODO J-6 AL J-39
39	PLANTA-PERFIL, RED DE DISTRIBUCIÓN, SECTOR 2, NODO J-28 AL J-38 Y DEL J-23 AL J-24
40	PLANTA-PERFIL, RED DE DISTRIBUCIÓN, SECTOR 2, NODO J-5 AL J-29 Y DEL J-29 AL J-44
41	PLANTA-PERFIL, RED DE DISTRIBUCIÓN, SECTOR 2, NODO J-24 AL J-40
42	PLANTA-PERFIL, RED DE DISTRIBUCIÓN, SECTOR 2, NODO J-29 AL J-43
43	PLANTA-PERFIL, RED DE DISTRIBUCIÓN, SECTOR 2, NODO J-21 AL J-56
44	PLANTA-PERFIL, RED DE DISTRIBUCIÓN, SECTOR 2, NODO J-108 AL J-59
45	PLANTA-PERFIL, RED DE DISTRIBUCIÓN, SECTOR 2, NODO J-59 AL J-34



SIMBOLOGÍA	
	UNIÓN O JUNCTION O NODO
J-1	UNIÓN O JUNCTION O NODO
	TUBERÍA
	RESERVORIO
	LÍNEA PIEZOMÉTRICA
E	ELEVACIÓN
AG	ACERO GALVANIZADO
DH	DISTANCIA HORIZONTAL DE LA TUBERÍA
Ø	DIÁMETRO DE LA TUBERÍA
CP	COTA PIEZOMÉTRICA
T-1	NÚMERO DE LA TUBERÍA
PVC	CLORURO DE POLIVINILO
	BOMBA
	VÁLVULA
	TANQUE DE ALMACENAMIENTO
TI-1	TUBERÍA DE IMPULSIÓN
	TEE Y TEE REDUCIDORA
	CODO A 90 GRADOS
	TAPÓN
	REDUCIDOR BUSHING
	CRUZ

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
NORMAS DE TUBERÍA	
ASTM D-2241	TUBERÍA PVC JUNTA CEMENTADA PARA AGUA POTABLE Y RIEGO
ASTM D-2466	ACCESORIOS PARA TUBERÍA PVC PARA AGUA POTABLE Y RIEGO
NORMAS DE DISEÑO	
NORMAS GENERALES PARA EL DISEÑO DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE A ZONAS RURALES, INFOMI 1997	

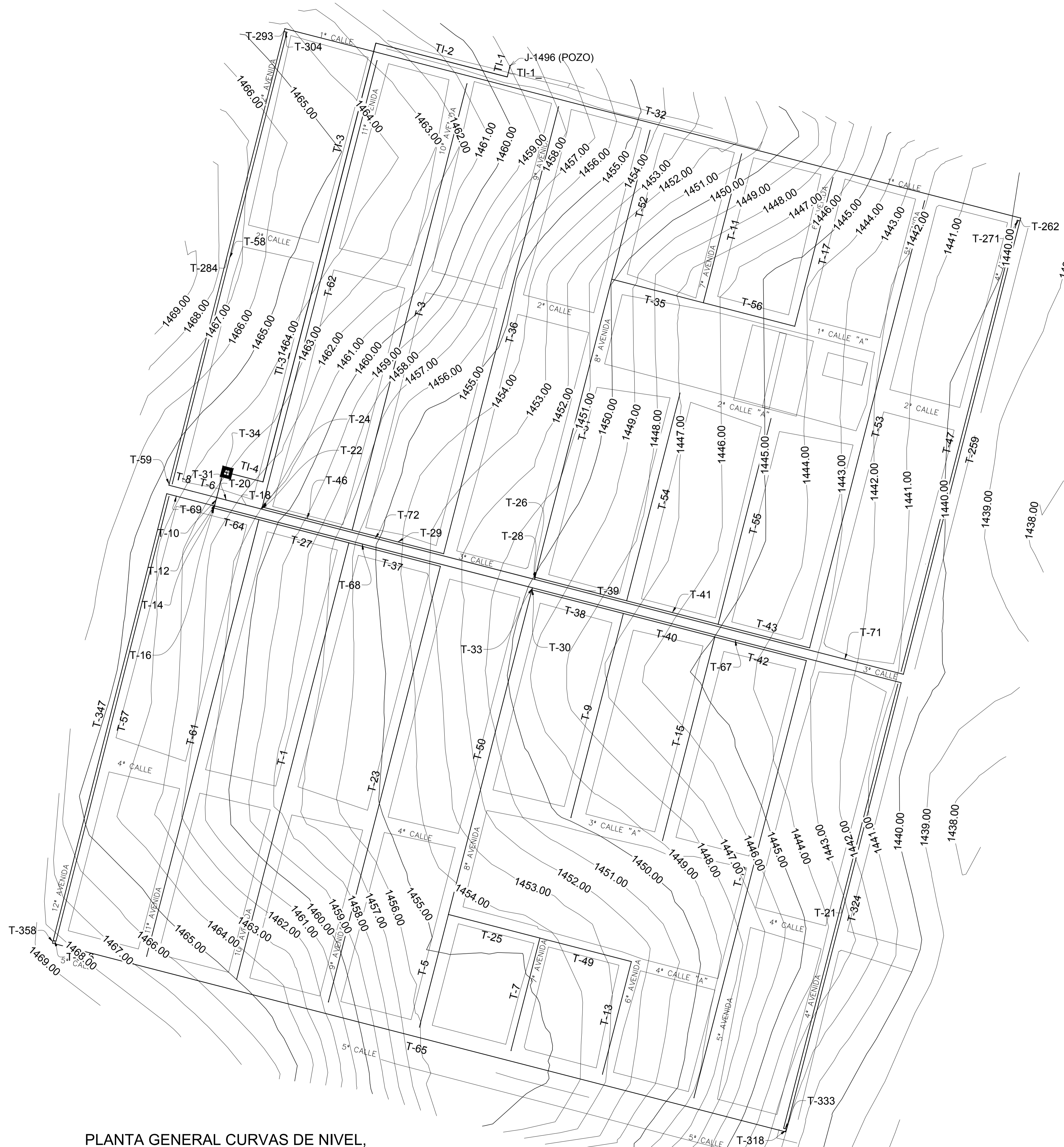
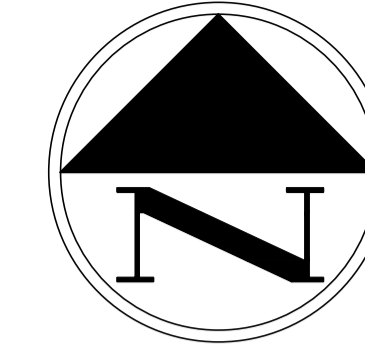
ÍNDICE DE PLANOS

ESCALA : 1/35

PLANTA GENERAL, SECTOR 1 Y SECTOR 2

ESCALA : 1/1500

	MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR		
	ULISES ROJAS, ZONA 3		
MUNICIPIO: VILLA NUEVA DEPARTAMENTO: GUATEMALA		DEPARTAMENTO: GUATEMALA	
PROYECTO DE DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE, COLONIA ULISES ROJAS, BÁRCENAS, ZONA 3			
PLANO DE:		PROGRAMA:	
PLANTA GENERAL, SECTOR 1 Y SECTOR 2		EPS USAC 2017	
ESCALA:		INDICADA	
ESCALA:		FECHA: MARZO 2019	
LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO: MUNICIPALIDAD DE VILLA NUEVA		DIBUJO Y CÁLCULO HIDRÁULICO: JOSÉ GABRIEL PÉREZ	
DIBUJO Y CÁLCULO TOPOGRÁFICO: JOSÉ GABRIEL PÉREZ		SUPERVISOR: ING. SILVIO JOSÉ RODRÍGUEZ SERRANO	
ASESOR: MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR		FIRMA:	
		1	
		45	

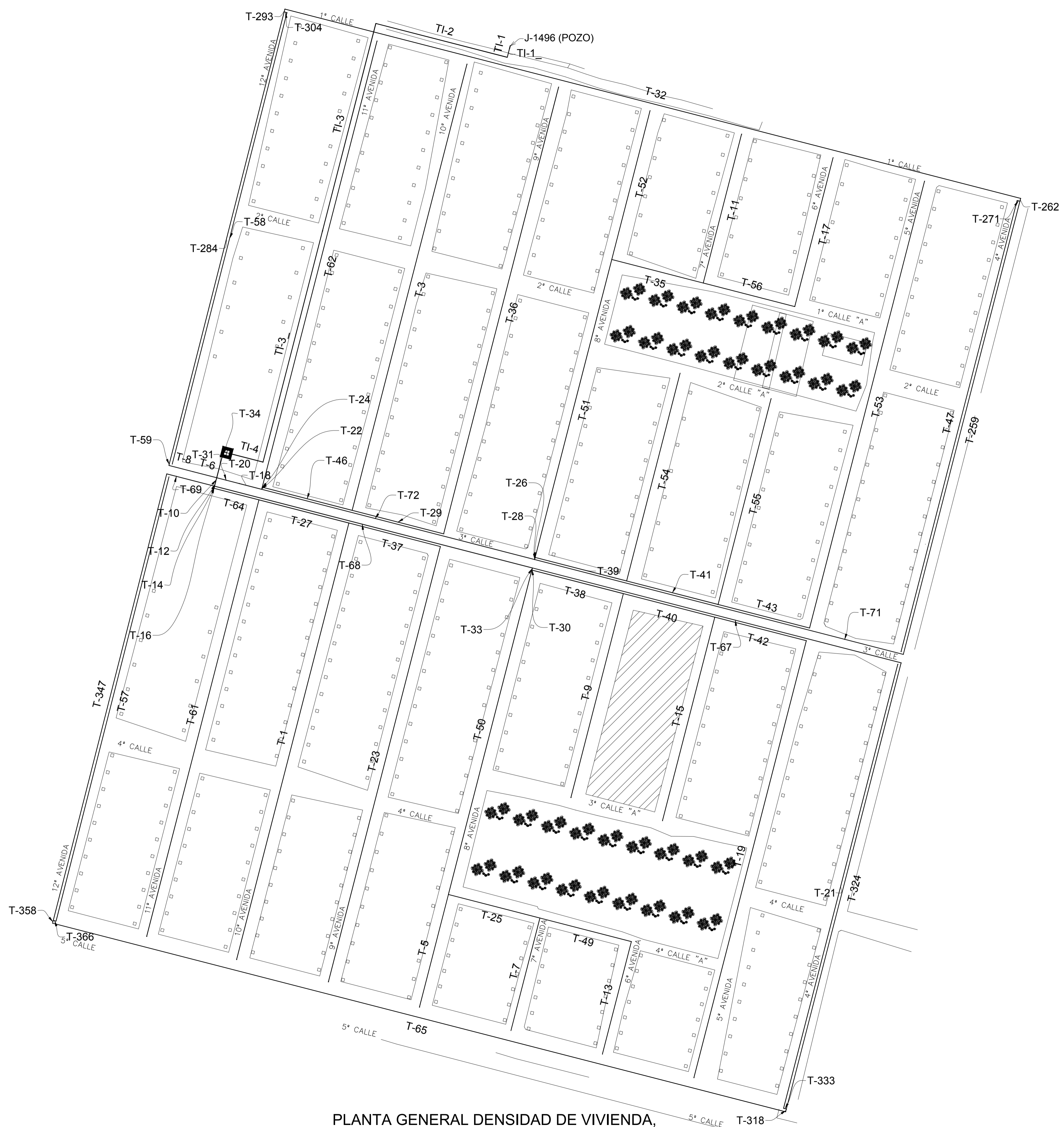
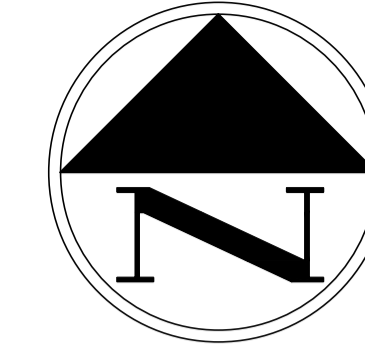


SIMBOLOGÍA	
	UNIÓN O JUNCTION O NODO
J-1	UNIÓN O JUNCTION O NODO
	TUBERÍA
	RESERVORIO
	LÍNEA PIEZOMÉTRICA
E	ELEVACIÓN
AG	ACERO GALVANIZADO
DH	DISTANCIA HORIZONTAL DE LA TUBERÍA
Ø	DIÁMETRO DE LA TUBERÍA
CP	COTA PIEZOMÉTRICA
T-1	NÚMERO DE LA TUBERÍA
PVC	CLORURO DE POLIVINILO
	BOMBA
	VÁLVULA
	TANQUE DE ALMACENAMIENTO
TI-1	TUBERÍA DE IMPULSIÓN
	TEE Y TEE REDUCIDORA
	CODO A 90 GRADOS
	TAPÓN
	REDUCIDOR BUSHING
	CRUZ

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
NORMAS DE TUBERÍA	
ASTM D-2241	TUBERÍA PVC JUNTA CEMENTADA PARA AGUA POTABLE Y RIEGO
ASTM D-2466	ACCESORIOS PARA TUBERÍA PVC PARA AGUA POTABLE Y RIEGO
NORMAS DE DISEÑO	
NORMAS GENERALES PARA EL DISEÑO DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE A ZONAS RURALES. INFOMI 1997	

**PLANTA GENERAL CURVAS DE NIVEL,
SECTOR 1 Y SECTOR 2**
ESCALA : 1/1500

	MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR ULISES ROJAS, ZONA 3 MUNICIPIO: VILLA NUEVA DEPARTAMENTO: GUATEMALA PROYECTO DE DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE. COLONIA ULISES ROJAS. BÁRCENAS, ZONA 3		
	PLANO DE: PLANTA GENERAL CURVAS DE NIVEL, SECTOR 1 Y SECTOR 2	PROGRAMA: EPS USAC 2017 ESCALA: INDICADA FECHA: MARZO 2019	
LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO: MUNICIPALIDAD DE VILLA NUEVA DIBUJO Y CÁLCULO TOPOGRÁFICO: JOSÉ GABRIEL PÉREZ ASESOR: MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR	DIBUJO Y CÁLCULO HIDRÁULICO: JOSÉ GABRIEL PÉREZ SUPERVISOR: ING. SILVIO JOSÉ RODRÍGUEZ SERRANO FIRMA:	2 45	



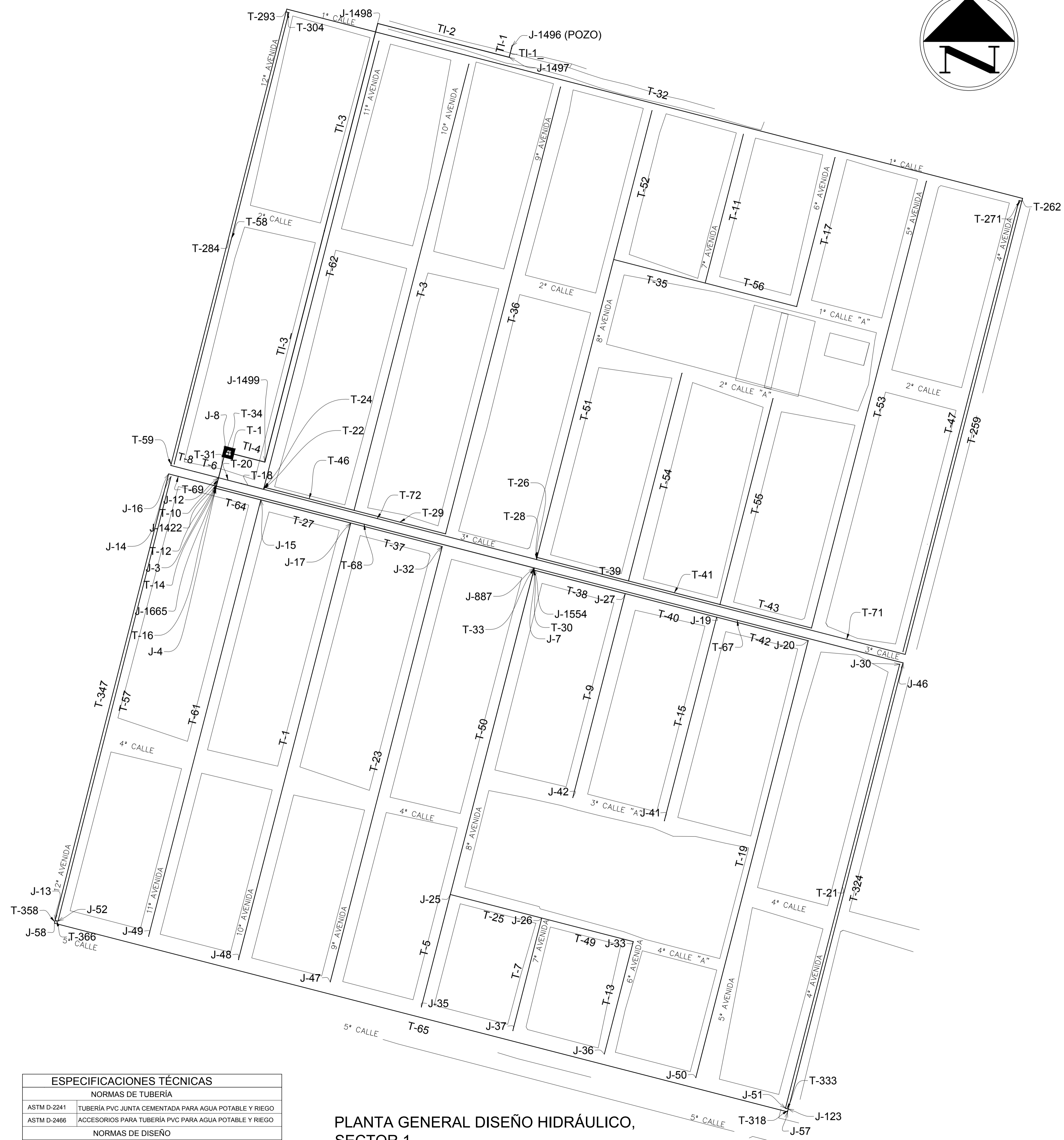
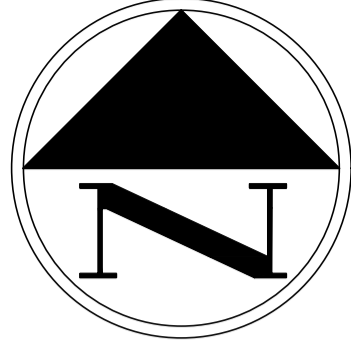
SIMBOLOGÍA	
	UNIÓN O JUNCTION O NODO
J-1	UNIÓN O JUNCTION O NODO
	TUBERÍA
	RESERVORIO
	LÍNEA PIEZOMÉTRICA
E	ELEVACIÓN
AG	ACERO GALVANIZADO
DH	DISTANCIA HORIZONTAL DE LA TUBERÍA
Ø	DIÁMETRO DE LA TUBERÍA
CP	COTA PIEZOMÉTRICA
T-1	NÚMERO DE LA TUBERÍA
PVC	CLORURO DE POLIVINILO
	BOMBA
	VÁLVULA
	TANQUE DE ALMACENAMIENTO
TI-1	TUBERÍA DE IMPULSIÓN
	TEE Y TEE REDUCIDORA
	CODO A 90 GRADOS
	TAPÓN
	REDUCIDOR BUSHING
	CRUZ
	ÁREA VERDE
	VIVIENDA
	ESCUELA

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
NORMAS DE TUBERÍA	
ASTM D-2241	TUBERÍA PVC JUNTA CEMENTADA PARA AGUA POTABLE Y RIEGO
ASTM D-2466	ACCESORIOS PARA TUBERÍA PVC PARA AGUA POTABLE Y RIEGO
NORMAS DE DISEÑO	
NORMAS GENERALES PARA EL DISEÑO DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE A ZONAS RURALES, INFOMI 1997	

**PLANTA GENERAL DENSIDAD DE VIVIENDA,
SECTOR 1 Y SECTOR 2**

ESCALA : 1/1500

	MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR		
	ULISES ROJAS, ZONA 3 MUNICIPIO: VILLA NUEVA DEPARTAMENTO: GUATEMALA PROYECTO DE DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE, COLONIA ULISES ROJAS, BARRIENAS, ZONA 3		
PLANO DE:	PLANTA GENERAL DENSIDAD DE VIVIENDA, SECTOR 1 Y SECTOR 2		PROGRAMA: EPS USAC 2017
LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO: MUNICIPALIDAD DE VILLA NUEVA	DIBUJO Y CÁLCULO HIDRÁULICO: JOSÉ GABRIEL PÉREZ	ESCALA: INDICADA	FECHA: MARZO 2019
DIBUJO Y CÁLCULO TOPOGRÁFICO: JOSÉ GABRIEL PÉREZ	SUPERVISOR: ING. SILVIO JOSÉ RODRÍGUEZ SERRANO	3	45
ASESOR: MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR	FIRMA:		



LÍNEA DE CONDUCCIÓN Y DISTRIBUCIÓN			
No. TUBO	Ø DIÁMETRO (pulgadas)	LONGITUD (metros)	MATERIAL
T-1-1	6	8.08	AG
T-1-2	6	93.44	AG
T-1-3	6	311.64	AG
T-1-4	6	24.49	AG
T-34	6	3.72	PVC
T-31	6	18.37	PVC
T-10	6	3.17	PVC
T-12	6	2.83	PVC

LÍNEA DE CONDUCCIÓN Y DISTRIBUCIÓN		
NODO	ELEVACIÓN (m)	COTA PIEZOMÉTRICA (m)
J-1496	1458.97	1499.705988
J-1497	1459.25	1499.678733
J-1498	1462.36	1499.363542
J-1499	1461.7	1498.312322
T-1	1462.97	1497.489974
J-8	1463.15	1487.13885
J-12	1462.79	1487.106426
J-1422	1462.73	1487.10083
J-3	1462.68	1487.095835


RED DE DISTRIBUCIÓN			
No. TUBO	Ø DIÁMETRO (pulgadas)	LONGITUD (metros)	MATERIAL
T-21	1	315.5	PVC
T-333	1 1/2	2.01	PVC
T-19	1 1/4	310.55	PVC
T-42	2	65.02	PVC
T-15	3/4	144.71	PVC
T-40	2 1/2	65.04	PVC
T-9	1 1/4	144.95	PVC
T-38	3	65.05	PVC
T-13	3/4	80	PVC
T-49	1	65.03	PVC
T-7	3/4	80	PVC
T-25	1 1/2	65	PVC
T-5	3/4	80.01	PVC
T-50	2 1/2	230.55	PVC
T-30	4	0.68	PVC
T-33	4	0.82	PVC
T-23	1 1/2	309.47	PVC
T-37	2	65.1	PVC
T-1	1 1/2	310.27	PVC
T-27	3	64.07	PVC
T-61	1 1/4	310.2	PVC
T-64	3	32.01	PVC
T-16	3	0.67	PVC
T-14	3	0.83	PVC
T-57	3/4	315.52	PVC
T-366	1	2	PVC
T-67	1	262.16	PVC
T-324	1	317	PVC
T-318	1	2	PVC
T-65	1	521.54	PVC
T-358	1	1.99	PVC
T-347	1 1/2	317.03	PVC
T-69	1 1/2	33.99	PVC

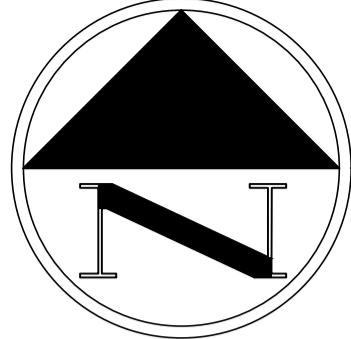
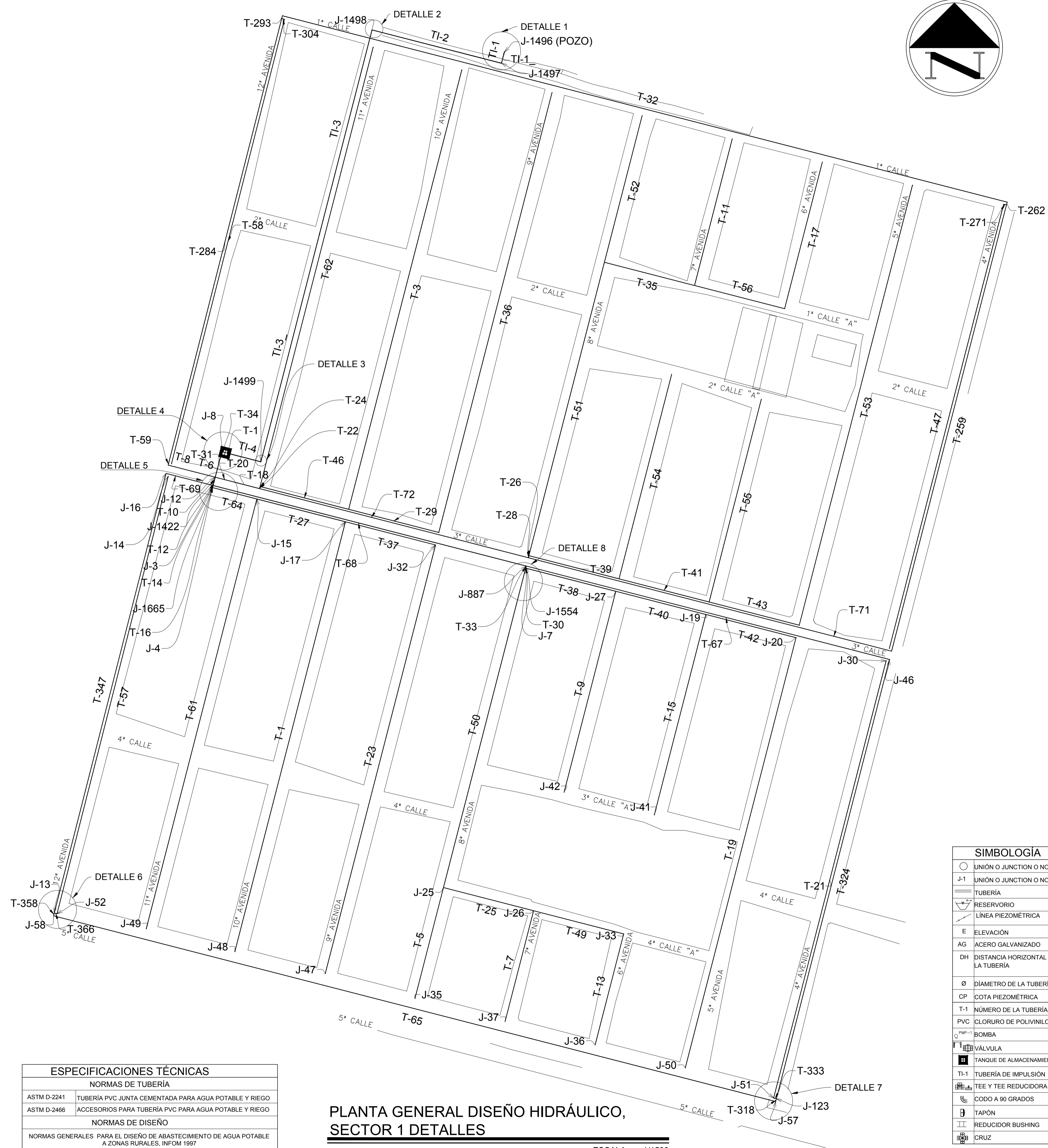
RED DE DISTRIBUCIÓN		
NODO	ELEVACIÓN (m)	COTA PIEZOMÉTRICA (m)
J-30	1440.92	1483.397587
J-51	1442.23	1493.681998
J-123	1442.02	1493.692108
J-50	1448.73	1478.756591
J-20	1443.2	1487.258246
J-19	1444.99	1487.568538
J-41	1448.93	1483.711531
J-27	1447.26	1487.756672
J-42	1449.87	1483.798693
J-7	1449.86	1487.969632
J-36	1453.16	1481.499389
J-33	1452.4	1484.830601
J-26	1454.39	1485.612661
J-37	1455.25	1482.281448
J-25	1454.51	1486.047474
J-35	1456.04	1483.142683
J-1554	1449.86	1487.971966
J-887	1449.86	1487.97478
J-47	1461.64	1480.663601
J-32	1452.63	1486.274878
J-17	1456.31	1486.67261
J-48	1465	1481.046828
J-15	1460.85	1486.886707
J-49	1466.5	1479.127568
J-4	1462.65	1487.090452
J-1665	1462.66	1487.094717
J-3	1462.68	1487.1
J-14	1464.37	1472.507739
J-52	1468.2	1489.327674
J-13	1468.32	1489.358466
J-46	1440.83	1490.56276
J-57	1442.03	1493.675615
J-58	1468.34	1489.374876
J-16	1464.5	1487.318692

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
NORMAS DE TUBERÍA	
ASTM D-2241	TUBERÍA PVC JUNTA CEMENTADA PARA AGUA POTABLE Y RIEGO
ASTM D-2466	ACCESORIOS PARA TUBERÍA PVC PARA AGUA POTABLE Y RIEGO
NORMAS DE DISEÑO	
NORMAS GENERALES PARA EL DISEÑO DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE A ZONAS RURALES, INFO 1997	

PLANTA GENERAL DISEÑO HIDRÁULICO, SECTOR 1
 ESCALA : 1/1500

SIMBOLOGÍA	
○	UNIÓN O JUNCTION O NODO
J-1	UNIÓN O JUNCTION O NODO
—	TUBERÍA
▽	RESERVORIO
—	LÍNEA PIEZOMÉTRICA
E	ELEVACIÓN
AG	ACERO GALVANIZADO
DH	DISTANCIA HORIZONTAL DE LA TUBERÍA
Ø	DIÁMETRO DE LA TUBERÍA
CP	COTA PIEZOMÉTRICA
T-1	NÚMERO DE LA TUBERÍA
PVC	CLORURO DE POLIVINILO
BOMBA	BOMBA
VALVULA	VALVULA
TANQUE DE ALMACENAMIENTO	TANQUE DE ALMACENAMIENTO
TI-1	TUBERÍA DE IMPULSION
TEE Y TEE REDUCIDORA	TEE Y TEE REDUCIDORA
CODO A 90 GRADOS	CODO A 90 GRADOS
TAPON	TAPON
REDUCIDOR BUSHING	REDUCIDOR BUSHING
CRUZ	CRUZ

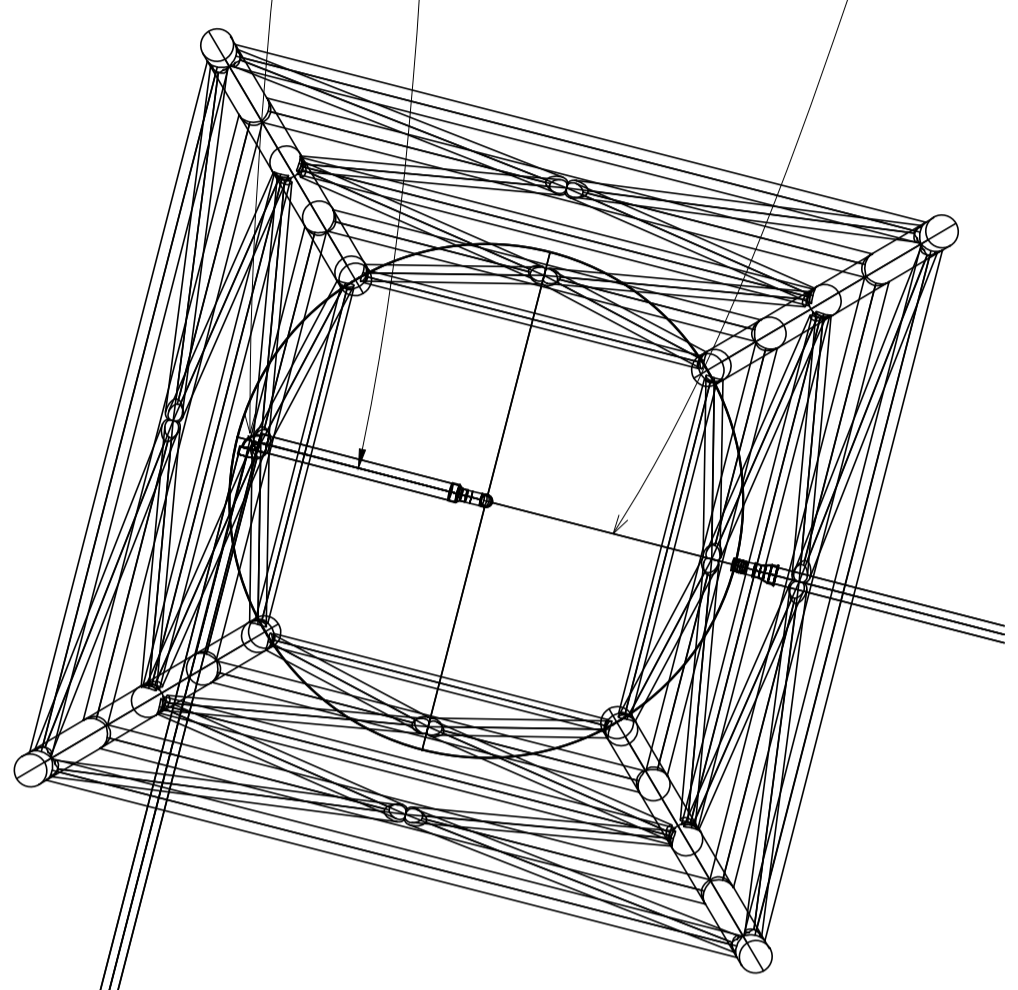
 MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR		
ULISES ROJAS, ZONA 3 MUNICIPIO: VILLA NUEVA DEPARTAMENTO: GUATEMALA PROYECTO DE DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE, COLONIA ULISES ROJAS, BARGEVAS, ZONA 3		
PLANO DE: PLANTA GENERAL DISEÑO HIDRÁULICO, RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE, SECTOR 1		PROGRAMA: EPS USAC 2017 ESCALA: INDICADA FECHA: MARZO 2019
LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO: MUNICIPALIDAD DE VILLA NUEVA DIBUJO Y CÁLCULO TOPOGRÁFICO: JOSÉ GABRIEL PÉREZ	DIBUJO Y CÁLCULO HIDRÁULICO: JOSÉ GABRIEL PÉREZ SUPERVISOR: ING. SILVIO JOSÉ RODRÍGUEZ SERRANO	4
ASESOR: MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR		45



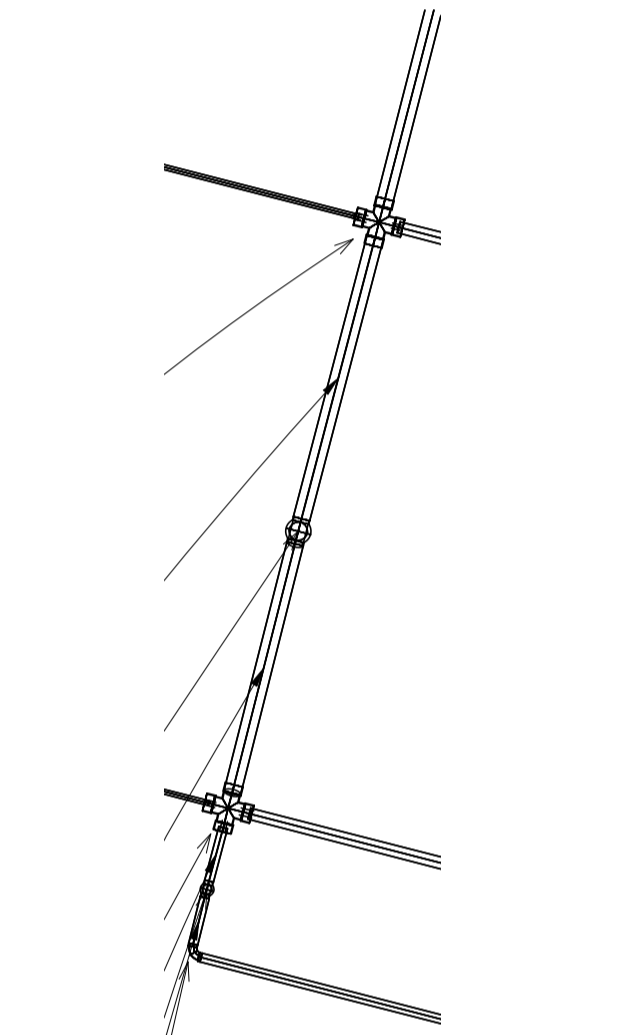
DETALLE 2
ESCALA: 1/75

DETALLE 3
ESCALA: 1/75

DETALLE 1
ESCALA: 1/75

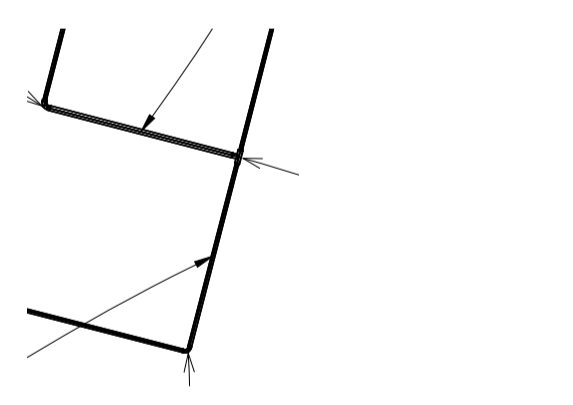


DETALLE 4
ESCALA: 1/75

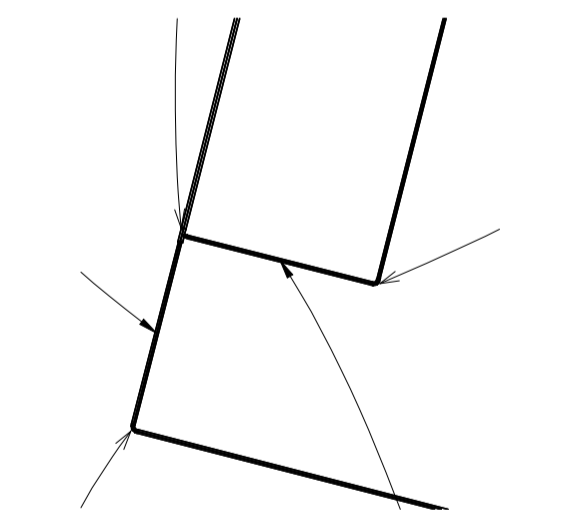


DETALLE 5
ESCALA: 1/75

DETALLE 8
ESCALA: 1/75



DETALLE 7
ESCALA: 1/75



DETALLE 6
ESCALA: 1/75

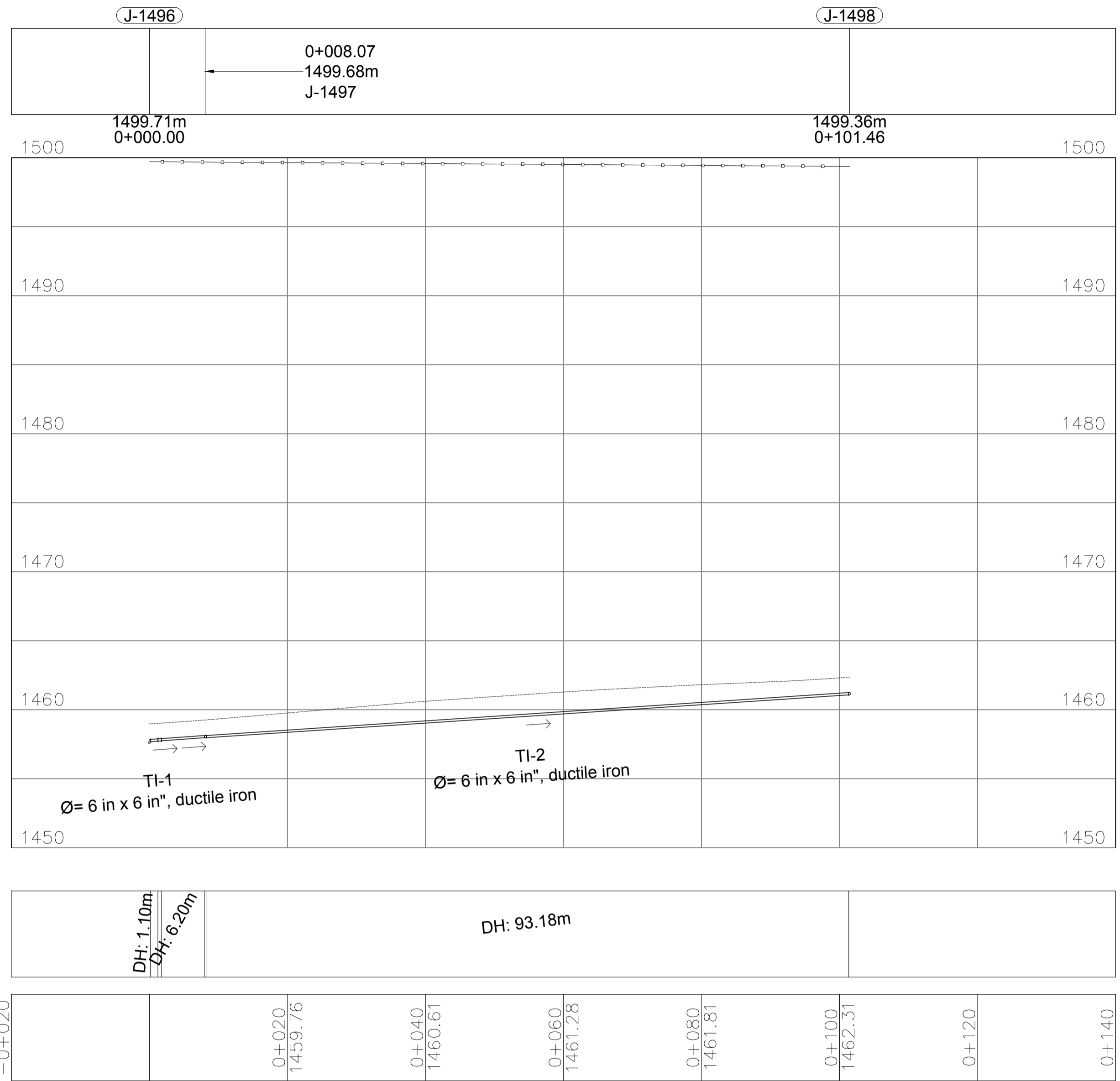
SIMBOLOGÍA	
	UNIÓN O JUNCTION O NODO
	UNIÓN O JUNCTION O NODO
	TUBERÍA
	RESERVORIO
	LÍNEA PIEZOMÉTRICA
	ELEVACIÓN
	ACERO GALVANIZADO
	DISTANCIA HORIZONTAL DE LA TUBERÍA
	DIÁMETRO DE LA TUBERÍA
	COTA PIEZOMÉTRICA
	NÚMERO DE LA TUBERÍA
	CLORURO DE POLIVINILO
	BOMBA
	VÁLVULA
	TANQUE DE ALMACENAMIENTO
	TUBERÍA DE IMPULSIÓN
	TEE Y TEE REDUCIDORA
	CODO A 90 GRADOS
	TAPON
	REDUCIDOR BUSHING
	CRUZ

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
NORMAS DE TUBERÍA	
ASTM D-2241	TUBERÍA PVC JUNTA CEMENTADA PARA AGUA POTABLE Y RIEGO
ASTM D-2466	ACCESORIOS PARA TUBERÍA PVC PARA AGUA POTABLE Y RIEGO
NORMAS DE DISEÑO	
NORMAS GENERALES PARA EL DISEÑO DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE A ZONAS RURALES, INFOM 1997	

PLANTA GENERAL DISEÑO HIDRÁULICO, SECTOR 1 DETALLES
ESCALA: 1/1500

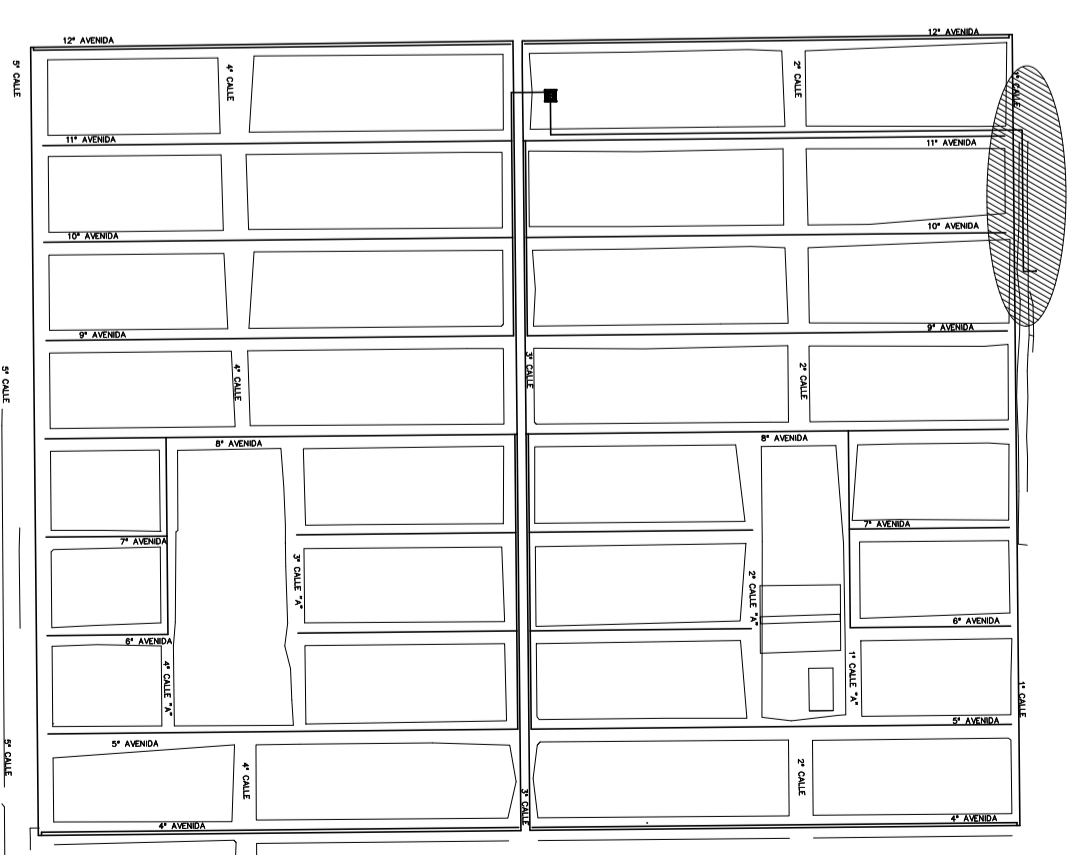
	MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR ULISES ROJAS, ZONA 3 MUNICIPIO: VILLA NUEVA DEPARTAMENTO: GUATEMALA PROYECTO DE: DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE, COLONIA ULISES ROJAS, BARRENAS, ZONA 3	
	PLANO DE: PLANTA GENERAL DISEÑO HIDRÁULICO Y DETALLES, RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE, SECTOR 1	
LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO: MUNICIPALIDAD DE VILLA NUEVA DIBUJO Y CÁLCULO HIDRÁULICO: JOSÉ GABRIEL PÉREZ DISEÑO Y CÁLCULO TOPOGRÁFICO: JOSÉ GABRIEL PÉREZ SUPERVISOR: ING. SILVIO JOSÉ RODRÍGUEZ SERRANO ASESOR: MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR FIRMA:	PROGRAMA: EPS USAC 2017 ESCALA: INDICADA FECHA: MARZO 2019 4.1 45	

TI-1 A TI-2



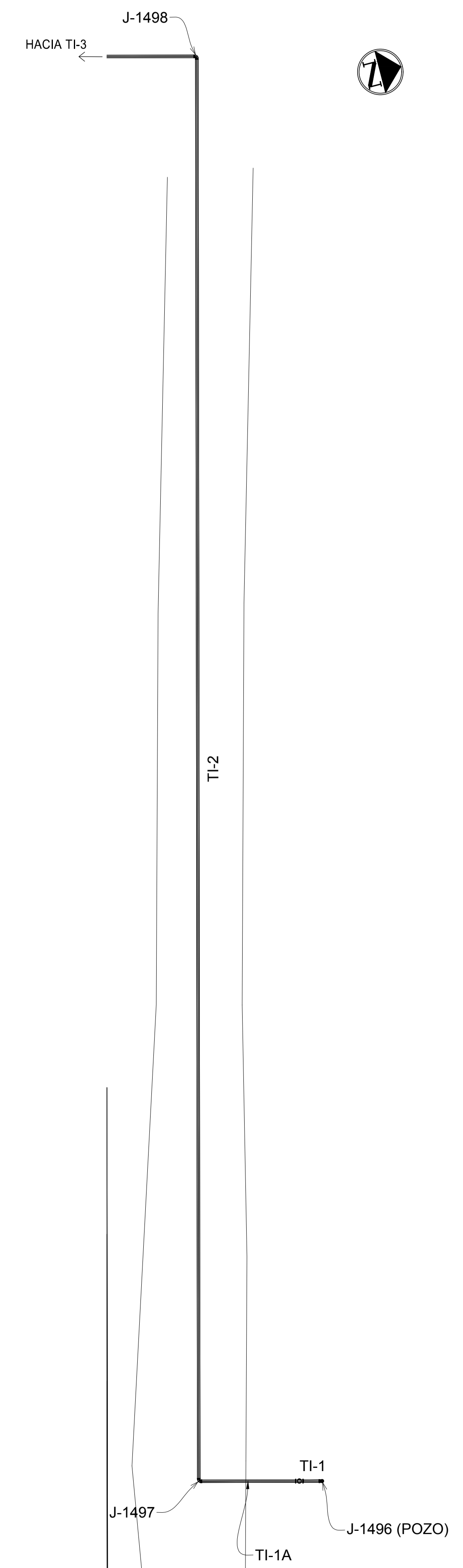
PERFIL TI-1 A TI-2

ESCALA HORIZONTAL: 1/500, ESCALA VERTICAL: 1/250



PLANTA DE REFERENCIA

ESCALA: 1/5000



PLANTA TI-1 A TI-2

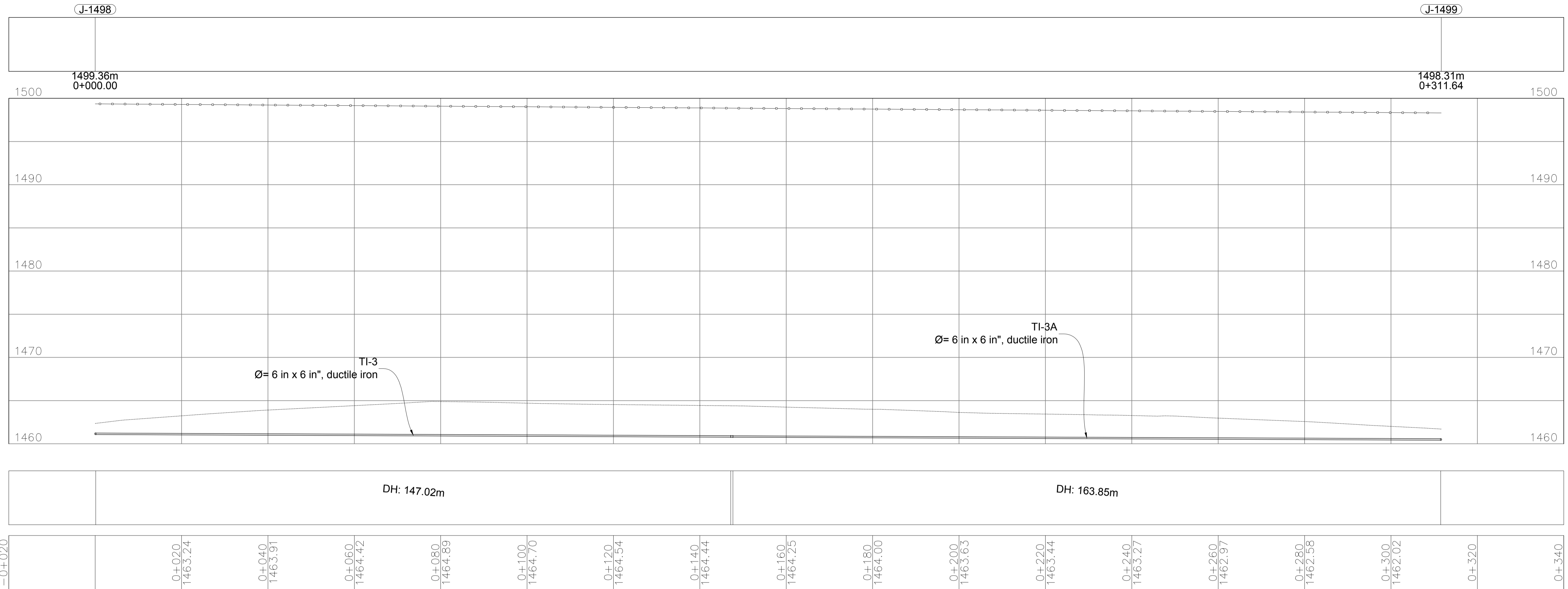
ESCALA: 1/200

SIMBOLOGÍA	
○	UNIÓN O JUNCTION O NODO
J-1	UNIÓN O JUNCTION O NODO
—	TUBERÍA
⊡	RESERVORIO
—	LÍNEA PIEZOMÉTRICA
E	ELEVACIÓN
AG	ACERO GALVANIZADO
DH	DISTANCIA HORIZONTAL DE LA TUBERÍA
Ø	DIÁMETRO DE LA TUBERÍA
CP	COTA PIEZOMÉTRICA
T-1	NÚMERO DE LA TUBERÍA
PVC	CLORURO DE POLIVINILO
⊡	BOMBA
⊡	VÁLVULA
⊡	TANQUE DE ALMACENAMIENTO
TI-1	TUBERÍA DE IMPULSIÓN
⊡	TEE Y TEE REDUCIDORA
⊡	CODO A 90 GRADOS
⊡	TAPÓN
⊡	REDUCIDOR BUSHING
⊡	CRUZ

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
NORMAS DE TUBERÍA	
ASTM D-2241	TUBERÍA PVC JUNTA CEMENTADA PARA AGUA POTABLE Y RIEGO
ASTM D-2466	ACCESORIOS PARA TUBERÍA PVC PARA AGUA POTABLE Y RIEGO
NORMAS DE DISEÑO	
NORMAS GENERALES PARA EL DISEÑO DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE A ZONAS RURALES, INFOM 1997	

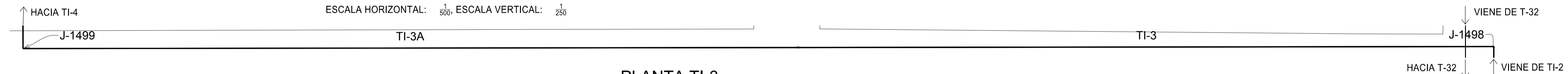
	MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR		
	ULISES ROJAS, ZONA 3		
MUNICIPIO: VILLA NUEVA DEPARTAMENTO: GUATEMALA		DEPARTAMENTO: GUATEMALA	
PROYECTO DE DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE, COLONIA ULISES ROJAS, BARCEVAS, ZONA 3			
PLANO DE: PLANTA-PERFIL, LÍNEA DE CONDUCCIÓN DE AGUA POTABLE, SECTOR 1, NODO J-1496 AL NODO J-1498			PROGRAMA: EPS USAC 2017
LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO: MUNICIPALIDAD DE VILLA NUEVA			DIBUJO Y CÁLCULO HIDRÁULICO: JOSÉ GABRIEL PÉREZ
DIBUJO Y CÁLCULO TOPOGRÁFICO: JOSÉ GABRIEL PÉREZ			SUPERVISOR: ING. SILVIO JOSÉ RODRÍGUEZ SERRANO
ASESOR: MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR			FIRMA:
			5
			45

TI-3



PERFIL TI-3

ESCALA HORIZONTAL: 1/500, ESCALA VERTICAL: 1/250



PLANTA TI-3

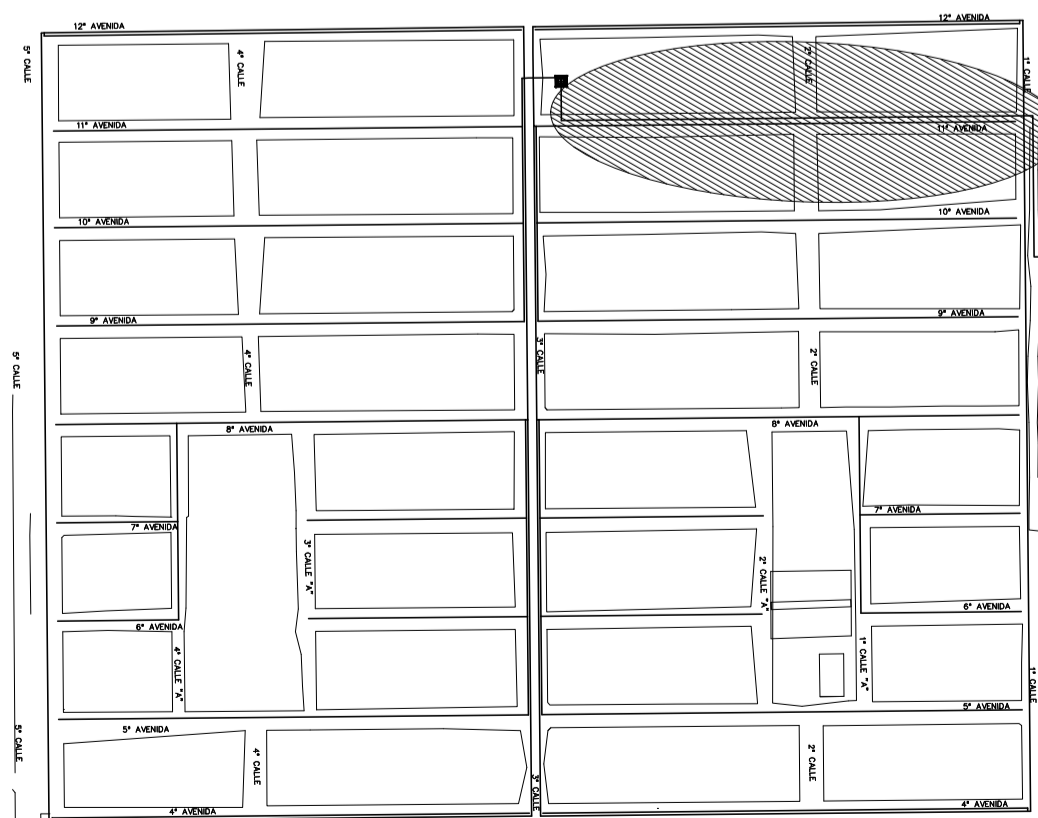
ESCALA: 1/500



ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
NORMAS DE TUBERÍA	
ASTM D-2241	TUBERÍA PVC JUNTA CEMENTADA PARA AGUA POTABLE Y RIEGO
ASTM D-2466	ACCESORIOS PARA TUBERÍA PVC PARA AGUA POTABLE Y RIEGO
NORMAS DE DISEÑO	
NORMAS GENERALES PARA EL DISEÑO DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE A ZONAS RURALES, INFOM 1997	

SIMBOLOGÍA

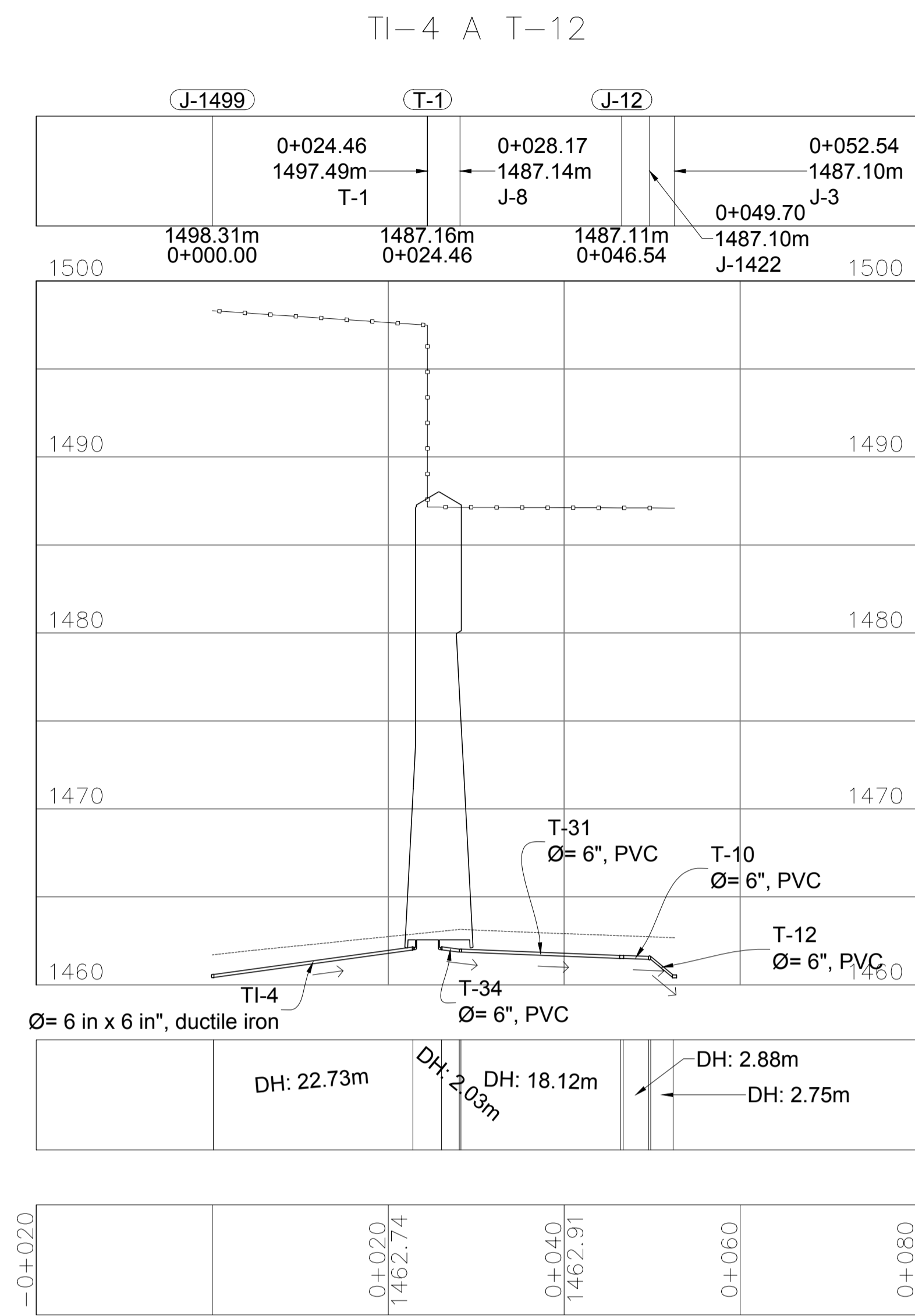
○	UNIÓN O JUNCTION O NODO
J-1	UNIÓN O JUNCTION O NODO
—	TUBERÍA
—	RESERVORIO
—	LÍNEA PIEZOMÉTRICA
E	ELEVACIÓN
AG	ACERO GALVANIZADO
DH	DISTANCIA HORIZONTAL DE LA TUBERÍA
∅	DIÁMETRO DE LA TUBERÍA
CP	COTA PIEZOMÉTRICA
T-1	NÚMERO DE LA TUBERÍA
PVC	COLORURO DE POLIVINILO
BOMB-1	BOMBA
V	VÁLVULA
TANQUE	TANQUE DE ALMACENAMIENTO
TI-1	TUBERÍA DE IMPULSIÓN
TEE	TEE Y TEE REDUCIDORA
90	CODO A 90 GRADOS
TAPÓN	TAPÓN
REDUC	REDUCIDOR BUSHING
CRUZ	CRUZ



PLANTA DE REFERENCIA

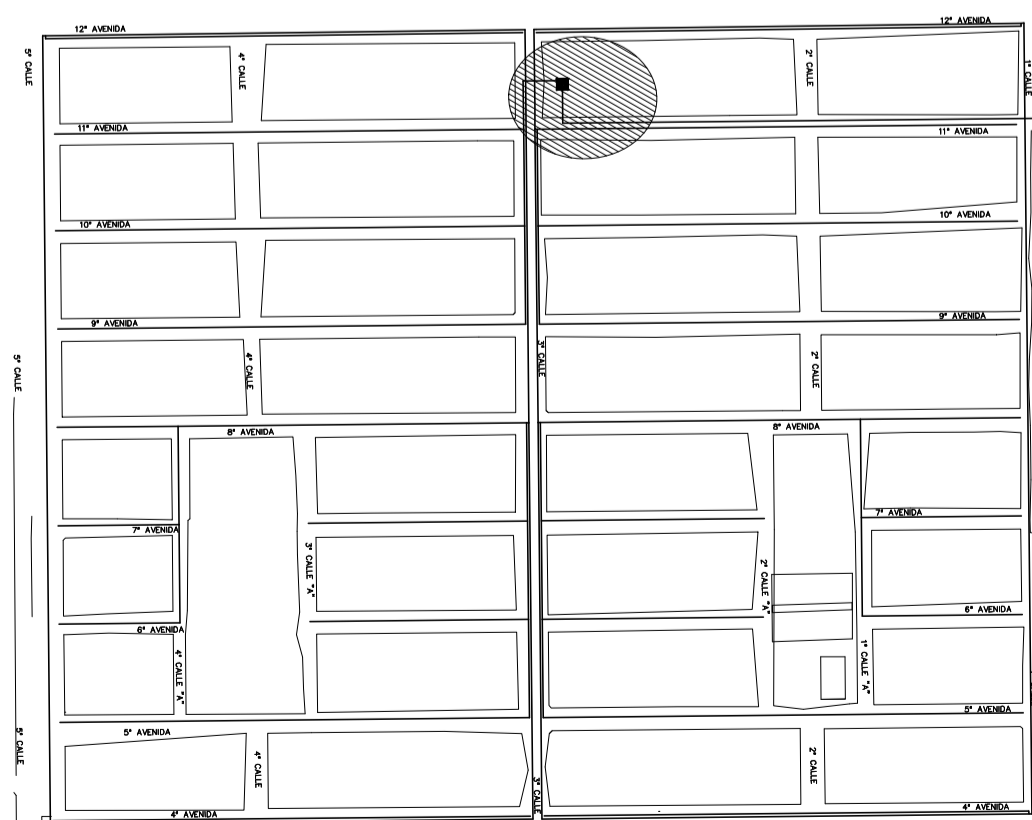
ESCALA: 1/5000

	MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR ULISES ROJAS, ZONA 3 MUNICIPIO: VILLA NUEVA DEPARTAMENTO: GUATEMALA PROYECTO DE: DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE, COLONIA ULISES ROJAS, BARCEVAS, ZONA 3	
	PROGRAMA: EPS USAC 2017 ESCALA: INDICADA FECHA: ENERO 2021	
PLANO DE: PLANTA-PERFIL, LÍNEA DE CONDUCCIÓN DE AGUA POTABLE, SECTOR 1, NODO J-1498 AL NODO J-1499	DIBUJO Y CÁLCULO HIDRÁULICO: JOSÉ GABRIEL PÉREZ DIBUJO Y CÁLCULO TOPOGRÁFICO: JOSÉ GABRIEL PÉREZ ASESOR: MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR	SUPERSVISOR: ING. SILVIO JOSÉ RODRÍGUEZ SERRANO FIRMA:
		6 45



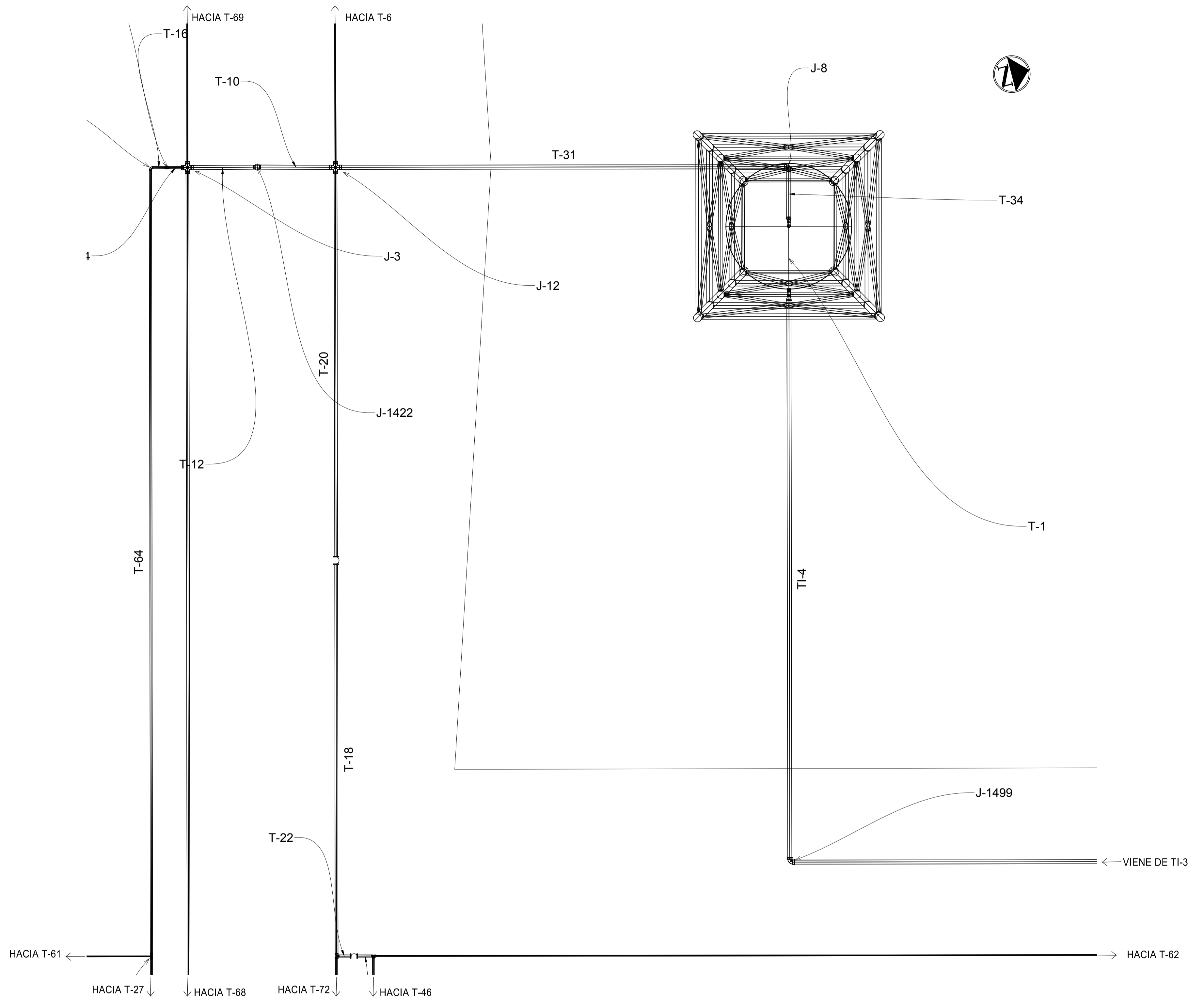
PERFIL TI-4 A T-31

ESCALA HORIZONTAL: 1/500, ESCALA VERTICAL: 1/250



PLANTA DE REFERENCIA

ESCALA: 1/5000



PLANTA TI-4 A T-31

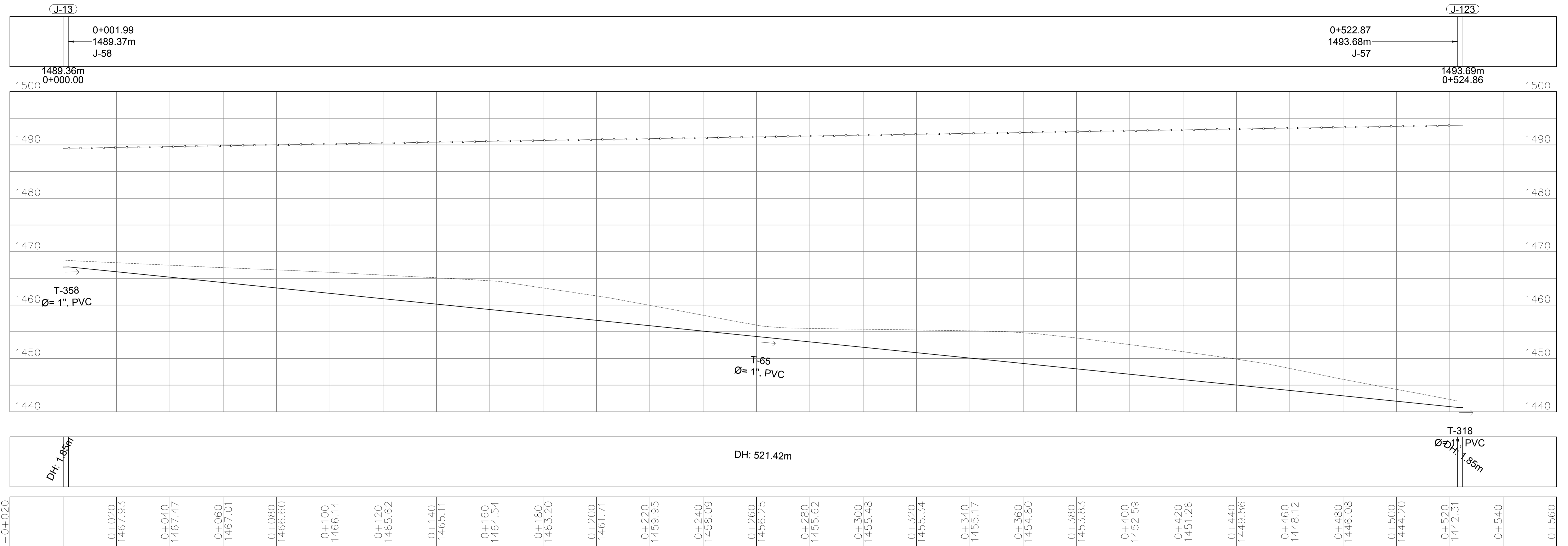
ESCALA: 1/500

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
NORMAS DE TUBERÍA	
ASTM D-2241	TUBERÍA PVC JUNTA CEMENTADA PARA AGUA POTABLE Y RIEGO
ASTM D-2466	ACCESORIOS PARA TUBERÍA PVC PARA AGUA POTABLE Y RIEGO
NORMAS DE DISEÑO	
NORMAS GENERALES PARA EL DISEÑO DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE A ZONAS RURALES, INFOM 1997	

SIMBOLOGÍA	
○	UNIÓN O JUNCTION O NODO
J-1	UNIÓN O JUNCTION O NODO
—	TUBERÍA
▭	RESERVORIO
—	LÍNEA PIEZOMÉTRICA
E	ELEVACIÓN
AG	ACERO GALVANIZADO
DH	DISTANCIA HORIZONTAL DE LA TUBERÍA
∅	DIÁMETRO DE LA TUBERÍA
CP	COTA PIEZOMÉTRICA
T-1	NÚMERO DE LA TUBERÍA
PVC	COLORURO DE POLIVINILO
⊙	BOMBA
⊕	VÁLVULA
⊠	TANQUE DE ALMACENAMIENTO
TI-1	TUBERÍA DE IMPULSIÓN
⊕	TEE Y TEE REDUCIDORA
⊕	CODO A 90 GRADOS
⊕	TAPÓN
⊕	REDUCIDOR BUSHING
⊕	CRUZ

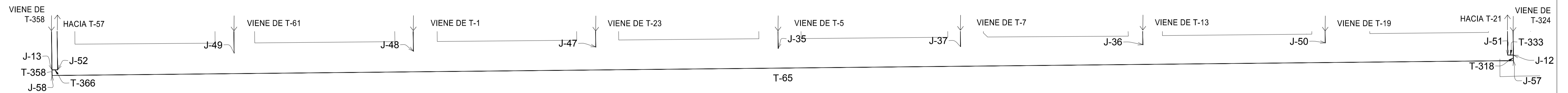
	MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR ULISES ROJAS, ZONA 3 MUNICIPIO: VILLA NUEVA DEPARTAMENTO: GUATEMALA PROYECTO DE DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE, COLONIA ULISES ROJAS, BARCEVAS, ZONA 3	
	PLANO DE: PLANTA-PERFIL, LÍNEA DE CONDUCCIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE, SECTOR 1, NODO J-1499 AL NODO J-3	
LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO: MUNICIPALIDAD DE VILLA NUEVA DIBUJO Y CÁLCULO HIDRÁULICO: JOSÉ GABRIEL PÉREZ DIBUJO Y CÁLCULO TOPOGRÁFICO: JOSÉ GABRIEL PÉREZ SUPERVISOR: ING. SILVIO JOSÉ RODRÍGUEZ SERRANO ASESOR: MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR FIRMA:	PROGRAMA: EPS USAC 2017 ESCALA: INDICADA FECHA: ENERO 2021 7 45	

T-358 A T-318



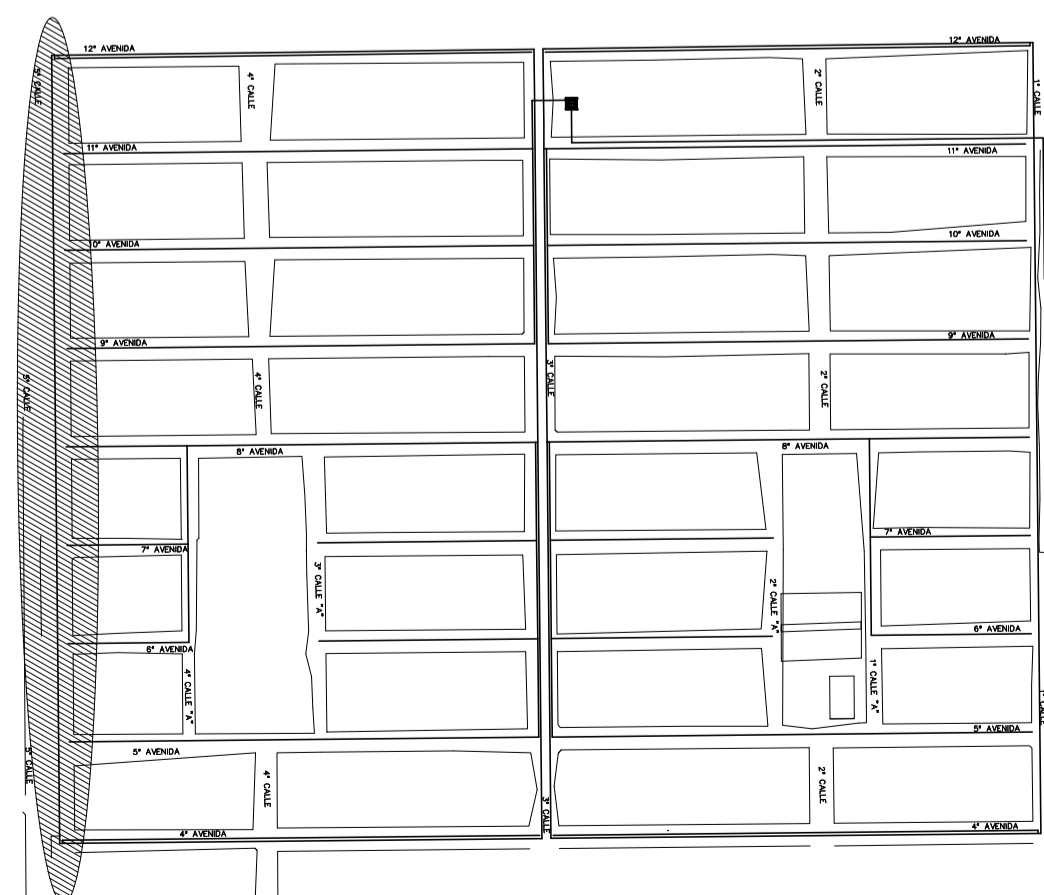
PERFIL T-358 A T-318

ESCALA HORIZONTAL: 1/500, ESCALA VERTICAL: 1/250



PLANTA DE T-358 A T-318

ESCALA: 1/700



PLANTA DE REFERENCIA

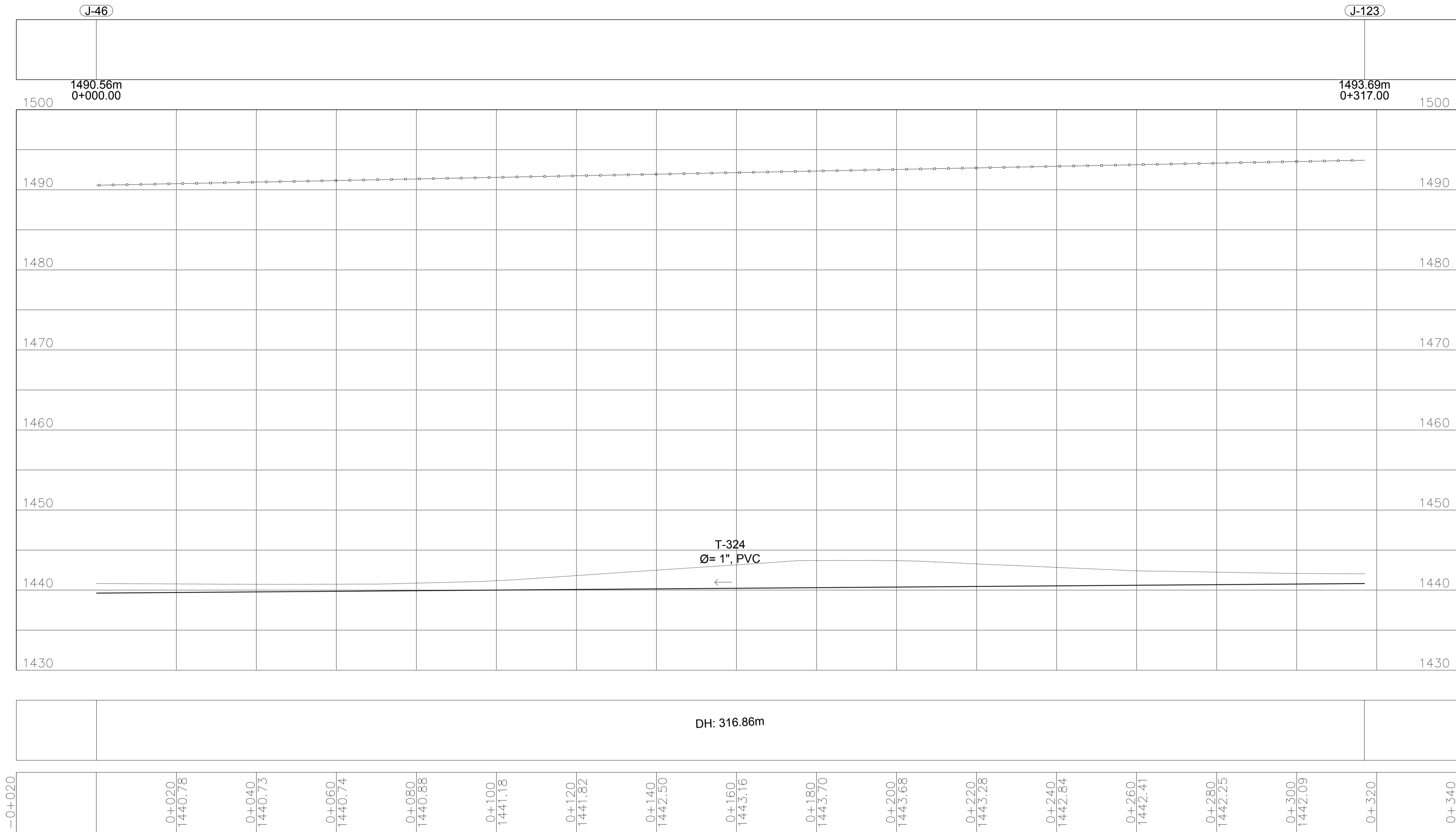
ESCALA: 1/5000

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
NORMAS DE TUBERÍA	
ASTM D-2241	TUBERÍA PVC JUNTA CEMENTADA PARA AGUA POTABLE Y RIEGO
ASTM D-2466	ACCESORIOS PARA TUBERÍA PVC PARA AGUA POTABLE Y RIEGO
NORMAS DE DISEÑO	
NORMAS GENERALES PARA EL DISEÑO DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE A ZONAS RURALES. INFOM 1997	

SIMBOLOGÍA	
○	UNIÓN O JUNCTION O NODO
J-1	UNIÓN O JUNCTION O NODO
—	TUBERÍA
▽	RESERVORIO
—	LÍNEA PIEZOMÉTRICA
E	ELEVACIÓN
AG	ACERO GALVANIZADO
DH	DISTANCIA HORIZONTAL DE LA TUBERÍA
Ø	DIÁMETRO DE LA TUBERÍA
CP	COTA PIEZOMÉTRICA
T-1	NÚMERO DE LA TUBERÍA
PVC	CLORURO DE POLIVINILO
B	BOMBA
V	VÁLVULA
T	TANQUE DE ALMACENAMIENTO
TI-1	TUBERÍA DE IMPULSIÓN
TT	TEE Y TEE REDUCIDORA
C	CODO A 90 GRADOS
T	TAPON
BR	REDUCIDOR BUSHING
CR	CRUZ

<p align="center">MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR</p> <p align="center">ULISES ROJAS, ZONA 3</p> <p>MUNICIPIO: VILLA NUEVA DEPARTAMENTO: GUATEMALA</p> <p>PROYECTO DE DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE. COLONIA ULISES ROJAS. BÁRCENAS, ZONA 3</p>	
<p>PLANO DE: PLANTA-PERFIL, RED DE DISTRIBUCIÓN, SECTOR 1, NODO J-13 AL J-123</p>	<p>PROGRAMA: EPS USAC 2017</p> <p>ESCALA: INDICADA</p> <p>FECHA: ENERO 2021</p>
<p>LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO: MUNICIPALIDAD DE VILLA NUEVA</p> <p>DIBUJO Y CÁLCULO TOPOGRÁFICO: JOSÉ GABRIEL PÉREZ</p> <p>ASESOR: MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR</p>	<p>DIBUJO Y CÁLCULO HIDRÁULICO: JOSÉ GABRIEL PÉREZ</p> <p>SUPERVISOR: ING. SILVIO JOSÉ RODRÍGUEZ SERRANO</p> <p>FIRMA:</p>
<p>9</p>	
<p>45</p>	

T-324

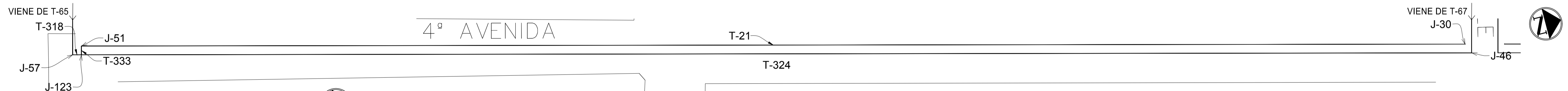


PERFIL T-324

ESCALA : 1/500

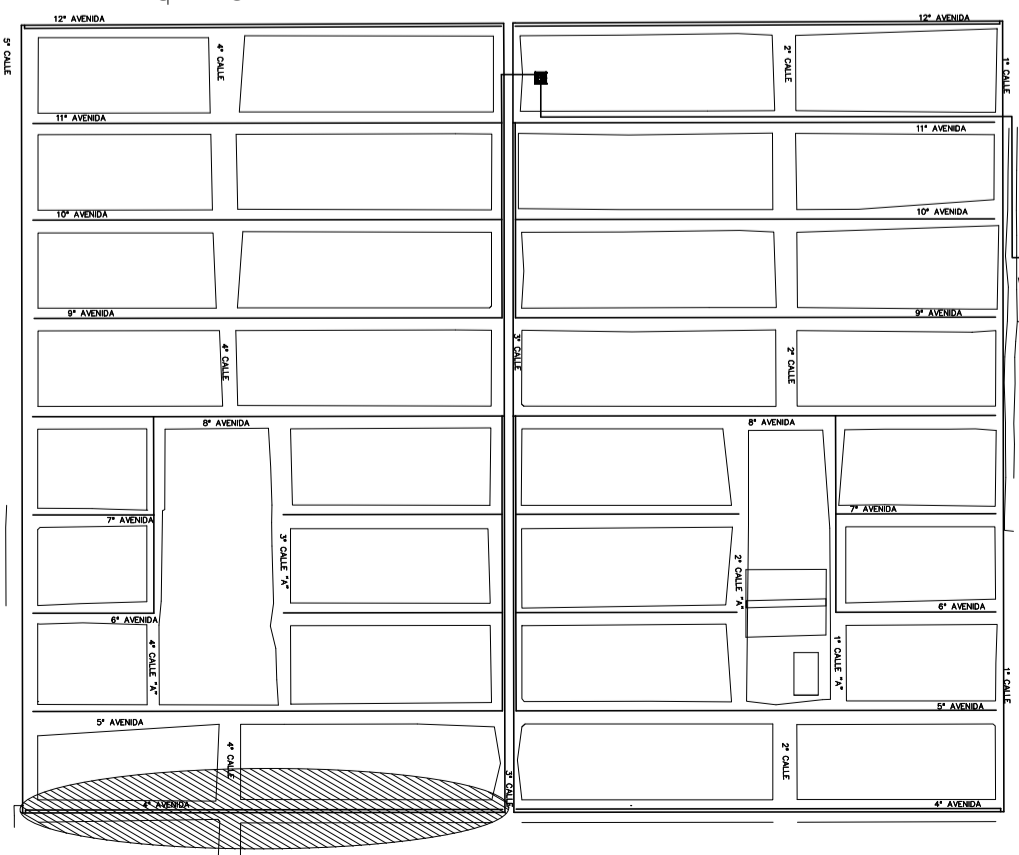
SIMBOLOGÍA	
	UNIÓN O JUNCTION O NODO
	TUBERÍA
	RESERVORIO
	LÍNEA PIEZOMÉTRICA
	ELEVACIÓN
	ACERO GALVANIZADO
	DISTANCIA HORIZONTAL DE LA TUBERÍA
	DIÁMETRO DE LA TUBERÍA
	COTA PIEZOMÉTRICA
	NÚMERO DE LA TUBERÍA
	CLORURO DE POLIVINILO
	BOMBA
	VÁLVULA
	TANQUE DE ALMACENAMIENTO
	TUBERÍA DE IMPULSIÓN
	TEE Y TEE REDUCIDORA
	CODO A 90 GRADOS
	TAPÓN
	REDUCIDOR BUSHING
	CRUZ

DH: 316.86m



PLANTA T-324

ESCALA : 1/500



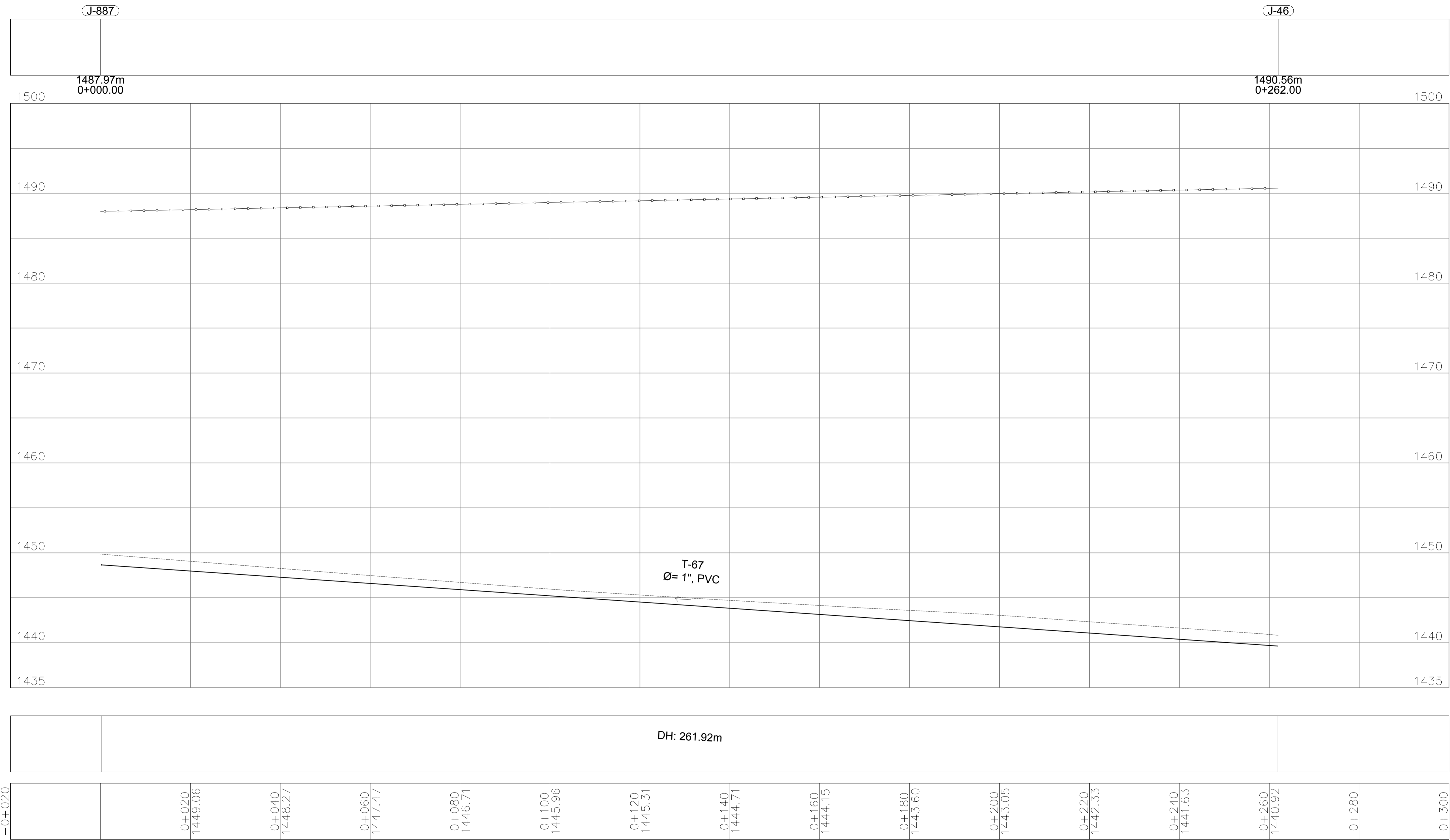
PLANTA DE REFERENCIA

ESCALA : 1/5000

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
NORMAS DE TUBERÍA	
ASTM D-2241	TUBERÍA PVC JUNTA CEMENTADA PARA AGUA POTABLE Y RIEGO
ASTM D-2466	ACCESORIOS PARA TUBERÍA PVC PARA AGUA POTABLE Y RIEGO
NORMAS DE DISEÑO	
NORMAS GENERALES PARA EL DISEÑO DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE A ZONAS RURALES, INFOM 1997	

	MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR ULISES ROJAS, ZONA 3 MUNICIPIO: VILLA NUEVA DEPARTAMENTO: GUATEMALA PROYECTO DE DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE, COLONIA ULISES ROJAS, BÁRCENAS, ZONA 3		
	PLANO DE: PLANTA-PERFIL, RED DE DISTRIBUCIÓN, SECTOR 1, NODO J-46 AL J-123	PROGRAMA: EPS USAC 2017 ESCALA: INDICADA FECHA: ENERO 2021	
LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO: MUNICIPALIDAD DE VILLA NUEVA	DIBUJO Y CÁLCULO HIDRÁULICO: JOSÉ GABRIEL PÉREZ	10 45	DIBUJO Y CÁLCULO TOPOGRÁFICO: JOSÉ GABRIEL PÉREZ
ASESOR: MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR	SUPERVISOR: ING. SILVIO JOSÉ RODRÍGUEZ SERRANO		FIRMA:

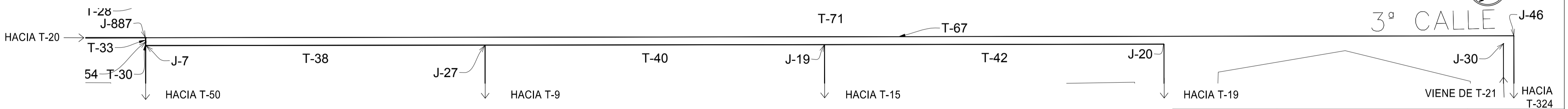
T-67



SIMBOLOGIA	
○	UNIÓN O JUNCTION O NODO
J-1	UNIÓN O JUNCTION O NODO
—	TUBERÍA
▽	RESERVORIO
—	LÍNEA PIEZOMÉTRICA
E	ELEVACIÓN
AG	ACERO GALVANIZADO
DH	DISTANCIA HORIZONTAL DE LA TUBERÍA
Ø	DIAMETRO DE LA TUBERÍA
CP	COTA PIEZOMÉTRICA
T-1	NÚMERO DE LA TUBERÍA
PVC	CLORURO DE POLIVINILO
B	BOMBA
V	VÁLVULA
TANQUE	TANQUE DE ALMACENAMIENTO
TI-1	TUBERÍA DE IMPULSIÓN
T	TEE Y TEE REDUCIDORA
C	CODO A 90 GRADOS
TAPÓN	TAPÓN
R	REDUCIDOR BUSHING
C	CRUZ

PERFIL T-67

ESCALA HORIZONTAL: 500, ESCALA VERTICAL: 250

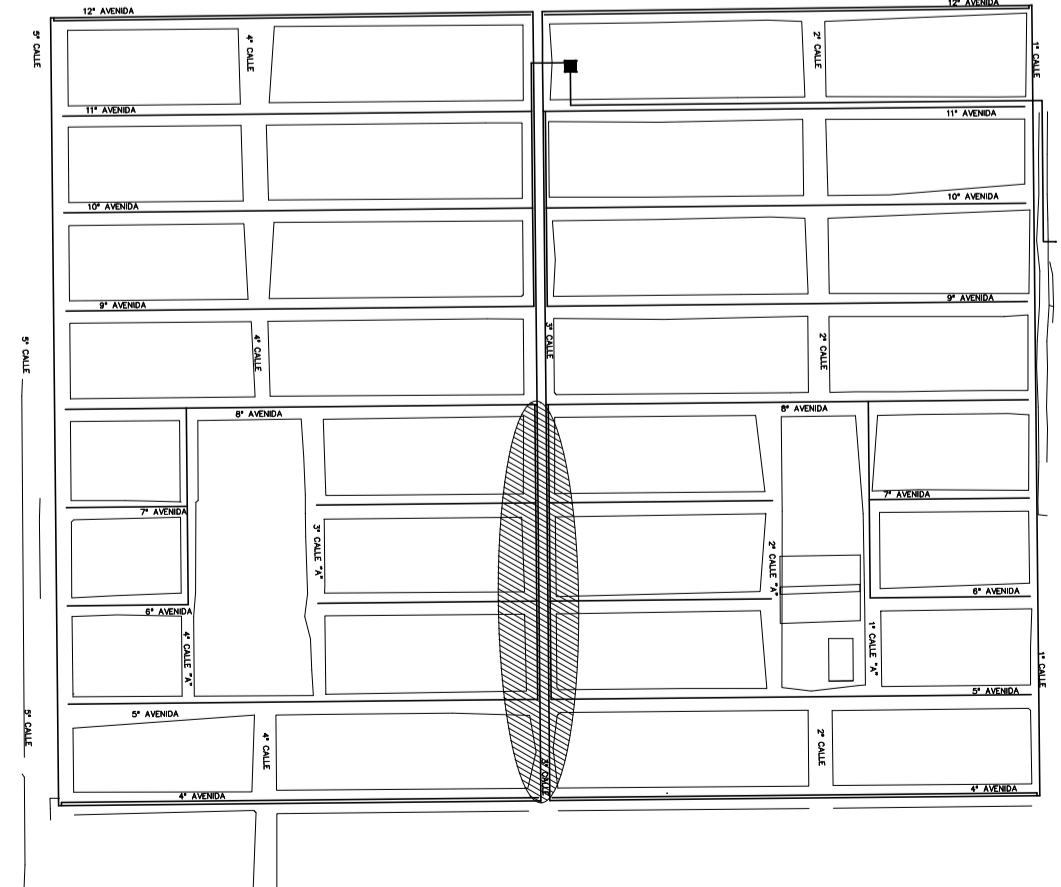


PLANTA T-67

ESCALA: 1/500

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

NORMAS DE TUBERÍA	
ASTM D-2241	TUBERÍA PVC JUNTA CEMENTADA PARA AGUA POTABLE Y RIEGO
ASTM D-2466	ACCESORIOS PARA TUBERÍA PVC PARA AGUA POTABLE Y RIEGO
NORMAS DE DISEÑO	
NORMAS GENERALES PARA EL DISEÑO DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE A ZONAS RURALES, INFOM 1997	

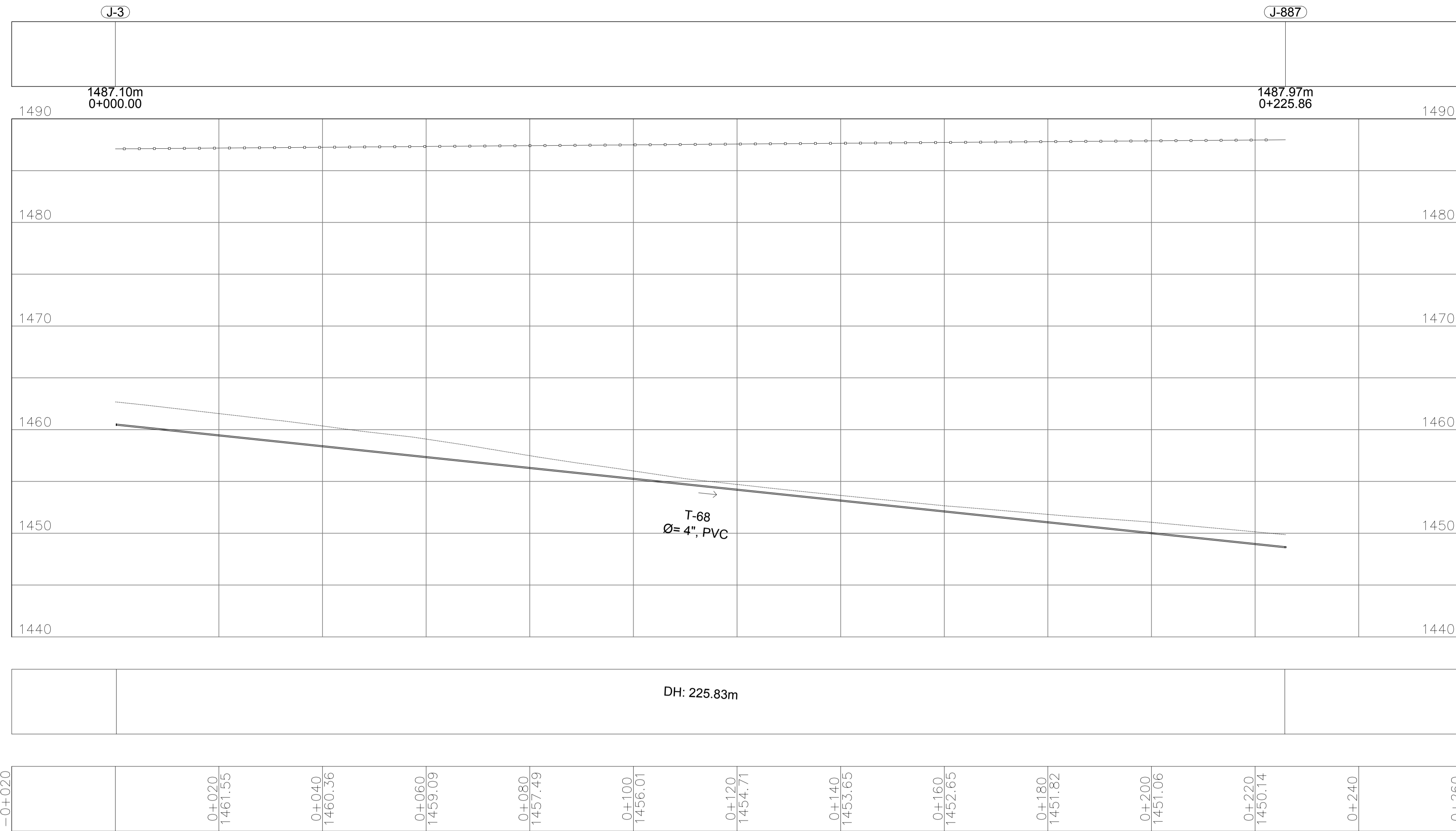


PLANTA DE REFERENCIA

ESCALA: 1/5000

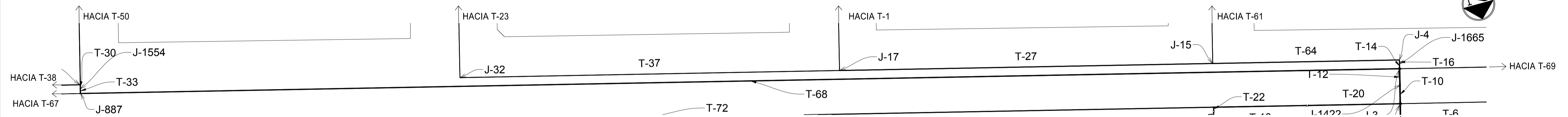
<p>MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR</p> <p>ULISES ROJAS, ZONA 3</p> <p>MUNICIPIO: VILLA NUEVA DEPARTAMENTO: GUATEMALA</p> <p>PROYECTO DE DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE, COLONIA ULISES ROJAS, BÁRCENAS, ZONA 3</p>		

<p>PLANO DE: PLANTA-PERFIL, RED DE DISTRIBUCIÓN, SECTOR 1, NODO J-887 AL J-46</p>		<p>PROGRAMA: EPS USAC 2017</p> <p>ESCALA: INDICADA</p> <p>FECHA: ENERO 2021</p>
<p>LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO: MUNICIPALIDAD DE VILLA NUEVA</p> <p>DIBUJO Y CÁLCULO TOPOGRÁFICO: JOSÉ GABRIEL PÉREZ</p> <p>ASESOR: MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR</p>	<p>DIBUJO Y CÁLCULO HIDRÁULICO: JOSÉ GABRIEL PÉREZ</p> <p>SUPERVISOR: ING. SILVIO JOSÉ RODRÍGUEZ SERRANO</p> <p>FIRMA:</p>	<p>11</p> <p>45</p>



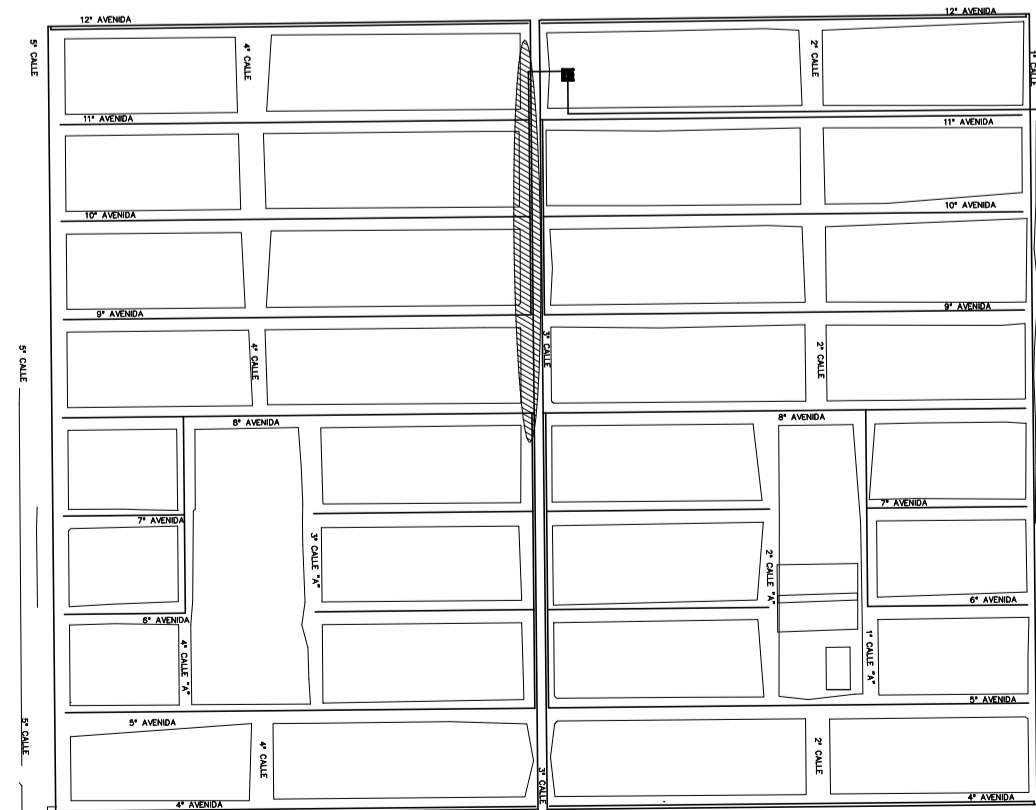
PERFIL T-68

ESCALA HORIZONTAL: 500, ESCALA VERTICAL: 250



PLANTA T-68

ESCALA: 1/375



PLANTA DE REFERENCIA

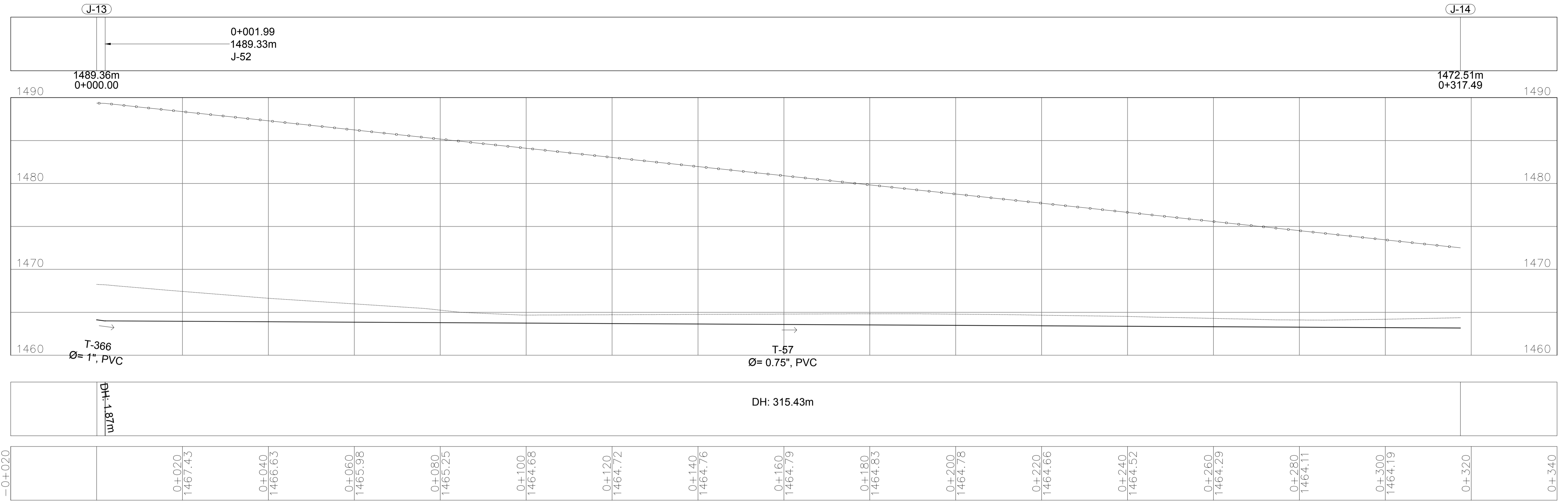
ESCALA: 1/5000

SIMBOLOGÍA	
○	UNIÓN O JUNCTION O NODO
J-1	UNIÓN O JUNCTION O NODO
—	TUBERÍA
▽	RESERVORIO
—	LÍNEA PIEZOMÉTRICA
E	ELEVACIÓN
AG	ACERO GALVANIZADO
DH	DISTANCIA HORIZONTAL DE LA TUBERÍA
Ø	DIÁMETRO DE LA TUBERÍA
CP	COTA PIEZOMÉTRICA
T-1	NÚMERO DE LA TUBERÍA
PVC	CLORURO DE POLIVINILO
B	BOMBA
V	VÁLVULA
T	TANQUE DE ALMACENAMIENTO
TI-1	TUBERÍA DE IMPULSIÓN
T	TEE Y TEE REDUCIDORA
C	CODO A 90 GRADOS
T	TAPÓN
B	REDUCIDOR BUSHING
C	CRUZ

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
NORMAS DE TUBERÍA	
ASTM D-2241	TUBERÍA PVC JUNTA CEMENTADA PARA AGUA POTABLE Y RIEGO
ASTM D-2466	ACCESORIOS PARA TUBERÍA PVC PARA AGUA POTABLE Y RIEGO
NORMAS DE DISEÑO	
NORMAS GENERALES PARA EL DISEÑO DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE A ZONAS RURALES, INFOM 1997	

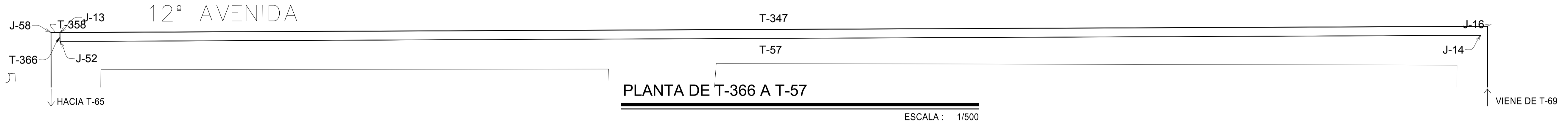
	MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR	
	ULISES ROJAS, ZONA 3 MUNICIPIO: VILLA NUEVA DEPARTAMENTO: GUATEMALA PROYECTO DE: DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE, COLONIA ULISES ROJAS, BÁRCENAS, ZONA 3	
PLANO DE: PLANTA-PERFIL, RED DE DISTRIBUCIÓN, SECTOR 1, NODO J-3 AL J-887		
LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO: MUNICIPALIDAD DE VILLA NUEVA	DIBUJO Y CÁLCULO HIDRÁULICO: JOSÉ GABRIEL PÉREZ	PROGRAMA: EPS USAC 2017 ESCALA: INDICADA FECHA: ENERO 2021
DIBUJO Y CÁLCULO TOPOGRÁFICO: JOSÉ GABRIEL PÉREZ	SUPERVISOR: ING. SILVIO JOSÉ RODRÍGUEZ SERRANO	
ASESOR: MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR	FIRMA:	12 45

T-366 A T-57



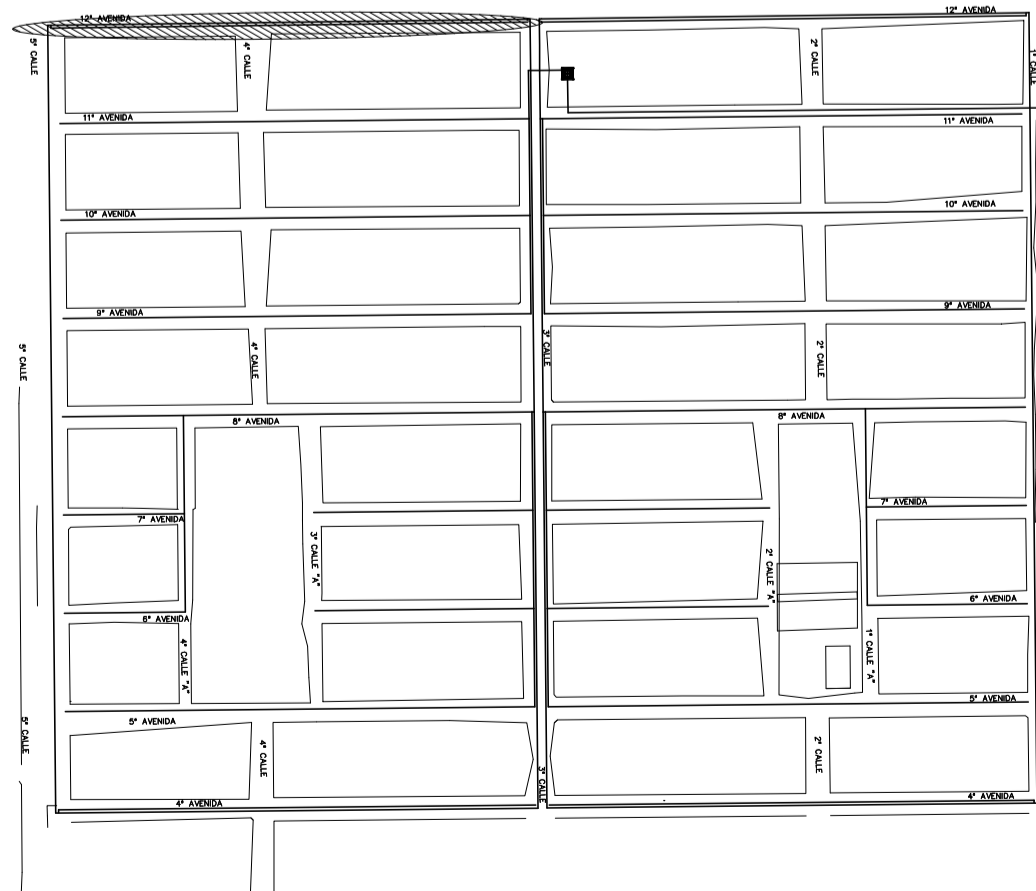
PERFIL DE T-366 A T-57

ESCALA HORIZONTAL: 1/800, ESCALA VERTICAL: 1/250



PLANTA DE T-366 A T-57

ESCALA: 1/500



PLANTA DE REFERENCIA

ESCALA: 1/5000

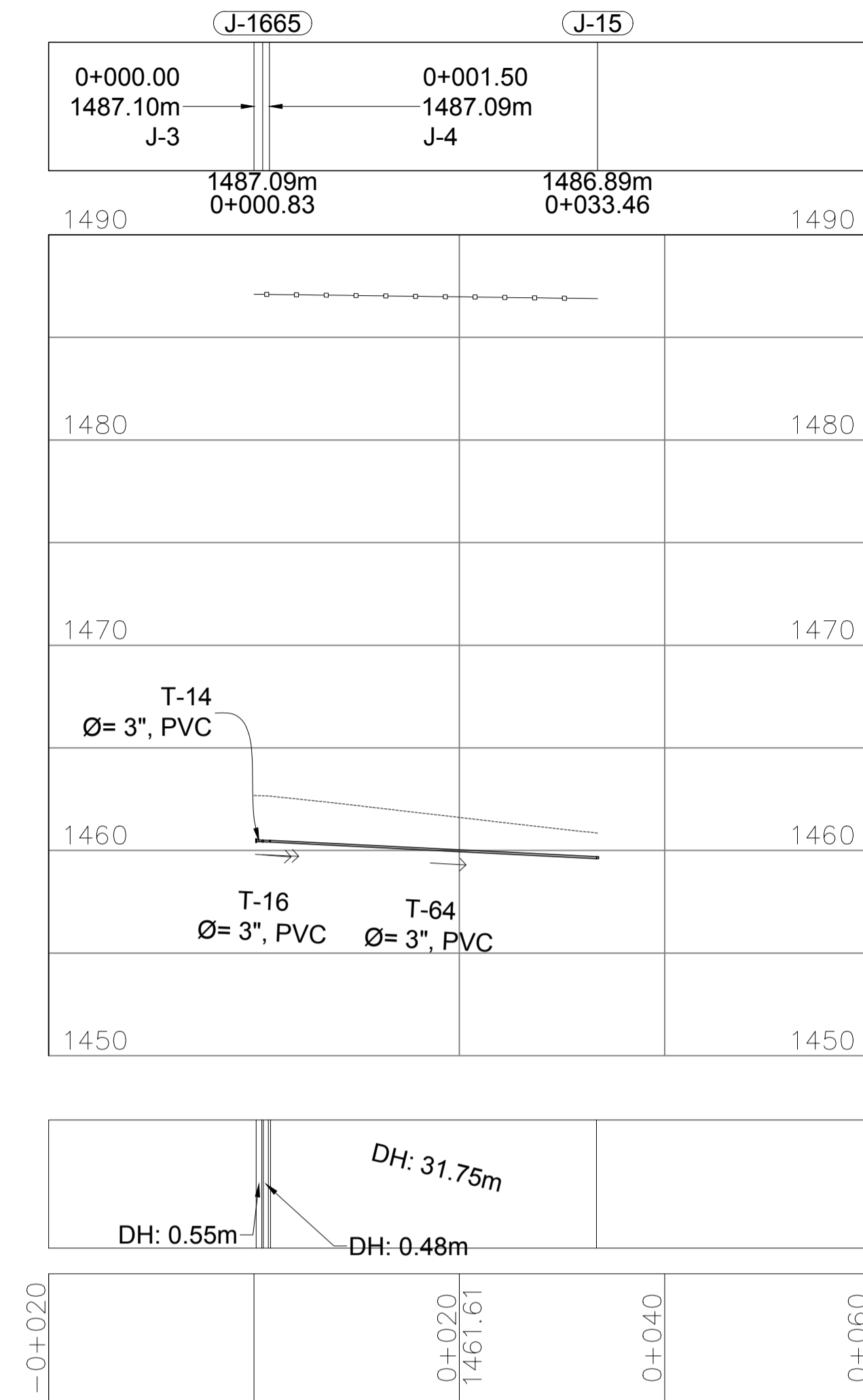
SIMBOLOGÍA

○	UNIÓN O JUNCTION O NODO
J-1	UNIÓN O JUNCTION O NODO
—	TUBERÍA
▽	RESERVORIO
—	LÍNEA PIEZOMÉTRICA
E	ELEVACIÓN
AG	ACERO GALVANIZADO
DH	DISTANCIA HORIZONTAL DE LA TUBERÍA
Ø	DÍAMETRO DE LA TUBERÍA
CP	COTA PIEZOMÉTRICA
T-1	NÚMERO DE LA TUBERÍA
PVC	CLORURO DE POLIVINILO
B	BOMBA
V	VÁLVULA
T	TANQUE DE ALMACENAMIENTO
TI-1	TUBERÍA DE IMPULSIÓN
TR	TEE Y TEE REDUCIDORA
C	CODO A 90 GRADOS
T	TAPON
BR	REDUCIDOR BUSHING
CR	CRUZ

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
NORMAS DE TUBERÍA	
ASTM D-2241	TUBERÍA PVC JUNTA CEMENTADA PARA AGUA POTABLE Y RIEGO
ASTM D-2466	ACCESORIOS PARA TUBERÍA PVC PARA AGUA POTABLE Y RIEGO
NORMAS DE DISEÑO	
NORMAS GENERALES PARA EL DISEÑO DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE A ZONAS RURALES, INFOM 1997	

	MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR ULISES ROJAS, ZONA 3 MUNICIPIO: VILLA NUEVA DEPARTAMENTO: GUATEMALA PROYECTO DE DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE, COLONIA ULISES ROJAS, BÁRCENAS, ZONA 3	
	PROGRAMA: EPS USAC 2017 ESCALA: INDICADA FECHA: ENERO 2021	
PLANO DE: PLANTA-PERFIL, RED DE DISTRIBUCIÓN, SECTOR 1, NODO J-13 AL J-14	DIBUJO Y CÁLCULO HIDRÁULICO: JOSÉ GABRIEL PÉREZ SUPERVISOR: ING. SILVIO JOSÉ RODRÍGUEZ SERRANO FIRMA:	LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO: MUNICIPALIDAD DE VILLA NUEVA DIBUJO Y CÁLCULO TOPOGRÁFICO: JOSÉ GABRIEL PÉREZ ASESOR: MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR
ESCALA: 1/5000		13 45

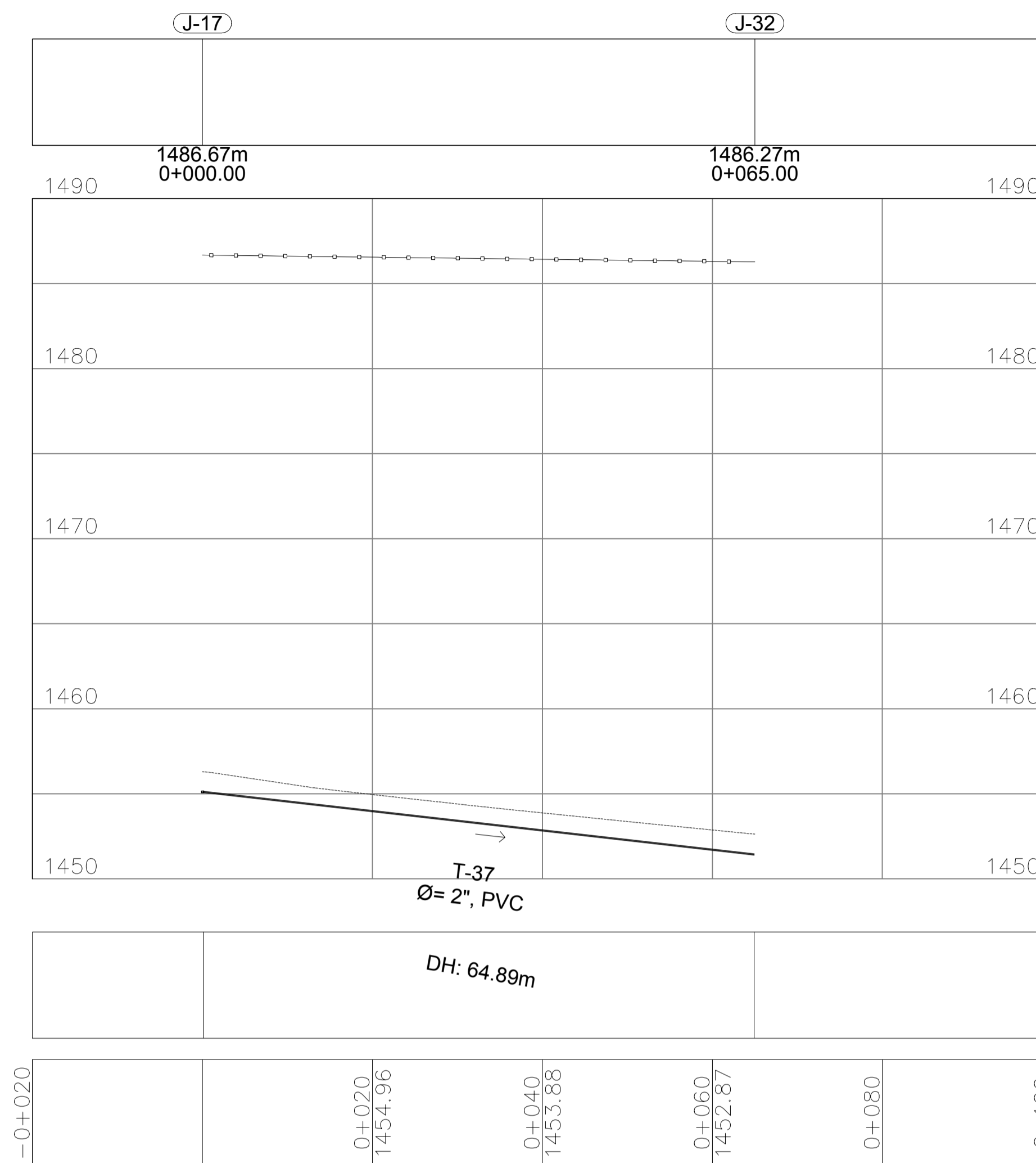
T-14 A T-64



PERFIL DE T-14 A T-64

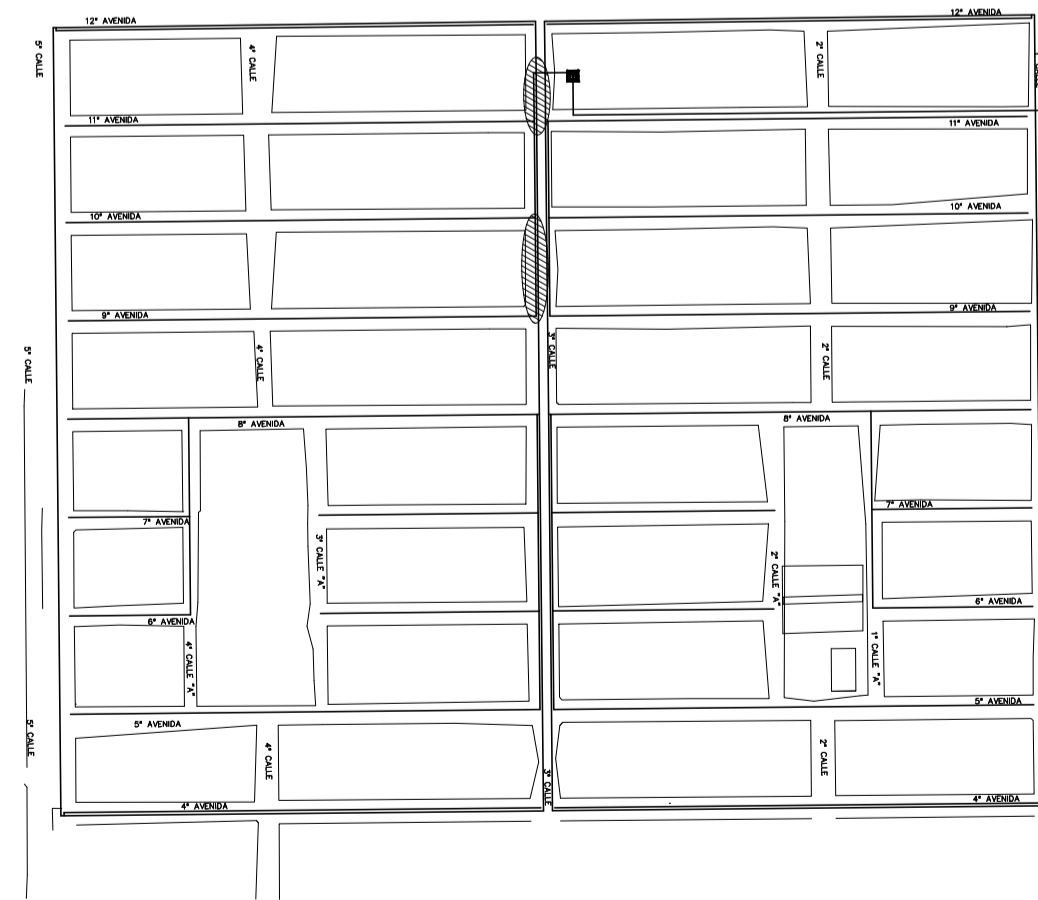
ESCALA HORIZONTAL: 1/500, ESCALA VERTICAL: 1/250

T-37



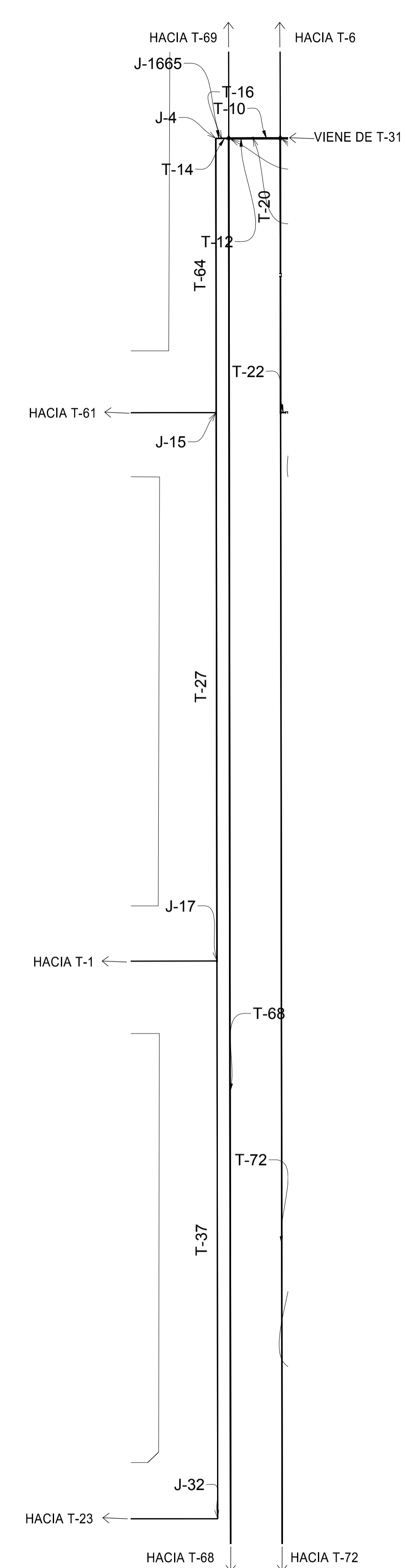
PERFIL T-37

ESCALA HORIZONTAL: 1/500, ESCALA VERTICAL: 1/250



PLANTA DE REFERENCIA

ESCALA: 1/5000



SIMBOLOGÍA	
○	UNIÓN O JUNCTION O NODO
J-1	UNIÓN O JUNCTION O NODO
—	TUBERÍA
▭	RESERVORIO
—	LÍNEA PIEZOMÉTRICA
E	ELEVACIÓN
AG	ACERO GALVANIZADO
DH	DISTANCIA HORIZONTAL DE LA TUBERÍA
Ø	DIÁMETRO DE LA TUBERÍA
CP	COTA PIEZOMÉTRICA
T-1	NÚMERO DE LA TUBERÍA
PVC	CLORURO DE POLIVINILO
BOMB-1	BOMBA
VÁLVULA	VÁLVULA
TANQUE DE ALMACENAMIENTO	TANQUE DE ALMACENAMIENTO
TI-1	TUBERÍA DE IMPULSIÓN
TEE Y TEE REDUCIDORA	TEE Y TEE REDUCIDORA
CODO A 90 GRADOS	CODO A 90 GRADOS
TAPÓN	TAPÓN
REDUCIDOR BUSHING	REDUCIDOR BUSHING
CRUZ	CRUZ

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
NORMAS DE TUBERÍA	
ASTM D-2241	TUBERÍA PVC JUNTA CEMENTADA PARA AGUA POTABLE Y RIEGO
ASTM D-2466	ACCESORIOS PARA TUBERÍA PVC PARA AGUA POTABLE Y RIEGO
NORMAS DE DISEÑO	
NORMAS GENERALES PARA EL DISEÑO DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE A ZONAS RURALES, INFOM 1997	

PLANTA DE T-14 A T-64 Y T-37

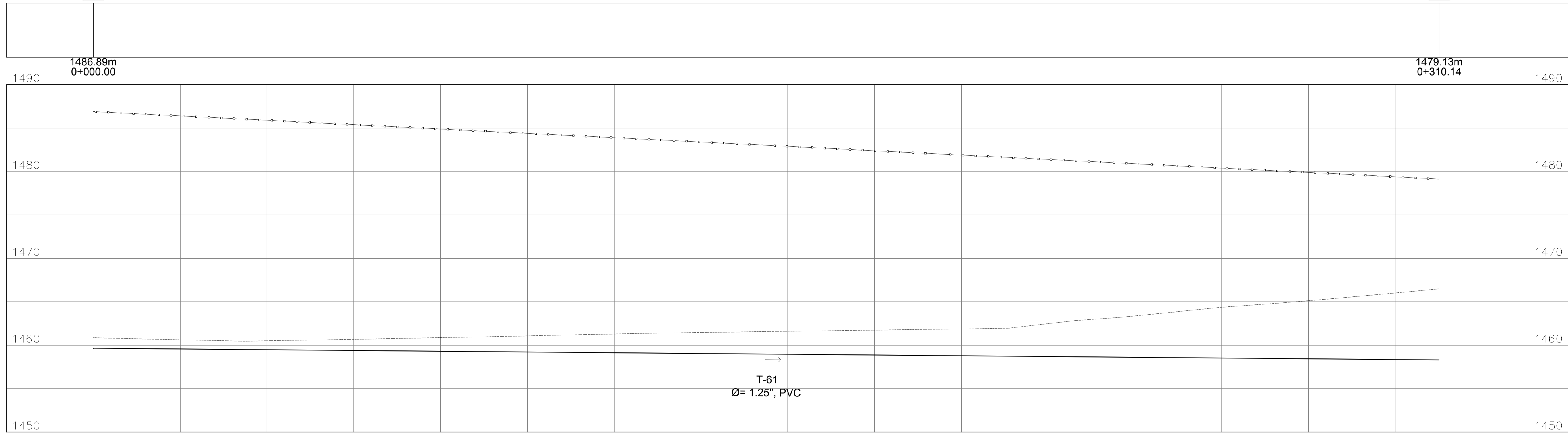
ESCALA: 1/375

	MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR ULISES ROJAS, ZONA 3 MUNICIPIO: VILLA NUEVA DEPARTAMENTO: GUATEMALA PROYECTO DE: DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE, COLONIA ULISES ROJAS, BARRIENAS, ZONA 3		
	PLANO DE: PLANTA-PERFIL, RED DE DISTRIBUCIÓN, SECTOR 1, NODO J-3 AL J-15 Y DEL J-17 AL J-32	PROGRAMA: EPS USAC 2017 ESCALA: INDICADA FECHA: ENERO 2021	
LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO: MUNICIPALIDAD DE VILLA NUEVA DIBUJO Y CÁLCULO TOPOGRÁFICO: JOSÉ GABRIEL PÉREZ ASESOR: MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR	DIBUJO Y CÁLCULO HIDRÁULICO: JOSÉ GABRIEL PÉREZ SUPERVISOR: ING. SILVIO JOSÉ RODRÍGUEZ SERRANO FIRMA:	14 45	

T-61

J-15

J-49



DH: 310.04m

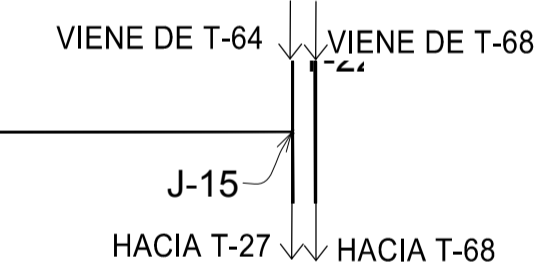
-0+020	0+020	0+040	0+060	0+080	0+100	0+120	0+140	0+160	0+180	0+200	0+220	0+240	0+260	0+280	0+300	0+320	0+340
	1460.63	1460.51	1460.63	1460.86	1461.06	1461.28	1461.46	1461.59	1461.73	1461.87	1462.48	1463.37	1464.36	1465.12	1466.01		

PERFIL T-61

ESCALA HORIZONTAL: 1/500 ESCALA VERTICAL: 1/250

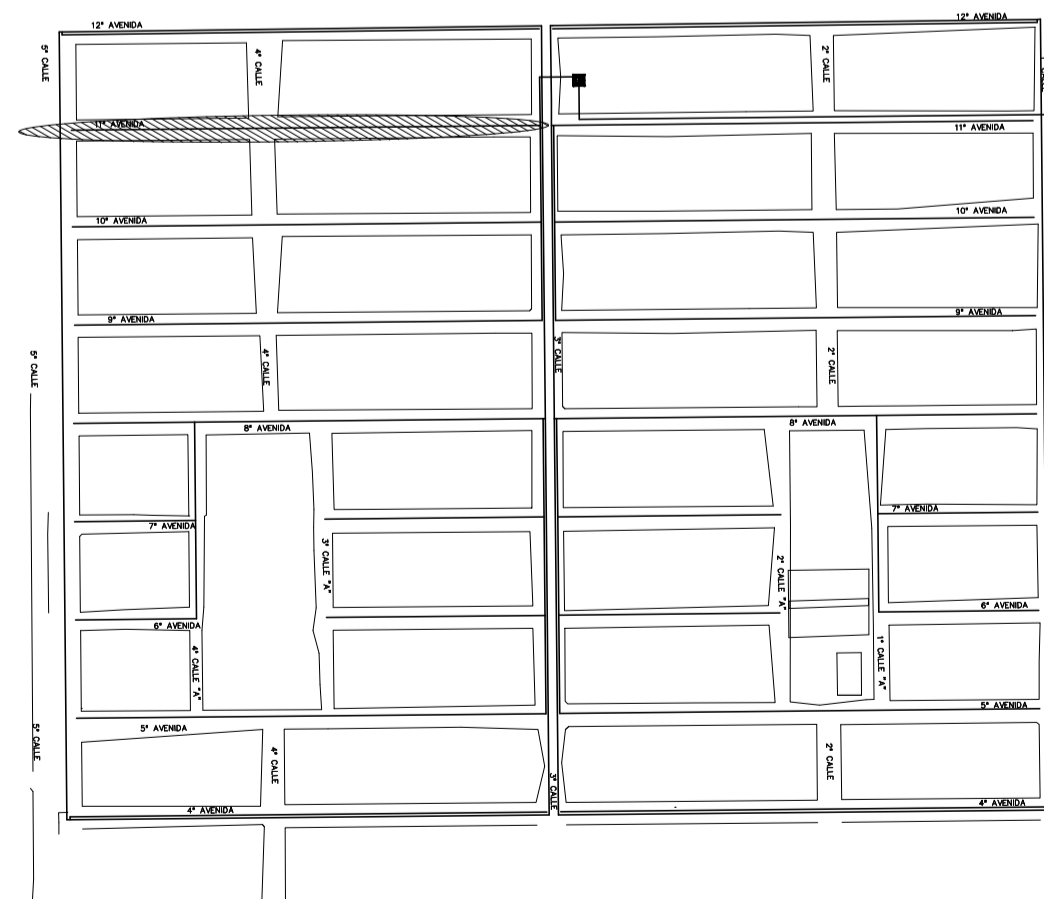
J-49 11^a AVENIDA

T-61



PLANTA T-61

ESCALA: 1/500



PLANTA DE REFERENCIA

ESCALA: 1/5000

SIMBOLOGÍA

○	UNIÓN O JUNCTION O NODO
J-1	UNIÓN O JUNCTION O NODO
—	TUBERÍA
▽	RESERVORIO
—	LÍNEA PIEZOMÉTRICA
E	ELEVACIÓN
AG	ACERO GALVANIZADO
DH	DISTANCIA HORIZONTAL DE LA TUBERÍA
Ø	DIÁMETRO DE LA TUBERÍA
CP	COTA PIEZOMÉTRICA
T-1	NÚMERO DE LA TUBERÍA
PVC	CLORURO DE POLIVINILO
B	BOMBA
V	VÁLVULA
T	TANQUE DE ALMACENAMIENTO
TI-1	TUBERÍA DE IMPULSIÓN
T	TEE Y TEE REDUCIDORA
C	CODO A 90 GRADOS
T	TAPON
B	REDUCIDOR BUSHING
C	CRUZ

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

NORMAS DE TUBERÍA	
ASTM D-2241	TUBERÍA PVC JUNTA CEMENTADA PARA AGUA POTABLE Y RIEGO
ASTM D-2466	ACCESORIOS PARA TUBERÍA PVC PARA AGUA POTABLE Y RIEGO
NORMAS DE DISEÑO	
NORMAS GENERALES PARA EL DISEÑO DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE A ZONAS RURALES, INFOM 1997	



MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR
ULISES ROJAS, ZONA 3
 MUNICIPIO: VILLA NUEVA DEPARTAMENTO: GUATEMALA
 PROYECTO DE DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE, COLONIA ULISES ROJAS, BARRIO ZONA 3

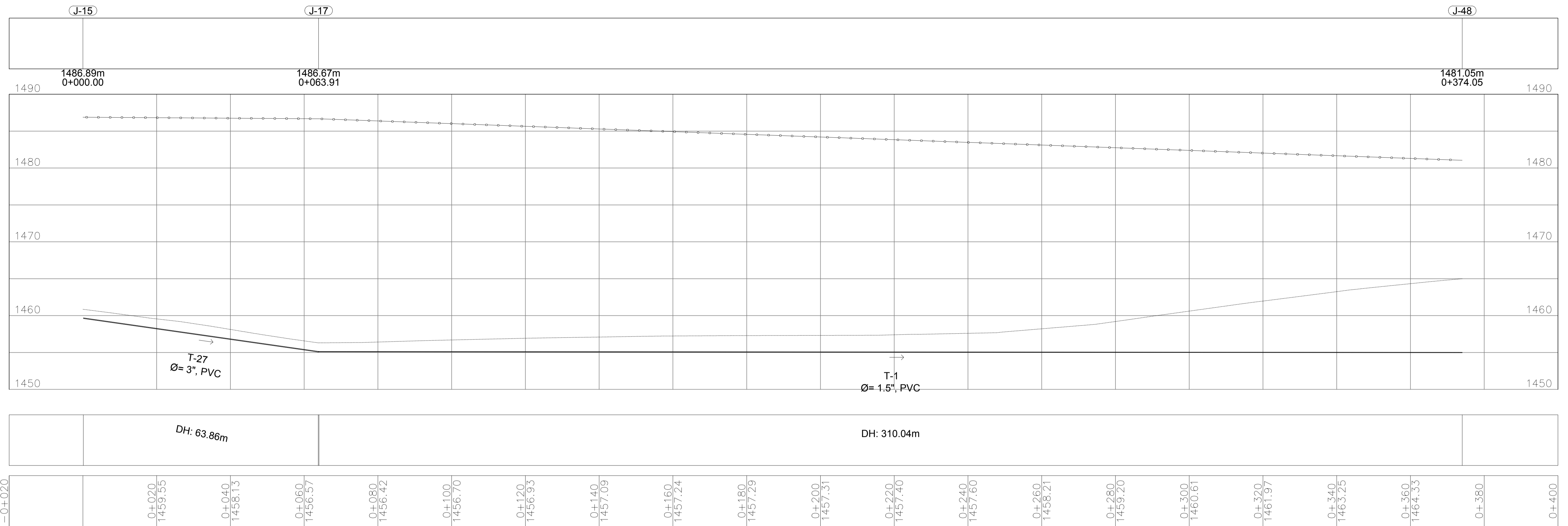


PLANO DE: PLANTA-PERFIL, RED DE DISTRIBUCIÓN, SECTOR 1, NODO J-15 AL J-49

LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO: MUNICIPALIDAD DE VILLA NUEVA	DIBUJO Y CÁLCULO HIDRÁULICO: JOSÉ GABRIEL PÉREZ
DIBUJO Y CÁLCULO TOPOGRÁFICO: JOSÉ GABRIEL PÉREZ	SUPERVISOR: ING. SILVIO JOSÉ RODRÍGUEZ SERRANO
ASESOR: MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR	FIRMA:

PROGRAMA: EPS USAC 2017
 ESCALA: INDICADA
 FECHA: ENERO 2021
15
45

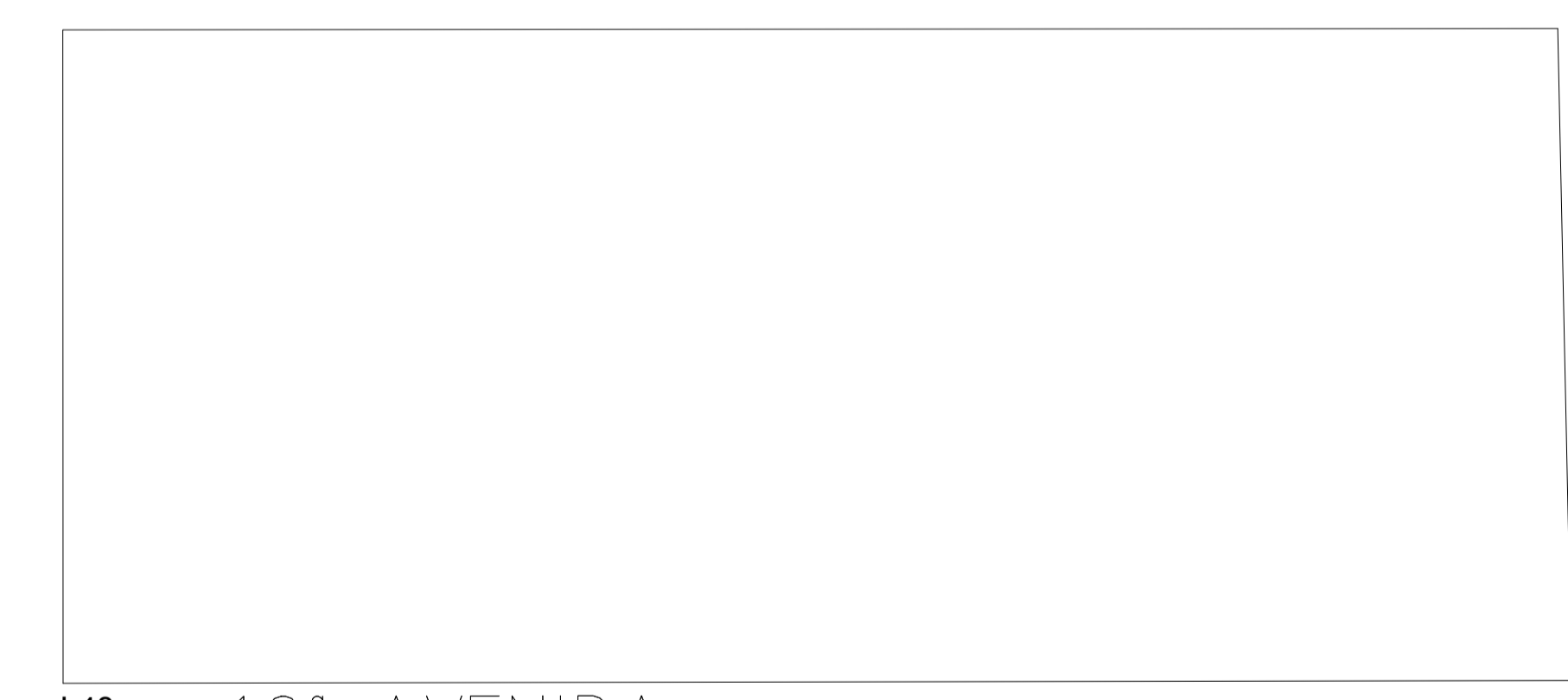
T-27 A T-1



PERFIL DE T-27 A T-1

ESCALA HORIZONTAL: 1/500, ESCALA VERTICAL: 1/250

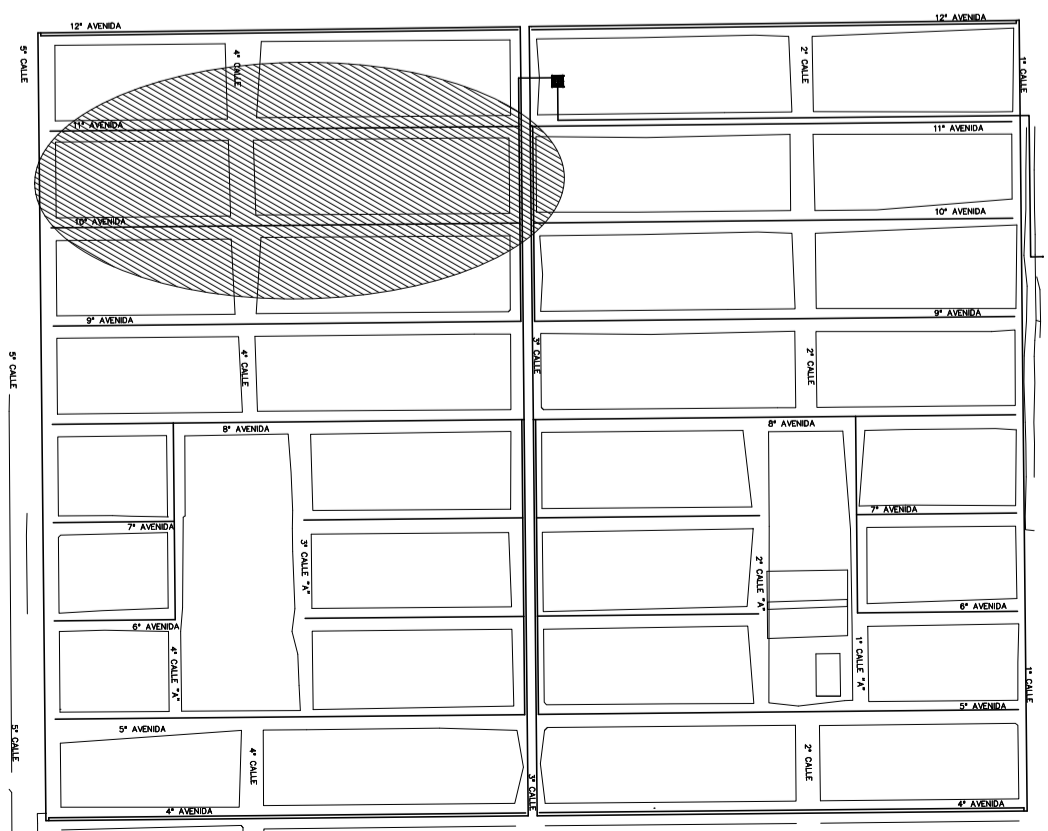
J-49 11^a AVENIDA



J-48 10^a AVENIDA

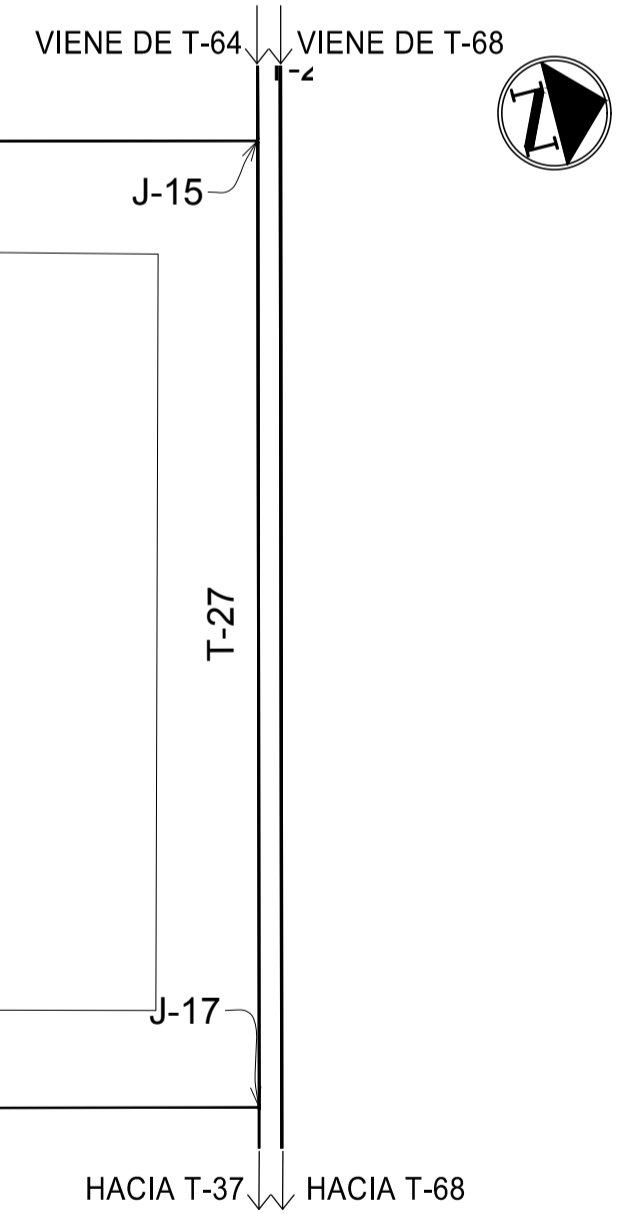
PLANTA DE T-27 A T-1

ESCALA: 1/500





PLANTA DE REFERENCIA

ESCALA: 1/5000

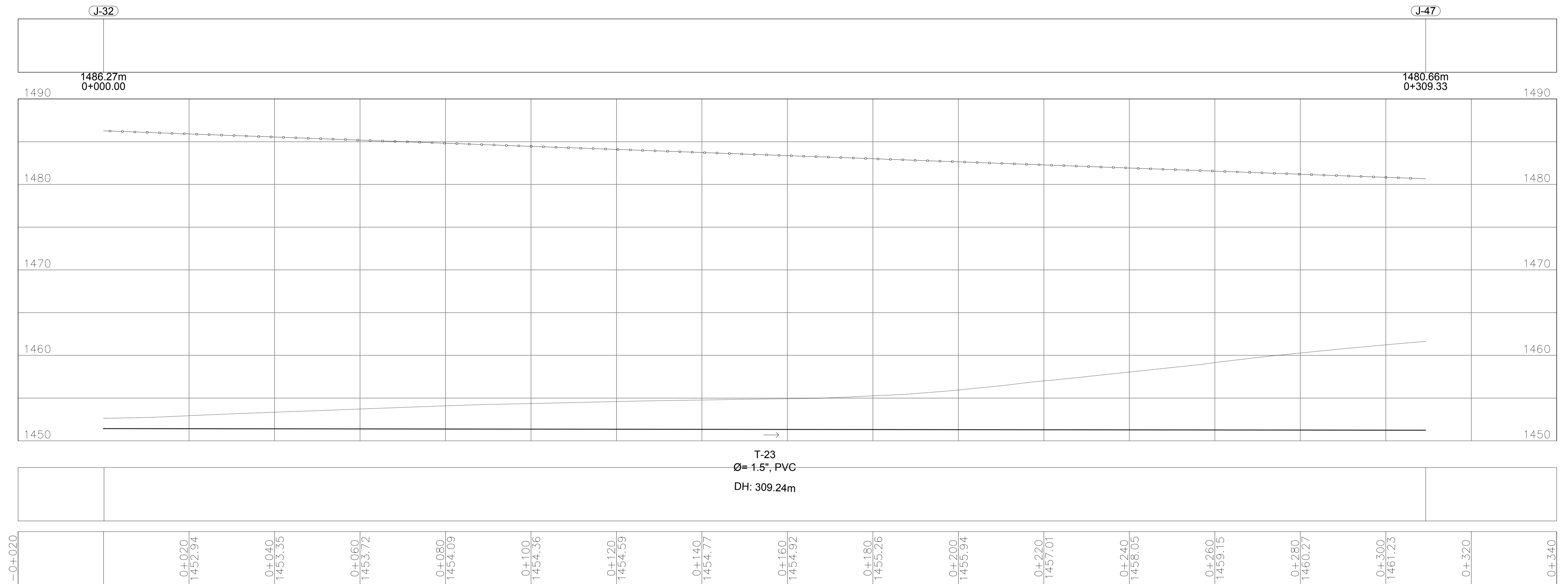


SIMBOLOGÍA	
○	UNIÓN O JUNCTION O NODO
J-1	UNIÓN O JUNCTION O NODO
—	TUBERÍA
—	TUBERÍA
—	RESERVORIO
—	LÍNEA PIEZOMÉTRICA
E	ELEVACIÓN
AG	ACERO GALVANIZADO
DH	DISTANCIA HORIZONTAL DE LA TUBERÍA
Ø	DIÁMETRO DE LA TUBERÍA
CP	COTA PIEZOMÉTRICA
T-1	NÚMERO DE LA TUBERÍA
PVC	CLORURO DE POLIVINILO
BOMBA	BOMBA
VALVULA	VALVULA
TANQUE DE ALMACENAMIENTO	TANQUE DE ALMACENAMIENTO
TI-1	TUBERÍA DE IMPULSIÓN
TEE Y TEE REDUCIDORA	TEE Y TEE REDUCIDORA
CODO A 90 GRADOS	CODO A 90 GRADOS
TAPON	TAPON
REDUCIDOR BUSHING	REDUCIDOR BUSHING
CRUZ	CRUZ

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
NORMAS DE TUBERÍA	
ASTM D-2241	TUBERÍA PVC JUNTA CEMENTADA PARA AGUA POTABLE Y RIEGO
ASTM D-2466	ACCESORIOS PARA TUBERÍA PVC PARA AGUA POTABLE Y RIEGO
NORMAS DE DISEÑO	
NORMAS GENERALES PARA EL DISEÑO DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE A ZONAS RURALES, INFOM 1997	

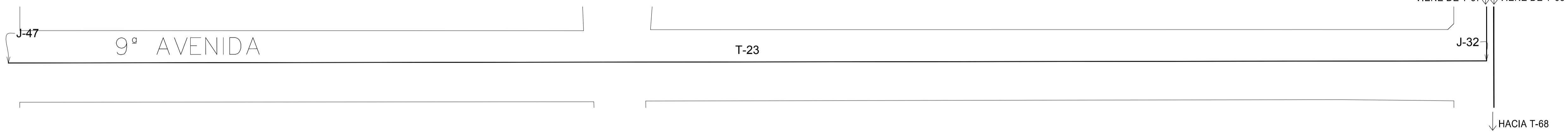
		MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR ULISES ROJAS, ZONA 3 MUNICIPIO: VILLA NUEVA DEPARTAMENTO: GUATEMALA PROYECTO DE DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE, COLONIA ULISES ROJAS, BARGENAS, ZONA 3			
PLANO DE: PLANTA-PERFIL, RED DE DISTRIBUCIÓN, SECTOR 1, NODO J-15 AL J-48		PROGRAMA: EPS USAC 2017 ESCALA: INDICADA FECHA: ENERO 2021		LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO: MUNICIPALIDAD DE VILLA NUEVA DIBUJO Y CÁLCULO TOPOGRÁFICO: JOSÉ GABRIEL PÉREZ DIBUJO Y CÁLCULO HIDRÁULICO: JOSÉ GABRIEL PÉREZ SUPERVISOR: ING. SILVIO JOSÉ RODRÍGUEZ SERRANO ASESOR: MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR FIRMA:	
				16 45	

T-23



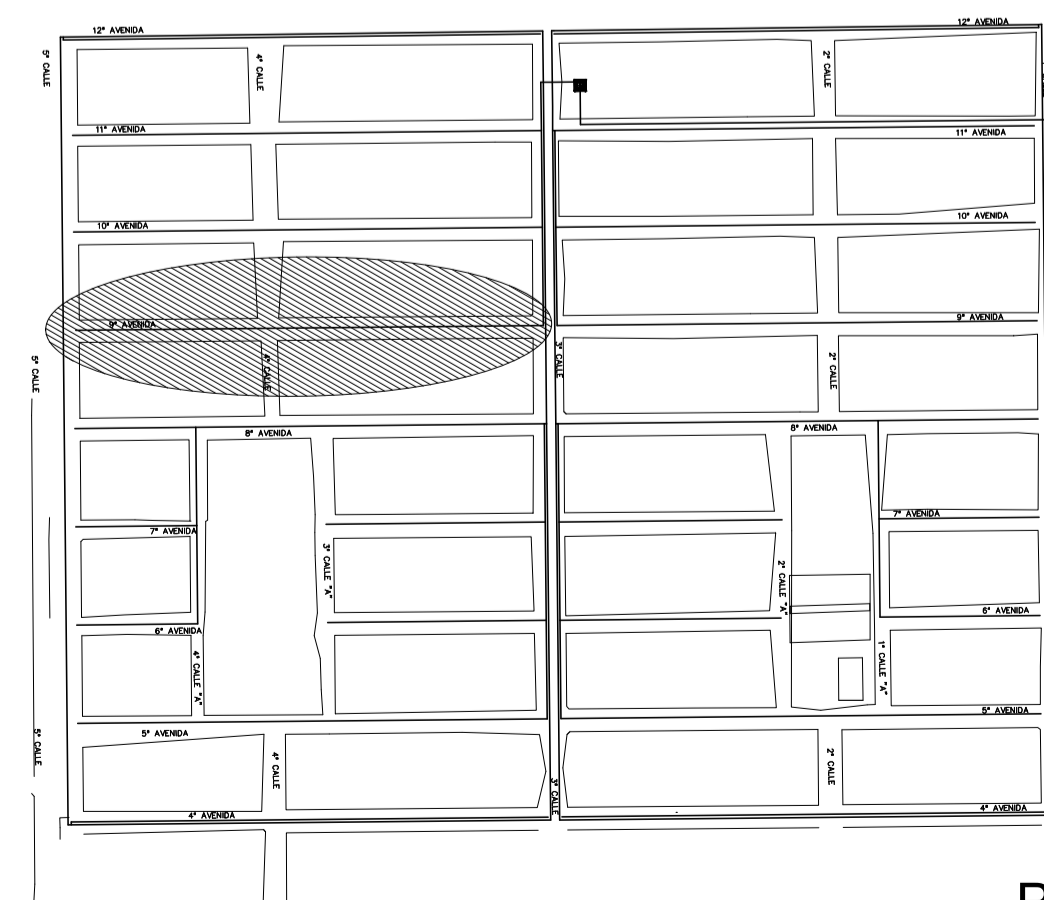
PERFIL T-23

ESCALA HORIZONTAL: 1/500 ESCALA VERTICAL: 1/250



PLANTA T-23

ESCALA: 1/500



PLANTA DE REFERENCIA

ESCALA: 1/5000

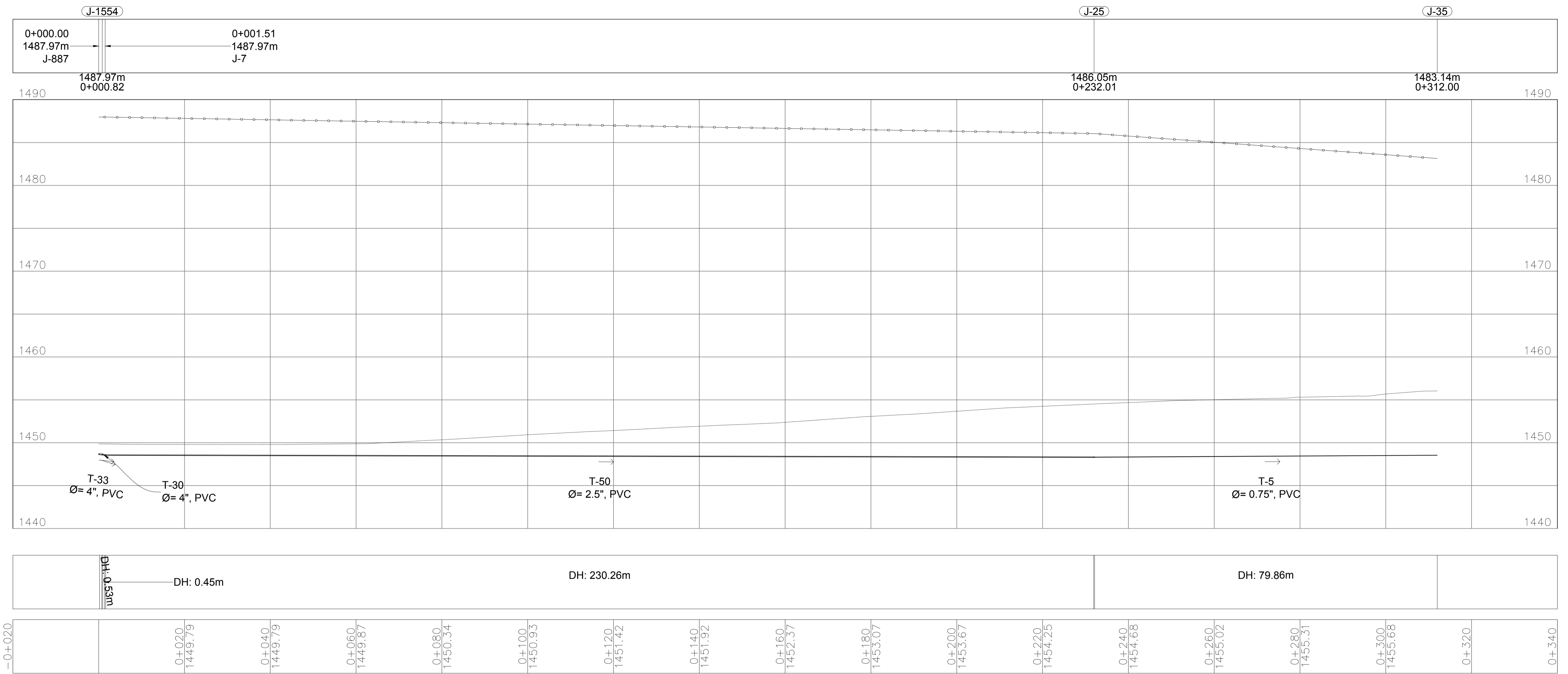
SIMBOLOGÍA

○	UNIÓN O JUNCTION O NODO
J-1	UNIÓN O JUNCTION O NODO
—	TUBERÍA
▽	RESERVORIO
—	LÍNEA PIEZOMÉTRICA
E	ELEVACIÓN
AG	ACERO GALVANIZADO
DH	DISTANCIA HORIZONTAL DE LA TUBERÍA
Ø	DIÁMETRO DE LA TUBERÍA
CP	COTA PIEZOMÉTRICA
T-1	NÚMERO DE LA TUBERÍA
PVC	CLORURO DE POLIVINILO
B	BOMBA
V	VÁLVULA
T	TANQUE DE ALMACENAMIENTO
TI-1	TUBERÍA DE IMPULSIÓN
TT	TEE Y TEE REDUCIDORA
90	CODO A 90 GRADOS
TAPÓN	TAPON
RB	REDUCIDOR BUSHING
CRUZ	CRUZ

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
NORMAS DE TUBERÍA	
ASTM D-2241	TUBERÍA PVC JUNTA CEMENTADA PARA AGUA POTABLE Y RIEGO
ASTM D-2466	ACCESORIOS PARA TUBERÍA PVC PARA AGUA POTABLE Y RIEGO
NORMAS DE DISEÑO	
NORMAS GENERALES PARA EL DISEÑO DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE A ZONAS RURALES, INFOM 1997	

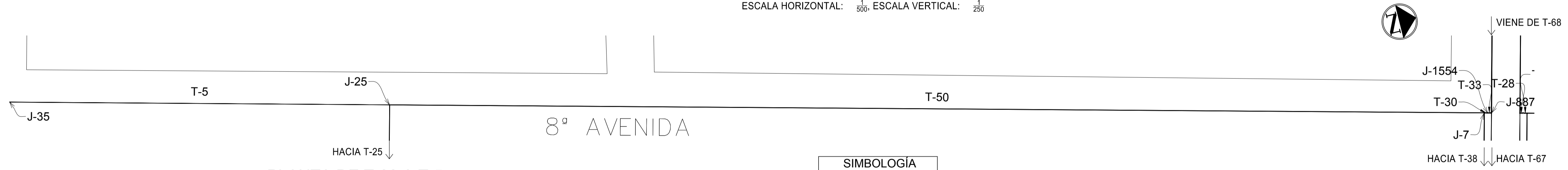
<p>MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR</p> <p>ULISES ROJAS, ZONA 3</p> <p>MUNICIPIO: VILLA NUEVA DEPARTAMENTO: GUATEMALA</p> <p>PROYECTO DE DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE, COLONIA ULISES ROJAS, BÁRCENAS, ZONA 3</p>	
<p>PLANO DE: PLANTA-PERFIL, RED DE DISTRIBUCIÓN, SECTOR 1, NODO J-32 AL J-47</p>	<p>PROGRAMA: EPS USAC 2017</p> <p>ESCALA: INDICADA</p> <p>FECHA: ENERO 2021</p>
<p>LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO: MUNICIPALIDAD DE VILLA NUEVA</p> <p>DIBUJO Y CÁLCULO TOPOGRÁFICO: JOSÉ GABRIEL PÉREZ</p> <p>ASESOR: MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR</p>	<p>DIBUJO Y CÁLCULO HIDRÁULICO: JOSÉ GABRIEL PÉREZ</p> <p>SUPERVISOR: ING. SILVIO JOSÉ RODRÍGUEZ SERRANO</p> <p>FIRMA:</p>
<p>17</p> <p>45</p>	

T-33 A T-5



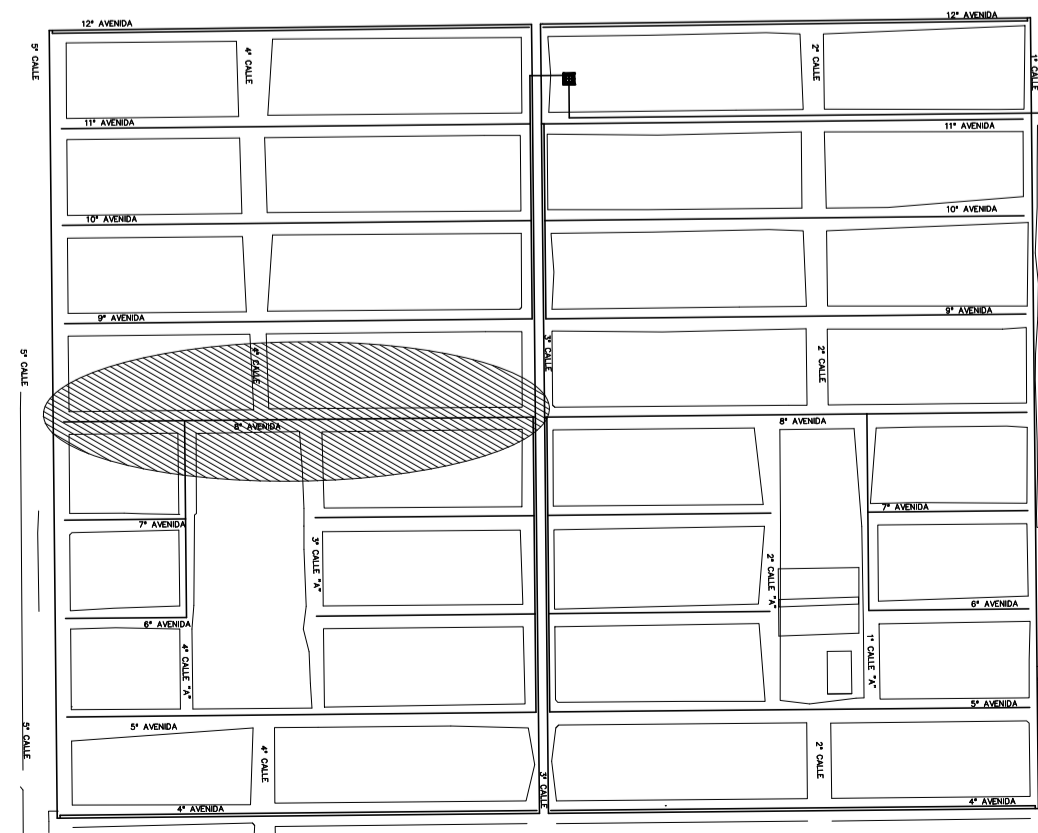
PERFIL DE T-33 A T-5

ESCALA HORIZONTAL: 1/500, ESCALA VERTICAL: 1/250



PLANTA DE T-33 A T-5

ESCALA : 1/500



PLANTA DE REFERENCIA

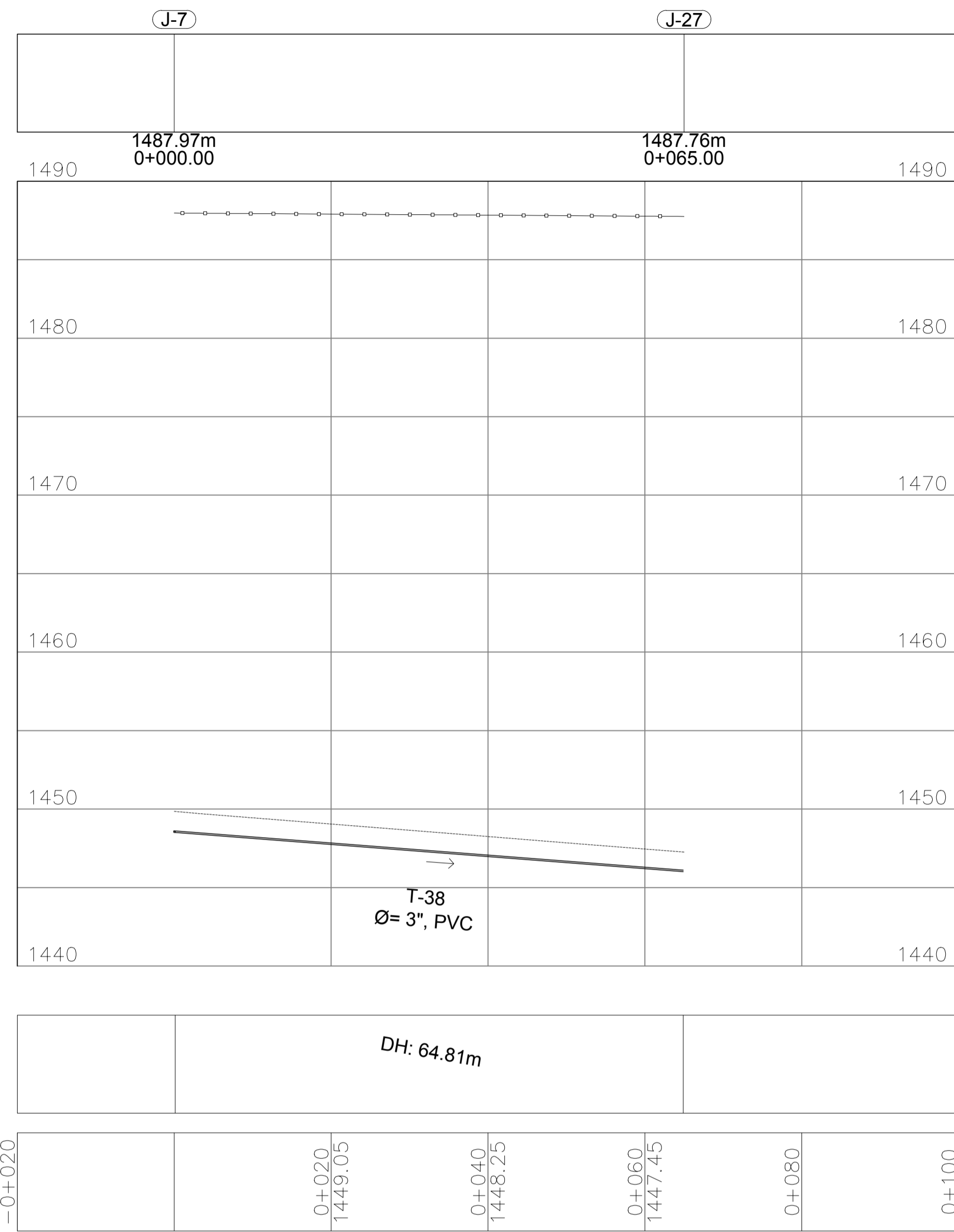
ESCALA : 1/5000

SIMBOLOGÍA	
○	UNIÓN O JUNCTION O NODO
J-1	UNIÓN O JUNCTION O NODO
—	TUBERÍA
⌒	RESERVORIO
—	LÍNEA PIEZOMÉTRICA
E	ELEVACIÓN
AG	ACERO GALVANIZADO
DH	DISTANCIA HORIZONTAL DE LA TUBERÍA
∅	DIÁMETRO DE LA TUBERÍA
CP	COTA PIEZOMÉTRICA
T-1	NÚMERO DE LA TUBERÍA
PVC	CLORURO DE POLIVINILO
B	BOMBA
V	VÁLVULA
T	TANQUE DE ALMACENAMIENTO
TI-1	TUBERÍA DE IMPULSIÓN
T	TEE Y TEE REDUCIDORA
C	CODO A 90 GRADOS
T	TAPÓN
B	REDUCIDOR BUSHING
C	CRUZ

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
NORMAS DE TUBERÍA	
ASTM D-2241	TUBERÍA PVC JUNTA CEMENTADA PARA AGUA POTABLE Y RIEGO
ASTM D-2466	ACCESORIOS PARA TUBERÍA PVC PARA AGUA POTABLE Y RIEGO
NORMAS DE DISEÑO	
NORMAS GENERALES PARA EL DISEÑO DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE A ZONAS RURALES, INFOM 1997	

	MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR ULISES ROJAS, ZONA 3 MUNICIPIO: VILLA NUEVA DEPARTAMENTO: GUATEMALA PROYECTO DE DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE, COLONIA ULISES ROJAS, BARCEVAS, ZONA 3		
	PLANO DE: PLANTA-PERFIL, RED DE DISTRIBUCIÓN, SECTOR 1, NODO J-887 AL J-35	PROGRAMA: EPS USAC 2017 ESCALA: INDICADA FECHA: ENERO 2021	
LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO: MUNICIPALIDAD DE VILLA NUEVA	DIBUJO Y CÁLCULO HIDRÁULICO: JOSÉ GABRIEL PÉREZ	DIBUJO Y CÁLCULO TOPOGRÁFICO: JOSÉ GABRIEL PÉREZ	SUPERVISOR: ING. SILVIO JOSÉ RODRÍGUEZ SERRANO
ASESOR: MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR	FIRMA:	18	
		45	

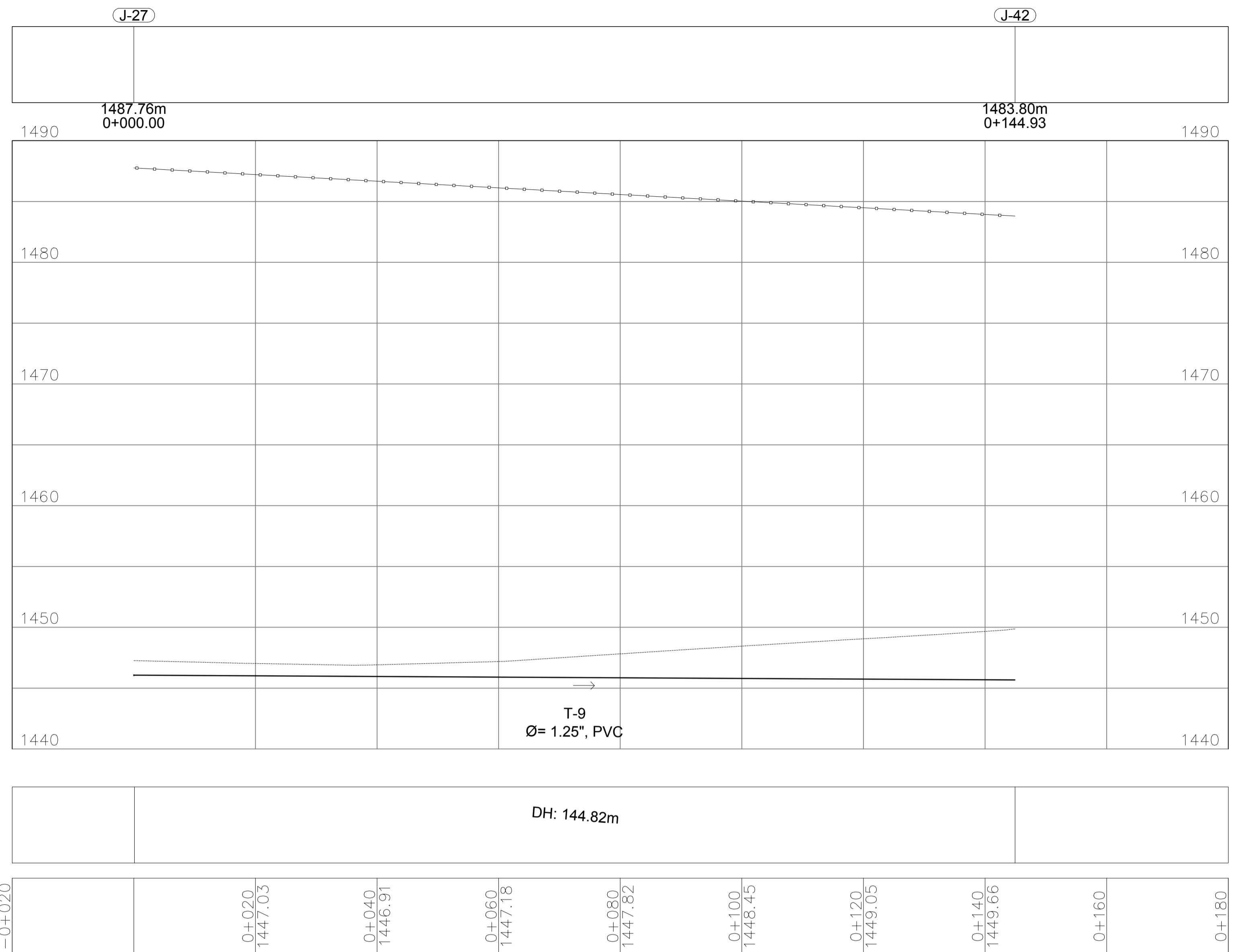
T-38



PERFIL T-38

ESCALA HORIZONTAL: 1/500 ESCALA VERTICAL: 1/250

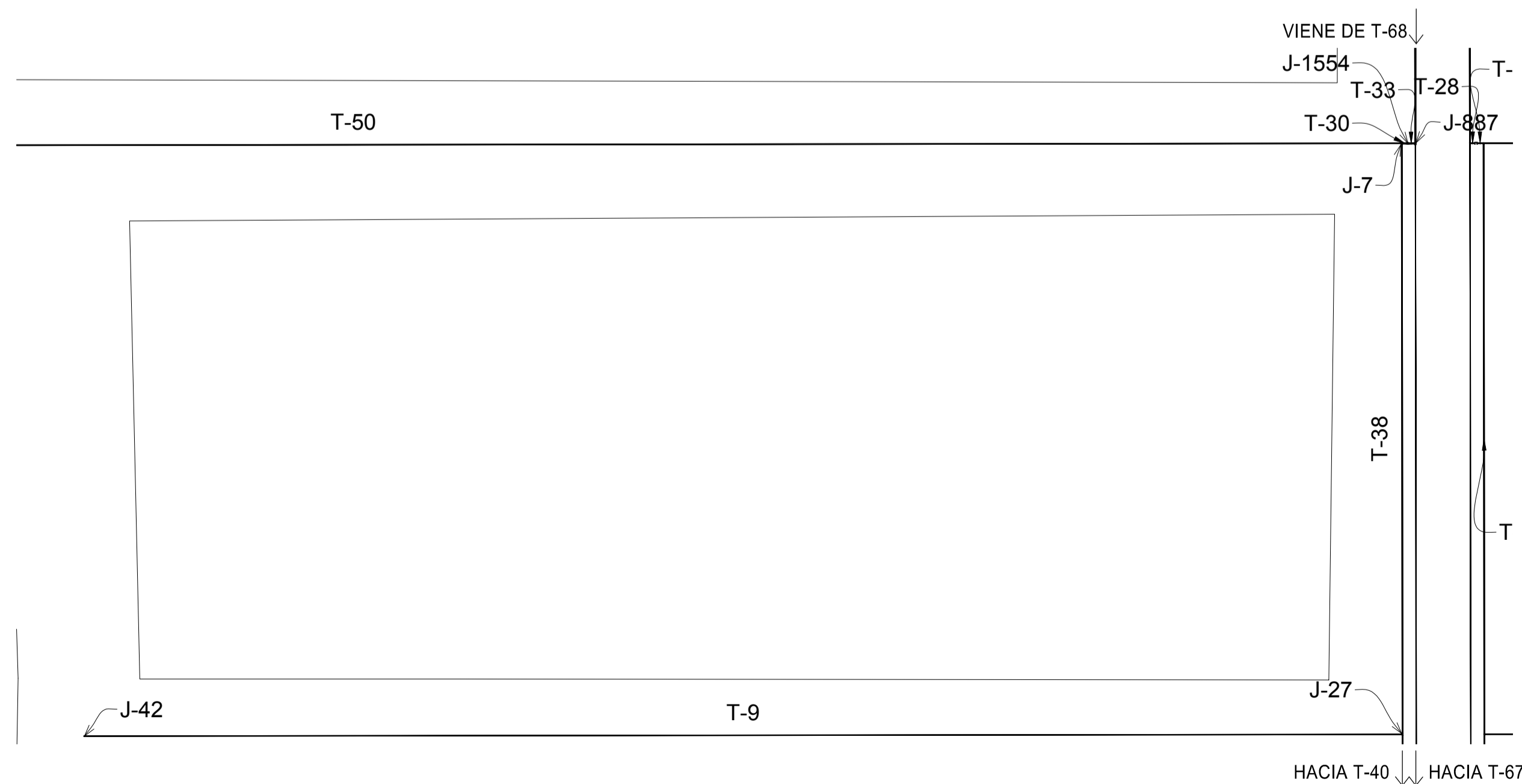
T-9



PERFIL T-9

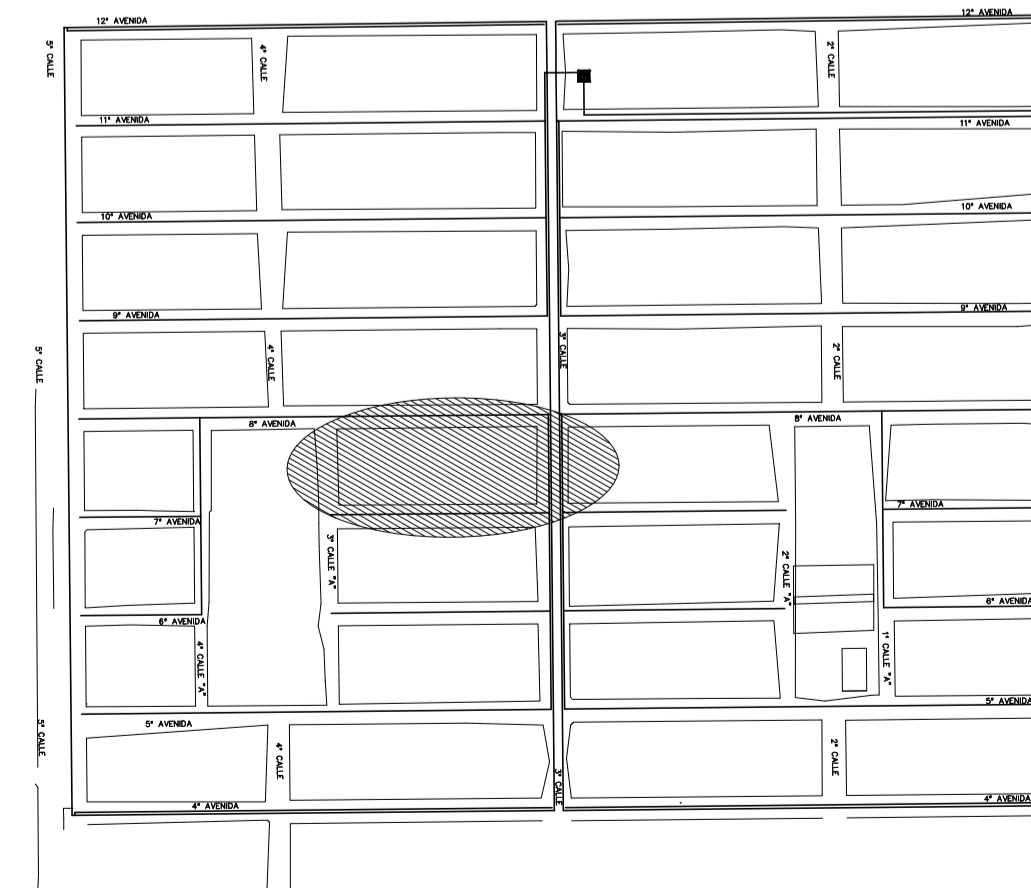
ESCALA HORIZONTAL: 1/500 ESCALA VERTICAL: 1/250

SIMBOLOGÍA	
○	UNIÓN O JUNCTION O NODO
J-1	UNIÓN O JUNCTION O NODO
—	TUBERÍA
▽	RESERVOIRIO
—	LÍNEA PIEZOMÉTRICA
E	ELEVACIÓN
AG	ACERO GALVANIZADO
DH	DISTANCIA HORIZONTAL DE LA TUBERÍA
Ø	DIÁMETRO DE LA TUBERÍA
CP	COTA PIEZOMÉTRICA
T-1	NÚMERO DE LA TUBERÍA
PVC	CLORURO DE POLIVINILO
B	BOMBA
V	VÁLVULA
T	TANQUE DE ALMACENAMIENTO
TI-1	TUBERÍA DE IMPULSIÓN
T	TEE Y TEE REDUCIDORA
C	CODO A 90 GRADOS
T	TAPÓN
R	REDUCIDOR BUSHING
C	CRUZ



PLANTA DE T-38 A T-9

ESCALA : 1/500



PLANTA DE REFERENCIA

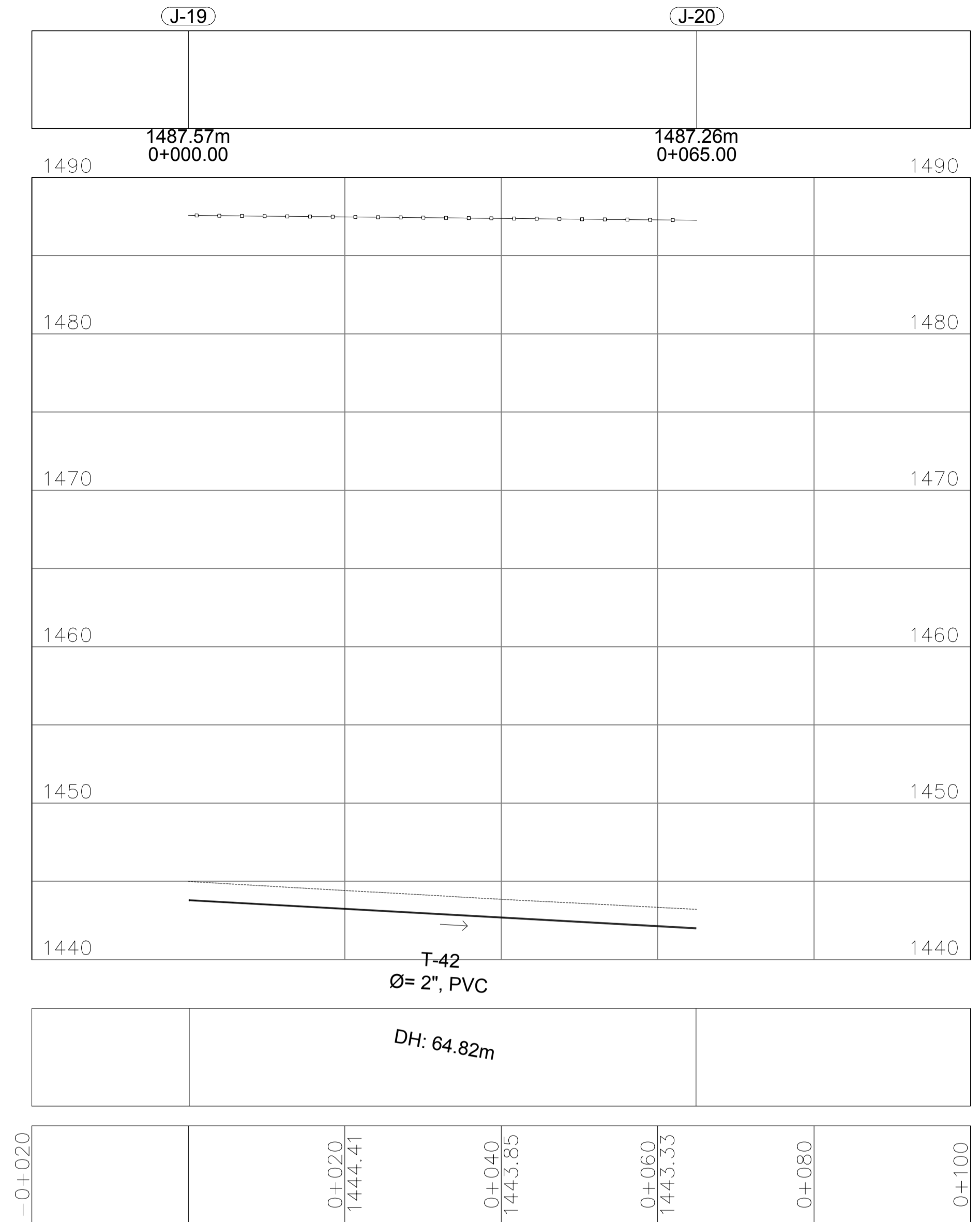
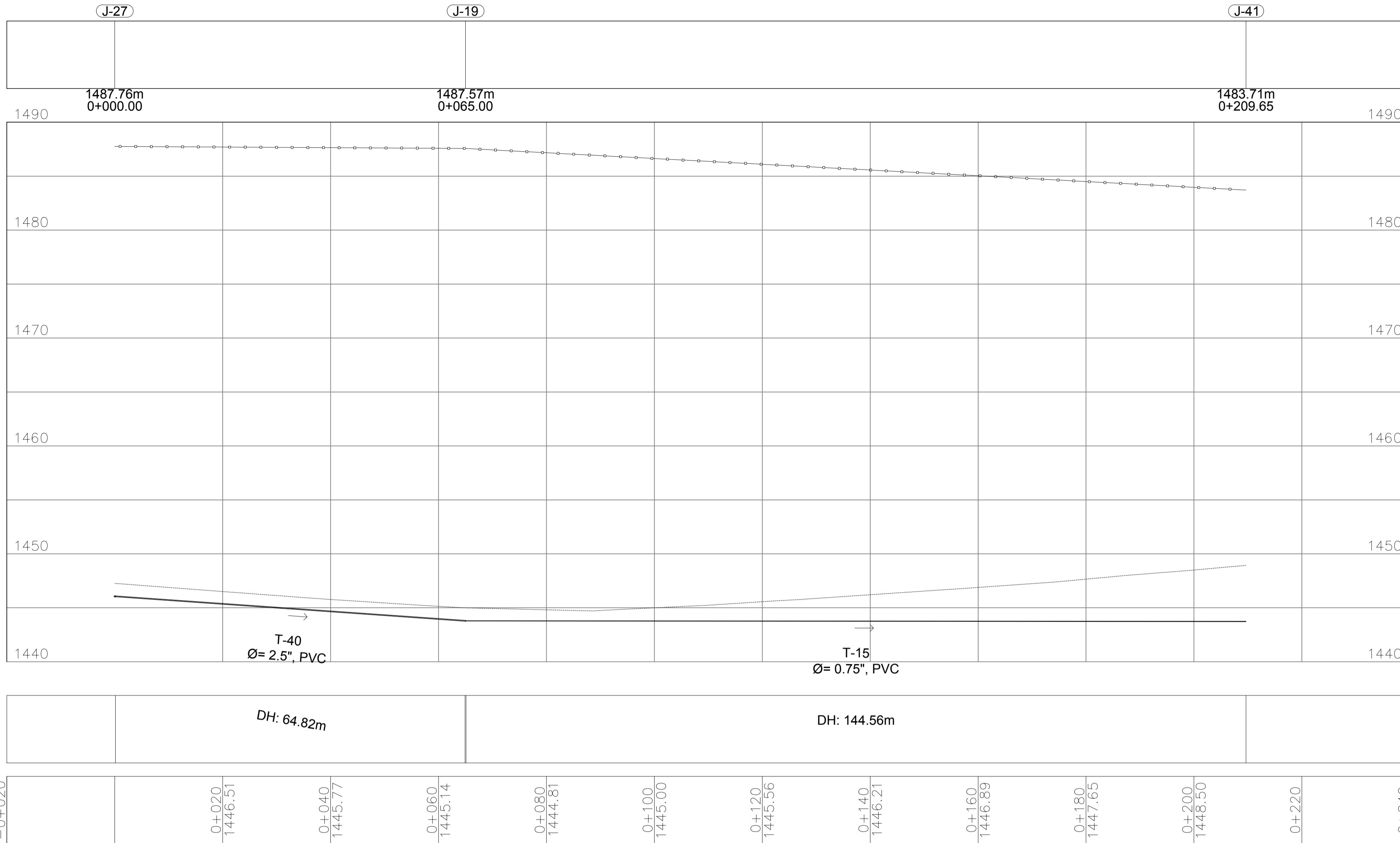
ESCALA : 1/5000

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
NORMAS DE TUBERÍA	
ASTM D-2241	TUBERÍA PVC JUNTA CEMENTADA PARA AGUA POTABLE Y RIEGO
ASTM D-2466	ACCESORIOS PARA TUBERÍA PVC PARA AGUA POTABLE Y RIEGO
NORMAS DE DISEÑO	
NORMAS GENERALES PARA EL DISEÑO DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE A ZONAS RURALES, INFOM 1997	

	MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR ULISES ROJAS, ZONA 3 MUNICIPIO: VILLA NUEVA DEPARTAMENTO: GUATEMALA PROYECTO DE: DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE, COLONIA ULISES ROJAS, BARCENAS, ZONA 3		
	PLANO DE: PLANTA-PERFIL, RED DE DISTRIBUCIÓN, SECTOR 1, NODO J-7 AL J-27 Y DEL J-27 AL J-42	PROGRAMA: EPS USAC 2017 ESCALA: INDICADA FECHA: ENERO 2021	
LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO: MUNICIPALIDAD DE VILLA NUEVA DIBUJO Y CÁLCULO TOPOGRÁFICO: JOSÉ GABRIEL PÉREZ	DIBUJO Y CÁLCULO HIDRÁULICO: JOSÉ GABRIEL PÉREZ SUPERVISOR: ING. SILVIO JOSÉ RODRÍGUEZ SERRANO	ASesor: MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR	FIRMA: _____

T-40 A T-15

T-42

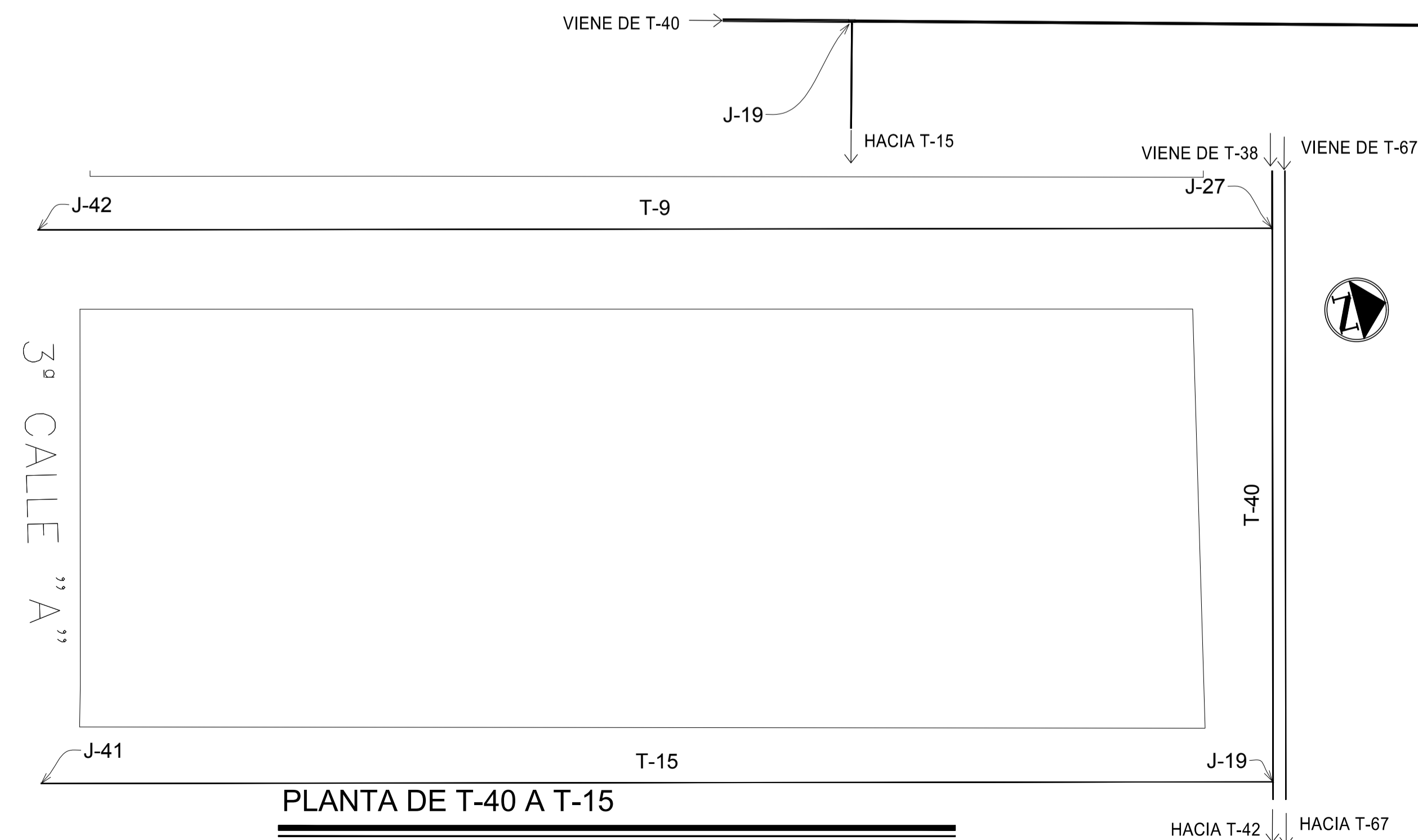


PERFIL DE T-40 A T-15

PERFIL T-42

ESCALA HORIZONTAL: 1/500, ESCALA VERTICAL: 1/250

ESCALA HORIZONTAL: 1/500, ESCALA VERTICAL: 1/250



PLANTA DE T-40 A T-15

ESCALA : 1/500



PLANTA T-42

ESCALA : 1/125

PLANTA DE REFERENCIA

ESCALA : 1/5000

SIMBOLOGÍA	
○	UNIÓN O JUNCTION O NODO
J-1	UNIÓN O JUNCTION O NODO
—	TUBERÍA
⊡	RESERVORIO
—	LÍNEA PIEZOMÉTRICA
E	ELEVACIÓN
AG	ACERO GALVANIZADO
DH	DISTANCIA HORIZONTAL DE LA TUBERÍA
Ø	DIÁMETRO DE LA TUBERÍA
CP	COTA PIEZOMÉTRICA
T-1	NÚMERO DE LA TUBERÍA
PVC	CLORURO DE POLIVINILO
BOMBA	BOMBA
VÁLVULA	VÁLVULA
TANQUE DE ALMACENAMIENTO	TANQUE DE ALMACENAMIENTO
TI-1	TUBERÍA DE IMPULSIÓN
TEE Y TEE REDUCIDORA	TEE Y TEE REDUCIDORA
CODO A 90 GRADOS	CODO A 90 GRADOS
TAPÓN	TAPÓN
REDUCIDOR BUSHING	REDUCIDOR BUSHING
CRUZ	CRUZ

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
NORMAS DE TUBERÍA	
ASTM D-2241	TUBERÍA PVC JUNTA CEMENTADA PARA AGUA POTABLE Y RIEGO
ASTM D-2466	ACCESORIOS PARA TUBERÍA PVC PARA AGUA POTABLE Y RIEGO
NORMAS DE DISEÑO	
NORMAS GENERALES PARA EL DISEÑO DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE A ZONAS RURALES, INFOM 1997	

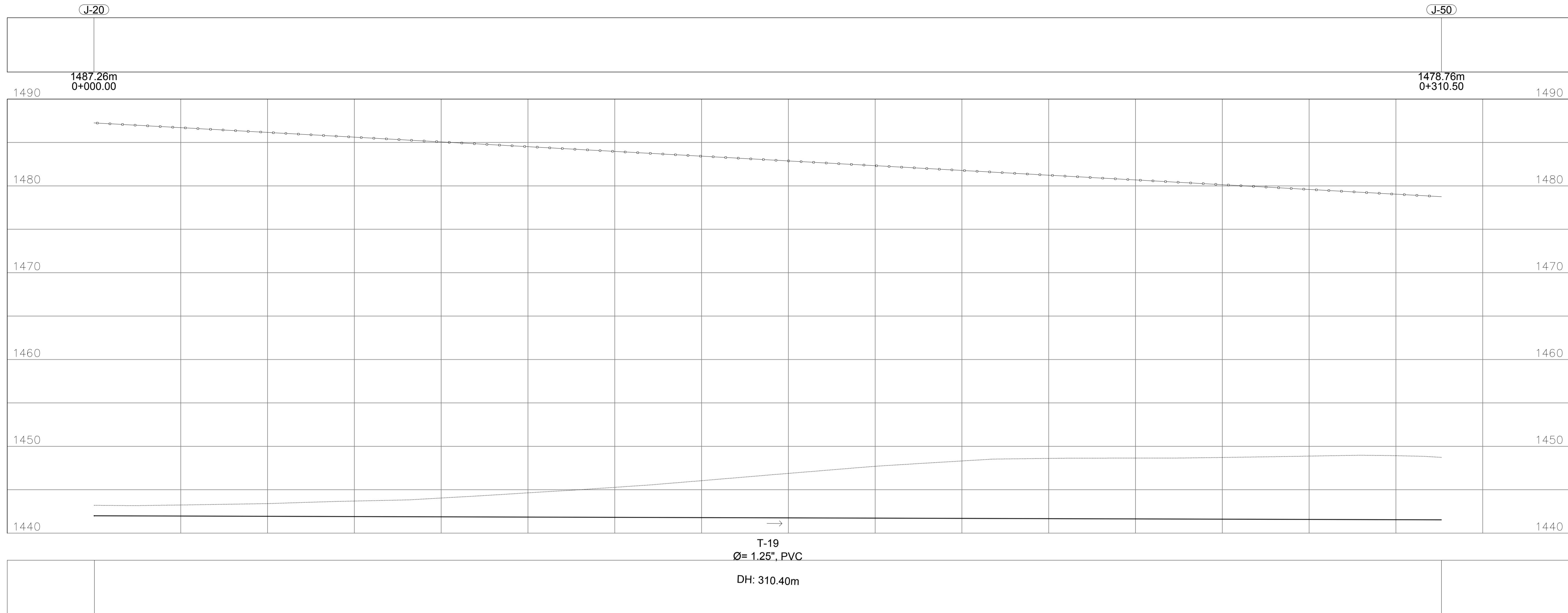
MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR
ULISES ROJAS, ZONA 3
 MUNICIPIO: VILLA NUEVA DEPARTAMENTO: GUATEMALA
 PROYECTO DE DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE, COLONIA ULISES ROJAS, BARCENAS, ZONA 3

PLANO DE:
PLANTA-PERFIL, RED DE DISTRIBUCIÓN, SECTOR 1, NODO J-27 AL J-41 Y DEL J-19 AL J-20

LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO: MUNICIPALIDAD DE VILLA NUEVA	DIBUJO Y CÁLCULO HIDRÁULICO: JOSÉ GABRIEL PÉREZ
DIBUJO Y CÁLCULO TOPOGRÁFICO: JOSÉ GABRIEL PÉREZ	SUPERVISOR: ING. SILVIO JOSÉ RODRÍGUEZ SERRANO
ASESOR: MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR	FIRMA:

PROGRAMA:
EPS USAC 2017
 ESCALA:
INDICADA
 FECHA: ENERO 2021
20
45

T-19



T-19
 Ø= 1.25", PVC
 DH: 310.40m

-0+020	0+020	0+040	0+060	0+080	0+100	0+120	0+140	0+160	0+180	0+200	0+220	0+240	0+260	0+280	0+300	0+320	0+340
	1443.24	1443.40	1443.69	1444.04	1444.64	1445.27	1446.04	1446.88	1447.70	1448.31	1448.60	1448.64	1448.72	1448.87	1448.92		

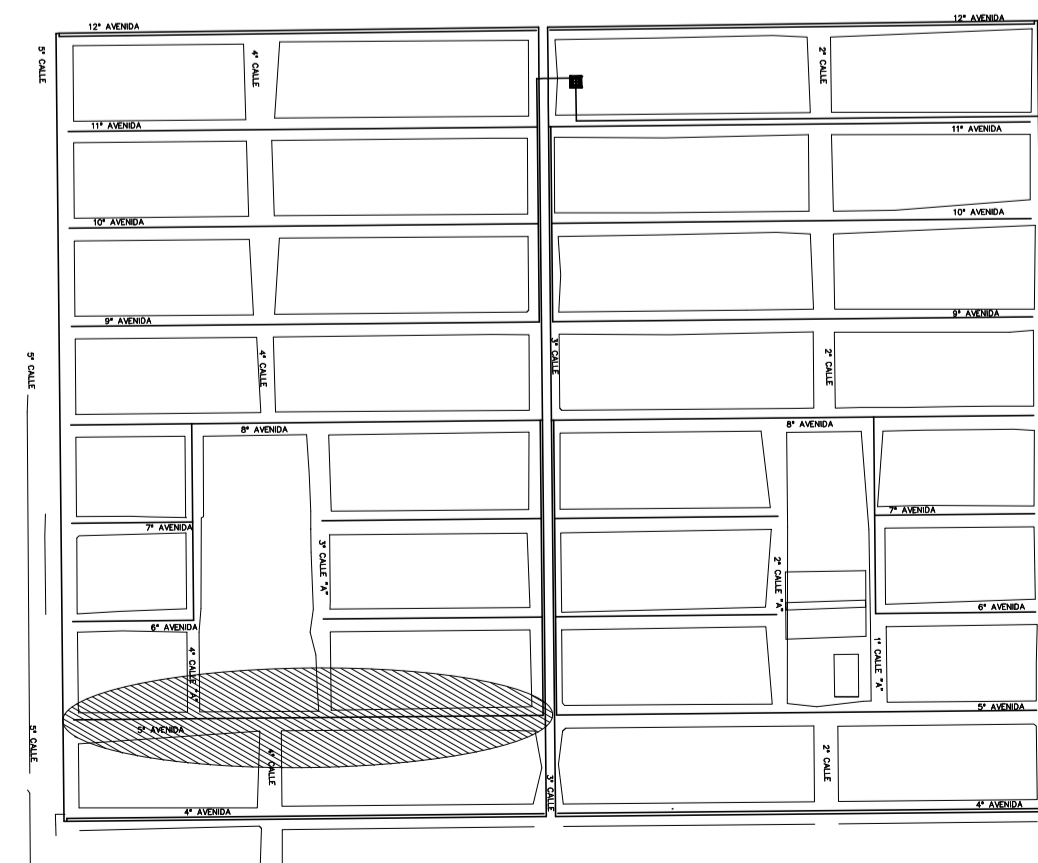
PERFIL T-19

ESCALA HORIZONTAL: 1/500, ESCALA VERTICAL: 1/250



PLANTA T-19

ESCALA: 1/500



PLANTA DE REFERENCIA

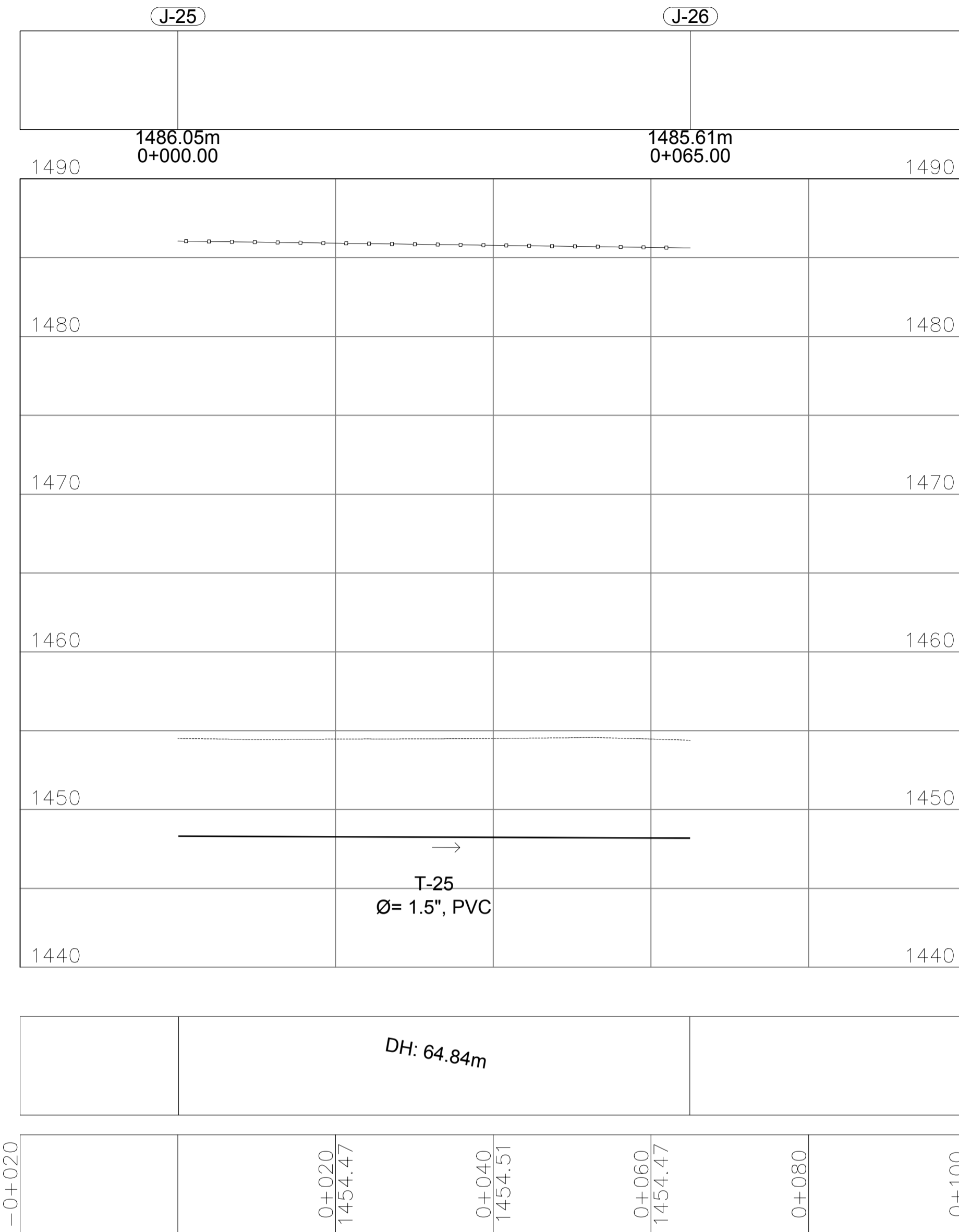
ESCALA: 1/5000

SIMBOLOGÍA	
○	UNIÓN O JUNCTION O NODO
J-1	UNIÓN O JUNCTION O NODO
—	TUBERÍA
▭	RESERVORIO
—	LÍNEA PIEZOMÉTRICA
E	ELEVACIÓN
AG	ACERO GALVANIZADO
DH	DISTANCIA HORIZONTAL DE LA TUBERÍA
Ø	DIÁMETRO DE LA TUBERÍA
CP	COTA PIEZOMÉTRICA
T-1	NÚMERO DE LA TUBERÍA
PVC	CLORURO DE POLIVINILO
B	BOMBA
V	VÁLVULA
T	TANQUE DE ALMACENAMIENTO
TI-1	TUBERÍA DE IMPULSIÓN
TT	TEE Y TEE REDUCIDORA
C	CODO A 90 GRADOS
T	TAPÓN
RB	REDUCIDOR BUSHING
C	CRUZ

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
NORMAS DE TUBERÍA	
ASTM D-2241	TUBERÍA PVC JUNTA CEMENTADA PARA AGUA POTABLE Y RIEGO
ASTM D-2466	ACCESORIOS PARA TUBERÍA PVC PARA AGUA POTABLE Y RIEGO
NORMAS DE DISEÑO	
NORMAS GENERALES PARA EL DISEÑO DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE A ZONAS RURALES, INFOM 1997	

	MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR ULISES ROJAS, ZONA 3 MUNICIPIO: VILLA NUEVA DEPARTAMENTO: GUATEMALA PROYECTO DE DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE, COLONIA ULISES ROJAS, BARRIO ZONA 3	
	PROGRAMA: EPS USAC 2017 ESCALA: INDICADA FECHA: ENERO 2021	
PLANO DE: PLANTA-PERFIL, RED DE DISTRIBUCIÓN, SECTOR 1, NODO J-20 AL J-50	DIBUJO Y CÁLCULO HIDRÁULICO: JOSÉ GABRIEL PÉREZ SUPERVISOR: ING. SILVIO JOSÉ RODRÍGUEZ SERRANO FIRMA:	21 45
LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO: MUNICIPALIDAD DE VILLA NUEVA DIBUJO Y CÁLCULO TOPOGRÁFICO: JOSÉ GABRIEL PÉREZ ASESOR: MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR	DIBUJO Y CÁLCULO HIDRÁULICO: JOSÉ GABRIEL PÉREZ SUPERVISOR: ING. SILVIO JOSÉ RODRÍGUEZ SERRANO FIRMA:	21 45

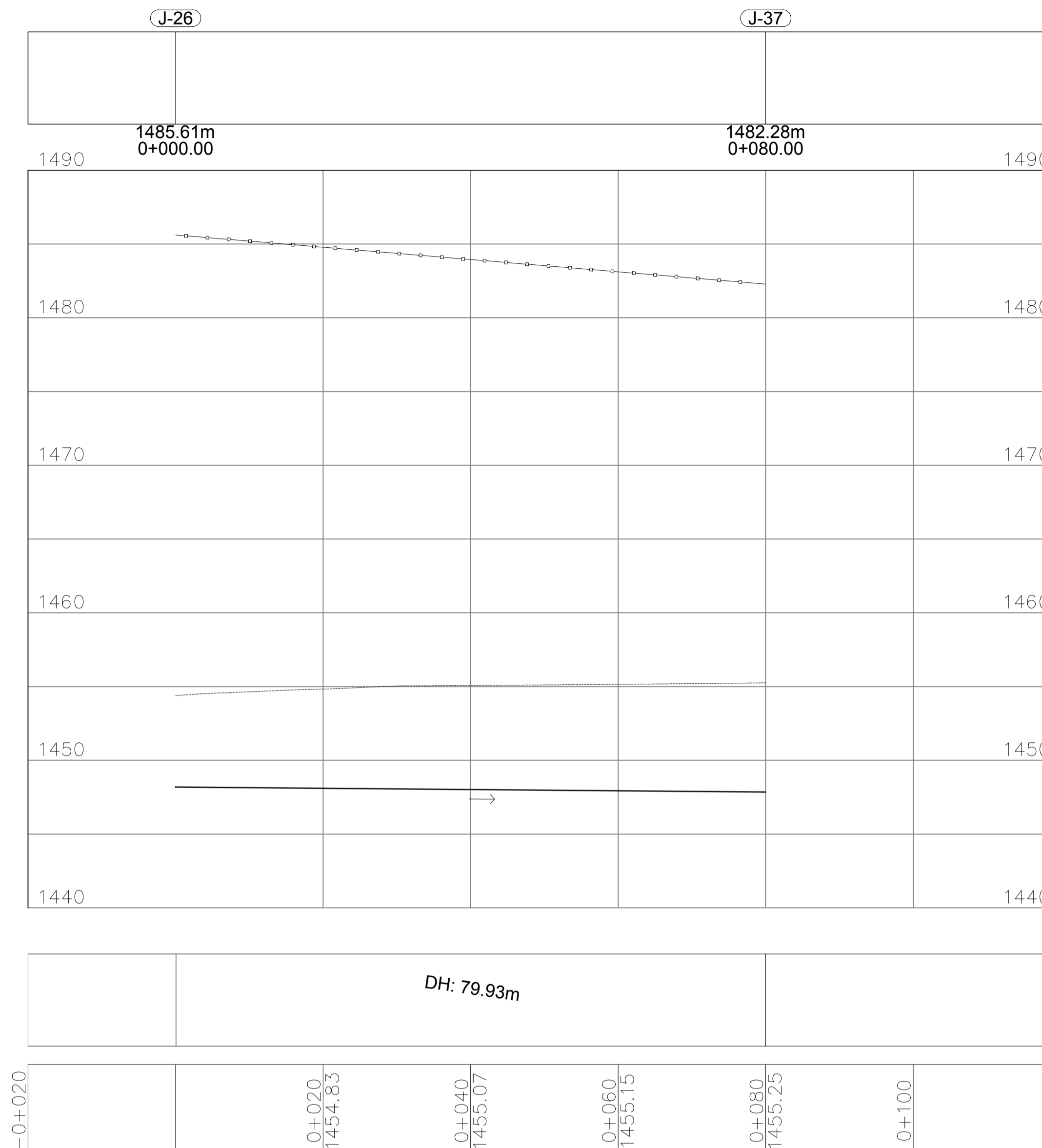
T-25



PERFIL T-25

ESCALA HORIZONTAL: 1/500, ESCALA VERTICAL: 1/250

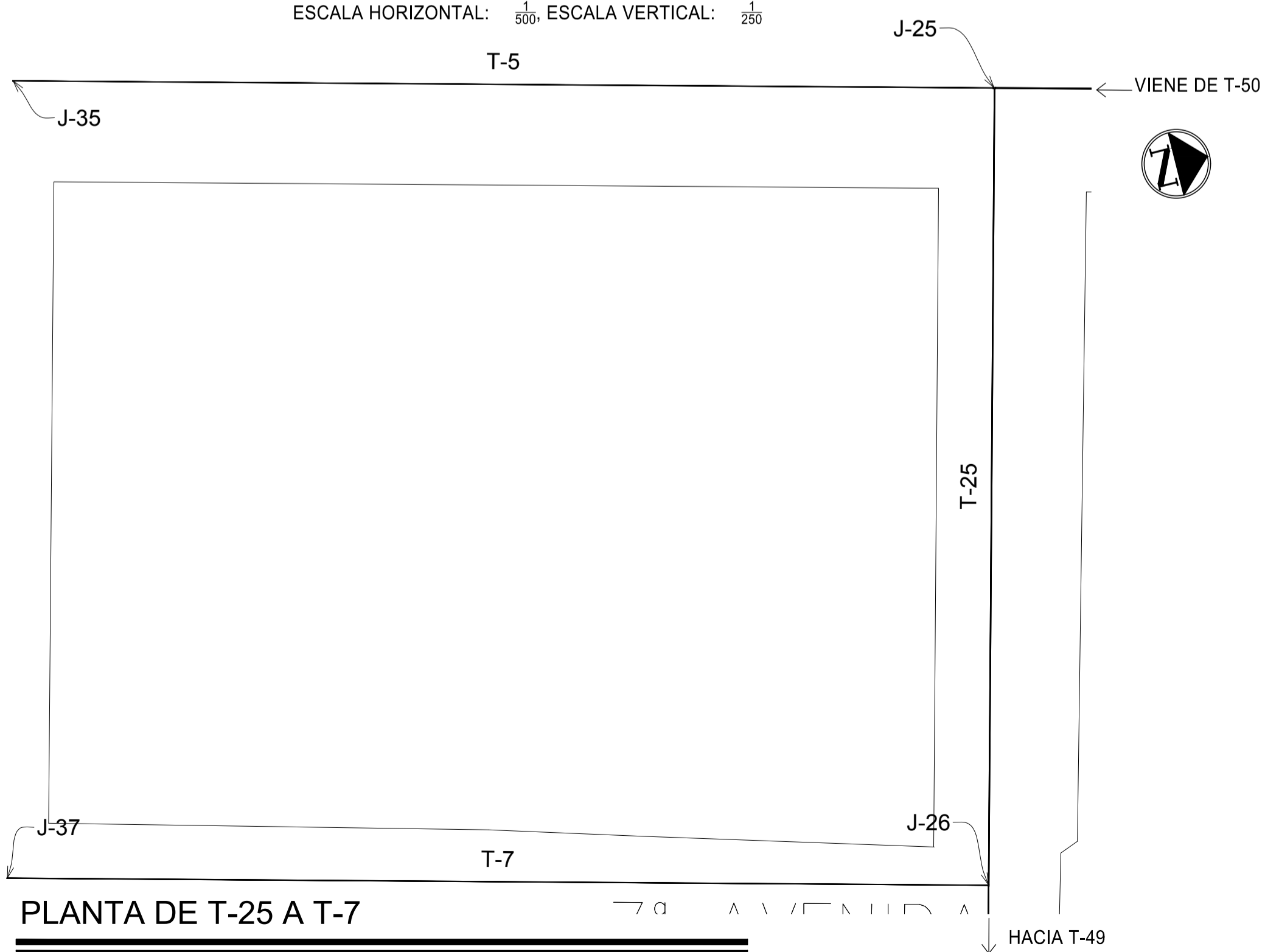
T-7



PERFIL T-7

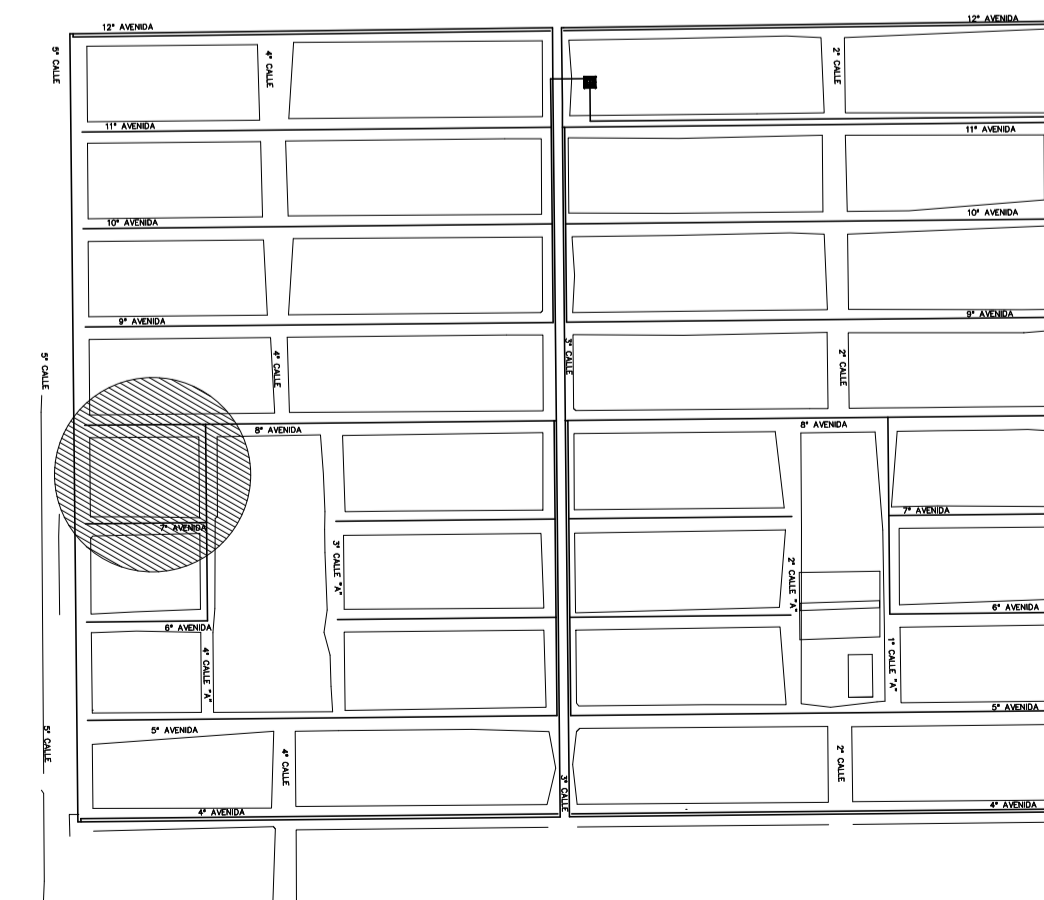
ESCALA HORIZONTAL: 1/500, ESCALA VERTICAL: 1/250

SIMBOLOGÍA	
○	UNIÓN O JUNCTION O NODO
J-1	UNIÓN O JUNCTION O NODO
—	TUBERÍA
▽	RESERVORIO
—	LÍNEA PIEZOMÉTRICA
E	ELEVACIÓN
AG	ACERO GALVANIZADO
DH	DISTANCIA HORIZONTAL DE LA TUBERÍA
Ø	DIÁMETRO DE LA TUBERÍA
CP	COTA PIEZOMÉTRICA
T-1	NÚMERO DE LA TUBERÍA
PVC	CLORURO DE POLIVINILO
BOMB-1	BOMBA
V	VALVULA
TANQUE	TANQUE DE ALMACENAMIENTO
TI-1	TUBERÍA DE IMPULSIÓN
TEE	TEE Y TEE REDUCIDORA
90	CODO A 90 GRADOS
TAPÓN	TAPÓN
REDUC	REDUCIDOR BUSHING
CRUZ	CRUZ



PLANTA DE T-25 A T-7

ESCALA: 1/375



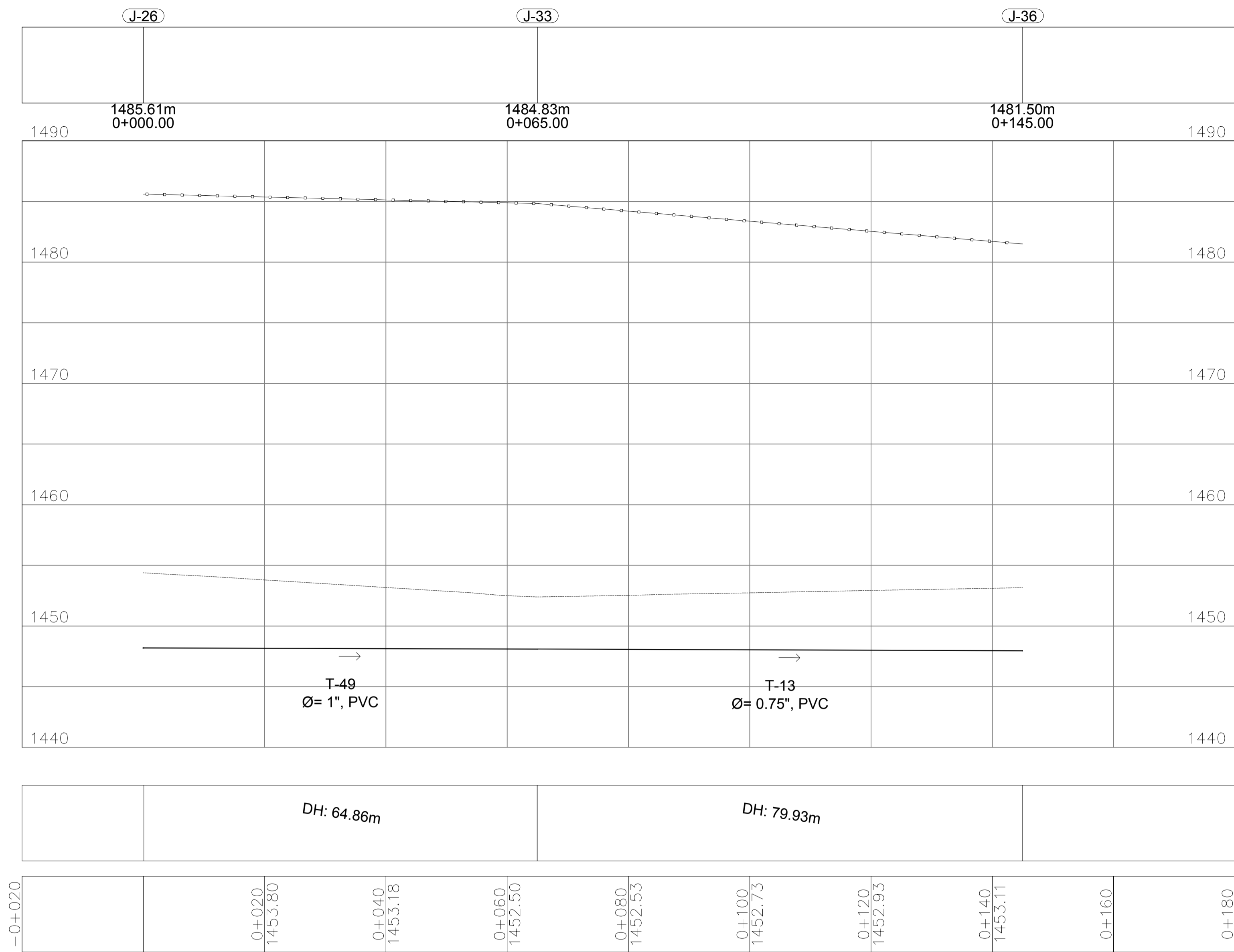
PLANTA DE REFERENCIA

ESCALA: 1/5000

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
NORMAS DE TUBERÍA	
ASTM D-2241	TUBERÍA PVC JUNTA CEMENTADA PARA AGUA POTABLE Y RIEGO
ASTM D-2466	ACCESORIOS PARA TUBERÍA PVC PARA AGUA POTABLE Y RIEGO
NORMAS DE DISEÑO	
NORMAS GENERALES PARA EL DISEÑO DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE A ZONAS RURALES, INFOM 1997	

	MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR ULISES ROJAS, ZONA 3 MUNICIPIO: VILLA NUEVA DEPARTAMENTO: GUATEMALA PROYECTO DE: DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE, COLONIA ULISES ROJAS, BARCENAS, ZONA 3		
	PLANO DE: PLANTA-PERFIL, RED DE DISTRIBUCIÓN, SECTOR 1, NODO J-25 AL J-26 Y DEL J-26 AL J-37	PROGRAMA: EPS USAC 2017 ESCALA: INDICADA FECHA: ENERO 2021	
LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO: MUNICIPALIDAD DE VILLA NUEVA JOSÉ GABRIEL PÉREZ	DIBUJO Y CÁLCULO HIDRÁULICO: JOSÉ GABRIEL PÉREZ SUPERVISOR: ING. SILVIO JOSÉ RODRÍGUEZ SERRANO	22	45
DIBUJO Y CÁLCULO TOPOGRÁFICO: JOSÉ GABRIEL PÉREZ ASESOR: MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR	FIRMA:		

T-49 A T-13



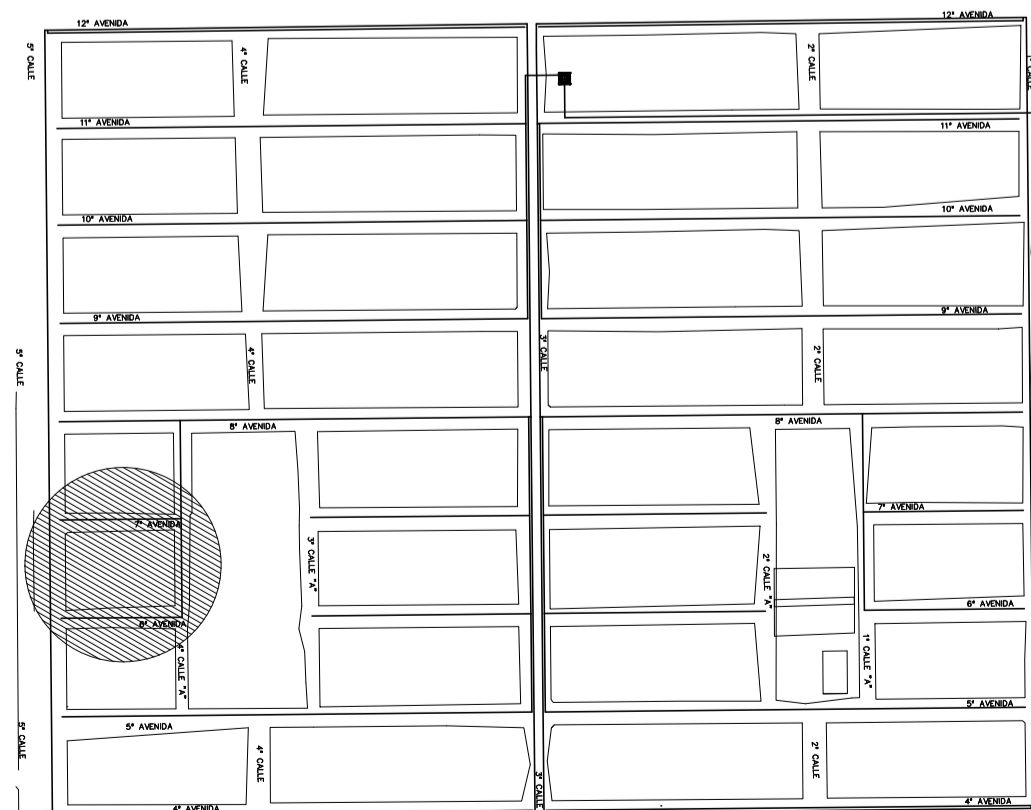
PERFIL DE T-49 A T-13

ESCALA HORIZONTAL: 1/500 ESCALA VERTICAL: 1/250



PLANTA DE T-49 A T-13

ESCALA: 1/250



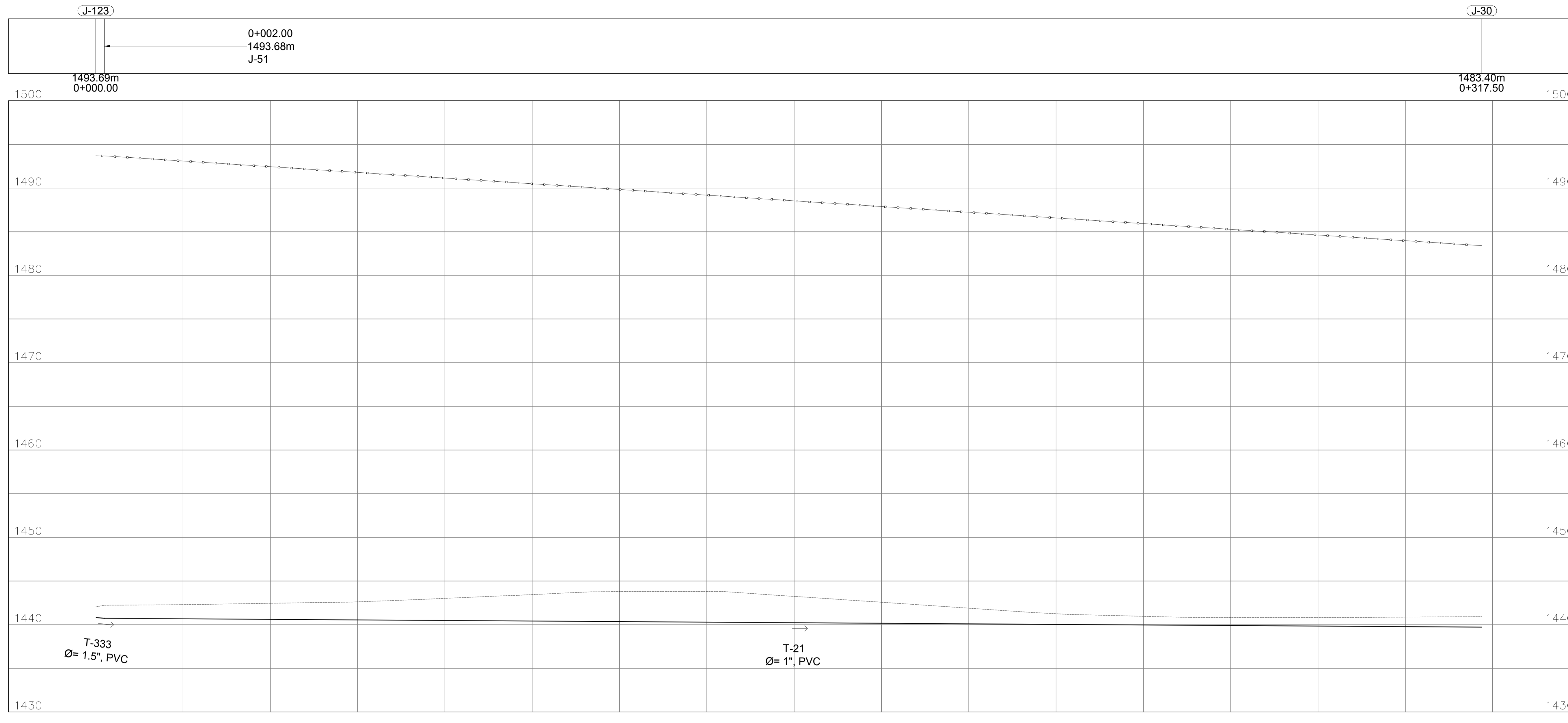
PLANTA DE REFERENCIA

ESCALA: 1/5000

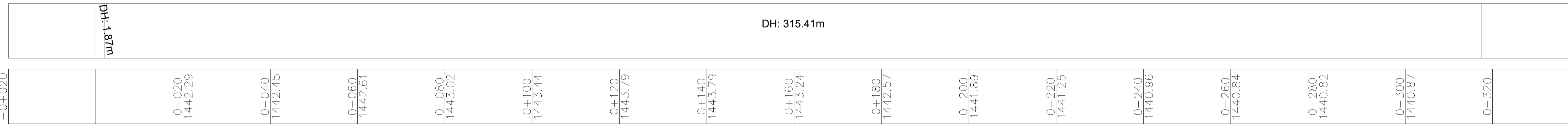
SIMBOLOGIA	
○	UNIÓN O JUNCTION O NODO
J-1	UNIÓN O JUNCTION O NODO
—	TUBERÍA
⊡	RESERVORIO
—	LÍNEA PIEZOMÉTRICA
E	ELEVACIÓN
AG	ACERO GALVANIZADO
DH	DISTANCIA HORIZONTAL DE LA TUBERÍA
Ø	DIÁMETRO DE LA TUBERÍA
CP	COTA PIEZOMÉTRICA
T-1	NÚMERO DE LA TUBERÍA
PVC	CLORURO DE POLIVINILO
B	BOMBA
V	VÁLVULA
T	TANQUE DE ALMACENAMIENTO
TI-1	TUBERÍA DE IMPULSIÓN
TR	TEE Y TEE REDUCIDORA
C	CODO A 90 GRADOS
T	TAPÓN
BR	REDUCIDOR BUSHING
CR	CRUZ

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
NORMAS DE TUBERÍA	
ASTM D-2241	TUBERÍA PVC JUNTA CEMENTADA PARA AGUA POTABLE Y RIEGO
ASTM D-2466	ACCESORIOS PARA TUBERÍA PVC PARA AGUA POTABLE Y RIEGO
NORMAS DE DISEÑO	
NORMAS GENERALES PARA EL DISEÑO DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE A ZONAS RURALES. INFOM 1997	

	MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR ULISES ROJAS, ZONA 3 MUNICIPIO: VILLA NUEVA DEPARTAMENTO: GUATEMALA PROYECTO DE DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE. COLONIA ULISES ROJAS. BARCEVAS, ZONA 3	PROGRAMA: EPS USAC 2017 ESCALA: INDICADA FECHA: ENERO 2021
	PLANO DE: PLANTA-PERFIL, RED DE DISTRIBUCIÓN, SECTOR 1, NODO J-26 AL J-36	DIBUJO Y CÁLCULO HIDRÁULICO: JOSÉ GABRIEL PÉREZ SUPERVISOR: ING. SILVIO JOSÉ RODRÍGUEZ SERRANO ASESOR: MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR

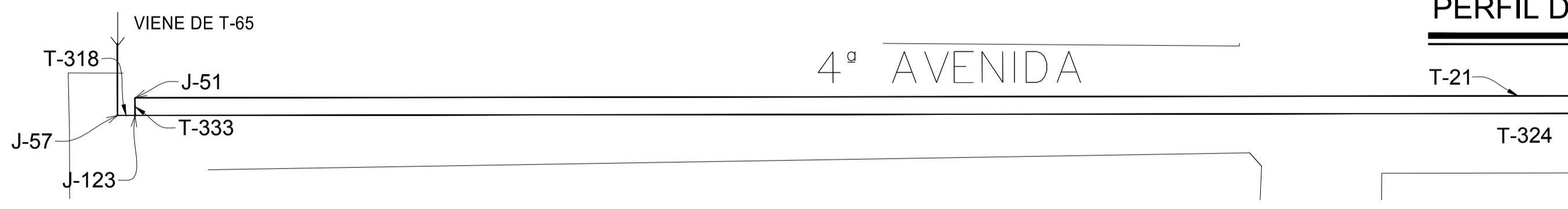


SIMBOLOGÍA	
	UNIÓN O JUNCTION O NODO
	TUBERÍA
	RESERVORIO
	LÍNEA PIEZOMÉTRICA
	ELEVACIÓN
	ACERO GALVANIZADO
	DH DISTANCIA HORIZONTAL DE LA TUBERÍA
	Ø DIÁMETRO DE LA TUBERÍA
	CP COTA PIEZOMÉTRICA
	T-1 NÚMERO DE LA TUBERÍA
	PVC CLORURO DE POLIVINILO
	BOMBA
	VÁLVULA
	TANQUE DE ALMACENAMIENTO
	T-1 TUBERÍA DE IMPULSIÓN
	TEE Y TEE REDUCIDORA
	CODO A 90 GRADOS
	TAPÓN
	REDUCIDOR BUSHING
	CRUZ



PERFIL DE T-333 A T-21

ESCALA HORIZONTAL: 500 ESCALA VERTICAL: 250



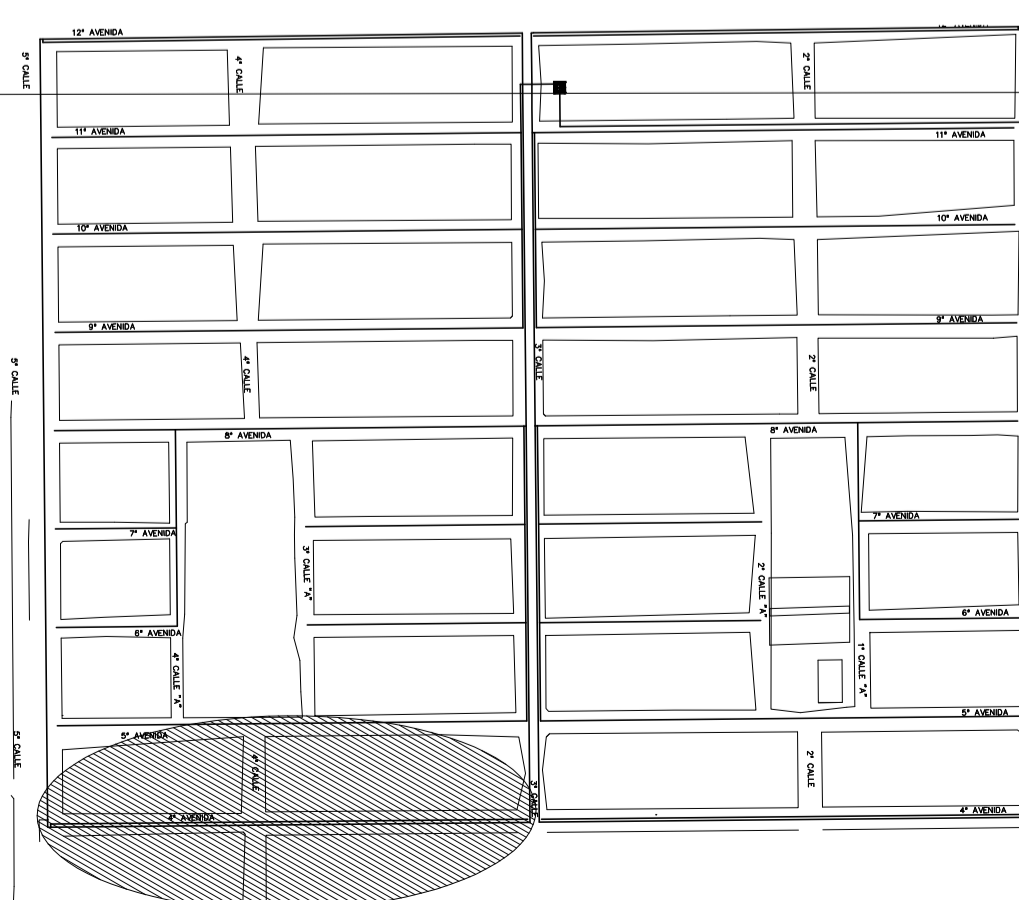
PLANTA DE T-333 A T-21


ESCALA: 1/500

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
NORMAS DE TUBERÍA	
ASTM D-2241	TUBERÍA PVC JUNTA CEMENTADA PARA AGUA POTABLE Y RIEGO
ASTM D-2466	ACCESORIOS PARA TUBERÍA PVC PARA AGUA POTABLE Y RIEGO
NORMAS DE DISEÑO	
NORMAS GENERALES PARA EL DISEÑO DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE A ZONAS RURALES, INFOM 1997	

PLANTA DE REFERENCIA

ESCALA: 1/5000

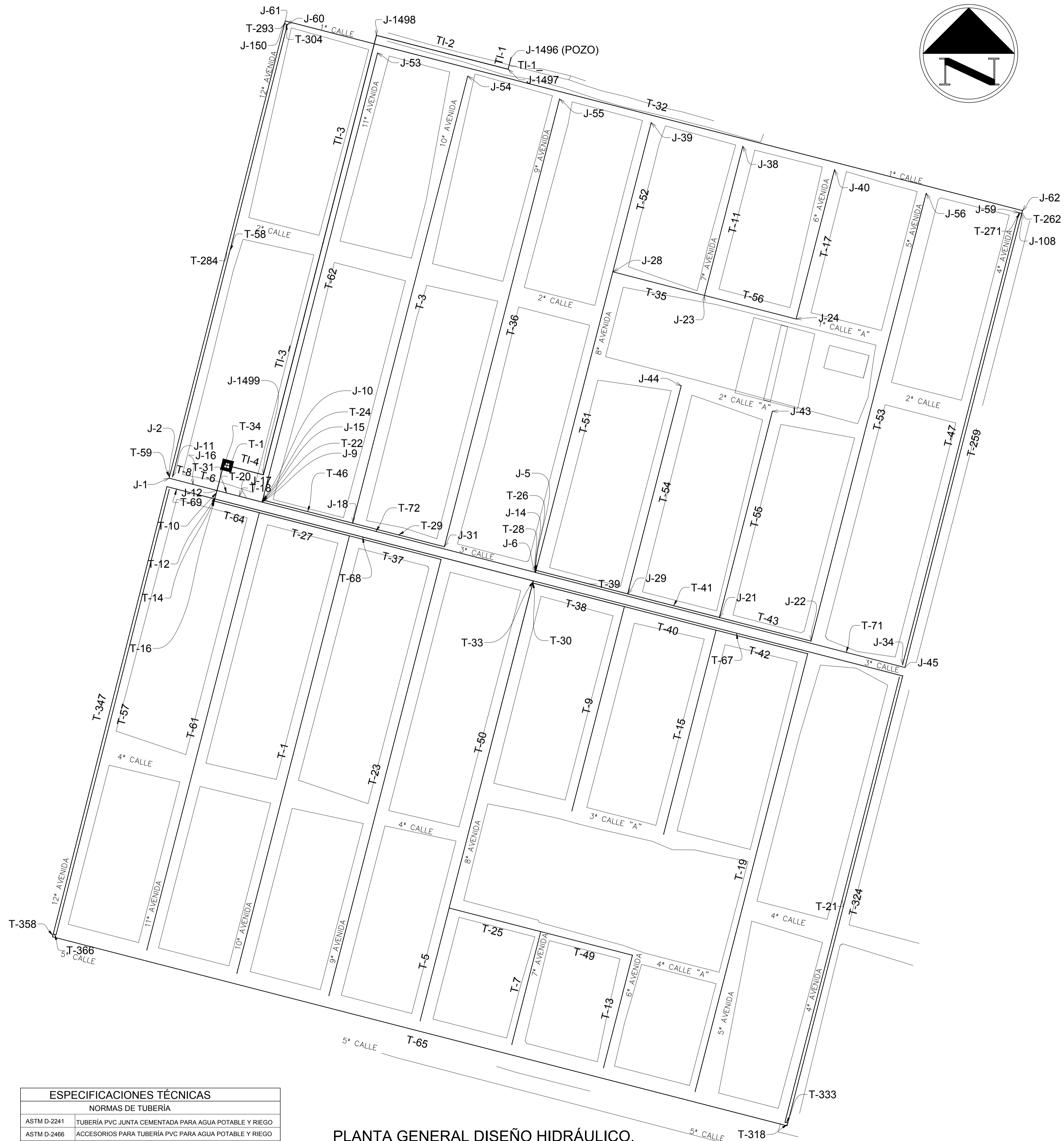



MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR
 ULISES ROJAS, ZONA 3
 MUNICIPIO: VILLA NUEVA DEPARTAMENTO: GUATEMALA
 PROYECTO DE: DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE, COLONIA ULISES ROJAS, BARCEVAS, ZONA 3

PLANO DE:
PLANTA-PERFIL, RED DE DISTRIBUCIÓN, SECTOR 1, NODO J-123 AL J-30

LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO: MUNICIPALIDAD DE VILLA NUEVA
 DIBUJO Y CÁLCULO HIDRÁULICO: JOSÉ GABRIEL PÉREZ
 DIBUJO Y CÁLCULO TOPOGRÁFICO: JOSÉ GABRIEL PÉREZ
 SUPERVISOR: ING. SILVIO JOSÉ RODRÍGUEZ SERRANO
 ASESOR: MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR
 FIRMA:

PROGRAMA:
 EPS USAC 2017
 ESCALA:
 INDICADA
 FECHA: ENERO 2021
24
45



LÍNEA DE CONDUCCIÓN Y DISTRIBUCIÓN			
No. TUBO	Φ DIÁMETRO (pulgadas)	LONGITUD (metros)	MATERIAL
T I-1	6	8.08	AG
T I-2	6	93.44	AG
T I-3	6	311.64	AG
T I-4	6	24.49	AG
T-34	6	3.72	PVC
T-31	6	18.37	PVC

LÍNEA DE CONDUCCIÓN Y DISTRIBUCIÓN		
NODO	ELEVACIÓN (m)	COTA PIEZOMÉTRICA (m)
J-1496	1458.97	1499.705988
J-1497	1459.25	1499.678733
J-1498	1462.36	1499.363542
J-1499	1461.7	1498.312322
T-1	1462.97	1497.489974
J-8	1463.15	1487.139356
J-12	1462.79	1487.106931

RED DE DISTRIBUCIÓN			
No. TUBO	Φ DIÁMETRO (pulgadas)	LONGITUD (metros)	MATERIAL
T-47	1	320.5	PVC
T-271	1 1/4	2	PVC
T-53	1 1/2	317.5	PVC
T-43	2 1/2	65.03	PVC
T-55	3/4	146.25	PVC
T-41	3	65.04	PVC
T-54	3/4	147.61	PVC
T-39	3	65.05	PVC
T-17	3/4	105.86	PVC
T-56	1	65.03	PVC
T-11	3/4	105.94	PVC
T-35	1 1/2	65.11	PVC
T-52	3/4	105.9	PVC
T-51	2 1/2	211.67	PVC
T-26	3	0.84	PVC
T-28	3	0.66	PVC
T-36	1 1/4	317.55	PVC
T-29	2	65.11	PVC
T-3	1 1/4	317.03	PVC
T-46	3	64.08	PVC
T-62	1 1/4	317	PVC
T-24	3	0.8	PVC
T-22	3	0.7	PVC
T-58	1	320.5	PVC
T-304	1	2	PVC
T-20	4	15.95	PVC
T-18	4	16.05	PVC
T-71	3/4	262.16	PVC
T-259	3/4	322	PVC
T-262	3/4	2	PVC
T-32	3/4	523.35	PVC
T-293	1	2.01	PVC
T-284	1 1/2	320.5	PVC
T-59	1 1/2	1.49	PVC
T-8	1 1/2	17.02	PVC
T-6	1 1/2	16.99	PVC

RED DE DISTRIBUCIÓN		
NODO	ELEVACIÓN (m)	COTA PIEZOMÉTRICA (m)
J-34	1440.94	1454.283033
J-59	1439.9	1465.549981
J-108	1439.85	1465.57095
J-56	1442.1	1475.114466
J-22	1443.23	1483.944784
J-21	1445.08	1484.184986
J-43	1444.85	1473.470645
J-29	1447.37	1484.338268
J-44	1446.97	1473.524292
J-5	1449.96	1484.566176
J-40	1446.93	1476.17139
J-24	1444.29	1481.81464
J-23	1446.39	1482.81585
J-38	1451.32	1477.168335
J-28	1450.13	1483.373449
J-39	1454.16	1477.058034
J-14	1449.94	1484.574654
J-6	1449.93	1484.581316
J-55	1457.94	1474.131177
J-31	1452.55	1486.133558
J-18	1456.38	1486.562555
J-54	1460.8	1474.579829
J-10	1460.98	1486.793484
J-53	1462.85	1478.115252
J-15	1460.97	1486.798999
J-9	1460.96	1486.803825
J-11	1464.48	1478.2973
J-60	1464.17	1483.81741
J-150	1464.16	1483.851857
J-17	1461.9	1486.957391
J-45	1440.85	1476.049822
J-62	1439.84	1465.507893
J-61	1464.15	1483.828469
J-2	1464.59	1486.844398
J-1	1464.57	1486.855546
J-16	1463.69	1486.982885
J-12	1462.79	1487.11

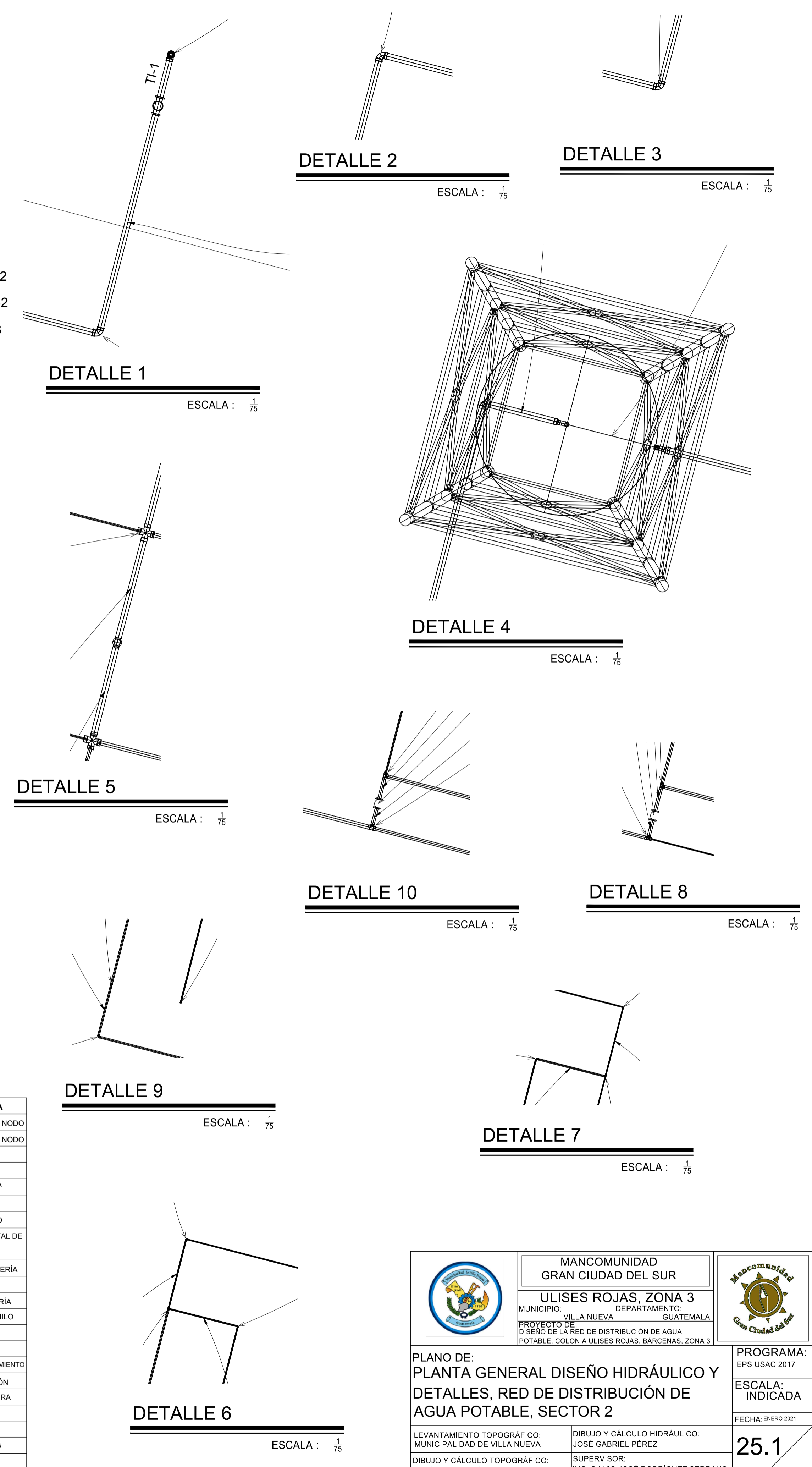
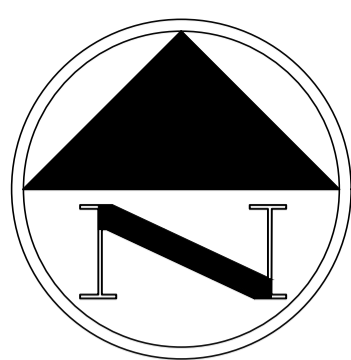
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
NORMAS DE TUBERÍA	
ASTM D-2241	TUBERÍA PVC JUNTA CEMENTADA PARA AGUA POTABLE Y RIEGO
ASTM D-2466	ACCESORIOS PARA TUBERÍA PVC PARA AGUA POTABLE Y RIEGO
NORMAS DE DISEÑO	
NORMAS GENERALES PARA EL DISEÑO DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE A ZONAS RURALES, INFO 1997	

PLANTA GENERAL DISEÑO HIDRÁULICO, SECTOR 2

ESCALA : 1/1500

SIMBOLOGÍA	
○	UNIÓN O JUNCTION O NODO
J-1	UNIÓN O JUNCTION O NODO
—	TUBERÍA
⊡	RESERVORIO
—	LÍNEA PIEZOMÉTRICA
E	ELEVACIÓN
AG	ACERO GALVANIZADO
DH	DISTANCIA HORIZONTAL DE LA TUBERÍA
Φ	DIÁMETRO DE LA TUBERÍA
CP	COTA PIEZOMÉTRICA
T-1	NÚMERO DE LA TUBERÍA
PVC	CLORURO DE POLIVINILO
⊡	BOMBA
⊡	VALVULA
⊡	TANQUE DE ALMACENAMIENTO
TI-1	TUBERÍA DE IMPULSIÓN
⊡	TEE Y TEE REDUCIDORA
⊡	CODO A 90 GRADOS
⊡	TAPÓN
⊡	REDUCIDOR BUSHING
⊡	CRUZ

	MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR ULISES ROJAS, ZONA 3 MUNICIPIO: VILLA NUEVA DEPARTAMENTO: GUATEMALA PROYECTO DE DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE, COLONIA ULISES ROJAS, BARCEVAS, ZONA 3		
	PLANO DE: HIDRÁULICO, RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE, SECTOR 2	PROGRAMA: EPS USAC 2017 ESCALA: INDICADA FECHA: ENERO 2021	
LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO: MUNICIPALIDAD DE VILLA NUEVA DIBUJO Y CÁLCULO TOPOGRÁFICO: JOSÉ GABRIEL PÉREZ	DIBUJO Y CÁLCULO HIDRÁULICO: JOSÉ GABRIEL PÉREZ SUPERVISOR: ING. SILVIO JOSÉ RODRÍGUEZ SERRANO	25	45
ASESOR: MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR	FIRMA:		



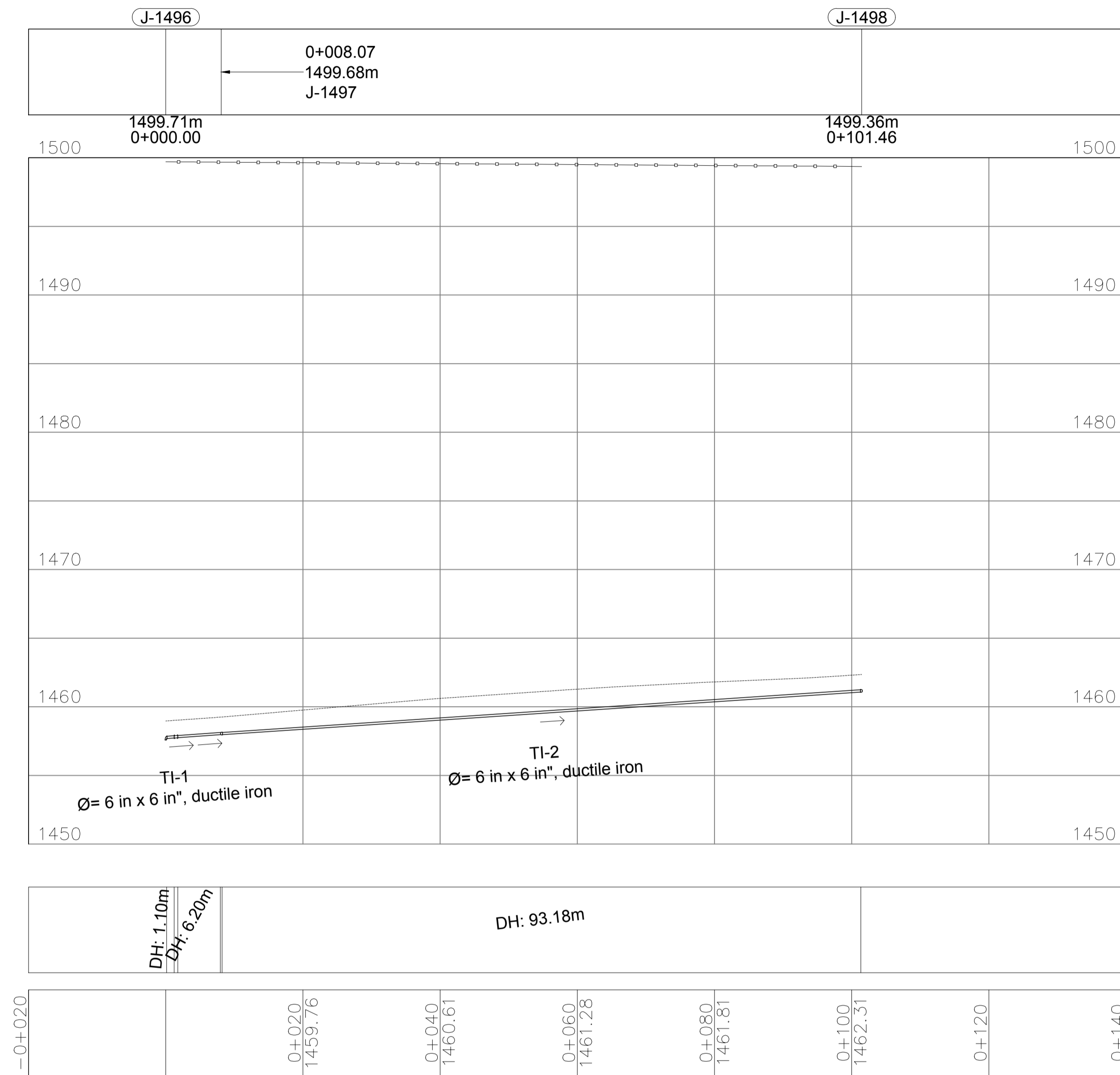
SIMBOLOGÍA	
○	UNIÓN O JUNCTION O NODO
J-1	UNIÓN O JUNCTION O NODO
—	TUBERÍA
⊞	RESERVORIO
—	LÍNEA PIEZOMÉTRICA
E	ELEVACIÓN
AG	ACERO GALVANIZADO
DH	DISTANCIA HORIZONTAL DE LA TUBERÍA
∅	DIÁMETRO DE LA TUBERÍA
CP	COTA PIEZOMÉTRICA
T-1	NÚMERO DE LA TUBERÍA
PVC	CLORURO DE POLIVINILO
⊞	BOMBA
⊞	VÁLVULA
⊞	TANQUE DE ALMACENAMIENTO
TI-1	TUBERÍA DE IMPULSIÓN
⊞	TEE Y TEE REDUCIDORA
⊞	CODO A 90 GRADOS
⊞	TAPON
⊞	REDUCIDOR BUSHING
⊞	CRUZ

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
NORMAS DE TUBERÍA	
ASTM D-2241	TUBERÍA PVC JUNTA CEMENTADA PARA AGUA POTABLE Y RIEGO
ASTM D-2466	ACCESORIOS PARA TUBERÍA PVC PARA AGUA POTABLE Y RIEGO
NORMAS DE DISEÑO	
NORMAS GENERALES PARA EL DISEÑO DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE A ZONAS RURALES, INFOM 1997	

PLANTA GENERAL DISEÑO HIDRÁULICO, SECTOR 2 DETALLES
 ESCALA : 1/1500

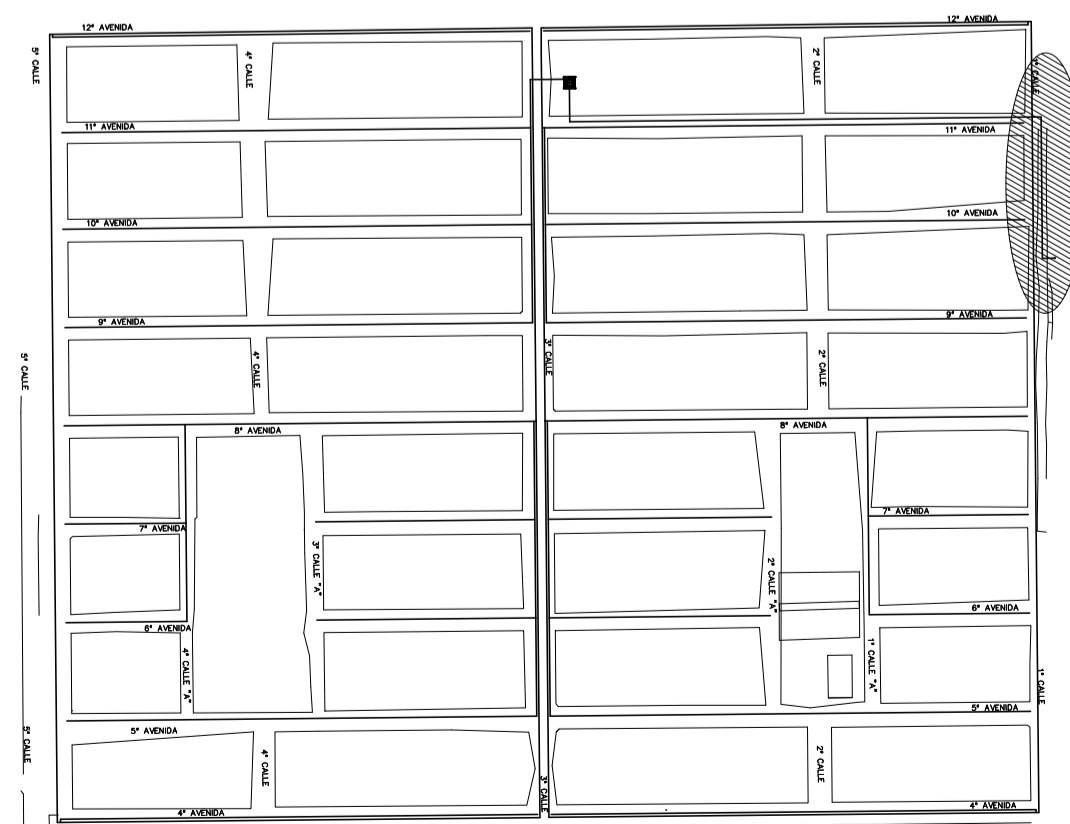
	MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR ULISES ROJAS, ZONA 3 MUNICIPIO: VILLA NUEVA DEPARTAMENTO: GUATEMALA PROYECTO DE DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE, COLONIA ULISES ROJAS, BÁRCENAS, ZONA 3		
	PLANO DE: PLANTA GENERAL DISEÑO HIDRÁULICO Y DETALLES, RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE, SECTOR 2		
LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO: MUNICIPALIDAD DE VILLA NUEVA DIBUJO Y CÁLCULO TOPOGRÁFICO: JOSÉ GABRIEL PÉREZ ASESOR: MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR	DIBUJO Y CÁLCULO HIDRÁULICO: JOSÉ GABRIEL PÉREZ SUPERVISOR: ING. SILVIO JOSÉ RODRÍGUEZ SERRANO FIRMA:	PROGRAMA: EPS USAC 2017 ESCALA: INDICADA FECHA: ENERO 2021	25.1 45

TI-1 A TI-2



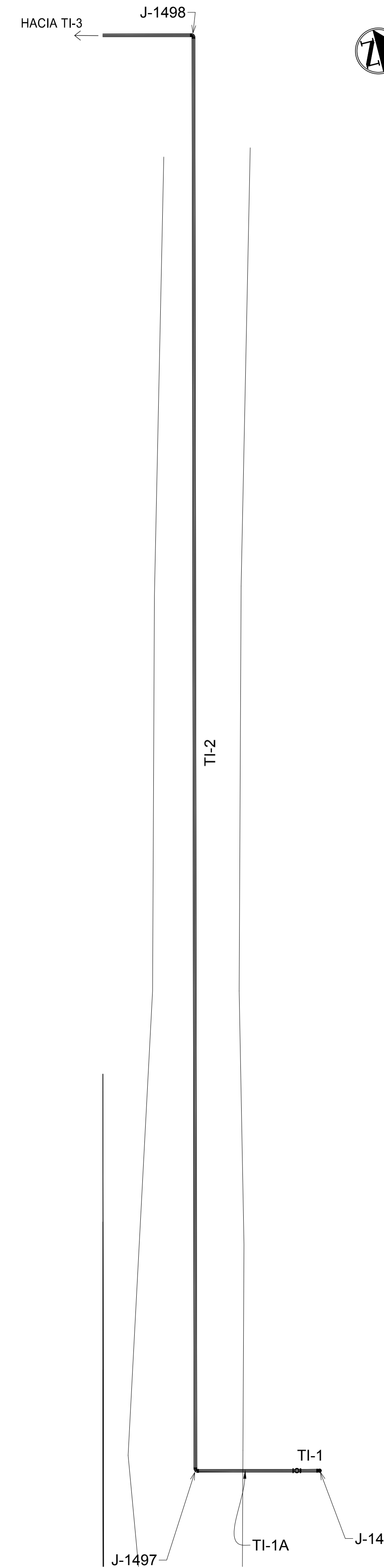
PERFIL TI-1 A TI-2

ESCALA HORIZONTAL: 1/500, ESCALA VERTICAL: 1/250



PLANTA DE REFERENCIA

ESCALA: 1/5000



PLANTA TI-1 A TI-2

ESCALA: 1/200

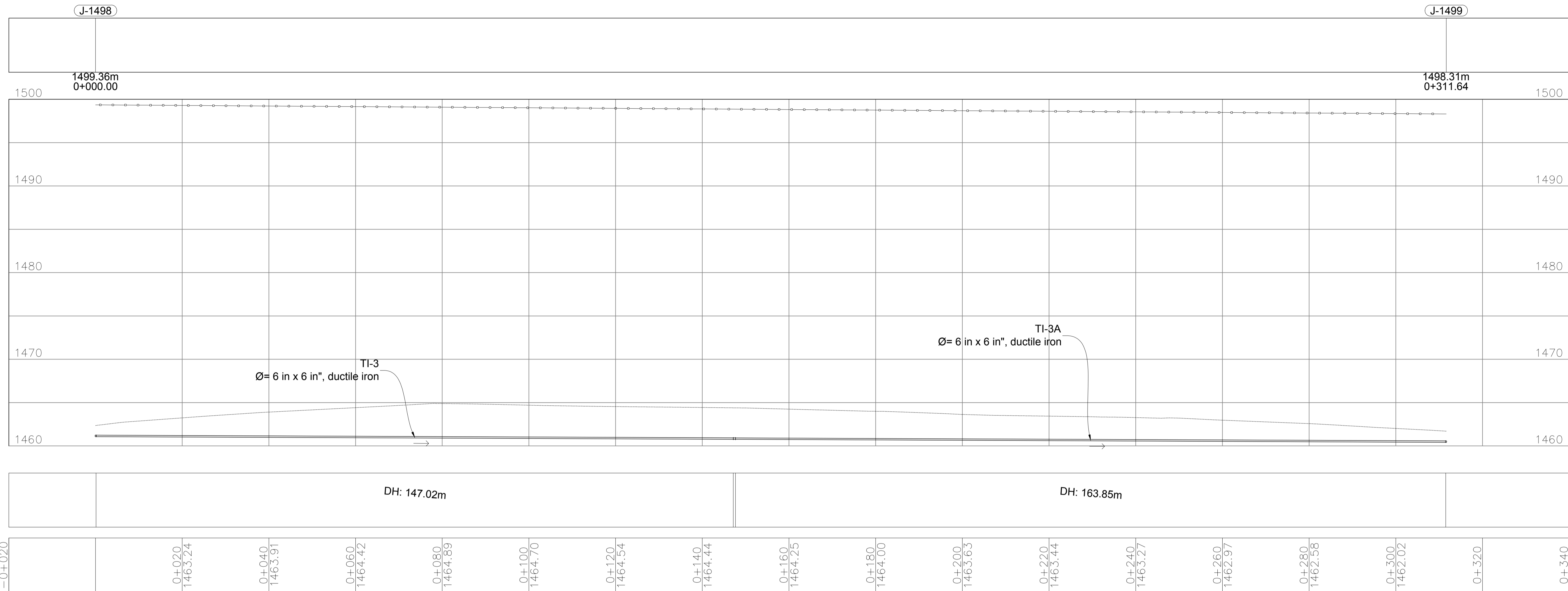
SIMBOLOGÍA	
○	UNIÓN O JUNCTION O NODO
J-1	UNIÓN O JUNCTION O NODO
—	TUBERÍA
▭	RESERVORIO
—	LÍNEA PIEZOMÉTRICA
E	ELEVACIÓN
AG	ACERO GALVANIZADO
DH	DISTANCIA HORIZONTAL DE LA TUBERÍA
Ø	DIÁMETRO DE LA TUBERÍA
CP	COTA PIEZOMÉTRICA
T-1	NÚMERO DE LA TUBERÍA
PVC	CLORURO DE POLIVINILO
⊕	BOMBA
⊕	VÁLVULA
▭	TANQUE DE ALMACENAMIENTO
TI-1	TUBERÍA DE IMPULSIÓN
⊕	TEE Y TEE REDUCIDORA
⊕	CODO A 90 GRADOS
⊕	TAPÓN
⊕	REDUCIDOR BUSHING
⊕	CRUZ

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

NORMAS DE TUBERÍA	
ASTM D-2241	TUBERÍA PVC JUNTA CEMENTADA PARA AGUA POTABLE Y RIEGO
ASTM D-2466	ACCESORIOS PARA TUBERÍA PVC PARA AGUA POTABLE Y RIEGO
NORMAS DE DISEÑO	
NORMAS GENERALES PARA EL DISEÑO DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE A ZONAS RURALES, INFOM 1997	

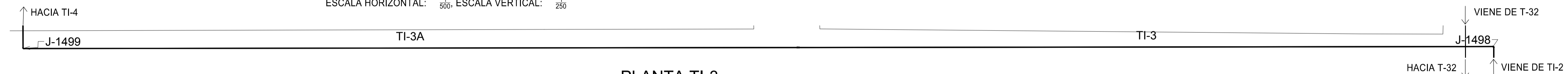
	MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR ULISES ROJAS, ZONA 3 MUNICIPIO: VILLA NUEVA DEPARTAMENTO: GUATEMALA PROYECTO DE: DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE, COLONIA ULISES ROJAS, BARCEVAS, ZONA 3	
	PLANO DE: PLANTA-PERFIL, LÍNEA DE CONDUCCIÓN DE AGUA POTABLE, SECTOR 2, NODO J-1496 AL NODO J-1498	
LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO: MUNICIPALIDAD DE VILLA NUEVA DIBUJO Y CÁLCULO TOPOGRÁFICO: JOSÉ GABRIEL PÉREZ ASESOR: MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR	DIBUJO Y CÁLCULO HIDRÁULICO: JOSÉ GABRIEL PÉREZ SUPERVISOR: ING. SILVIO JOSÉ RODRÍGUEZ SERRANO FIRMA:	PROGRAMA: EPS USAC 2017 ESCALA: INDICADA FECHA: ENERO 2021
		26 45

TI-3



PERFIL TI-3

ESCALA HORIZONTAL: 1/500, ESCALA VERTICAL: 1/250

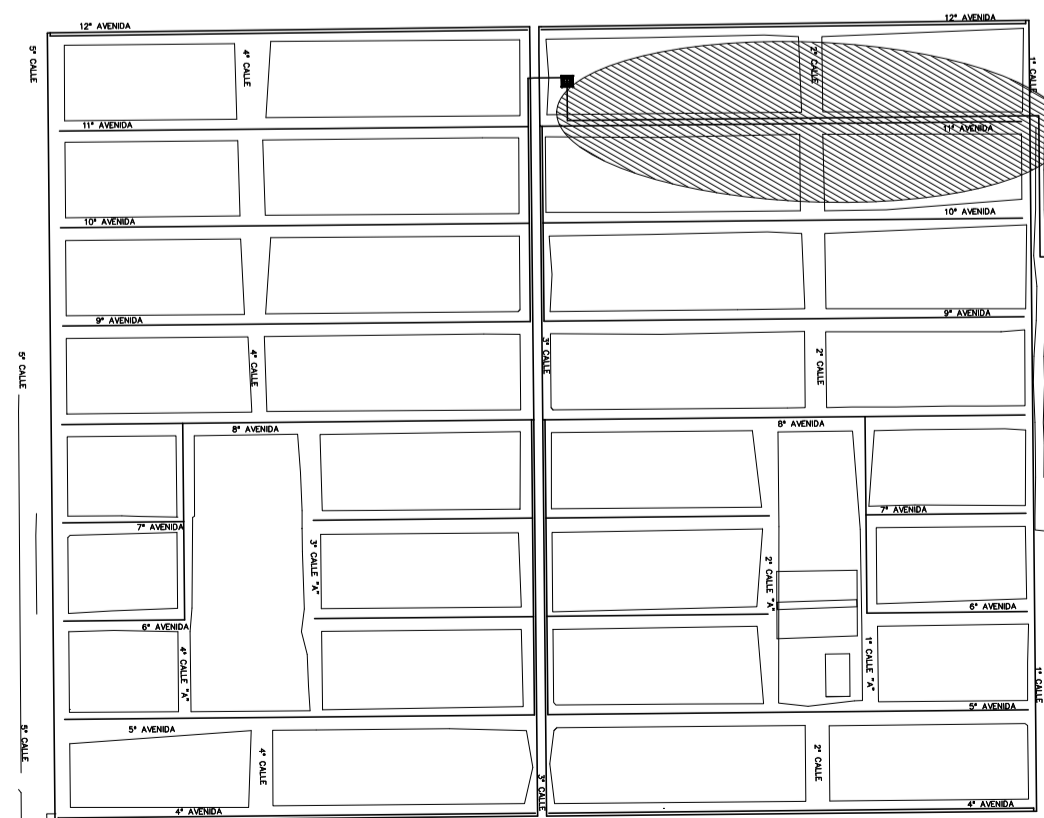


PLANTA TI-3

ESCALA: 1/500



ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
NORMAS DE TUBERÍA	
ASTM D-2241	TUBERÍA PVC JUNTA CEMENTADA PARA AGUA POTABLE Y RIEGO
ASTM D-2466	ACCESORIOS PARA TUBERÍA PVC PARA AGUA POTABLE Y RIEGO
NORMAS DE DISEÑO	
NORMAS GENERALES PARA EL DISEÑO DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE A ZONAS RURALES, INFOM 1997	



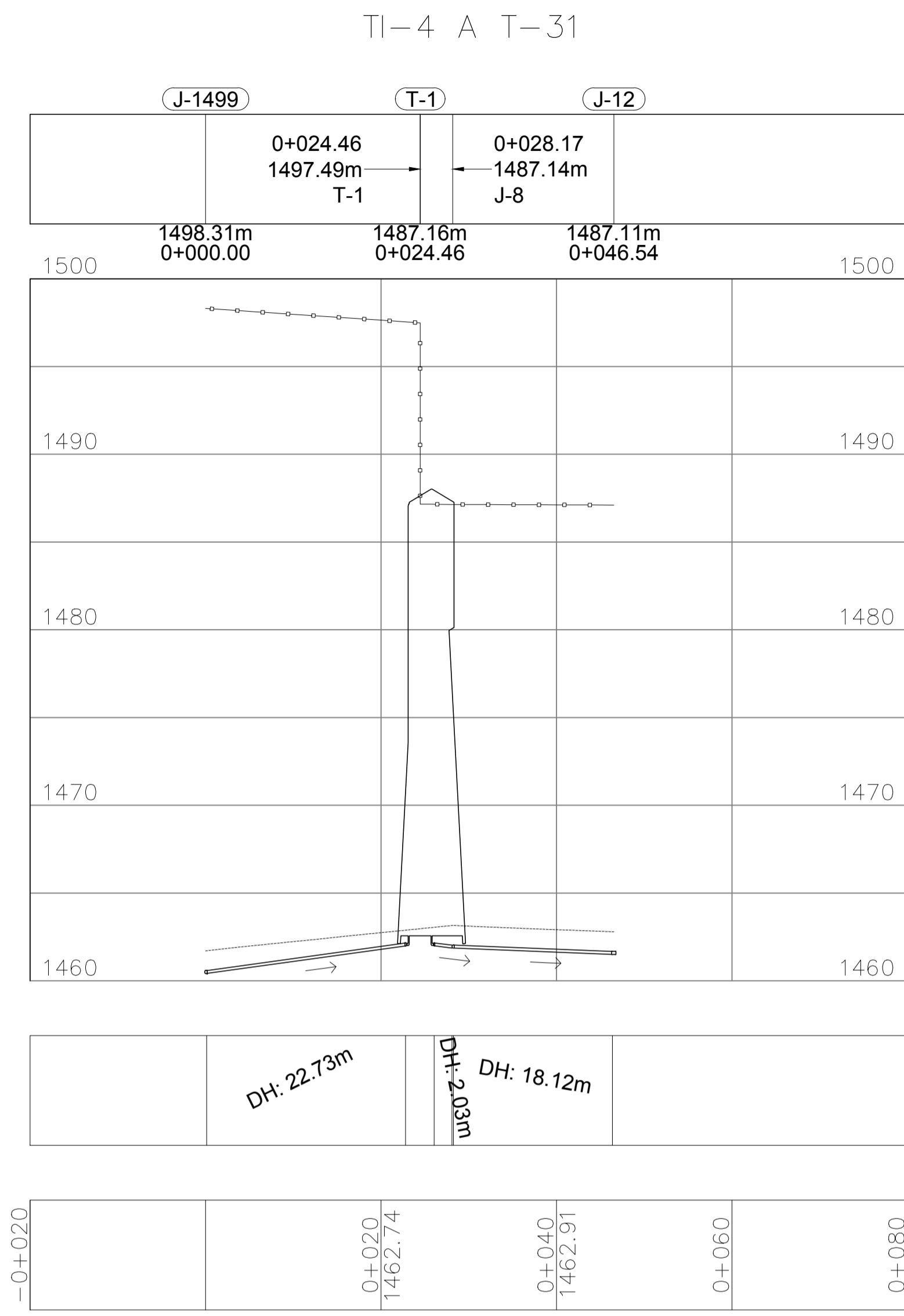
PLANTA DE REFERENCIA

ESCALA: 1/5000



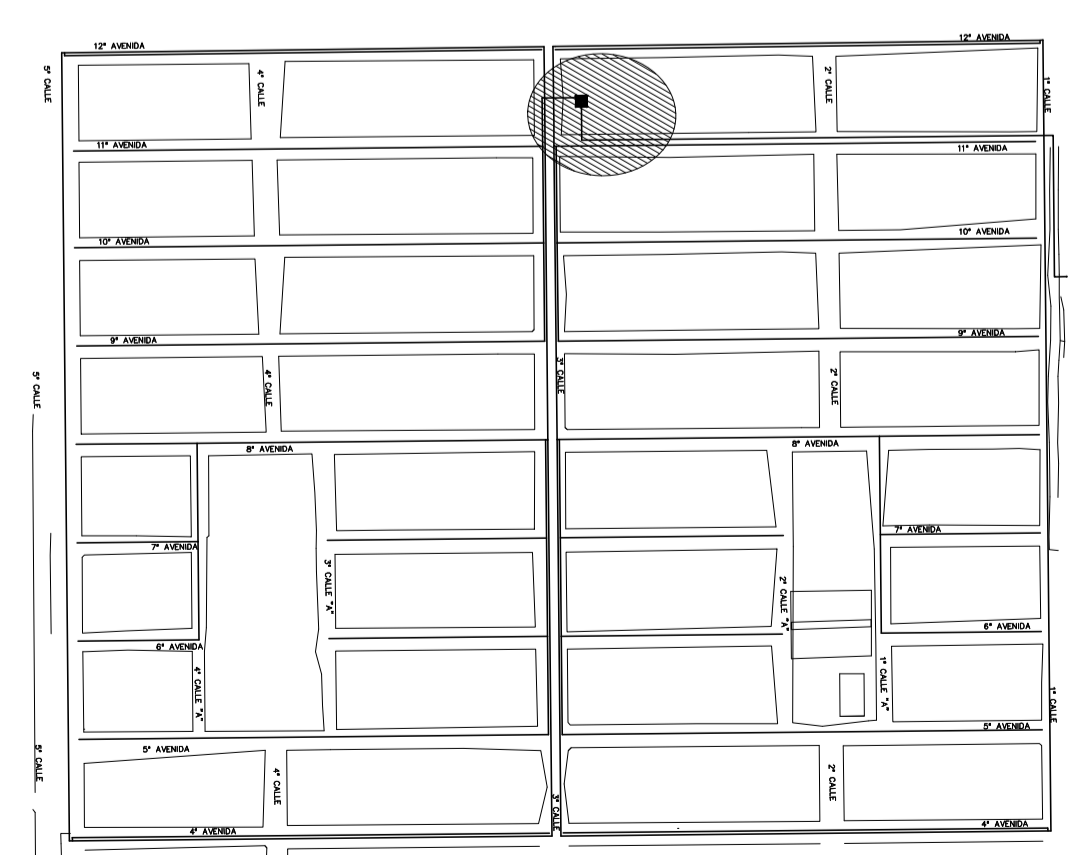
SIMBOLOGÍA	
○	UNIÓN O JUNCTION O NODO
J-1	UNIÓN O JUNCTION O NODO
—	TUBERÍA
—	RESERVORIO
—	LÍNEA PIEZOMÉTRICA
E	ELEVACIÓN
AG	ACERO GALVANIZADO
DH	DISTANCIA HORIZONTAL DE LA TUBERÍA
Ø	DIÁMETRO DE LA TUBERÍA
CP	COTA PIEZOMÉTRICA
T-1	NÚMERO DE LA TUBERÍA
PVC	COLORADO DE POLIVINILO
BOMB-1	BOMBA
V	VÁLVULA
TANQUE	TANQUE DE ALMACENAMIENTO
TI-1	TUBERÍA DE IMPULSIÓN
TEE	TEE Y TEE REDUCIDORA
90	CODO A 90 GRADOS
TAPÓN	TAPÓN
REDUC	REDUCIDOR BUSHING
CRUZ	CRUZ

	MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR ULISES ROJAS, ZONA 3 MUNICIPIO: VILLA NUEVA DEPARTAMENTO: GUATEMALA PROYECTO DE: DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE, COLONIA ULISES ROJAS, BARCEVAS, ZONA 3	
	PROGRAMA: EPS USAC 2017 ESCALA: INDICADA FECHA: ENERO 2021	
PLANO DE: PLANTA-PERFIL, LÍNEA DE CONDUCCIÓN DE AGUA POTABLE, SECTOR 2, NODO J-1498 AL NODO J-1499	DIBUJO Y CÁLCULO HIDRÁULICO: JOSÉ GABRIEL PÉREZ DIBUJO Y CÁLCULO TOPOGRÁFICO: JOSÉ GABRIEL PÉREZ SUPERVISOR: ING. SILVIO JOSÉ RODRÍGUEZ SERRANO FIRMA:	27 45
LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO: MUNICIPALIDAD DE VILLA NUEVA ASesor: MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR	DIBUJO Y CÁLCULO HIDRÁULICO: JOSÉ GABRIEL PÉREZ	



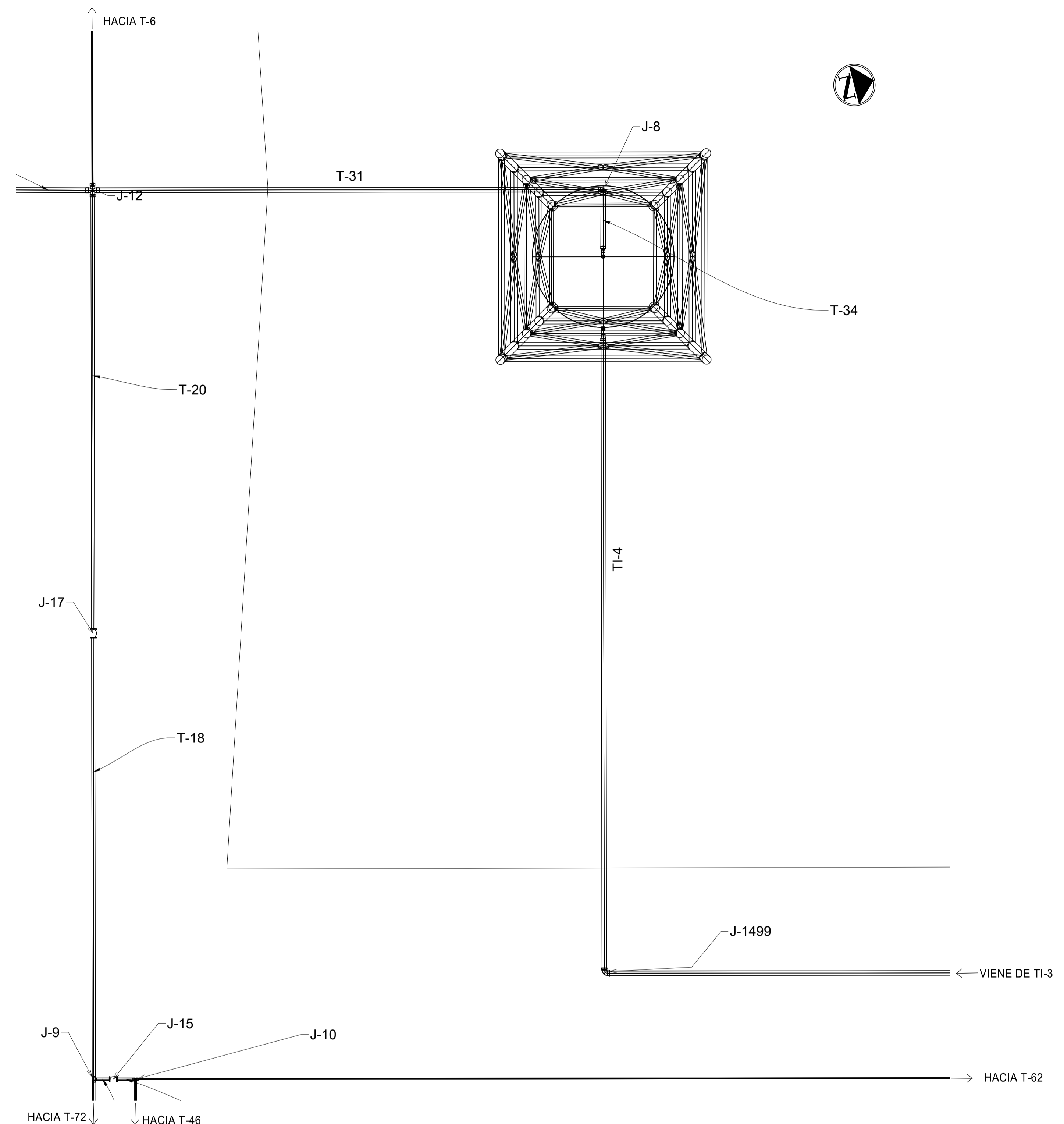
PERFIL TI-4 A T-31

ESCALA HORIZONTAL: 1/500, ESCALA VERTICAL: 1/250



PLANTA DE REFERENCIA

ESCALA: 1/5000



PLANTA TI-4 A T-31

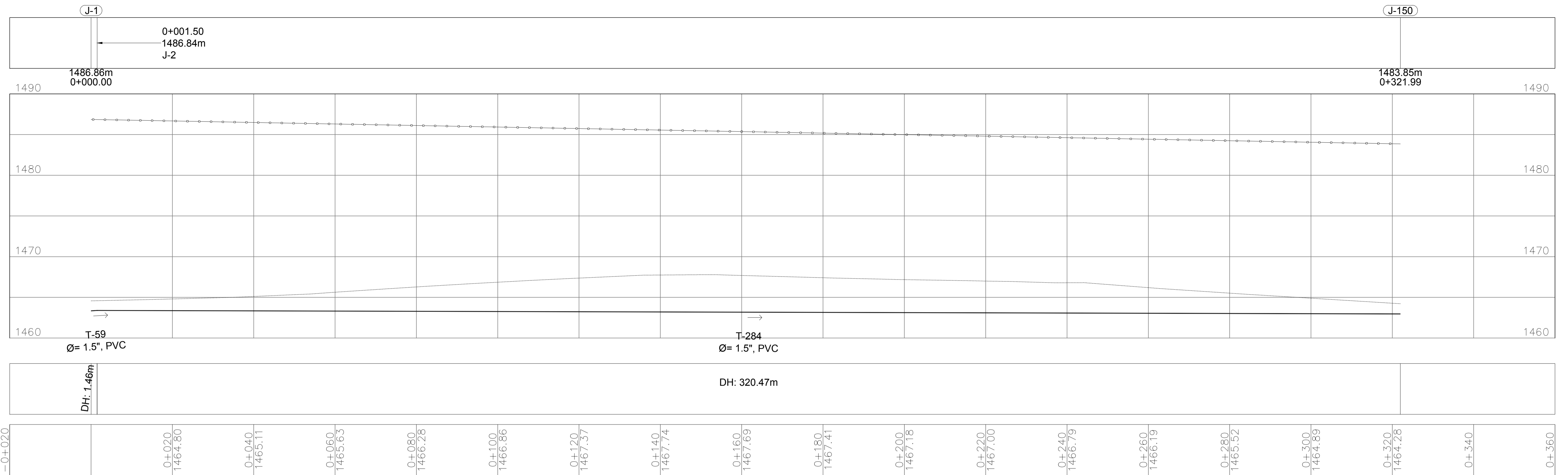
ESCALA: 1/500

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
NORMAS DE TUBERÍA	
ASTM D-2241	TUBERÍA PVC JUNTA CEMENTADA PARA AGUA POTABLE Y RIEGO
ASTM D-2466	ACCESORIOS PARA TUBERÍA PVC PARA AGUA POTABLE Y RIEGO
NORMAS DE DISEÑO	
NORMAS GENERALES PARA EL DISEÑO DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE A ZONAS RURALES, INFOM 1997	

SIMBOLOGÍA	
○	UNIÓN O JUNCTION O NODO
J-1	UNIÓN O JUNCTION O NODO
—	TUBERÍA
—	RESERVORIO
—	LÍNEA PIEZOMÉTRICA
E	ELEVACIÓN
AG	ACERO GALVANIZADO
DH	DISTANCIA HORIZONTAL DE LA TUBERÍA
∅	DIÁMETRO DE LA TUBERÍA
CP	COTA PIEZOMÉTRICA
T-1	NÚMERO DE LA TUBERÍA
PVC	COLORUO DE POLIVINILO
BOMB-1	BOMBA
V	VÁLVULA
TANQ	TANQUE DE ALMACENAMIENTO
TI-1	TUBERÍA DE IMPULSION
T	TEE Y TEE REDUCIDORA
C90	CODO A 90 GRADOS
TAP	TAPÓN
RB	REDUCIDOR BUSHING
CR	CRUZ

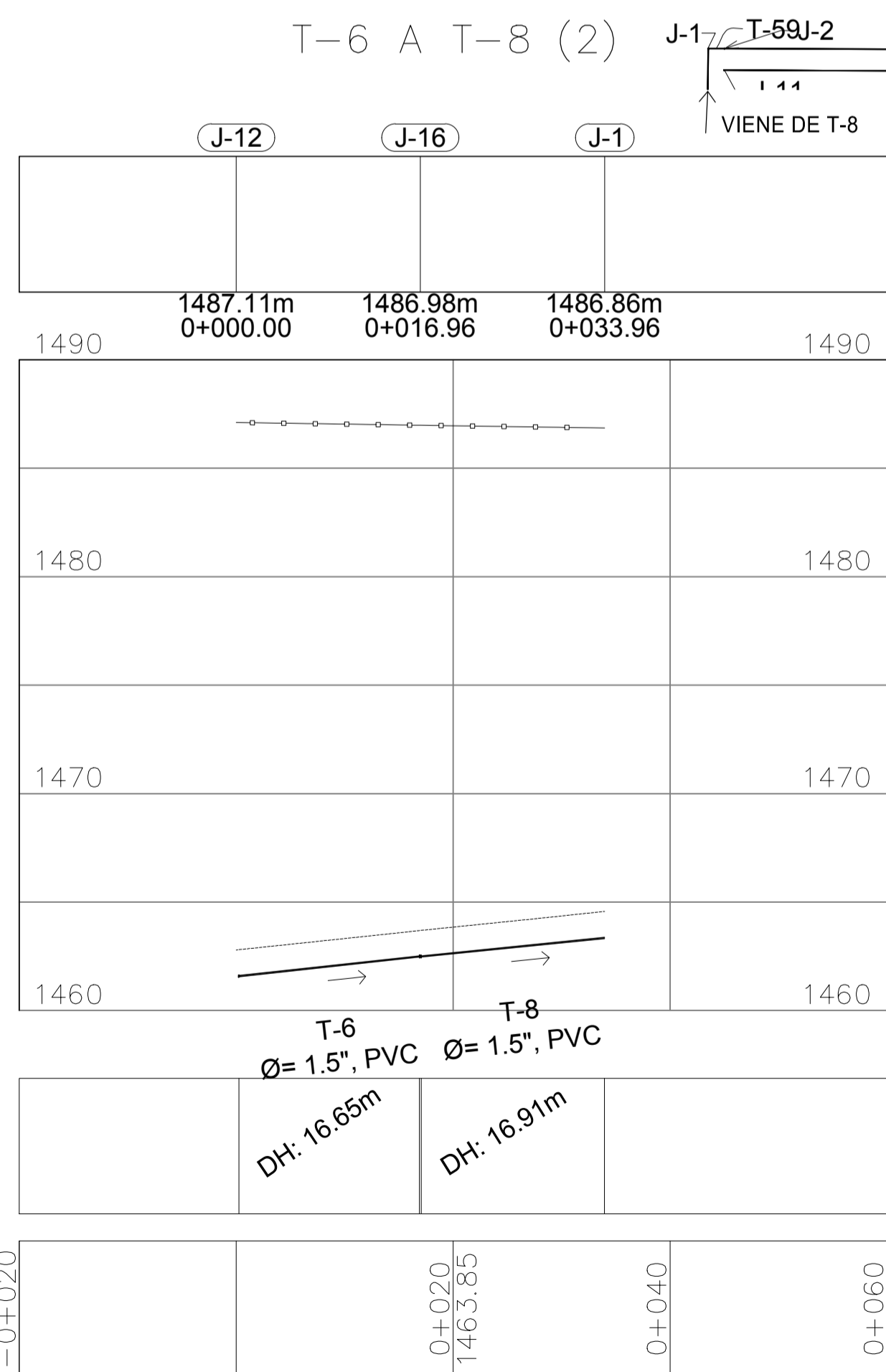
	MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR ULISES ROJAS, ZONA 3 MUNICIPIO: VILLA NUEVA DEPARTAMENTO: GUATEMALA PROYECTO DE: DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE, COLONIA ULISES ROJAS, BARCEVAS, ZONA 3		
	PLANO DE: PLANTA-PERFIL, LÍNEA DE CONDUCCIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE, SECTOR 2, NODO J-1499 AL NODO J-12		
LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO: MUNICIPALIDAD DE VILLA NUEVA DIBUJO Y CÁLCULO TOPOGRÁFICO: JOSÉ GABRIEL PÉREZ ASESOR: MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR	DIBUJO Y CÁLCULO HIDRÁULICO: JOSÉ GABRIEL PÉREZ SUPERVISOR: ING. SILVIO JOSÉ RODRÍGUEZ SERRANO FIRMA:	PROGRAMA: EPS USAC 2017 ESCALA: INDICADA FECHA: ENERO 2021	28 45

T-59 A T-284 (2)



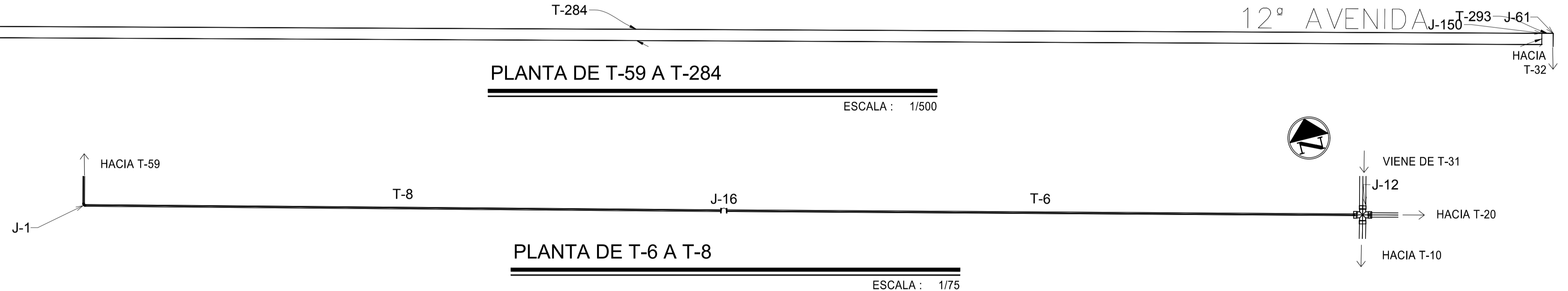
PERFIL DE T-59 A T-284

ESCALA HORIZONTAL: 1/500, ESCALA VERTICAL: 1/250



PERFIL DE T-6 A T-8

ESCALA HORIZONTAL: 1/500, ESCALA VERTICAL: 1/250

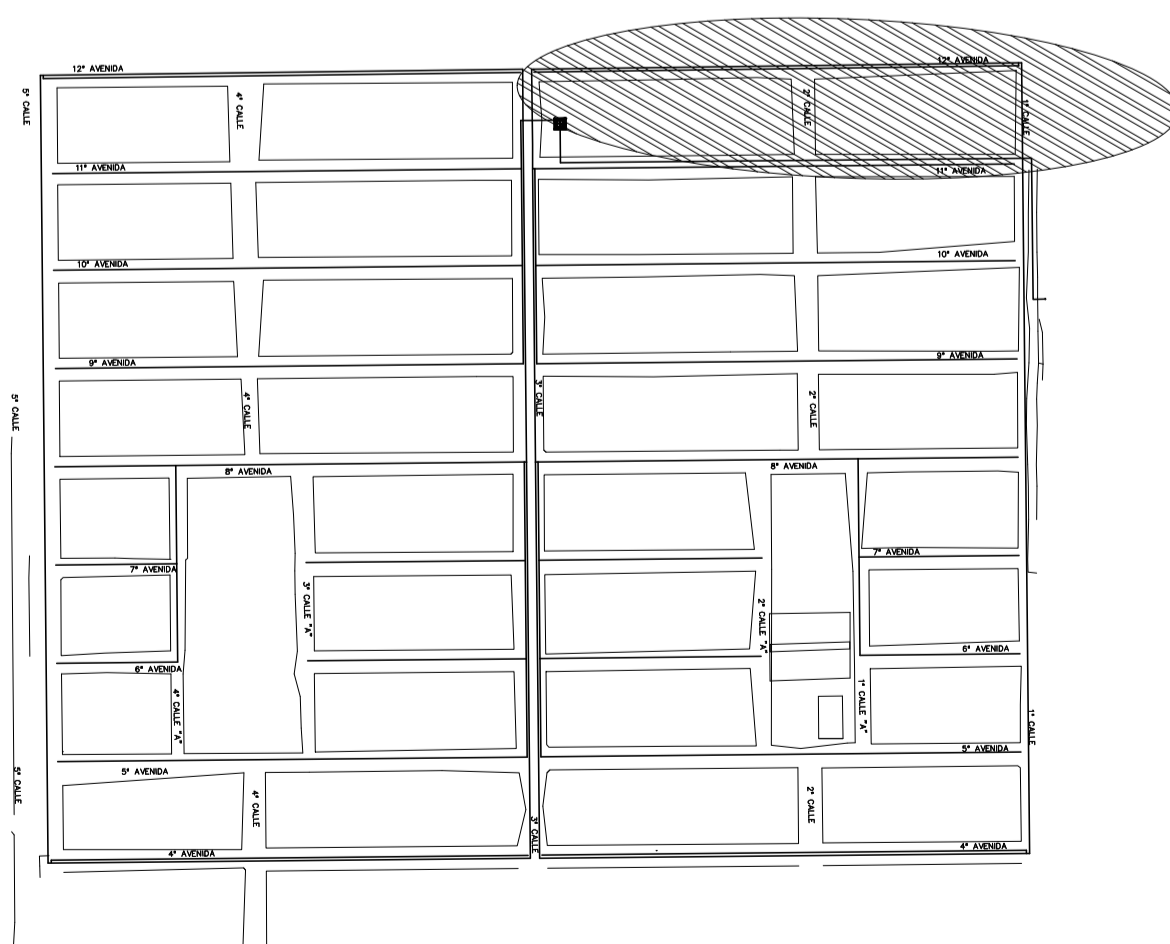


PLANTA DE T-59 A T-284

ESCALA: 1/500

PLANTA DE T-6 A T-8

ESCALA: 1/75



PLANTA DE REFERENCIA

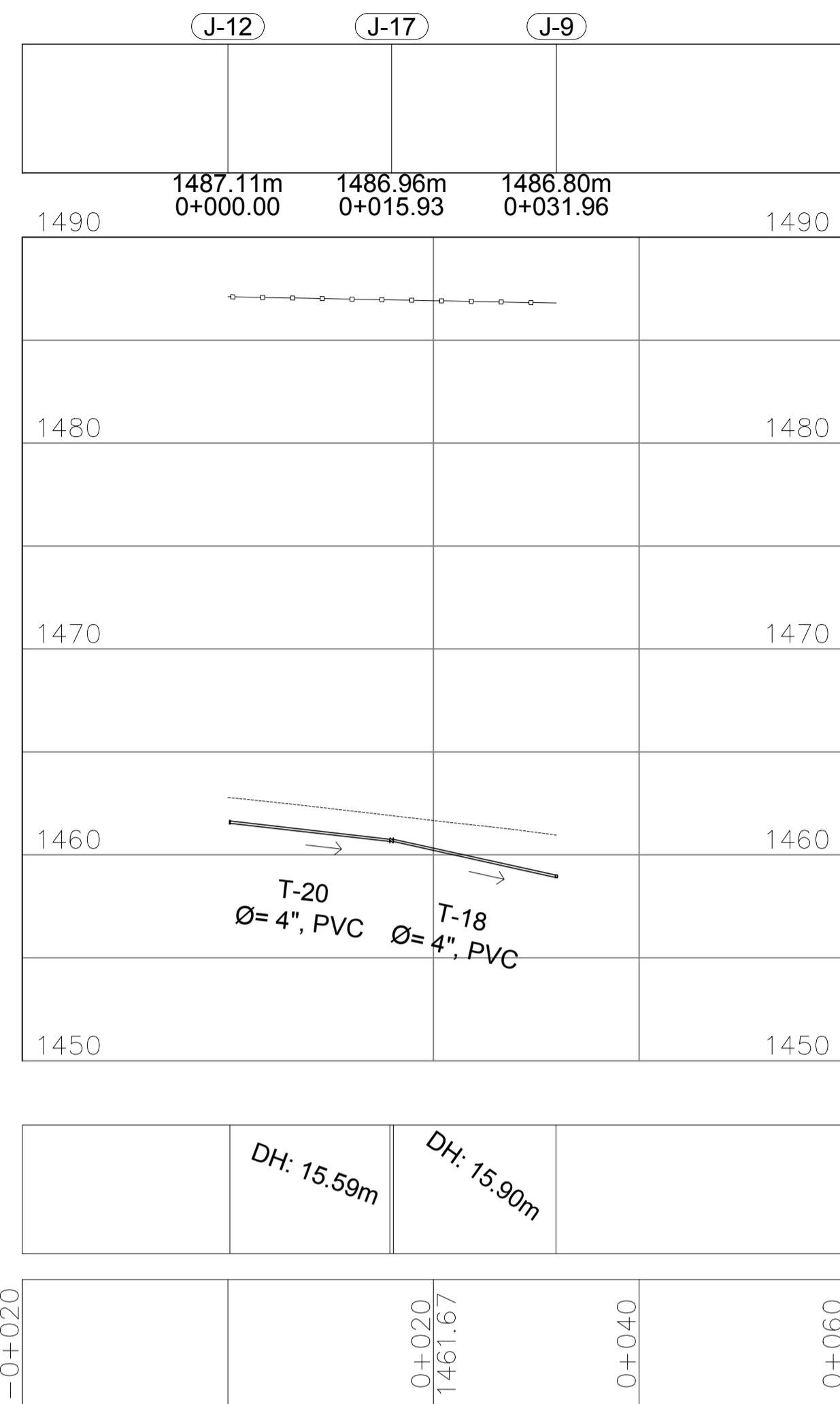
ESCALA: 1/5000

SIMBOLOGÍA	
○	UNIÓN O JUNCTION O NODO
J-1	UNIÓN O JUNCTION O NODO
—	TUBERÍA
▽	RESERVORIO
—	LÍNEA PIEZOMÉTRICA
E	ELEVACIÓN
AG	ACERO GALVANIZADO
DH	DISTANCIA HORIZONTAL DE LA TUBERÍA
Ø	DÍAMETRO DE LA TUBERÍA
CP	COTA PIEZOMÉTRICA
T-1	NÚMERO DE LA TUBERÍA
PVC	CLORURO DE POLIVINILO
B	BOMBA
V	VÁLVULA
T	TANQUE DE ALMACENAMIENTO
TI-1	TUBERÍA DE IMPULSIÓN
TT	TEE Y TEE REDUCIDORA
C	CODO A 90 GRADOS
T	TAPON
RB	REDUCIDOR BUSHING
CR	CRUZ

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
NORMAS DE TUBERÍA	
ASTM D-2241	TUBERÍA PVC JUNTA CEMENTADA PARA AGUA POTABLE Y RIEGO
ASTM D-2466	ACCESORIOS PARA TUBERÍA PVC PARA AGUA POTABLE Y RIEGO
NORMAS DE DISEÑO	
NORMAS GENERALES PARA EL DISEÑO DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE A ZONAS RURALES, INFOM 1997	

	MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR ULISES ROJAS, ZONA 3 MUNICIPIO: VILLA NUEVA DEPARTAMENTO: GUATEMALA PROYECTO DE DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE, COLONIA ULISES ROJAS, BARRIO ZONA 3	
	PROGRAMA: EPS USAC 2017 ESCALA: INDICADA FECHA: ENERO 2021	
LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO: MUNICIPALIDAD DE VILLA NUEVA DIBUJO Y CÁLCULO HIDRÁULICO: JOSÉ GABRIEL PÉREZ DIBUJO Y CÁLCULO TOPOGRÁFICO: JOSÉ GABRIEL PÉREZ SUPERVISOR: ING. SILVIO JOSÉ RODRÍGUEZ SERRANO ASESOR: MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR FIRMA:	29 45	

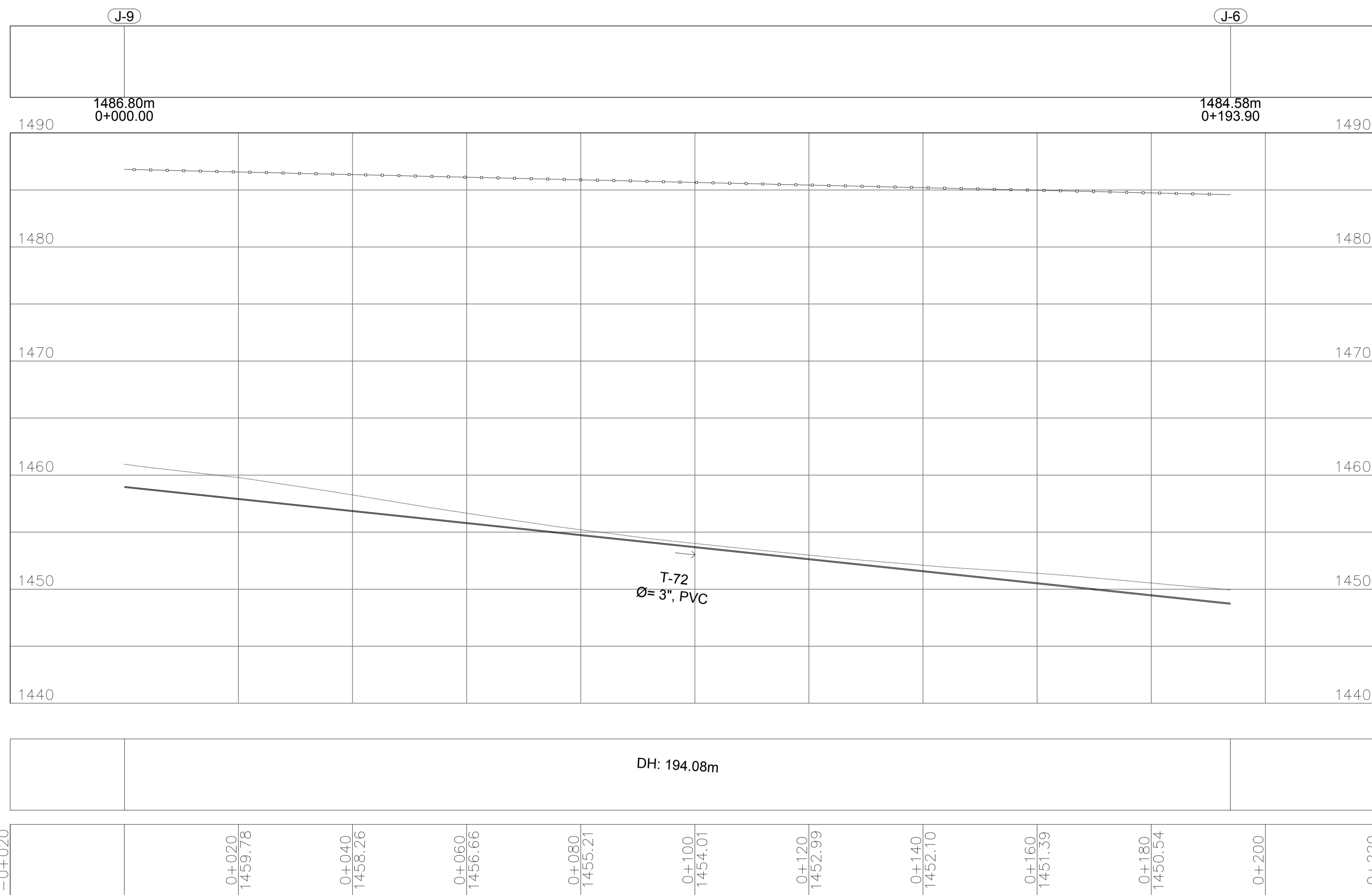
T-20 A T-18 (3)



PERFIL DE T-20 A T-18

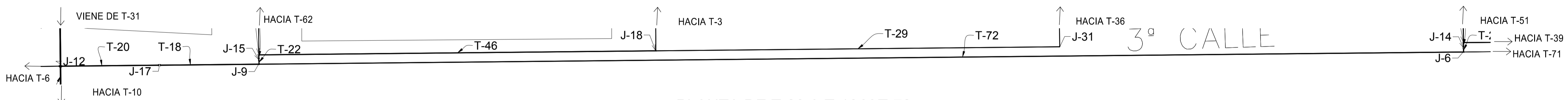
ESCALA HORIZONTAL: 1/500 ESCALA VERTICAL: 1/250

T-72 (2)



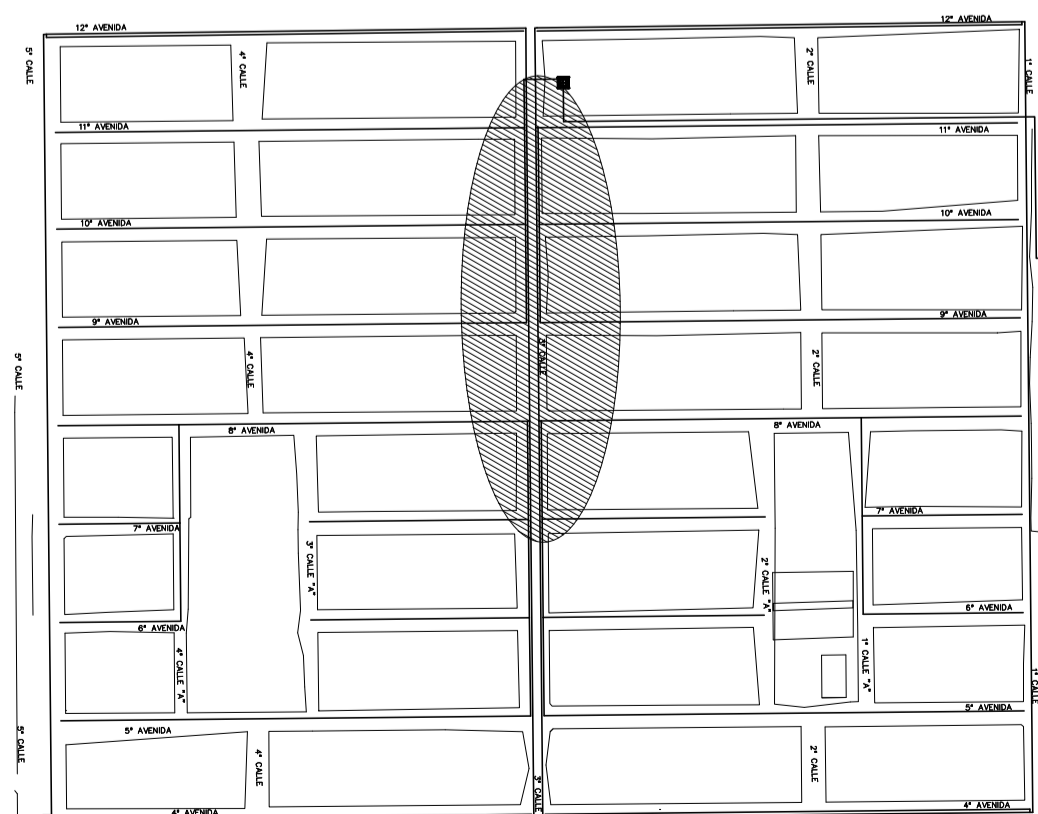
PERFIL T-72

ESCALA HORIZONTAL: 1/500 ESCALA VERTICAL: 1/250



PLANTA DE T-20 A T-18 Y T-72

ESCALA: 1/375



PLANTA DE REFERENCIA

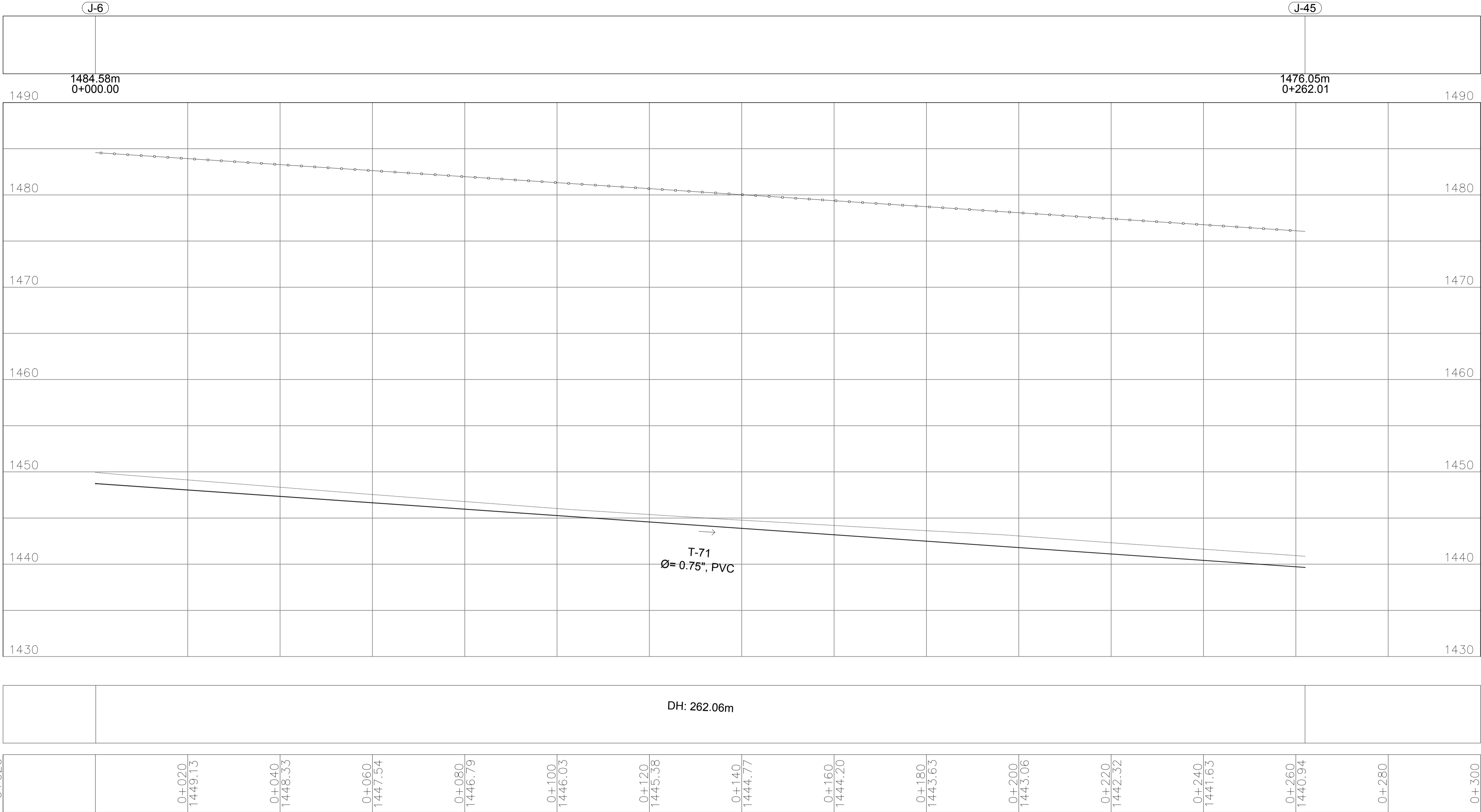
ESCALA: 1/5000

SIMBOLOGÍA	
○	UNIÓN O JUNCTION O NODO
J-1	UNIÓN O JUNCTION O NODO
—	TUBERÍA
▽	RESERVORIO
—	LÍNEA PIEZOMÉTRICA
E	ELEVACIÓN
AG	ACERO GALVANIZADO
DH	DISTANCIA HORIZONTAL DE LA TUBERÍA
Ø	DÍAMETRO DE LA TUBERÍA
CP	COTA PIEZOMÉTRICA
T-1	NÚMERO DE LA TUBERÍA
PVC	CLORURO DE POLIVINILO
B	BOMBA
V	VÁLVULA
T	TANQUE DE ALMACENAMIENTO
TI-1	TUBERÍA DE IMPULSIÓN
TT	TEE Y TEE REDUCIDORA
C	CODO A 90 GRADOS
T	TAPON
RB	REDUCIDOR BUSHING
C	CRUZ

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
NORMAS DE TUBERÍA	
ASTM D-2241	TUBERÍA PVC JUNTA CEMENTADA PARA AGUA POTABLE Y RIEGO
ASTM D-2466	ACCESORIOS PARA TUBERÍA PVC PARA AGUA POTABLE Y RIEGO
NORMAS DE DISEÑO	
NORMAS GENERALES PARA EL DISEÑO DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE A ZONAS RURALES. INFOM 1997	

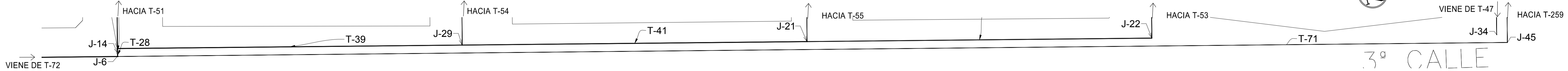
MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR ULISES ROJAS, ZONA 3 MUNICIPIO: VILLA NUEVA DEPARTAMENTO: GUATEMALA PROYECTO DE DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE. COLONIA ULISES ROJAS. BÁRCENAS, ZONA 3	
PLANO DE: PLANTA-PERFIL, RED DE DISTRIBUCIÓN, SECTOR 2, NODO J-12 AL J-9 Y DEL J-9 AL J-6	PROGRAMA: EPS USAC 2017 ESCALA: INDICADA FECHA: ENERO 2021
LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO: MUNICIPALIDAD DE VILLA NUEVA DIBUJO Y CÁLCULO TOPOGRÁFICO: JOSÉ GABRIEL PÉREZ ASESOR: MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR	DIBUJO Y CÁLCULO HIDRÁULICO: JOSÉ GABRIEL PÉREZ SUPERVISOR: ING. SILVIO JOSÉ RODRÍGUEZ SERRANO FIRMA:
30 45	

SIMBOLOGÍA	
	UNIÓN O JUNCTION O NODO
J-1	UNIÓN O JUNCTION O NODO
	TUBERÍA
	RESERVORIO
	LÍNEA PIEZOMÉTRICA
E	ELEVACIÓN
AG	ACERO GALVANIZADO
DH	DISTANCIA HORIZONTAL DE LA TUBERÍA
Ø	DIÁMETRO DE LA TUBERÍA
CP	COTA PIEZOMÉTRICA
T-1	NÚMERO DE LA TUBERÍA
PVC	CLORURO DE POLIVINILO
	BOMBA
	VÁLVULA
	TANQUE DE ALMACENAMIENTO
TI-1	TUBERÍA DE IMPULSIÓN
	TEE Y TEE REDUCIDORA
	CODO A 90 GRADOS
	TAPÓN
	REDUCIDOR BUSHING
	CRUZ



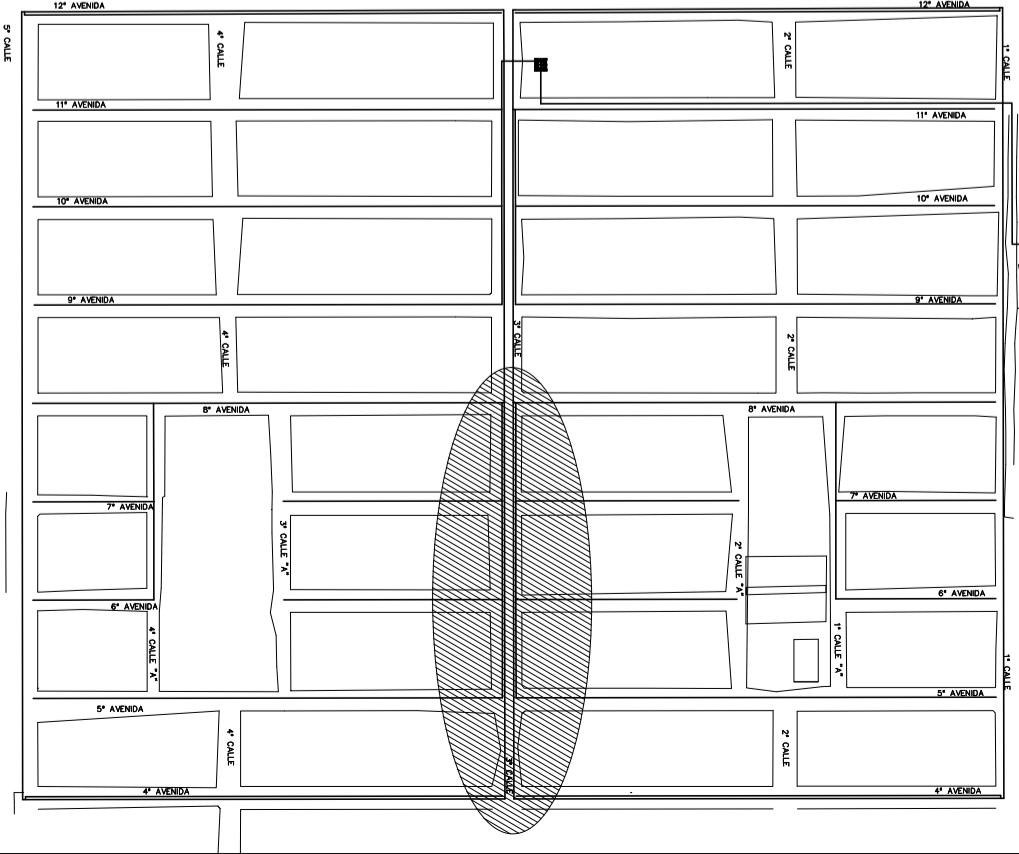
PERFIL T-71

ESCALA: 1/500



PLANTA T-71

ESCALA: 1/375

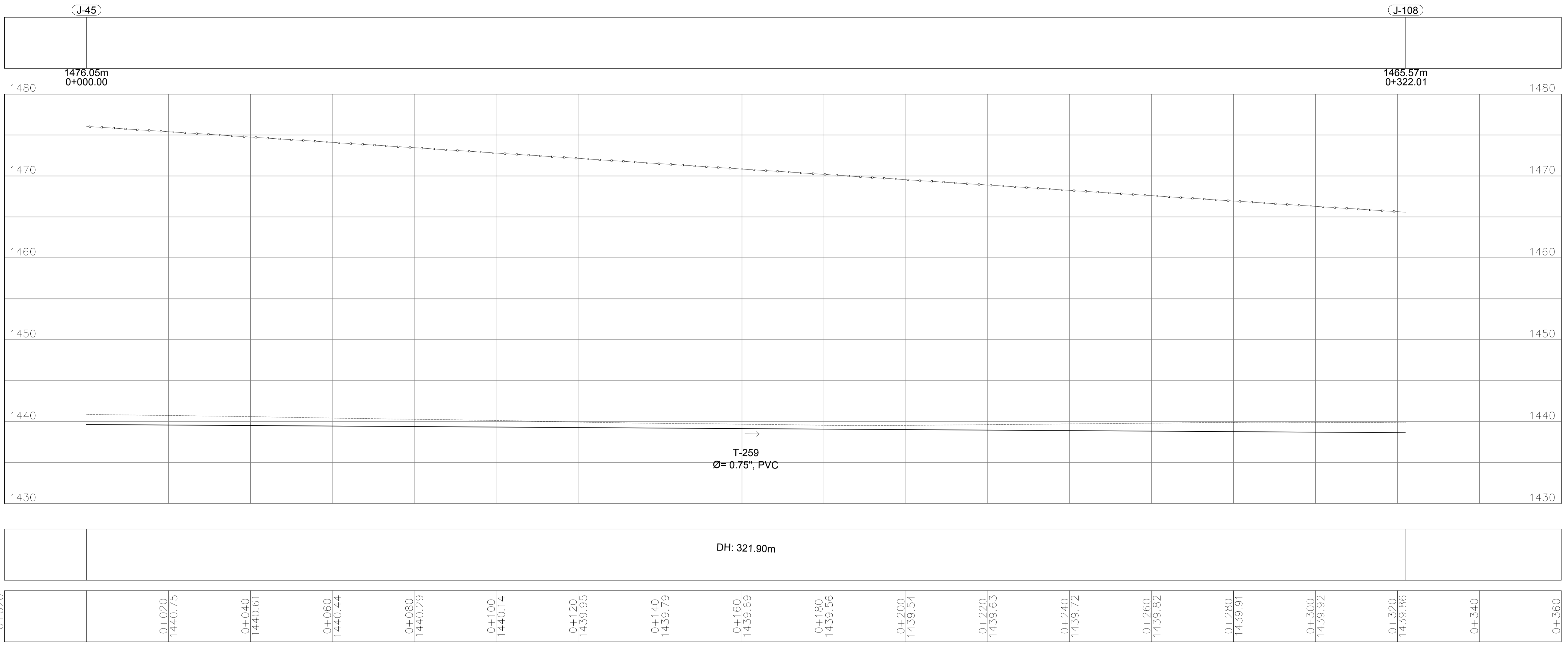


PLANTA DE REFERENCIA

ESCALA: 1/5000

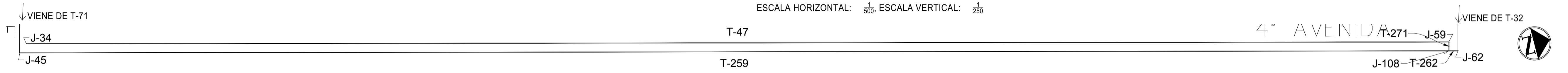
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
NORMAS DE TUBERÍA	
ASTM D-2241	TUBERÍA PVC JUNTA CEMENTADA PARA AGUA POTABLE Y RIEGO
ASTM D-2466	ACCESORIOS PARA TUBERÍA PVC PARA AGUA POTABLE Y RIEGO
NORMAS DE DISEÑO	
NORMAS GENERALES PARA EL DISEÑO DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE A ZONAS RURALES, INFOM 1997	

	MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR ULISES ROJAS, ZONA 3 MUNICIPIO: VILLA NUEVA DEPARTAMENTO: GUATEMALA PROYECTO DE: DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE, COLONIA ULISES ROJAS, BARCEVAS, ZONA 3	
	PLANO DE: PLANTA-PERFIL, RED DE DISTRIBUCIÓN, SECTOR 2, NODO J-6 AL J-45	
LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO: MUNICIPALIDAD DE VILLA NUEVA	DIBUJO Y CÁLCULO HIDRÁULICO: JOSÉ GABRIEL PÉREZ	PROGRAMA: EPS USAC 2017 ESCALA: INDICADA FECHA: ENERO 2021
DIBUJO Y CÁLCULO TOPOGRÁFICO: JOSÉ GABRIEL PÉREZ	SUPERVISOR: ING. SILVIO JOSÉ RODRÍGUEZ SERRANO	
ASESOR: MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR	FIRMA:	31 45



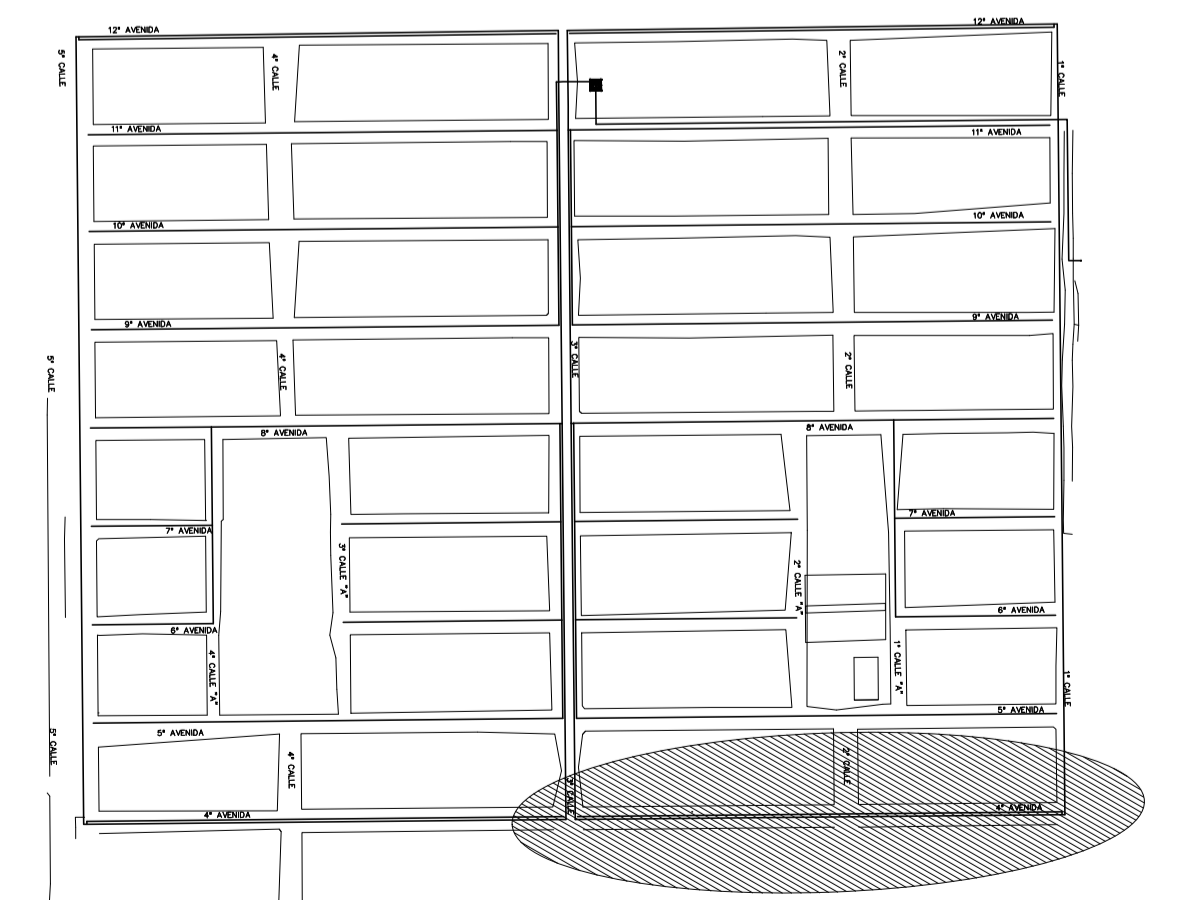
PERFIL DE T-259

ESCALA HORIZONTAL: 1/800, ESCALA VERTICAL: 1/250



PLANTA T-259

ESCALA : 1/500



PLANTA DE REFERENCIA

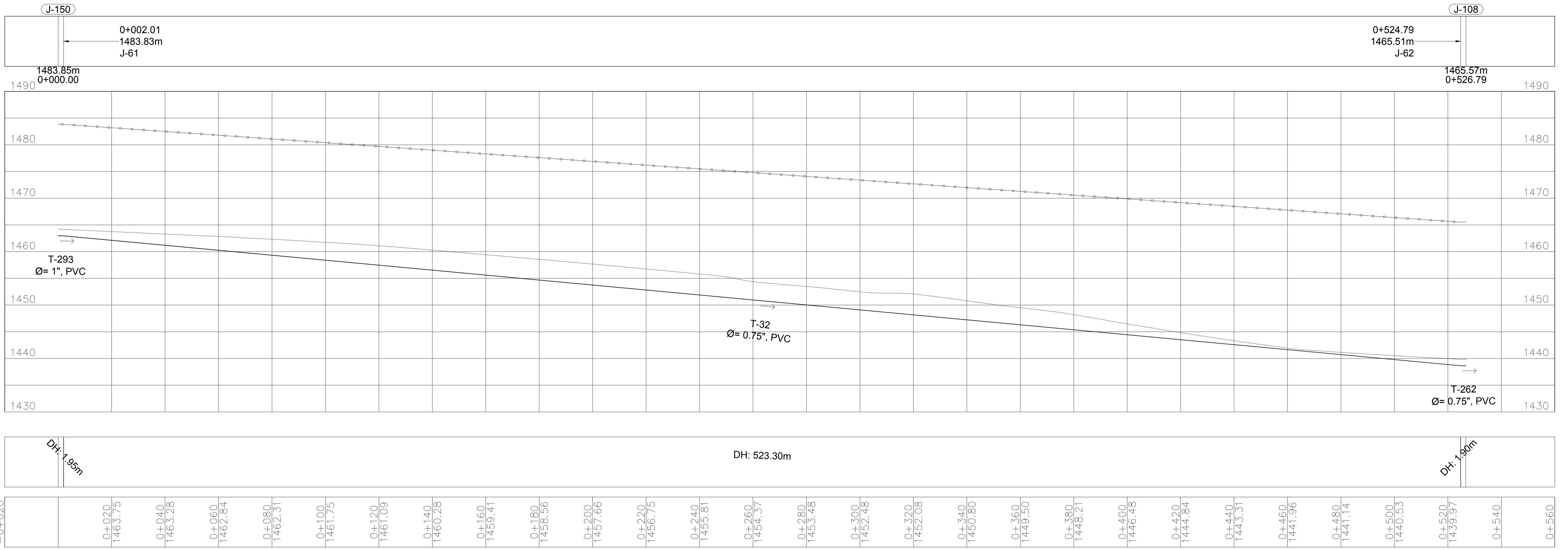
ESCALA : 1/5000

SIMBOLOGÍA	
○	UNIÓN O JUNCTION O NODO
J-1	UNIÓN O JUNCTION O NODO
—	TUBERÍA
▽	RESERVORIO
—	LÍNEA PIEZOMÉTRICA
E	ELEVACIÓN
AG	ACERO GALVANIZADO
DH	DISTANCIA HORIZONTAL DE LA TUBERÍA
Ø	DÍAMETRO DE LA TUBERÍA
CP	COTA PIEZOMÉTRICA
T-1	NÚMERO DE LA TUBERÍA
PVC	CLORURO DE POLIVINILO
B	BOMBA
V	VÁLVULA
T	TANQUE DE ALMACENAMIENTO
TI-1	TUBERÍA DE IMPULSIÓN
TT	TEE Y TEE REDUCIDORA
C	CODO A 90 GRADOS
T	TAPON
BS	REDUCIDOR BUSHING
C	CRUZ

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
NORMAS DE TUBERÍA	
ASTM D-2241	TUBERÍA PVC JUNTA CEMENTADA PARA AGUA POTABLE Y RIEGO
ASTM D-2466	ACCESORIOS PARA TUBERÍA PVC PARA AGUA POTABLE Y RIEGO
NORMAS DE DISEÑO	
NORMAS GENERALES PARA EL DISEÑO DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE A ZONAS RURALES, INFOM 1997	

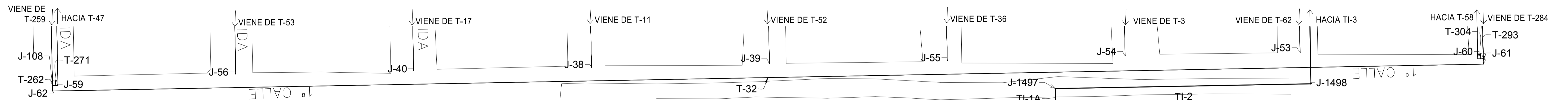
	MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR ULISES ROJAS, ZONA 3 MUNICIPIO: VILLA NUEVA DEPARTAMENTO: GUATEMALA PROYECTO DE DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE, COLONIA ULISES ROJAS, BARRIO ZONA 3	
	PROGRAMA: EPS USAC 2017 ESCALA: INDICADA FECHA: ENERO 2021	
LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO: MUNICIPALIDAD DE VILLA NUEVA DIBUJO Y CÁLCULO HIDRÁULICO: JOSÉ GABRIEL PÉREZ DIBUJO Y CÁLCULO TOPOGRÁFICO: JOSÉ GABRIEL PÉREZ SUPERVISOR: ING. SILVIO JOSÉ RODRÍGUEZ SERRANO ASESOR: MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR FIRMA:	32 45	

T-293 A T-262



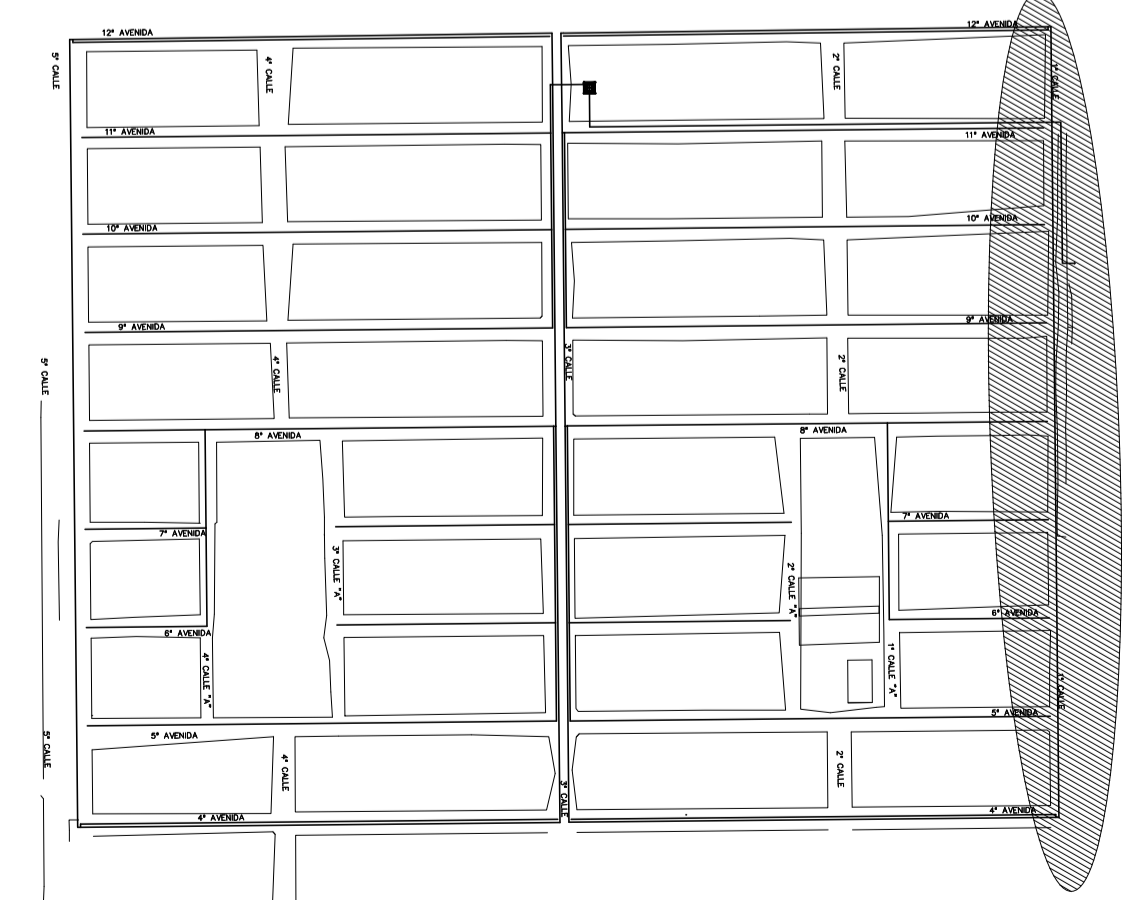
PERFIL DE T-293 A T-262

ESCALA HORIZONTAL: 1/500, ESCALA VERTICAL: 1/250



PLANTA DE T-293 A T-262

ESCALA: 1/750



PLANTA DE REFERENCIA

ESCALA: 1/5000

SIMBOLOGÍA

○	UNIÓN O JUNCTION O NODO
J-1	UNIÓN O JUNCTION O NODO
—	TUBERÍA
▽	RESERVORIO
—	LÍNEA PIEZOMÉTRICA
E	ELEVACIÓN
AG	ACERO GALVANIZADO
DH	DISTANCIA HORIZONTAL DE LA TUBERÍA
Ø	DÍAMETRO DE LA TUBERÍA
CP	COTA PIEZOMÉTRICA
T-1	NÚMERO DE LA TUBERÍA
PVC	CLORURO DE POLIVINILO
B	BOMBA
V	VÁLVULA
T	TANQUE DE ALMACENAMIENTO
TI-1	TUBERÍA DE IMPULSIÓN
TI	TEE Y TEE REDUCIDORA
C	CORDO A 90 GRADOS
T	TAPON
B	REDUCIDOR BUSHING
C	CRUZ

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

NORMAS DE TUBERÍA	
ASTM D-2241	TUBERÍA PVC JUNTA CEMENTADA PARA AGUA POTABLE Y RIEGO
ASTM D-2466	ACCESORIOS PARA TUBERÍA PVC PARA AGUA POTABLE Y RIEGO
NORMAS DE DISEÑO	
NORMAS GENERALES PARA EL DISEÑO DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE A ZONAS RURALES, INFOM 1997	

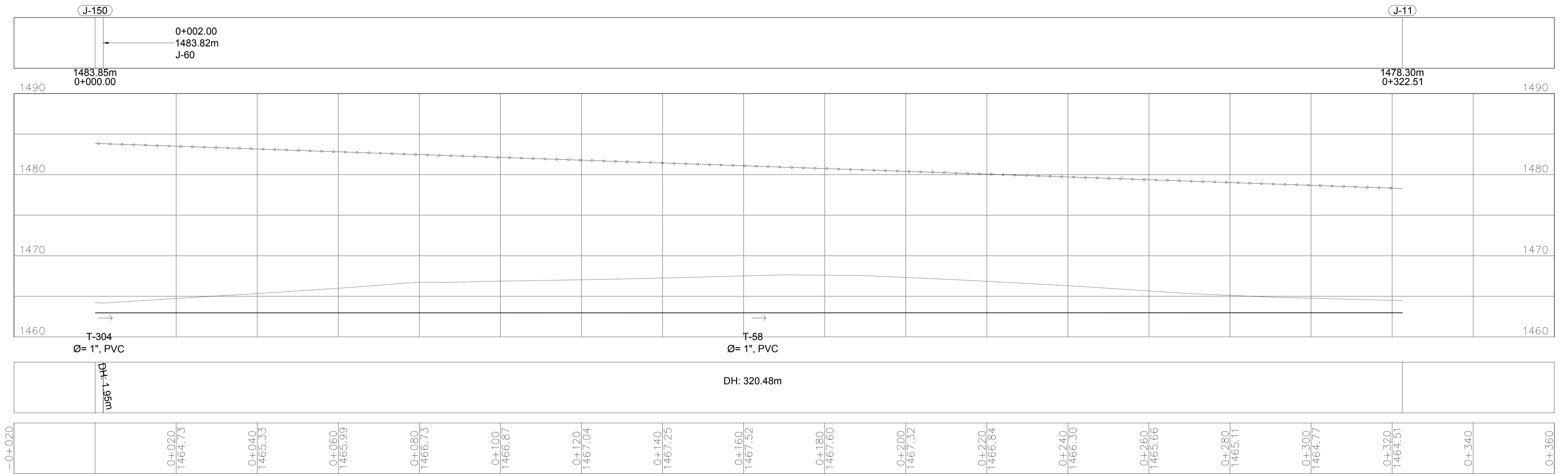
MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR
ULISES ROJAS, ZONA 3
 MUNICIPIO: VILLA NUEVA DEPARTAMENTO: GUATEMALA
 PROYECTO DE: DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE, COLONIA ULISES ROJAS, BÁRCENAS, ZONA 3

PLANO DE: PLANTA-PERFIL, RED DE DISTRIBUCIÓN, SECTOR 2, NODO J-150 AL J-108

LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO: MUNICIPALIDAD DE VILLA NUEVA
 DIBUJO Y CÁLCULO HIDRÁULICO: JOSÉ GABRIEL PÉREZ
 DIBUJO Y CÁLCULO TOPOGRÁFICO: JOSÉ GABRIEL PÉREZ
 SUPERVISOR: ING. SILVIO JOSÉ RODRÍGUEZ SERRANO
 ASESOR: MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR
 FIRMA:

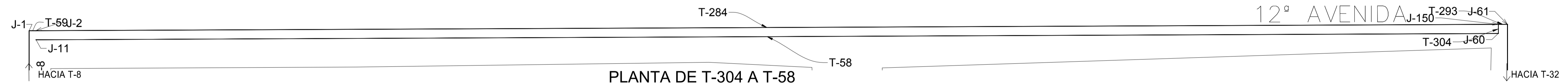
PROGRAMA: EPS USAC 2017
 ESCALA: INDICADA
 FECHA: ENERO 2021
33
45

T-304 A T-58 (2)



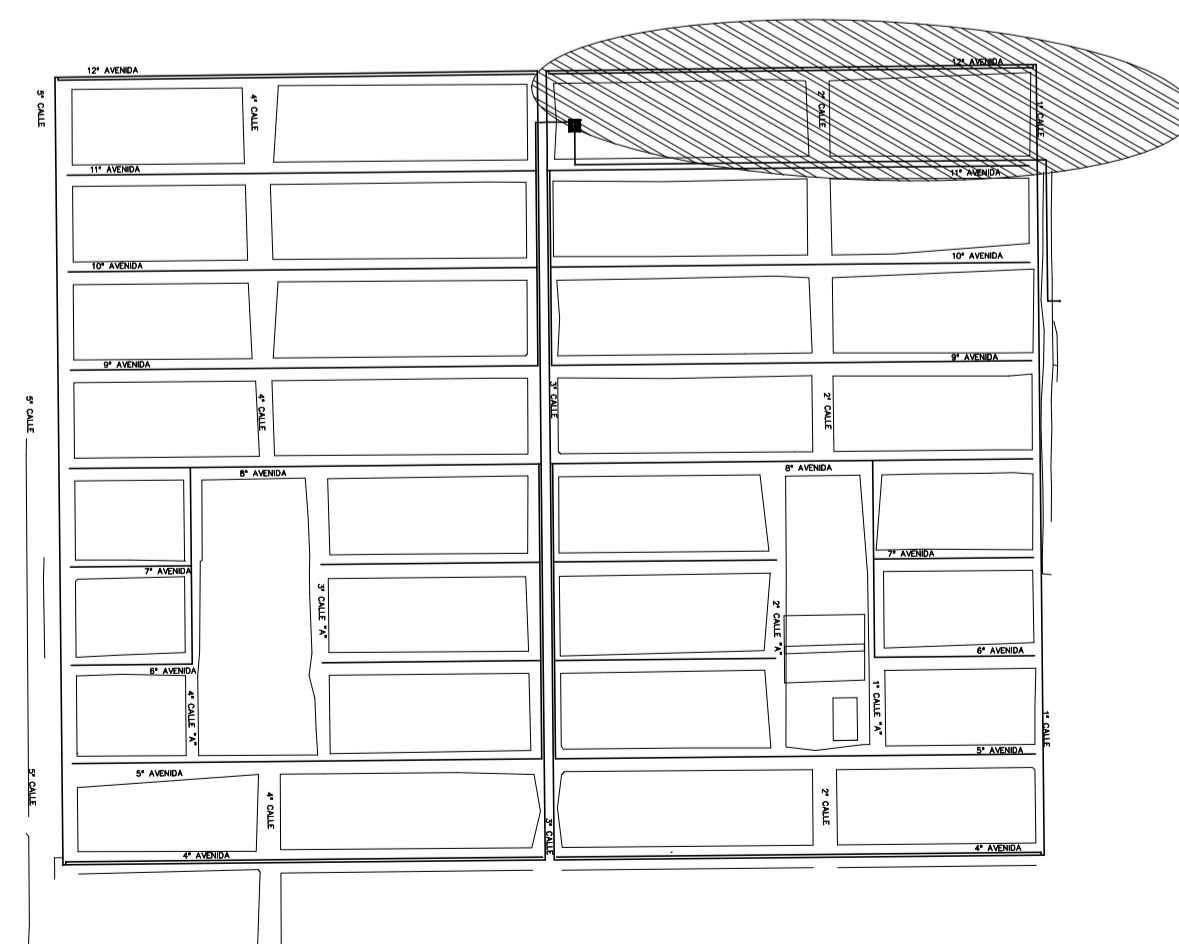
PERFIL DE T-304 A T-58

ESCALA HORIZONTAL: 1/500, ESCALA VERTICAL: 1/250



PLANTA DE T-304 A T-58

ESCALA : 1/500



PLANTA DE REFERENCIA

ESCALA : 1/5000

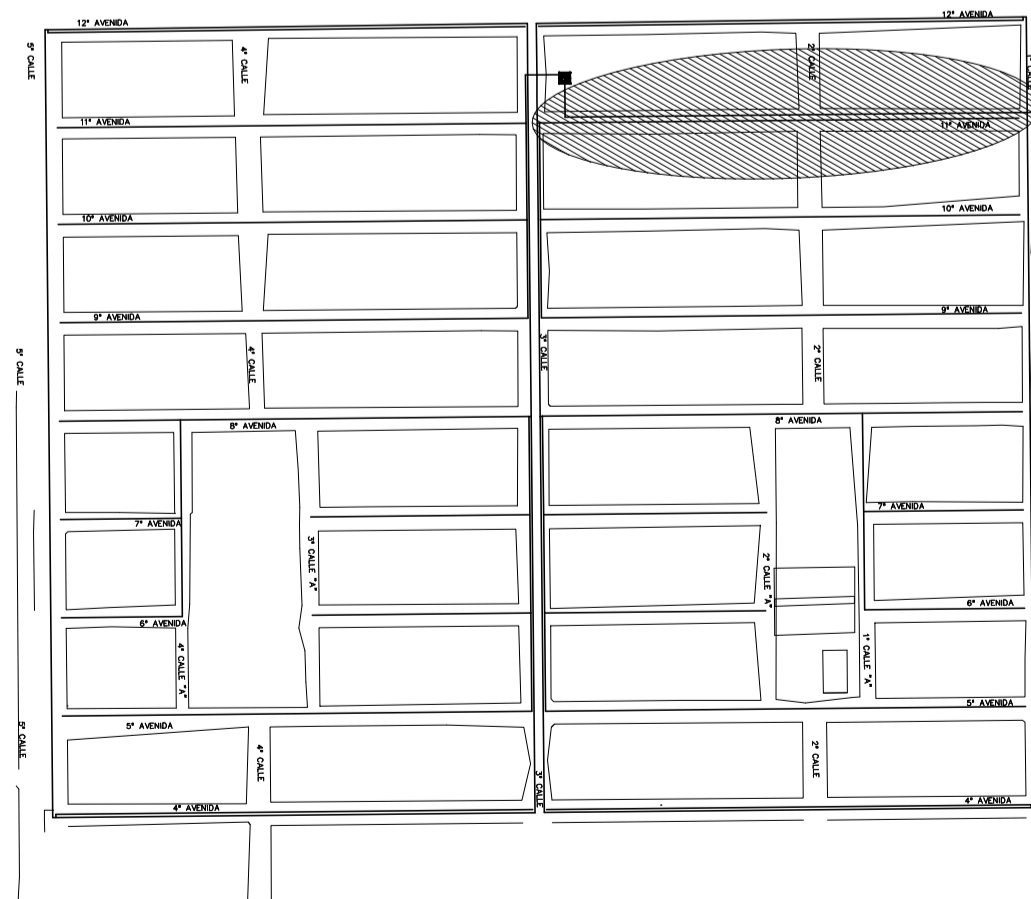
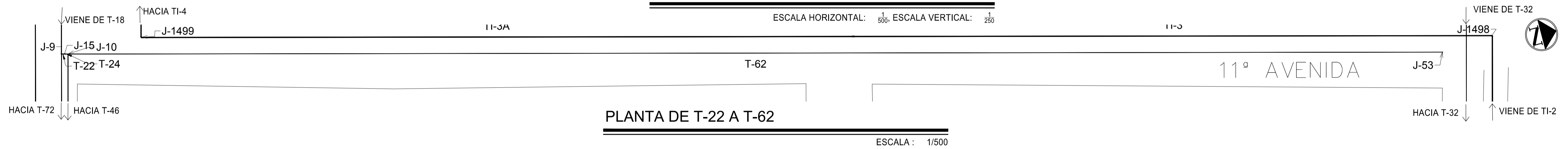
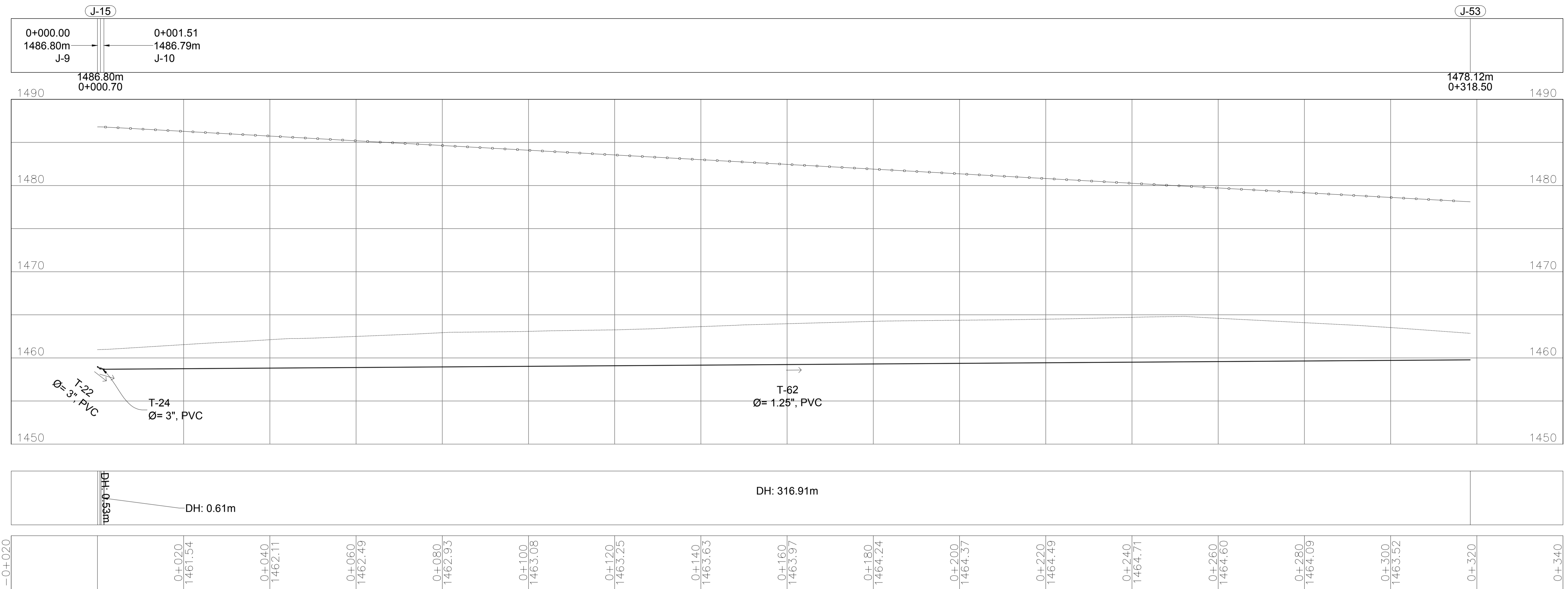


SIMBOLOGÍA	
○	UNIÓN O JUNCTION O NODO
J-1	UNIÓN O JUNCTION O NODO
—	TUBERÍA
▽	RESERVORIO
—	LÍNEA PIEZOMÉTRICA
E	ELEVACIÓN
AG	ACERO GALVANIZADO
DH	DISTANCIA HORIZONTAL DE LA TUBERÍA
Ø	DÍAMETRO DE LA TUBERÍA
CP	COTA PIEZOMÉTRICA
T-1	NÚMERO DE LA TUBERÍA
PVC	CLORURO DE POLIVINILO
B	BOMBA
V	VÁLVULA
T	TANQUE DE ALMACENAMIENTO
TI-1	TUBERÍA DE IMPULSIÓN
TT	TEE Y TEE REDUCIDORA
C	CODO A 90 GRADOS
T	TAPON
RB	REDUCIDOR BUSHING
C	CRUZ

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
NORMAS DE TUBERÍA	
ASTM D-2241	TUBERÍA PVC JUNTA CEMENTADA PARA AGUA POTABLE Y RIEGO
ASTM D-2466	ACCESORIOS PARA TUBERÍA PVC PARA AGUA POTABLE Y RIEGO
NORMAS DE DISEÑO	
NORMAS GENERALES PARA EL DISEÑO DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE A ZONAS RURALES, INFOM 1997	

	MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR ULISES ROJAS, ZONA 3 MUNICIPIO: VILLA NUEVA DEPARTAMENTO: GUATEMALA PROYECTO DE DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE, COLONIA ULISES ROJAS, BARRENAS, ZONA 3	
	PLANO DE: PLANTA-PERFIL, RED DE DISTRIBUCIÓN, SECTOR 2, NODO J-150 AL J-11	
LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO: MUNICIPALIDAD DE VILLA NUEVA DIBUJO Y CÁLCULO HIDRÁULICO: JOSÉ GABRIEL PÉREZ DIBUJO Y CÁLCULO TOPOGRÁFICO: JOSÉ GABRIEL PÉREZ SUPERVISOR: ING. SILVIO JOSÉ RODRÍGUEZ SERRANO ASESOR: MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR FIRMA:	PROGRAMA: EPS USAC 2017 ESCALA: INDICADA FECHA: ENERO 2021	34 45

T-22 A T-62 (5)

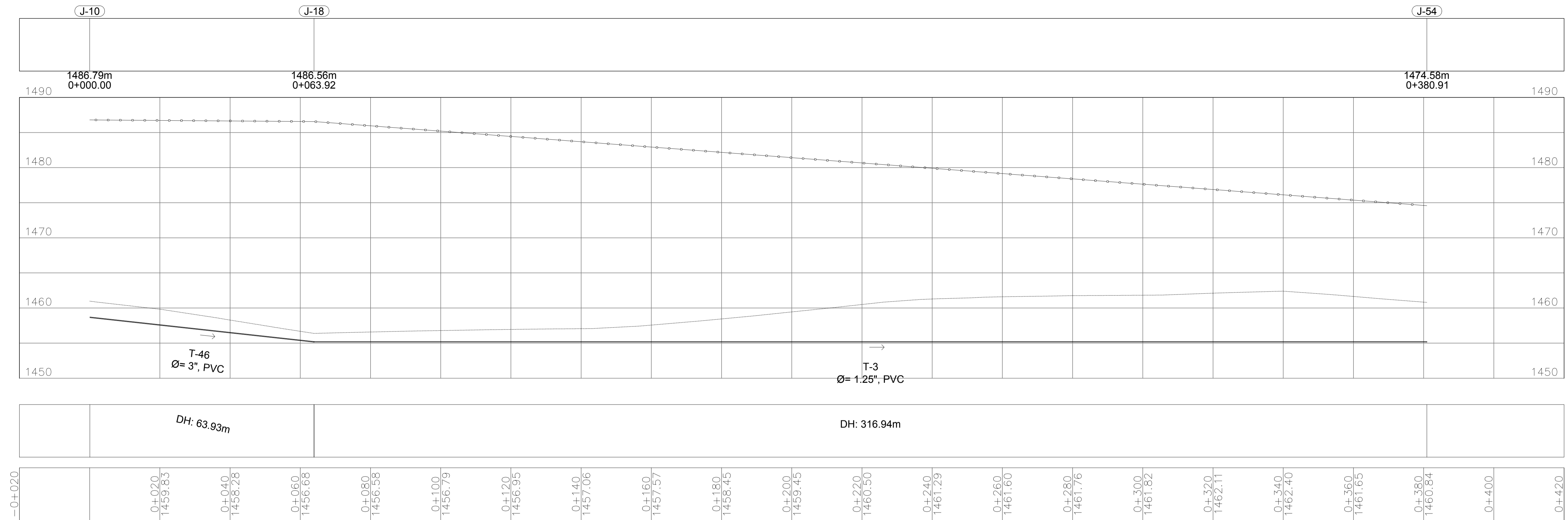


SIMBOLOGÍA	
	UNIÓN O JUNCTION O NODO
	TUBERÍA
	RESERVORIO
	LÍNEA PIEZOMÉTRICA
	ELEVACIÓN
	ACERO GALVANIZADO
	DISTANCIA HORIZONTAL DE LA TUBERÍA
	DÍAMETRO DE LA TUBERÍA
	COTA PIEZOMÉTRICA
	NÚMERO DE LA TUBERÍA
	CLORURO DE POLIVINILO
	BOMBA
	VÁLVULA
	TANQUE DE ALMACENAMIENTO
	TUBERÍA DE IMPULSIÓN
	TEE Y TEE REDUCIDORA
	CODO A 90 GRADOS
	TAPON
	REDUCIDOR BUSHING
	CRUZ

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
NORMAS DE TUBERÍA	
ASTM D-2241	TUBERÍA PVC JUNTA CEMENTADA PARA AGUA POTABLE Y RIEGO
ASTM D-2466	ACCESORIOS PARA TUBERÍA PVC PARA AGUA POTABLE Y RIEGO
NORMAS DE DISEÑO	
NORMAS GENERALES PARA EL DISEÑO DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE A ZONAS RURALES, INFOM 1997	

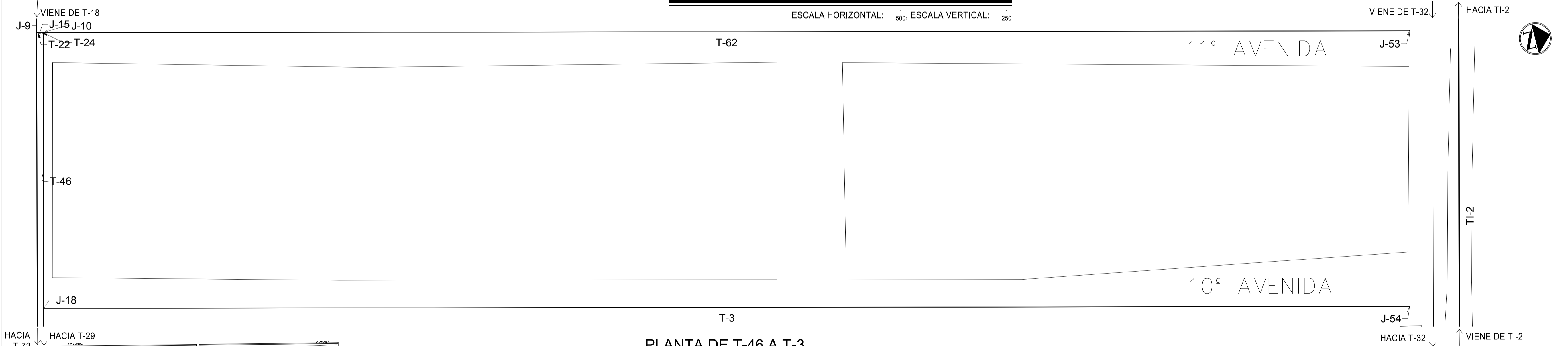
	MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR ULISES ROJAS, ZONA 3 MUNICIPIO: VILLA NUEVA DEPARTAMENTO: GUATEMALA PROYECTO DE DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE, COLONIA ULISES ROJAS, BARRIO ZONA 3	
	PROGRAMA: EPS USAC 2017 ESCALA: INDICADA FECHA: ENERO 2021	
LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO: MUNICIPALIDAD DE VILLA NUEVA DIBUJO Y CÁLCULO HIDRÁULICO: JOSÉ GABRIEL PÉREZ DIBUJO Y CÁLCULO TOPOGRÁFICO: JOSÉ GABRIEL PÉREZ SUPERVISOR: ING. SILVIO JOSÉ RODRÍGUEZ SERRANO ASESOR: MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR FIRMA:	35 45	

T-46 A T-3 (2)



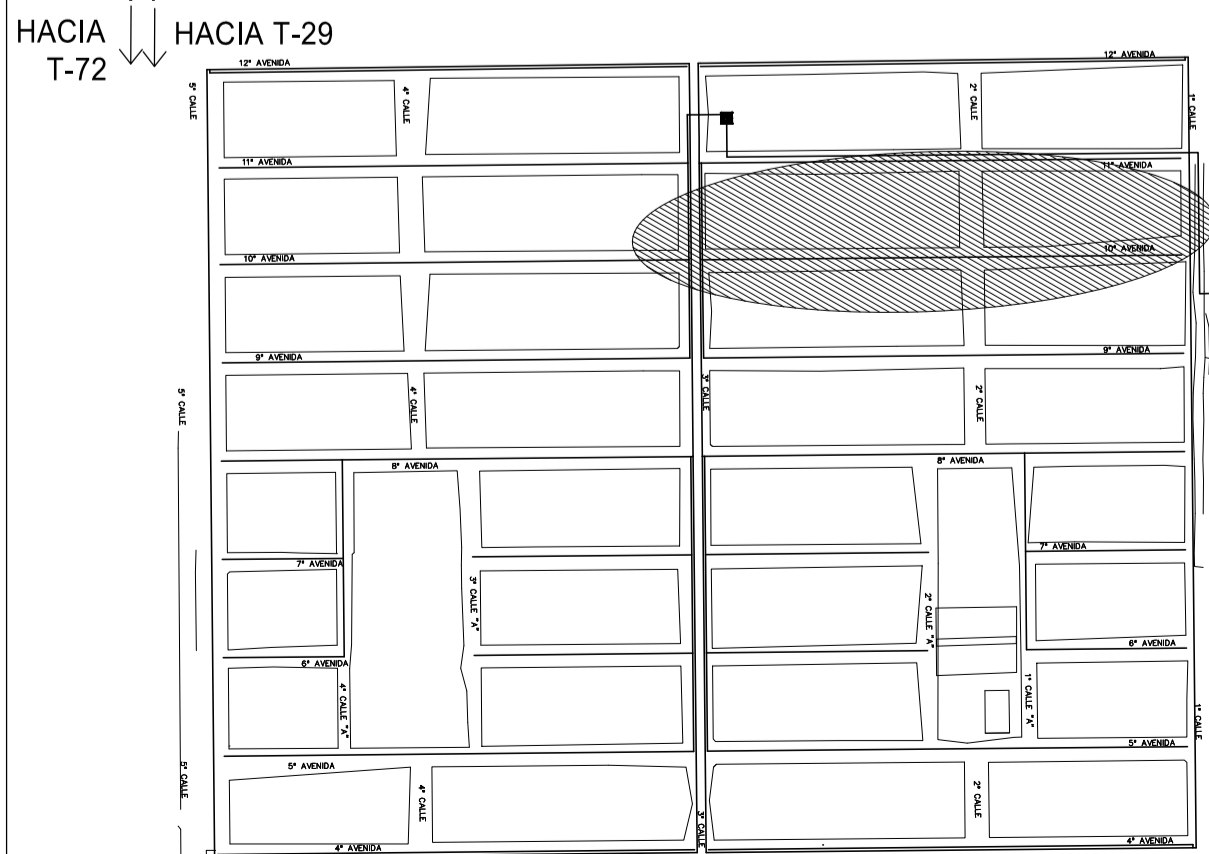
PERFIL DE T-46 A T-3

ESCALA HORIZONTAL: 1/500, ESCALA VERTICAL: 1/250



PLANTA DE T-46 A T-3

ESCALA: 1/500



PLANTA DE REFERENCIA

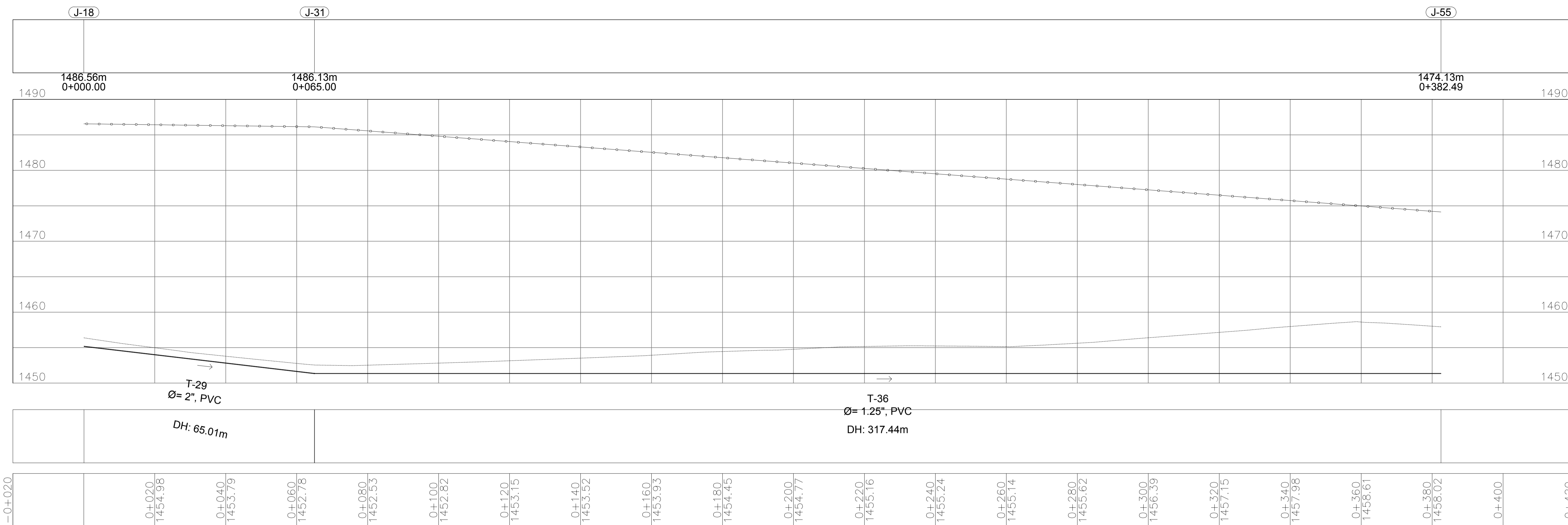
ESCALA: 1/5000

SIMBOLOGÍA	
○	UNIÓN O JUNCTION O NODO
J-1	UNIÓN O JUNCTION O NODO
—	TUBERÍA
—	RESERVORIO
—	LÍNEA PIEZOMÉTRICA
E	ELEVACIÓN
AG	ACERO GALVANIZADO
DH	DISTANCIA HORIZONTAL DE LA TUBERÍA
Ø	DIÁMETRO DE LA TUBERÍA
CP	COTA PIEZOMÉTRICA
T-1	NÚMERO DE LA TUBERÍA
PVC	CLORURO DE POLIVINILO
BOMBA	BOMBA
W	VALVULA
TANQUE	TANQUE DE ALMACENAMIENTO
TI-1	TUBERÍA DE IMPULSIÓN
TEE	TEE Y TEE REDUCIDORA
90	CODO A 90 GRADOS
TAPON	TAPON
REDUC	REDUCIDOR BUSHING
CRUZ	CRUZ

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
NORMAS DE TUBERÍA	
ASTM D-2241	TUBERÍA PVC JUNTA CEMENTADA PARA AGUA POTABLE Y RIEGO
ASTM D-2466	ACCESORIOS PARA TUBERÍA PVC PARA AGUA POTABLE Y RIEGO
NORMAS DE DISEÑO	
NORMAS GENERALES PARA EL DISEÑO DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE A ZONAS RURALES, INFOM 1997	

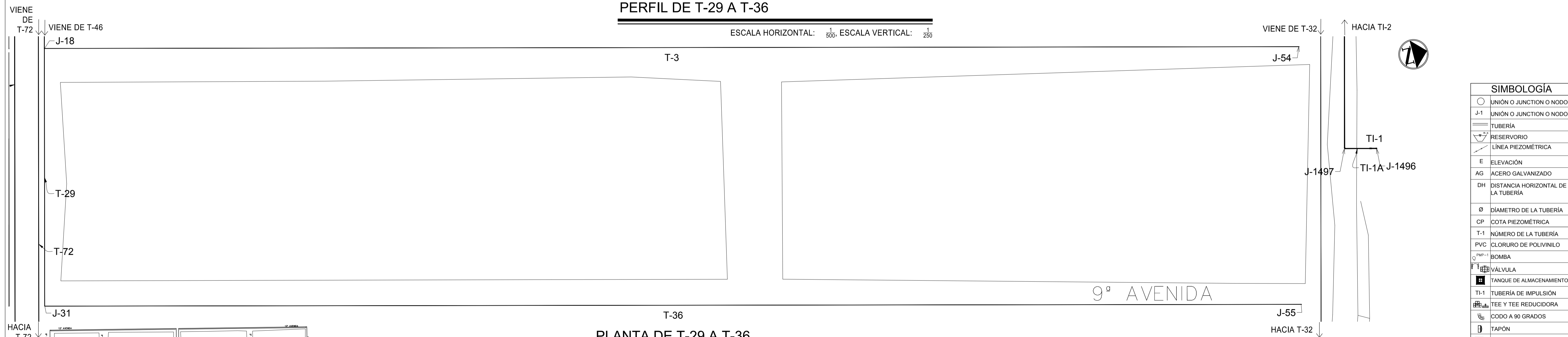
MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR ULISES ROJAS, ZONA 3 MUNICIPIO: VILLA NUEVA DEPARTAMENTO: GUATEMALA PROYECTO DE DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE, COLONIA ULISES ROJAS, BÁRCENAS, ZONA 3	
PLANO DE: PLANTA-PERFIL, RED DE DISTRIBUCIÓN, SECTOR 2, NODO J-10 AL J-54	PROGRAMA: EPS USAC 2017 ESCALA: INDICADA FECHA: ENERO 2021
LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO: MUNICIPALIDAD DE VILLA NUEVA DIBUJO Y CÁLCULO TOPOGRÁFICO: JOSÉ GABRIEL PÉREZ ASESOR: MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR	DIBUJO Y CÁLCULO HIDRÁULICO: JOSÉ GABRIEL PÉREZ SUPERVISOR: ING. SILVIO JOSÉ RODRÍGUEZ SERRANO FIRMA:
36 45	

T-29 A T-36 (2)



PERFIL DE T-29 A T-36

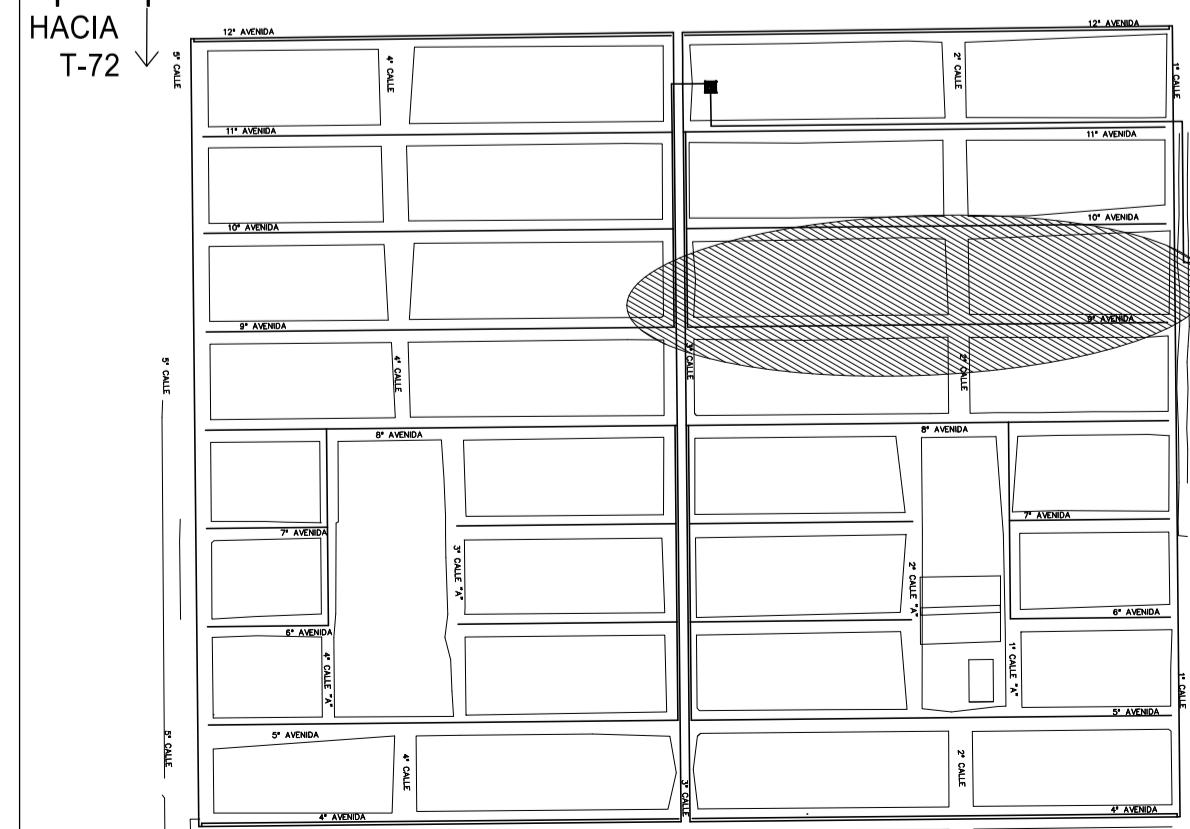
ESCALA HORIZONTAL: 1/500, ESCALA VERTICAL: 1/250



PLANTA DE T-29 A T-36

ESCALA: 1/500



SIMBOLOGÍA	
○	UNIÓN O JUNCTION O NODO
J-1	UNIÓN O JUNCTION O NODO
—	TUBERÍA
▽	RESERVORIO
—	LÍNEA PIEZOMÉTRICA
E	ELEVACIÓN
AG	ACERO GALVANIZADO
DH	DISTANCIA HORIZONTAL DE LA TUBERÍA
Ø	DIÁMETRO DE LA TUBERÍA
CP	COTA PIEZOMÉTRICA
T-1	NÚMERO DE LA TUBERÍA
PVC	CLORURO DE POLIVINILO
B	BOMBA
V	VALVULA
T	TANQUE DE ALMACENAMIENTO
TI-1	TUBERÍA DE IMPULSIÓN
TT	TEE Y TEE REDUCIDORA
90	CODO A 90 GRADOS
T	TAPON
RB	REDUCIDOR BUSHING
C	CRUZ



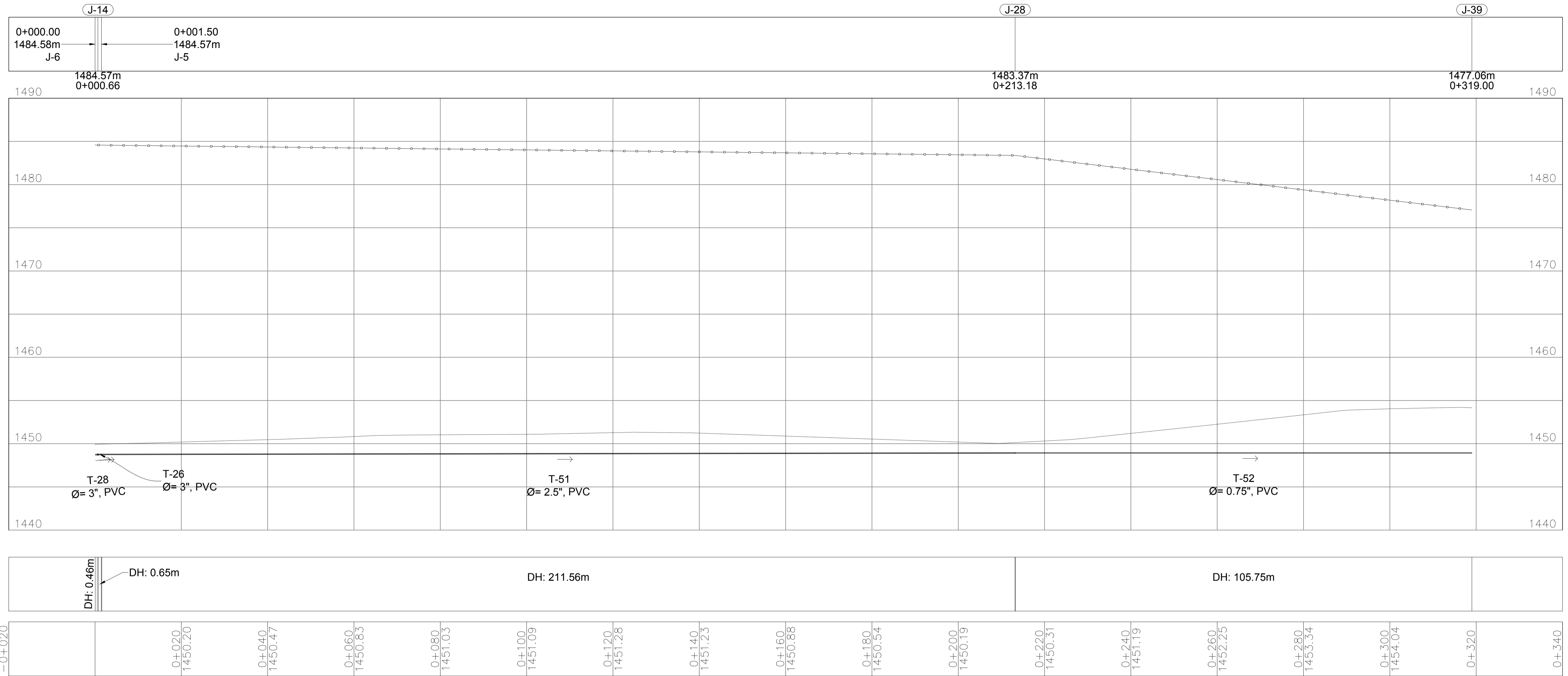
PLANTA DE REFERENCIA

ESCALA: 1/5000

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
NORMAS DE TUBERÍA	
ASTM D-2241	TUBERÍA PVC JUNTA CEMENTADA PARA AGUA POTABLE Y RIEGO
ASTM D-2466	ACCESORIOS PARA TUBERÍA PVC PARA AGUA POTABLE Y RIEGO
NORMAS DE DISEÑO	
NORMAS GENERALES PARA EL DISEÑO DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE A ZONAS RURALES, INFOM 1997	

		MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR ULISES ROJAS, ZONA 3 MUNICIPIO: VILLA NUEVA DEPARTAMENTO: GUATEMALA PROYECTO DE DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE, COLONIA ULISES ROJAS, BARCEVAS, ZONA 3			
PLANO DE: PLANTA-PERFIL, RED DE DISTRIBUCIÓN, SECTOR 2, NODO J-18 AL J-55		PROGRAMA: EPS USAC 2017 ESCALA: INDICADA FECHA: ENERO 2021		37 45	
LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO: MUNICIPALIDAD DE VILLA NUEVA		DIBUJO Y CÁLCULO HIDRÁULICO: JOSÉ GABRIEL PÉREZ		DIBUJO Y CÁLCULO TOPOGRÁFICO: JOSÉ GABRIEL PÉREZ	
ASesor: MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR		SUPERVISOR: ING. SILVIO JOSÉ RODRÍGUEZ SERRANO		FIRMA:	

T-28 A T-52 (3)



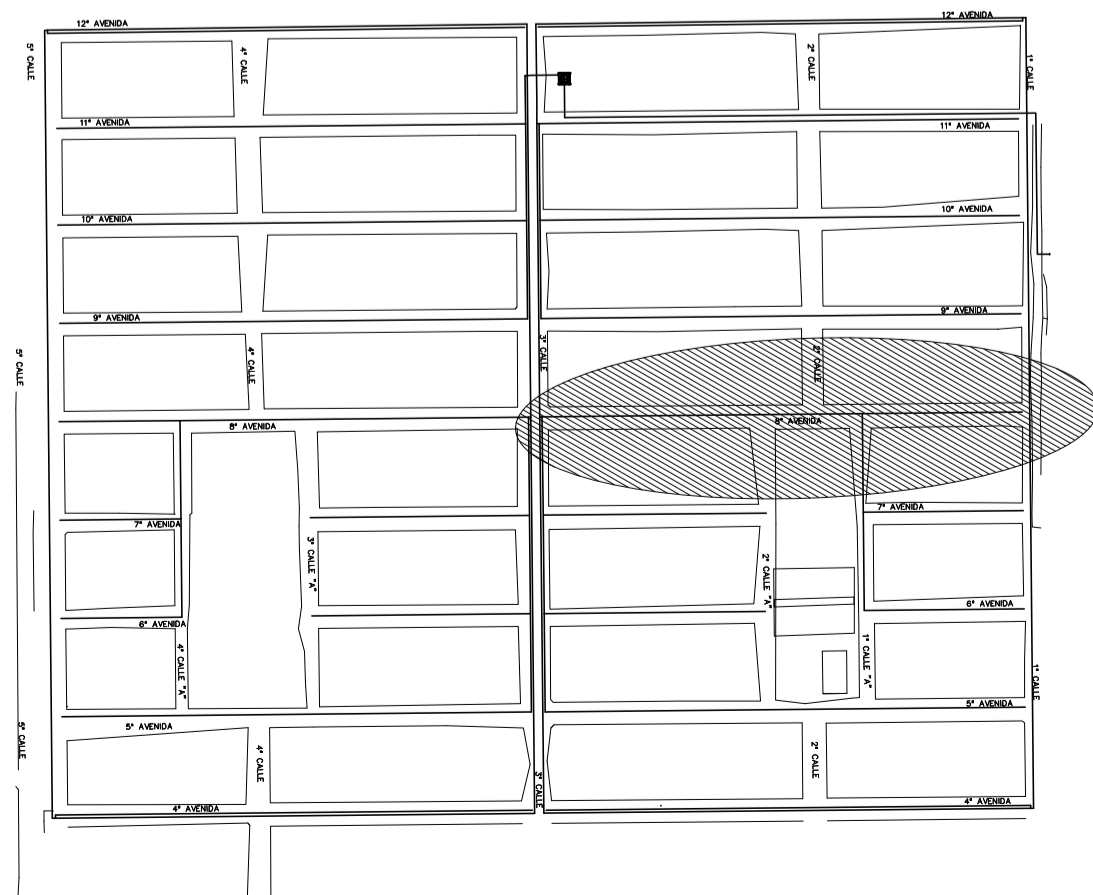
PERFIL DE T-28 A T-52

ESCALA HORIZONTAL: 500 ESCALA VERTICAL: 250



PLANTA DE T-28 A T-52

ESCALA: 1/500



PLANTA DE REFERENCIA

ESCALA: 1/5000

SIMBOLOGÍA

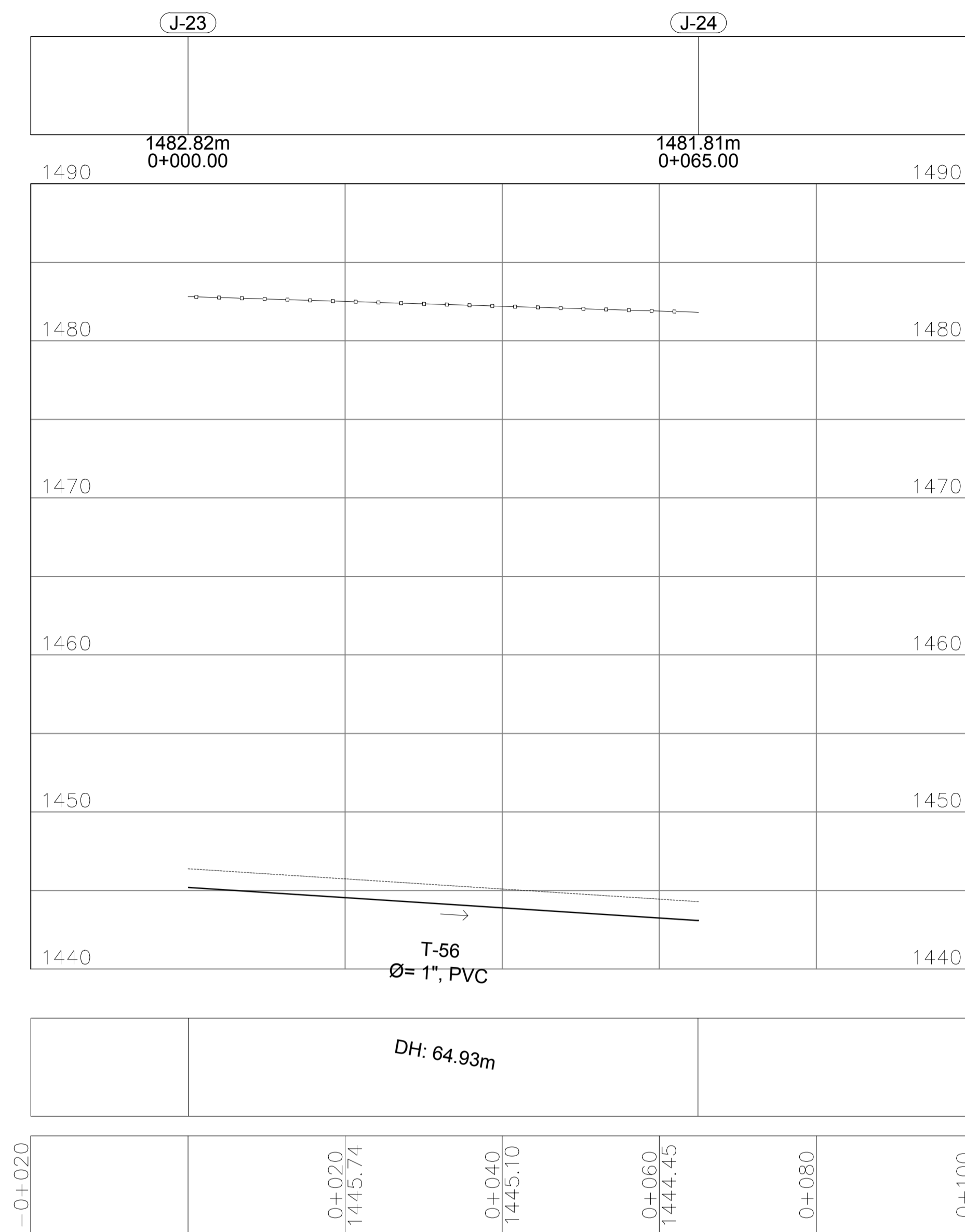
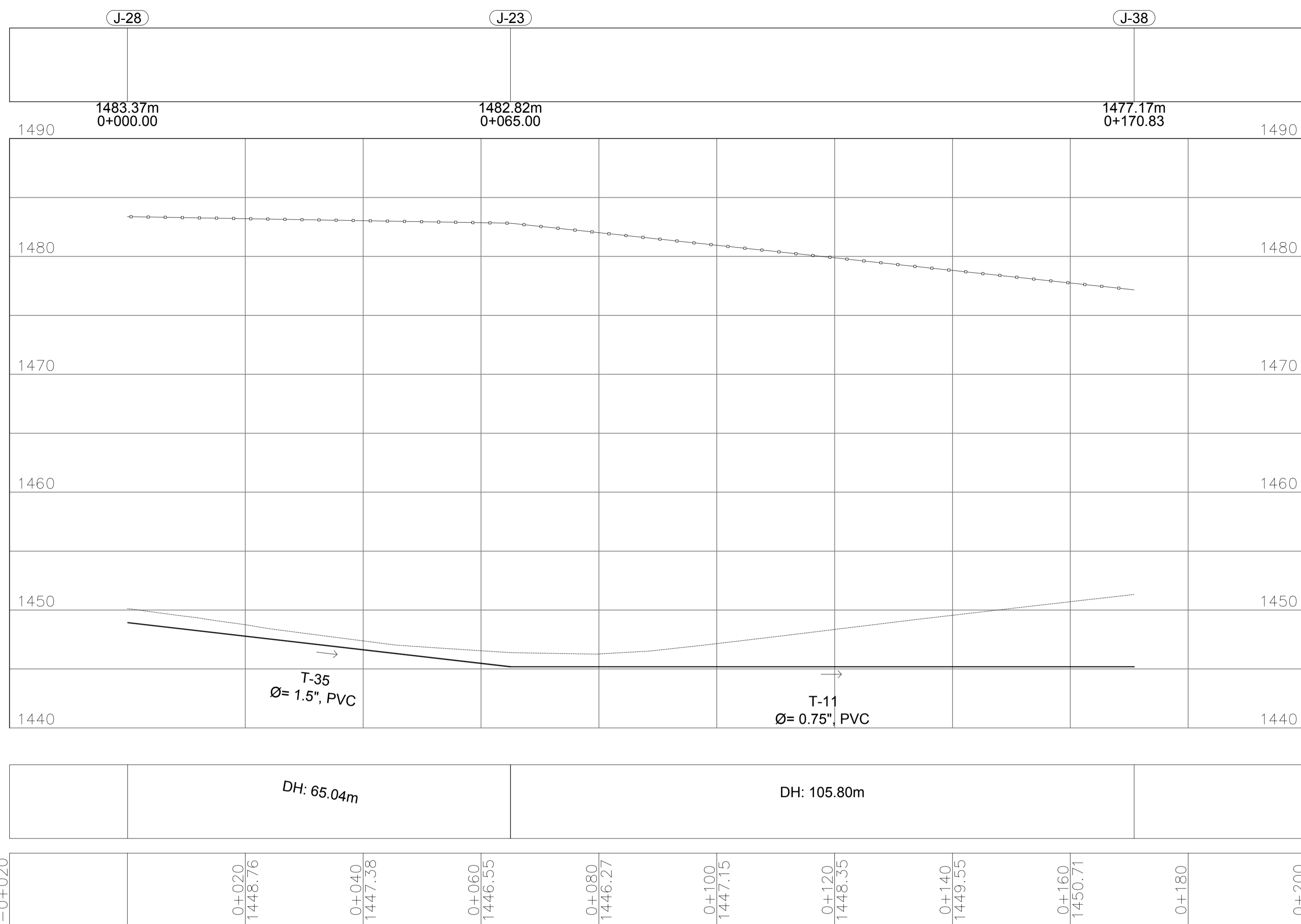
○	UNIÓN O JUNCTION O NODO
J-1	UNIÓN O JUNCTION O NODO
—	TUBERÍA
—	RESERVORIO
—	LÍNEA PIEZOMÉTRICA
E	ELEVACIÓN
AG	ACERO GALVANIZADO
DH	DISTANCIA HORIZONTAL DE LA TUBERÍA
Ø	DIÁMETRO DE LA TUBERÍA
CP	COTA PIEZOMÉTRICA
T-1	NÚMERO DE LA TUBERÍA
PVC	CLORURO DE POLIVINILO
Q	BOMBA
V	VALVULA
T	TANQUE DE ALMACENAMIENTO
TI-1	TUBERÍA DE IMPULSIÓN
T	TEE Y TEE REDUCIDORA
90	CODO A 90 GRADOS
T	TAPÓN
B	REDUCIDOR BUSHING
C	CRUZ

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
NORMAS DE TUBERÍA	
ASTM D-2241	TUBERÍA PVC JUNTA CEMENTADA PARA AGUA POTABLE Y RIEGO
ASTM D-2466	ACCESORIOS PARA TUBERÍA PVC PARA AGUA POTABLE Y RIEGO
NORMAS DE DISEÑO	
NORMAS GENERALES PARA EL DISEÑO DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE A ZONAS RURALES, INFOM 1997	

	MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR ULISES ROJAS, ZONA 3 MUNICIPIO: VILLA NUEVA DEPARTAMENTO: GUATEMALA PROYECTO DE: DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE, COLONIA ULISES ROJAS, BARCEVAS, ZONA 3		
	PLANO DE: PLANTA-PERFIL, RED DE DISTRIBUCIÓN, SECTOR 2, NODO J-6 AL J-39	PROGRAMA: EPS USAC 2017 ESCALA: INDICADA FECHA: ENERO 2021	
LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO: MUNICIPALIDAD DE VILLA NUEVA DIBUJO Y CÁLCULO TOPOGRÁFICO: JOSÉ GABRIEL PÉREZ	DIBUJO Y CÁLCULO HIDRÁULICO: JOSÉ GABRIEL PÉREZ SUPERVISOR: ING. SILVIO JOSÉ RODRÍGUEZ SERRANO	ASesor: MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR	FIRMA: _____
		38 45	

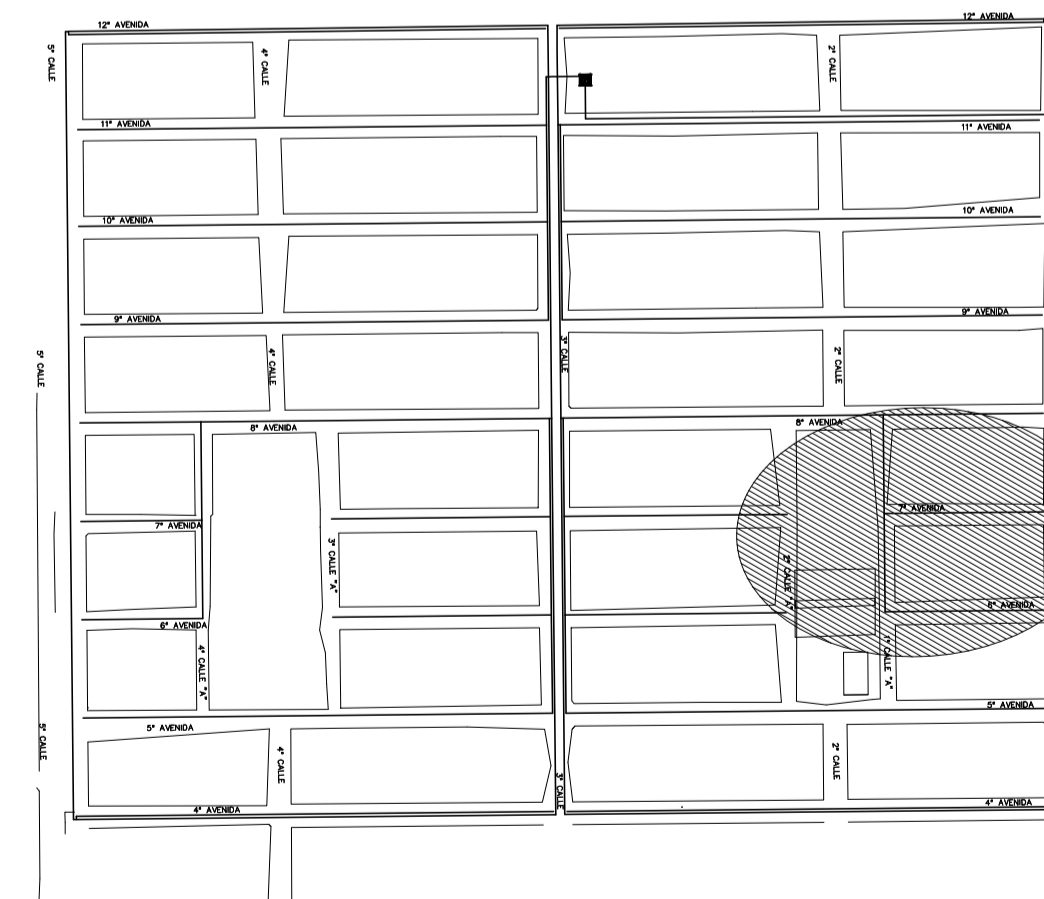
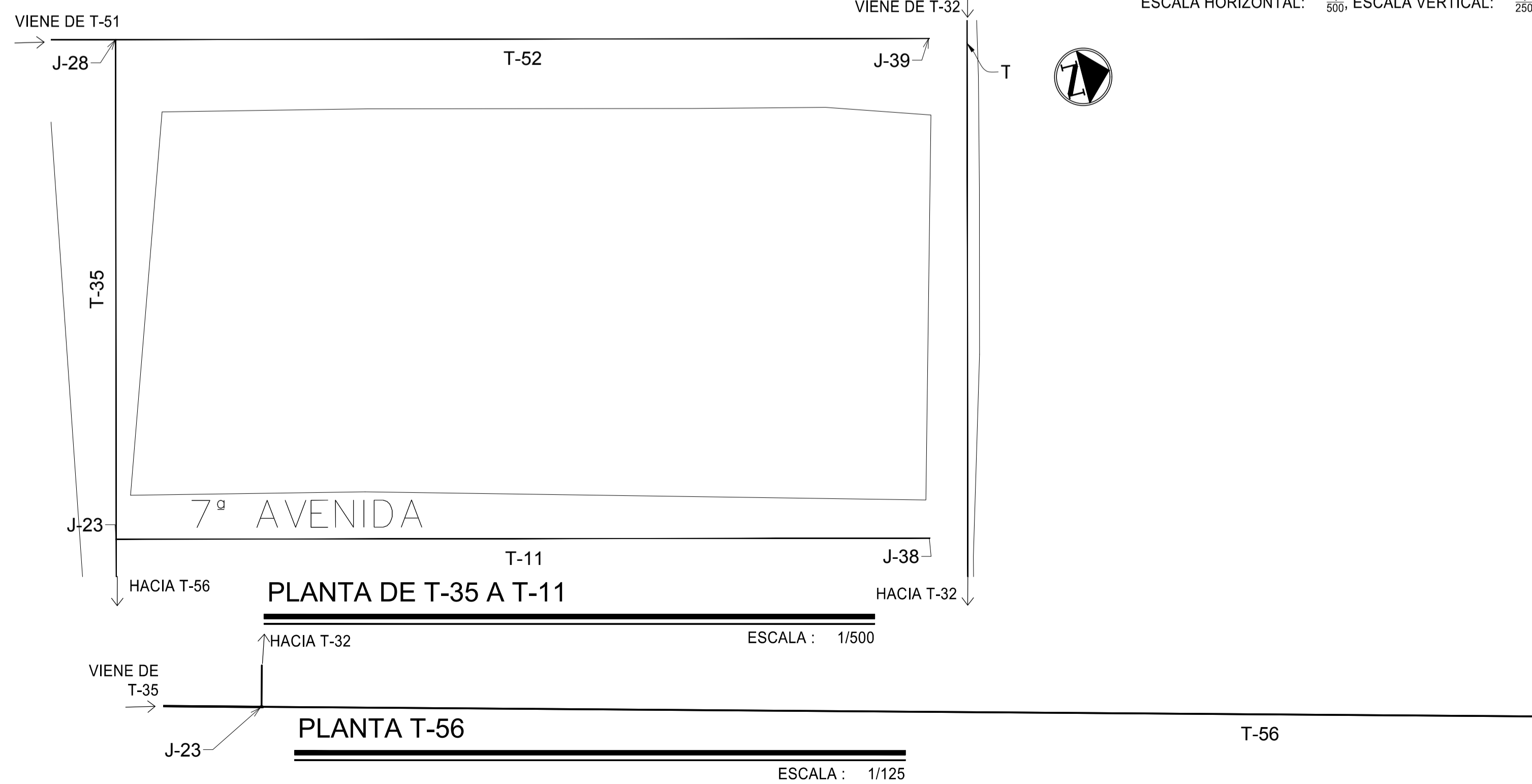
T-35 A T-11 (2)

T-56



PERFIL DE T-35 A T-11

PERFIL T-56

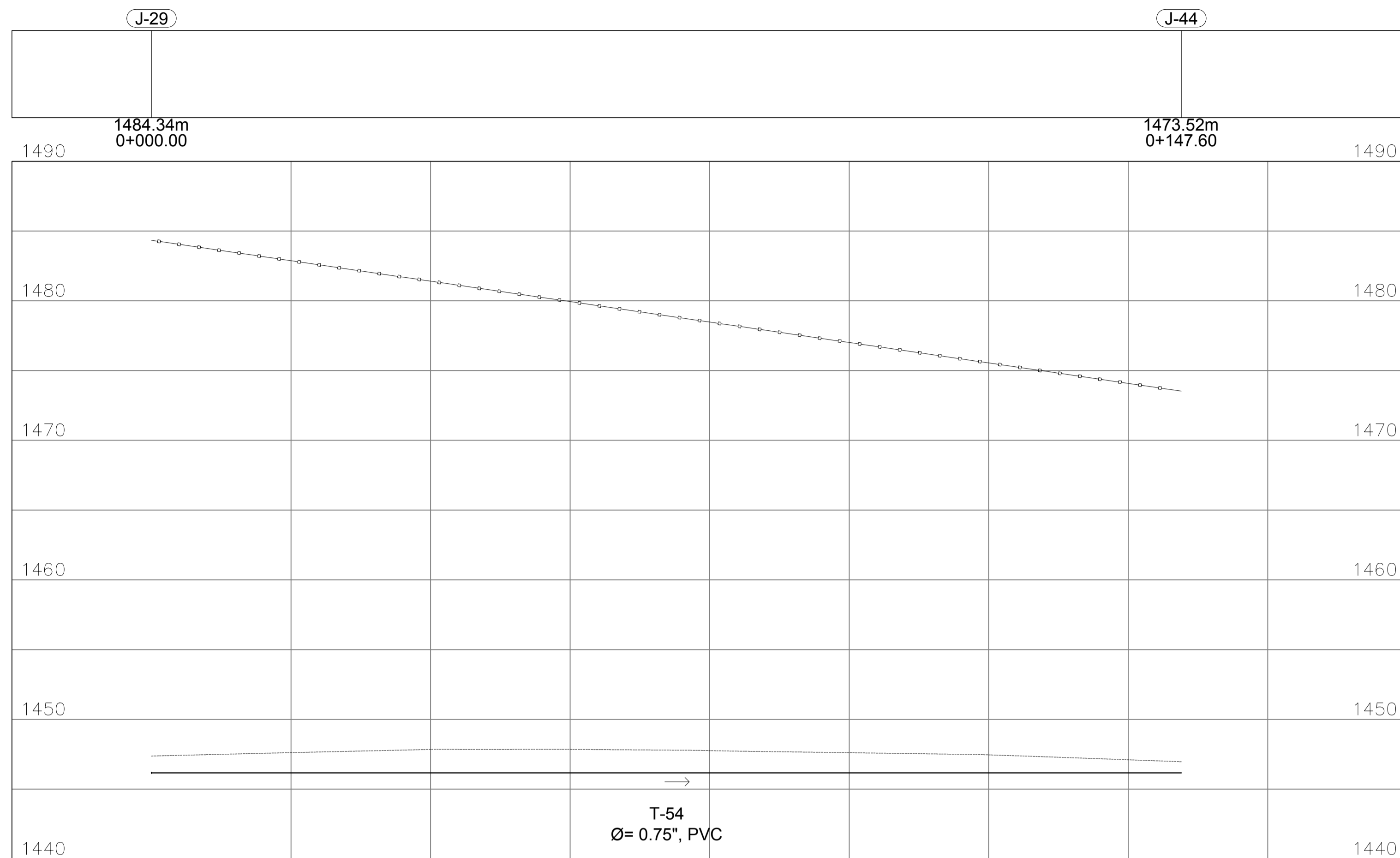


ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
NORMAS DE TUBERÍA	
ASTM D-2241	TUBERÍA PVC JUNTA CEMENTADA PARA AGUA POTABLE Y RIEGO
ASTM D-2466	ACCESORIOS PARA TUBERÍA PVC PARA AGUA POTABLE Y RIEGO
NORMAS DE DISEÑO	
NORMAS GENERALES PARA EL DISEÑO DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE A ZONAS RURALES, INFOM 1997	

SIMBOLOGÍA	
○	UNIÓN O JUNCTION O NODO
J-1	UNIÓN O JUNCTION O NODO
—	TUBERÍA
▭	RESERVORIO
—	LÍNEA PIEZOMÉTRICA
E	ELEVACIÓN
AG	ACERO GALVANIZADO
DH	DISTANCIA HORIZONTAL DE LA TUBERÍA
Ø	DIÁMETRO DE LA TUBERÍA
CP	COTA PIEZOMÉTRICA
T-1	NÚMERO DE LA TUBERÍA
PVC	CLORURO DE POLIVINILO
BOMBA	BOMBA
VÁLVULA	VÁLVULA
TANQUE DE ALMACENAMIENTO	TANQUE DE ALMACENAMIENTO
TI-1	TUBERÍA DE IMPULSIÓN
TEE Y TEE REDUCIDORA	TEE Y TEE REDUCIDORA
CODO A 90 GRADOS	CODO A 90 GRADOS
TAPÓN	TAPÓN
REDUCIDOR BUSHING	REDUCIDOR BUSHING
CRUZ	CRUZ

MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR ULISES ROJAS, ZONA 3 MUNICIPIO: VILLA NUEVA DEPARTAMENTO: GUATEMALA PROYECTO DE DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE, COLONIA ULISES ROJAS, BARRIO LAS ZONAS 3	
PLANO DE: PLANTA-PERFIL, RED DE DISTRIBUCIÓN, SECTOR 2, NODO J-28 AL J-38 Y DEL J-23 AL J-24	PROGRAMA: EPS USAC 2017 ESCALA: INDICADA FECHA: ENERO 2021
LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO: MUNICIPALIDAD DE VILLA NUEVA DIBUJO Y CÁLCULO TOPOGRÁFICO: JOSÉ GABRIEL PÉREZ ASESOR: MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR	DIBUJO Y CÁLCULO HIDRÁULICO: JOSÉ GABRIEL PÉREZ SUPERVISOR: ING. SILVIO JOSÉ RODRÍGUEZ SERRANO FIRMA:
39 45	

T-54

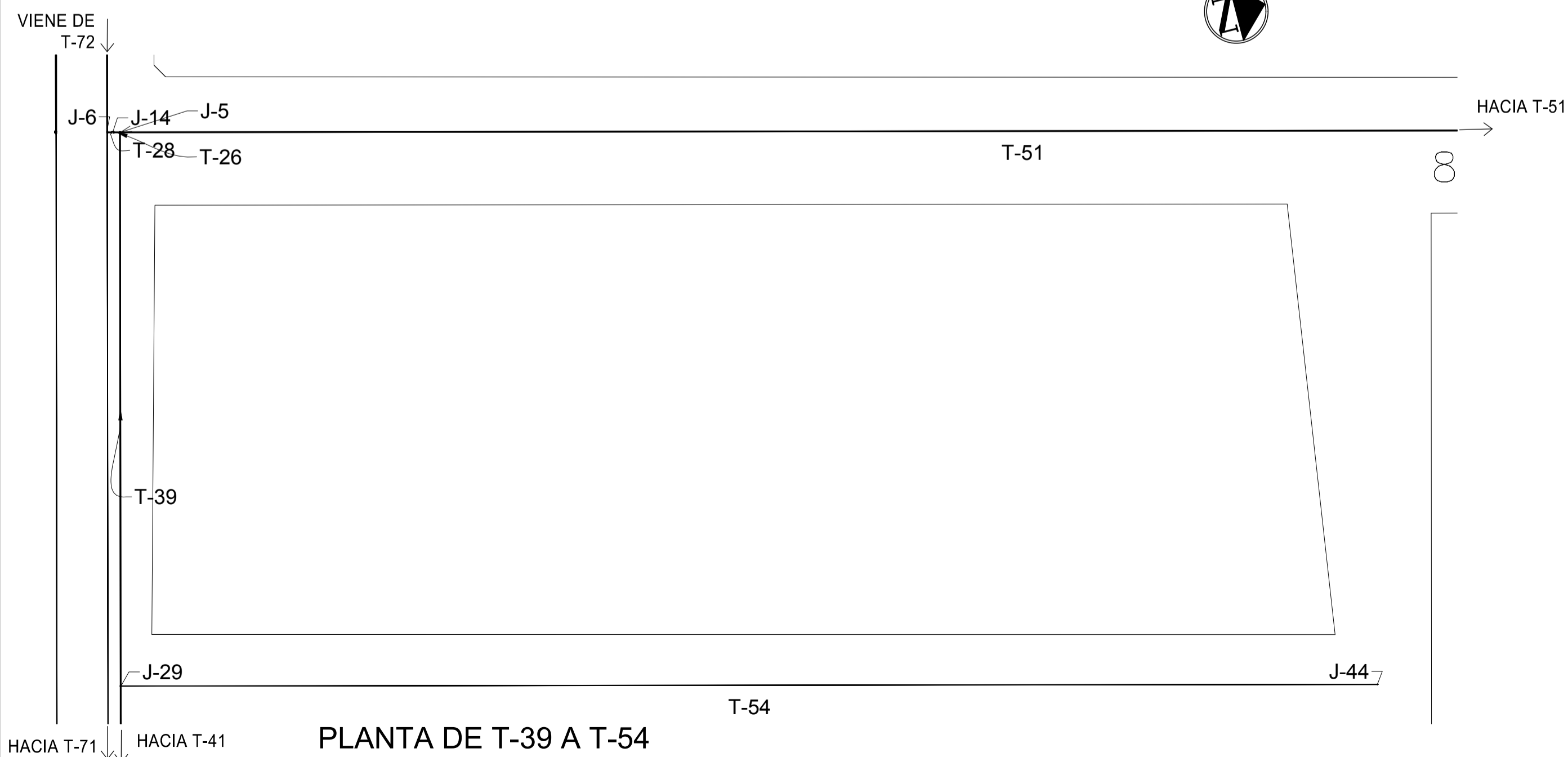


DH: 147.55m

-0+020	0+020	0+040	0+060	0+080	0+100	0+120	0+140	0+160	0+180
	1482.87	1481.41	1479.94	1478.48	1477.01	1475.55	1474.08		

PERFIL T-54

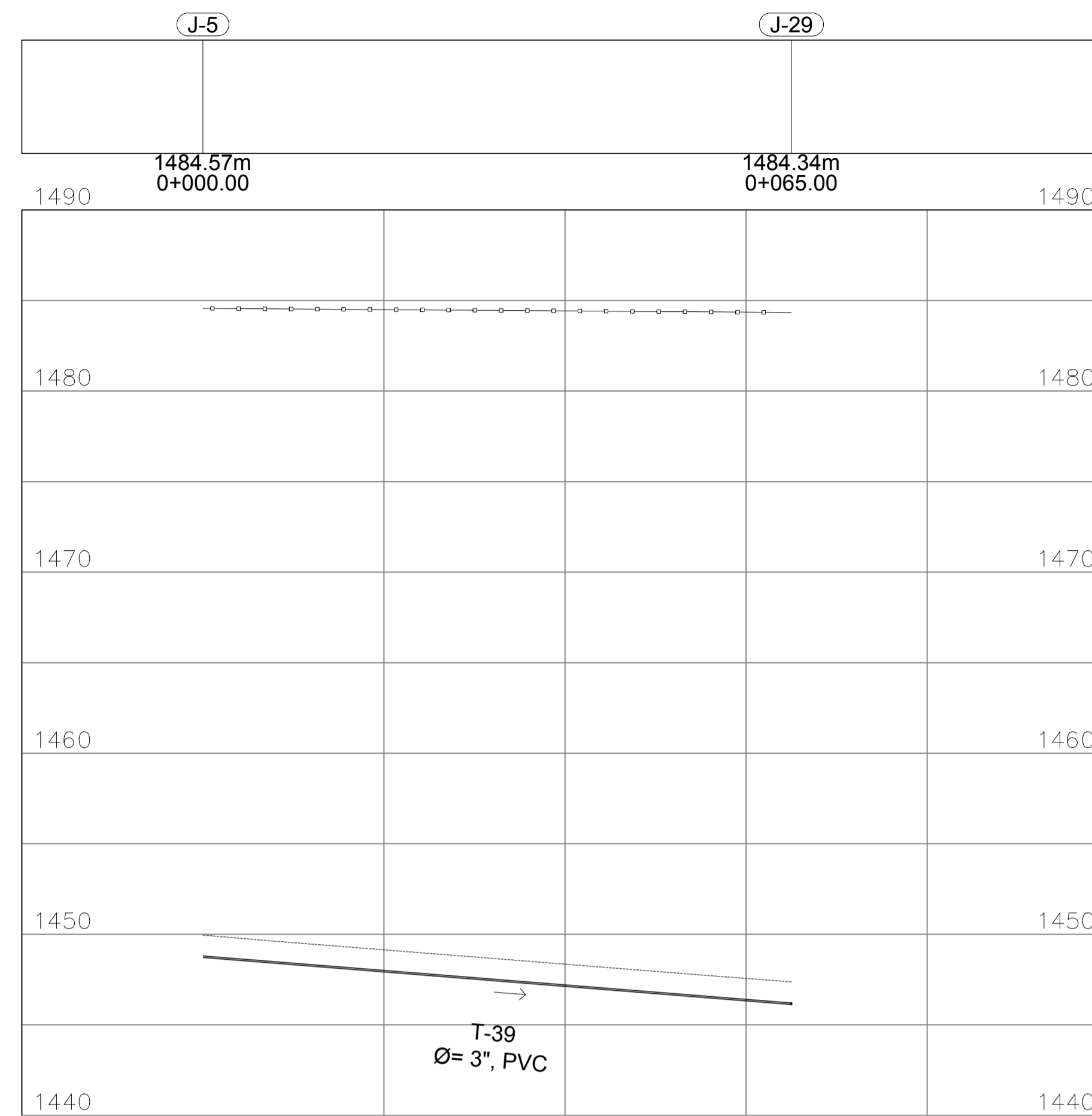
ESCALA HORIZONTAL: 1/500, ESCALA VERTICAL: 1/250



PLANTA DE T-39 A T-54

ESCALA : 1/500

T-39

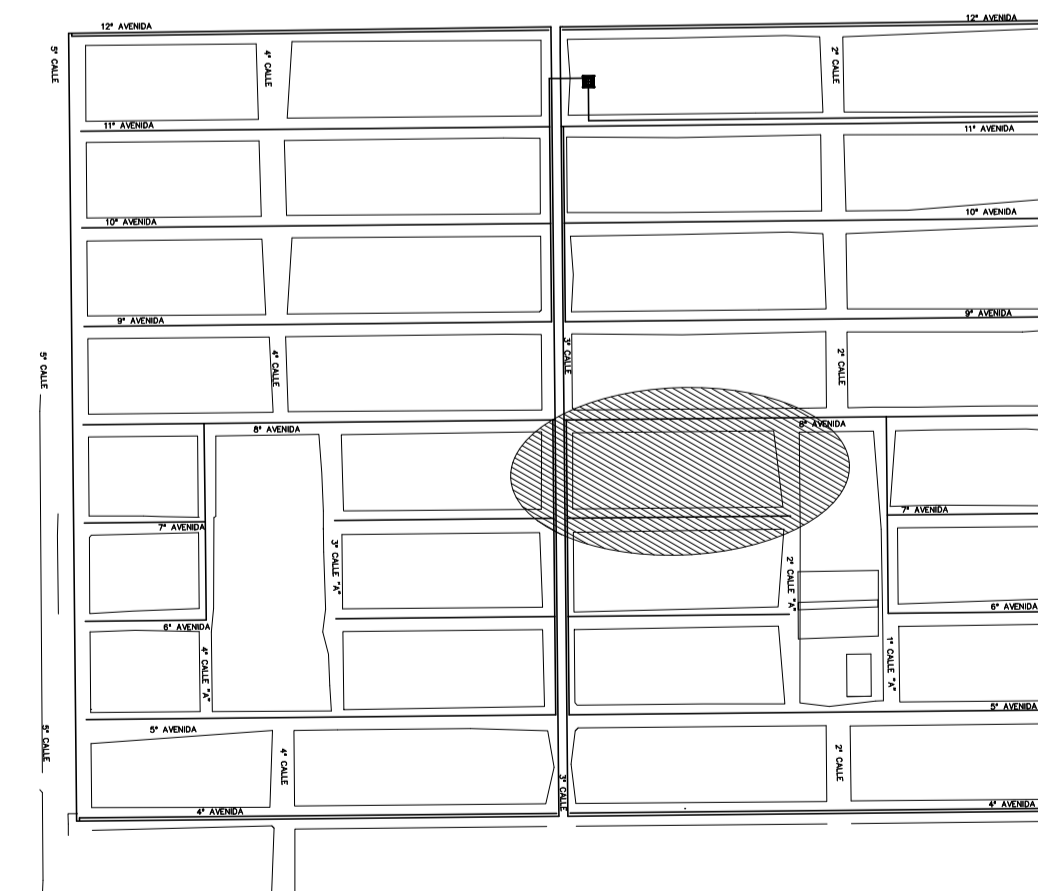


DH: 64.98m

-0+020	0+020	0+040	0+060	0+080	0+100
	1449.14	1448.35	1447.56		

PERFIL T-39

ESCALA HORIZONTAL: 1/500, ESCALA VERTICAL: 1/250



PLANTA DE REFERENCIA



ESCALA : 1/5000

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

NORMAS DE TUBERÍA	
ASTM D-2241	TUBERÍA PVC JUNTA CEMENTADA PARA AGUA POTABLE Y RIEGO
ASTM D-2466	ACCESORIOS PARA TUBERÍA PVC PARA AGUA POTABLE Y RIEGO
NORMAS DE DISEÑO	
NORMAS GENERALES PARA EL DISEÑO DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE A ZONAS RURALES, INFOM 1997	

SIMBOLOGÍA

○	UNIÓN O JUNCTION O NODO
J-1	UNIÓN O JUNCTION O NODO
—	TUBERÍA
⊂	RESERVORIO
—	LÍNEA PIEZOMÉTRICA
E	ELEVACIÓN
AG	ACERO GALVANIZADO
DH	DISTANCIA HORIZONTAL DE LA TUBERÍA
Ø	DIÁMETRO DE LA TUBERÍA
CP	COTA PIEZOMÉTRICA
T-1	NÚMERO DE LA TUBERÍA
PVC	CLORURO DE POLIVINILO
⊂	BOMBA
⊂	VÁLVULA
⊂	TANQUE DE ALMACENAMIENTO
⊂	TUBERÍA DE IMPULSIÓN
⊂	TEE Y TEE REDUCIDORA
⊂	CODO A 90 GRADOS
⊂	TAPON
⊂	REDUCIDOR BUSHING
⊂	CRUZ

 MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR		
ULISES ROJAS, ZONA 3 MUNICIPIO: VILLA NUEVA DEPARTAMENTO: GUATEMALA		
PROYECTO DE: DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE, COLONIA ULISES ROJAS, BARCEVAS, ZONA 3		

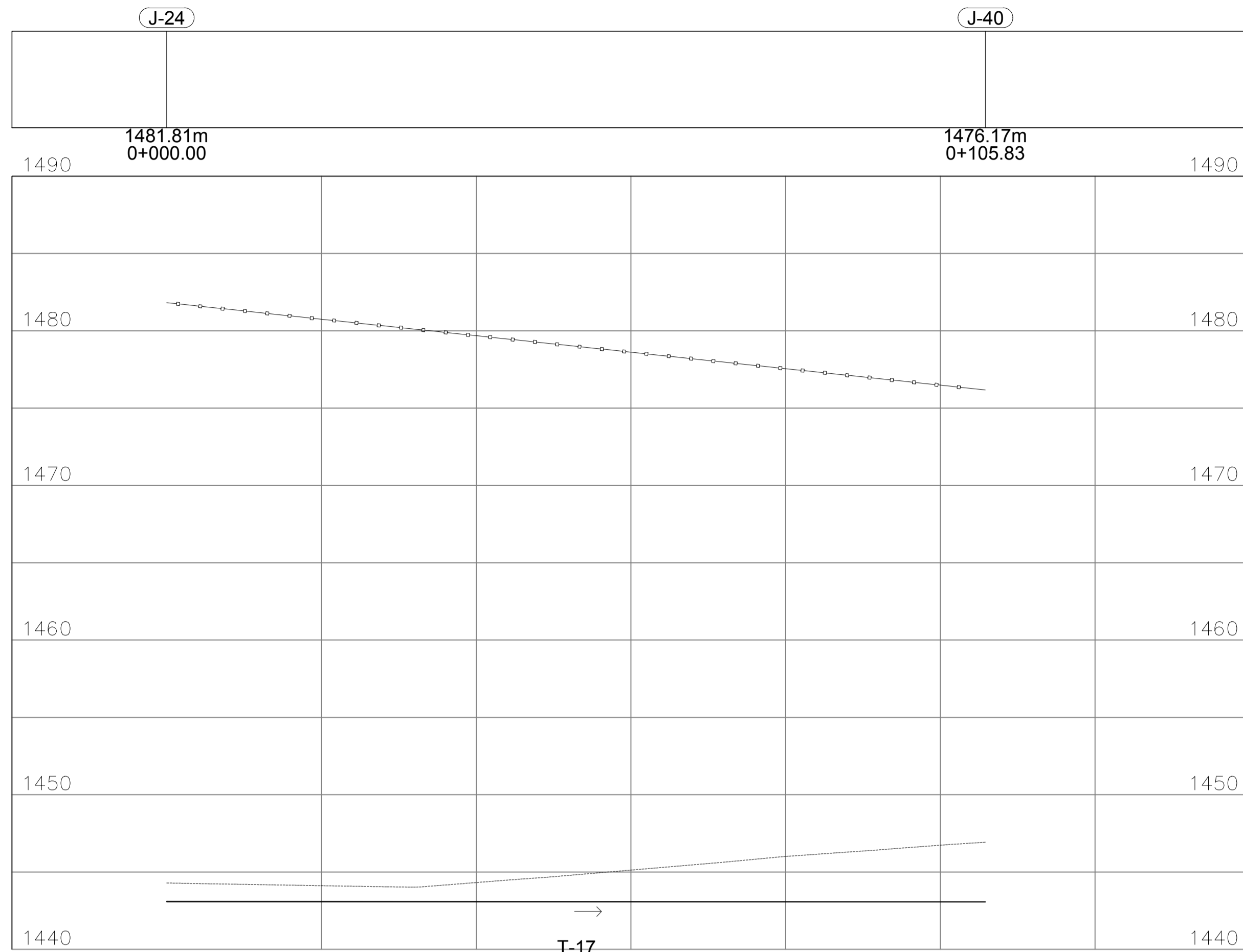
PLANO DE:
PLANTA-PERFIL, RED DE DISTRIBUCIÓN, SECTOR 2, NODO J-5 AL J-29 Y DEL J-29 AL J-44

LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO: MUNICIPALIDAD DE VILLA NUEVA	DIBUJO Y CÁLCULO HIDRÁULICO: JOSÉ GABRIEL PÉREZ
DIBUJO Y CÁLCULO TOPOGRÁFICO: JOSÉ GABRIEL PÉREZ	SUPERVISOR: ING. SILVIO JOSÉ RODRÍGUEZ SERRANO
ASESOR: MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR	FIRMA:

PROGRAMA:
 EPS USAC 2017
 ESCALA:
 INDICADA
 FECHA: ENERO 2021

40
45

T-17



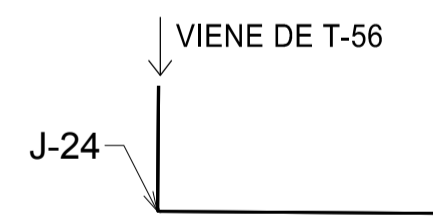
T-17
Ø= 0.75", PVC

DH: 105.76m

-0+020	0+020 1444.12	0+040 1444.32	0+060 1445.12	0+080 1446.01	0+100 1446.73	0+120	0+140
--------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	-------	-------

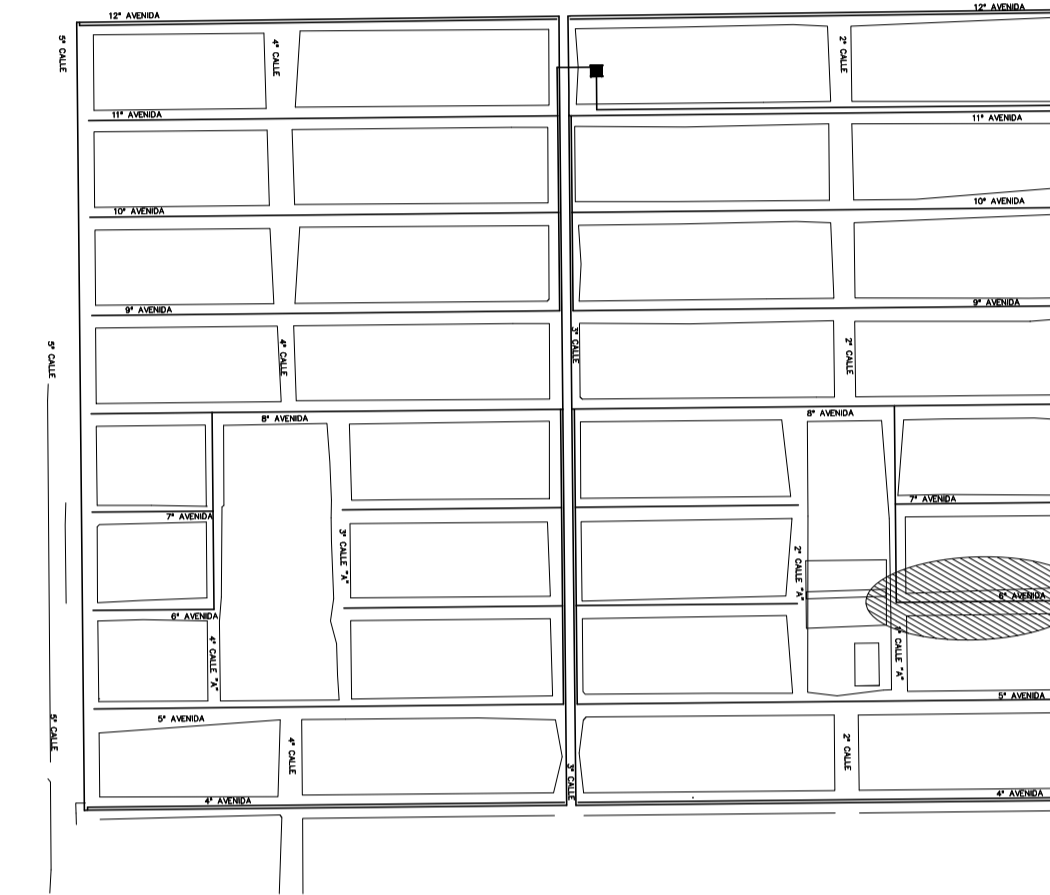
PERFIL T-17

ESCALA HORIZONTAL: 1/500, ESCALA VERTICAL: 1/250



PLANTA T-17

ESCALA: 1/175



PLANTA DE REFERENCIA

ESCALA: 1/5000



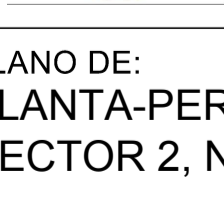

U A V L I N I D A

T-17

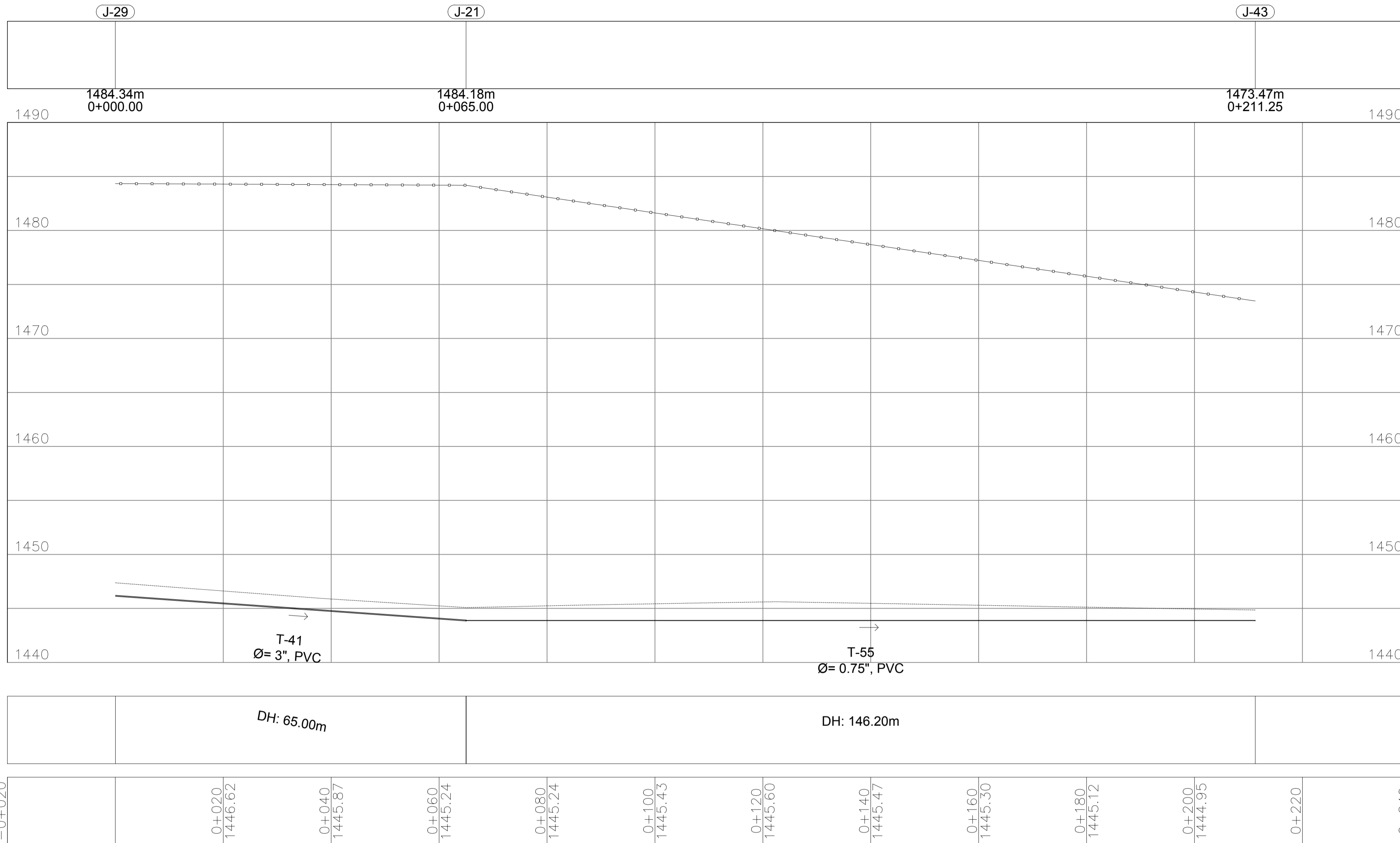
J-40

SIMBOLOGÍA	
○	UNIÓN O JUNCTION O NODO
J-1	UNIÓN O JUNCTION O NODO
—	TUBERÍA
⊃	RESERVORIO
—	LÍNEA PIEZOMÉTRICA
E	ELEVACIÓN
AG	ACERO GALVANIZADO
DH	DISTANCIA HORIZONTAL DE LA TUBERÍA
Ø	DIÁMETRO DE LA TUBERÍA
CP	COTA PIEZOMÉTRICA
T-1	NÚMERO DE LA TUBERÍA
PVC	CLORURO DE POLIVINILO
⊃	BOMBA
⊃	VALVULA
⊃	TANQUE DE ALMACENAMIENTO
TI-1	TUBERÍA DE IMPULSIÓN
⊃	TEE Y TEE REDUCIDORA
⊃	CODO A 90 GRADOS
⊃	TAPÓN
⊃	REDUCIDOR BUSHING
⊃	CRUZ

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
NORMAS DE TUBERÍA	
ASTM D-2241	TUBERÍA PVC JUNTA CEMENTADA PARA AGUA POTABLE Y RIEGO
ASTM D-2466	ACCESORIOS PARA TUBERÍA PVC PARA AGUA POTABLE Y RIEGO
NORMAS DE DISEÑO	
NORMAS GENERALES PARA EL DISEÑO DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE A ZONAS RURALES, INFOM 1997	

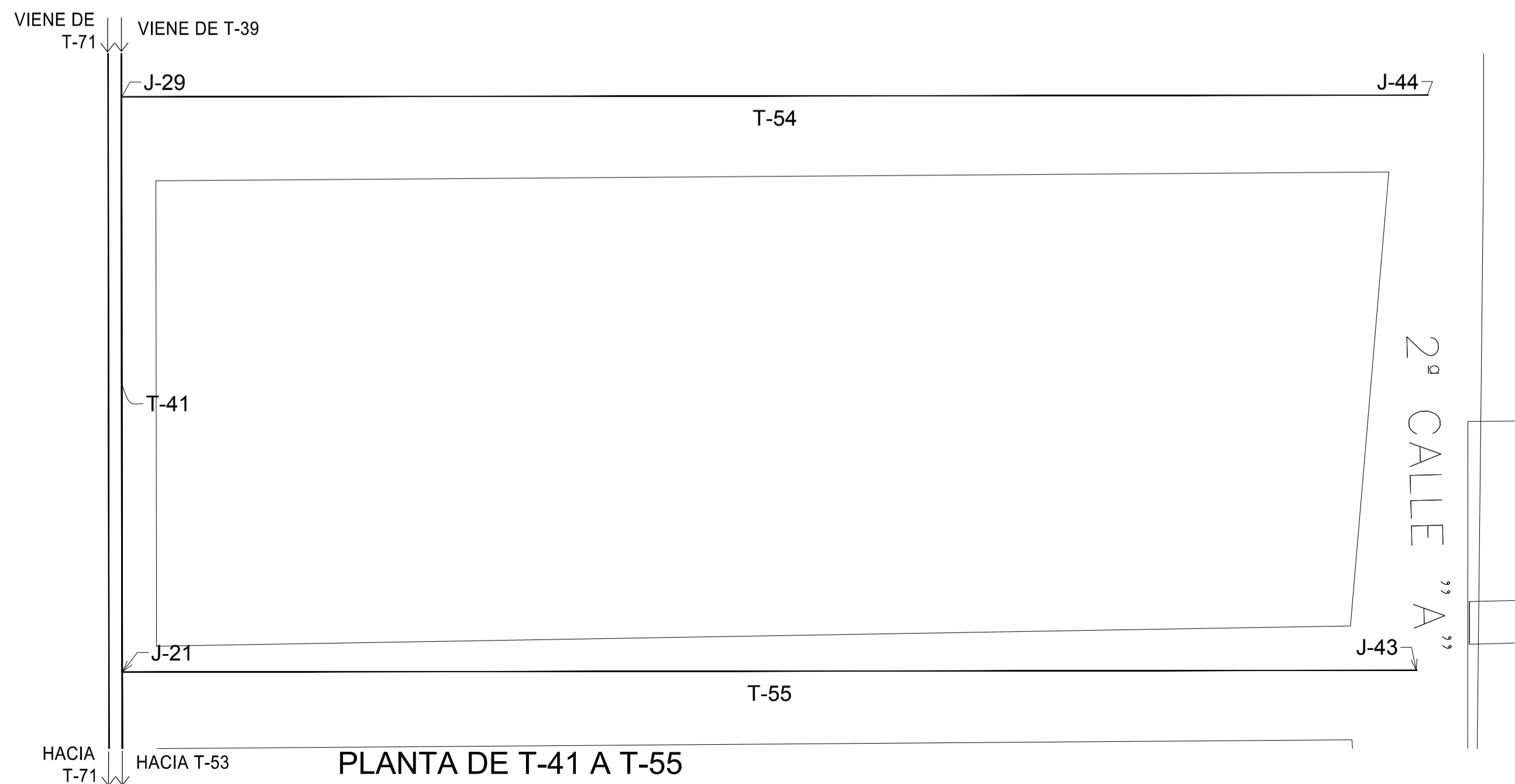
		MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR			
		ULISES ROJAS, ZONA 3			
MUNICIPIO: VILLA NUEVA DEPARTAMENTO: GUATEMALA		MUNICIPIO: VILLA NUEVA DEPARTAMENTO: GUATEMALA		MUNICIPIO: VILLA NUEVA DEPARTAMENTO: GUATEMALA	
PROYECTO DE DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE, COLONIA ULISES ROJAS, BARCEVAS, ZONA 3					
PLANO DE: PLANTA-PERFIL, RED DE DISTRIBUCIÓN, SECTOR 2, NODO J-24 AL J-40			PROGRAMA: EPS USAC 2017 ESCALA: INDICADA FECHA: ENERO 2021		
LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO: MUNICIPALIDAD DE VILLA NUEVA		DIBUJO Y CÁLCULO HIDRÁULICO: JOSÉ GABRIEL PÉREZ		41 45	
DIBUJO Y CÁLCULO TOPOGRÁFICO: JOSÉ GABRIEL PÉREZ		SUPERVISOR: ING. SILVIO JOSÉ RODRÍGUEZ SERRANO			
ASESOR: MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR		FIRMA:			

T-41 A T-55 (2)



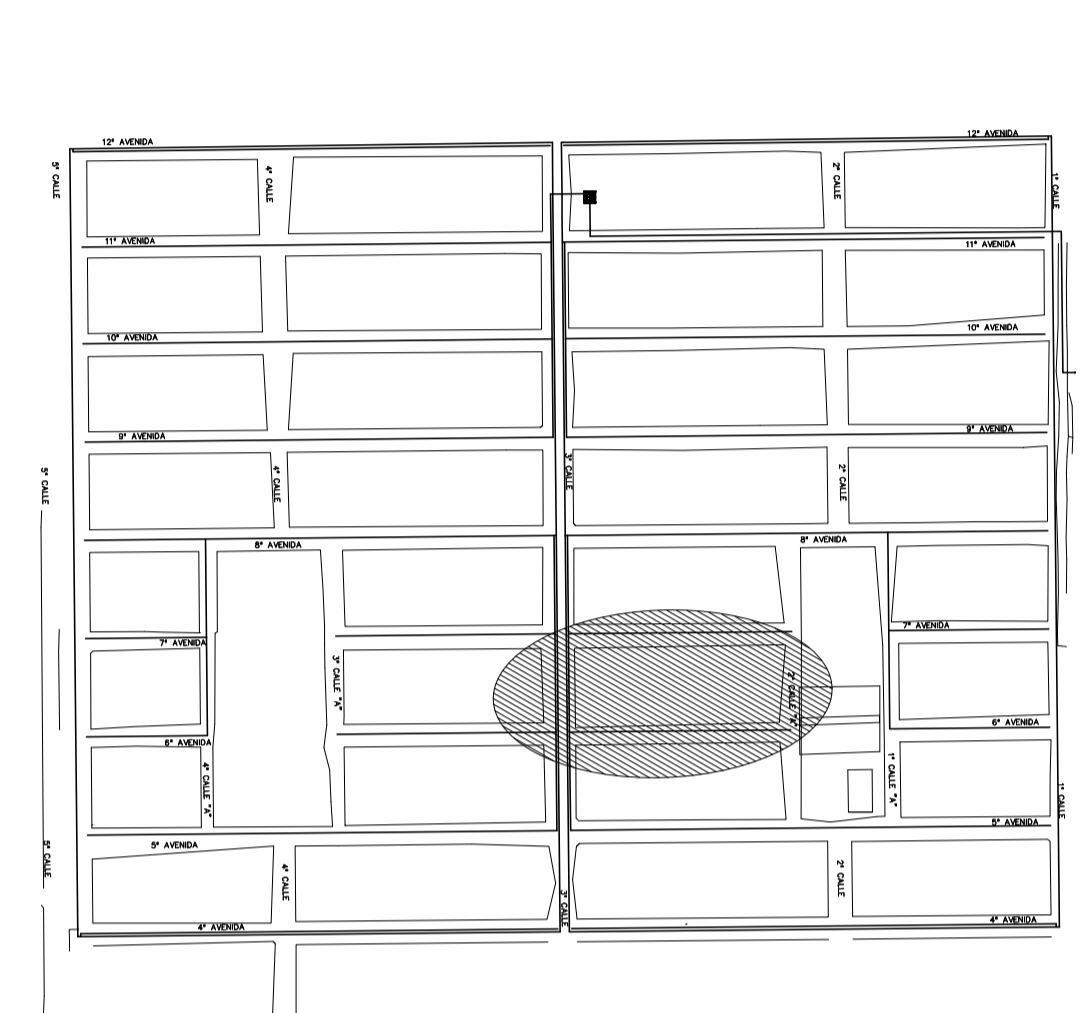
PERFIL T-41 A T-55

ESCALA HORIZONTAL: 1/500, ESCALA VERTICAL: 1/250



PLANTA DE T-41 A T-55

ESCALA: 1/500



PLANTA DE REFERENCIA

ESCALA: 1/5000

SIMBOLOGÍA

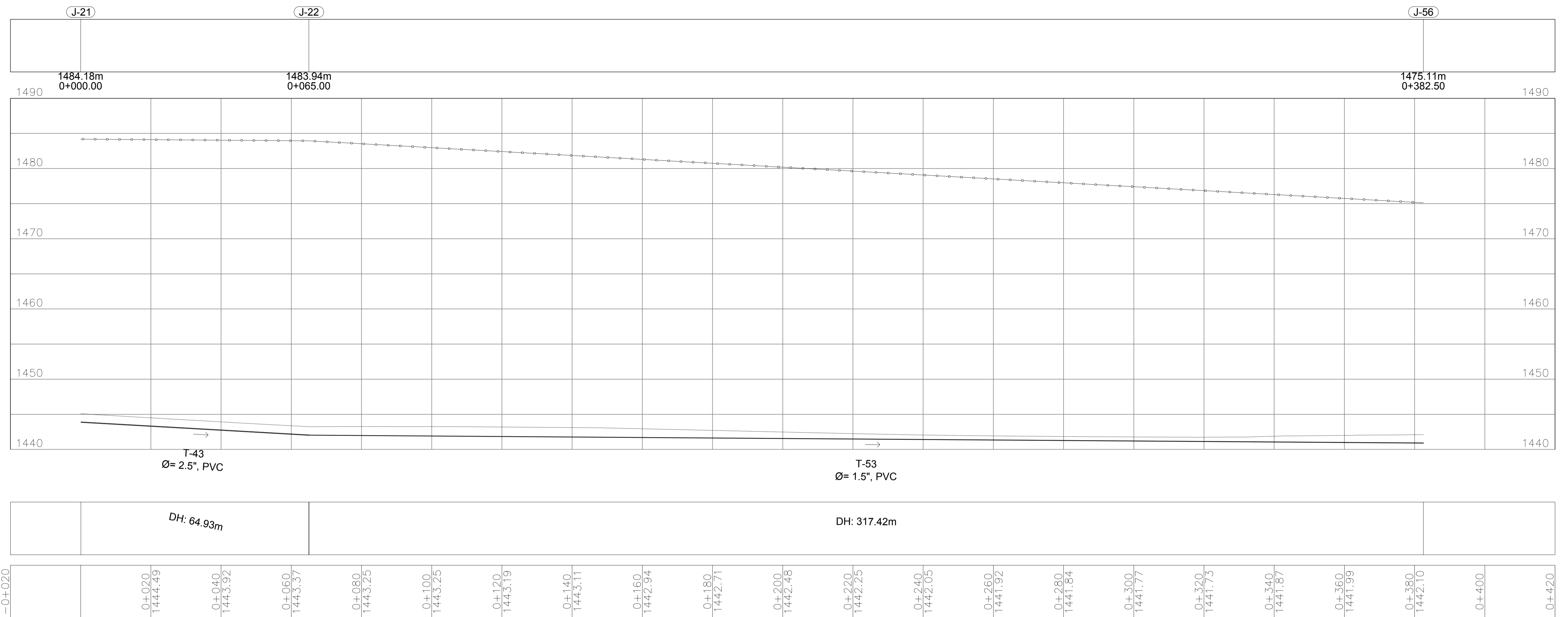
○	UNIÓN O JUNCTION O NODO
J-1	UNIÓN O JUNCTION O NODO
—	TUBERÍA
⊡	RESERVORIO
—	LÍNEA PIEZOMÉTRICA
E	ELEVACIÓN
AG	ACERO GALVANIZADO
DH	DISTANCIA HORIZONTAL DE LA TUBERÍA
Ø	DIÁMETRO DE LA TUBERÍA
CP	COTA PIEZOMÉTRICA
T-1	NÚMERO DE LA TUBERÍA
PVC	CLORURO DE POLIVINILO
⊡	BOMBA
⊡	VÁLVULA
⊡	TANQUE DE ALMACENAMIENTO
TI-1	TUBERÍA DE IMPULSIÓN
⊡	TEE Y TEE REDUCIDORA
⊡	CODO A 90 GRADOS
⊡	TAPÓN
⊡	REDUCIDOR BUSHING
⊡	CRUZ

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

NORMAS DE TUBERÍA	
ASTM D-2241	TUBERÍA PVC JUNTA CEMENTADA PARA AGUA POTABLE Y RIEGO
ASTM D-2466	ACCESORIOS PARA TUBERÍA PVC PARA AGUA POTABLE Y RIEGO
NORMAS DE DISEÑO	
NORMAS GENERALES PARA EL DISEÑO DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE A ZONAS RURALES, INFOM 1997	

	MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR	
	ULISES ROJAS, ZONA 3 MUNICIPIO: VILLA NUEVA DEPARTAMENTO: GUATEMALA PROYECTO DE: DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE, COLONIA ULISES ROJAS, BARCEVAS, ZONA 3	
PLANO DE: PLANTA-PERFIL, RED DE DISTRIBUCIÓN, SECTOR 2, NODO J-29 AL J-43	PROGRAMA: EPS USAC 2017 ESCALA: INDICADA FECHA: ENERO 2021	42 45
LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO: MUNICIPALIDAD DE VILLA NUEVA DIBUJO Y CÁLCULO TOPOGRÁFICO: JOSÉ GABRIEL PÉREZ ASESOR: MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR	DIBUJO Y CÁLCULO HIDRÁULICO: JOSÉ GABRIEL PÉREZ SUPERVISOR: ING. SILVIO JOSÉ RODRÍGUEZ SERRANO FIRMA:	

T-43 A T-53 (3)

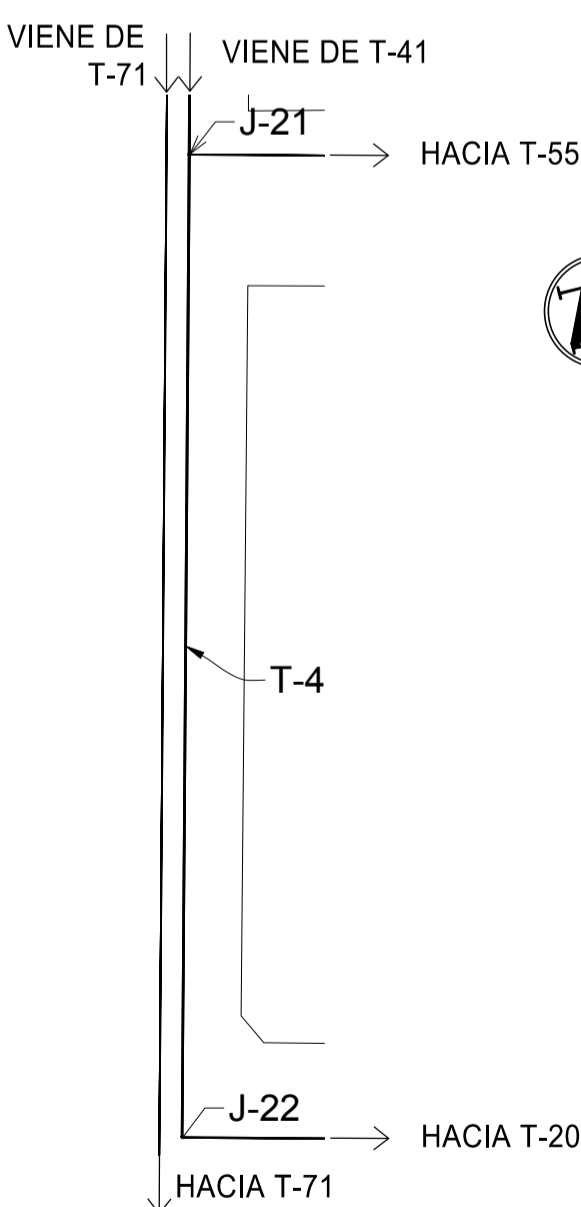


PERFIL T-43 A T-53

ESCALA HORIZONTAL: 1/500, ESCALA VERTICAL: 1/250

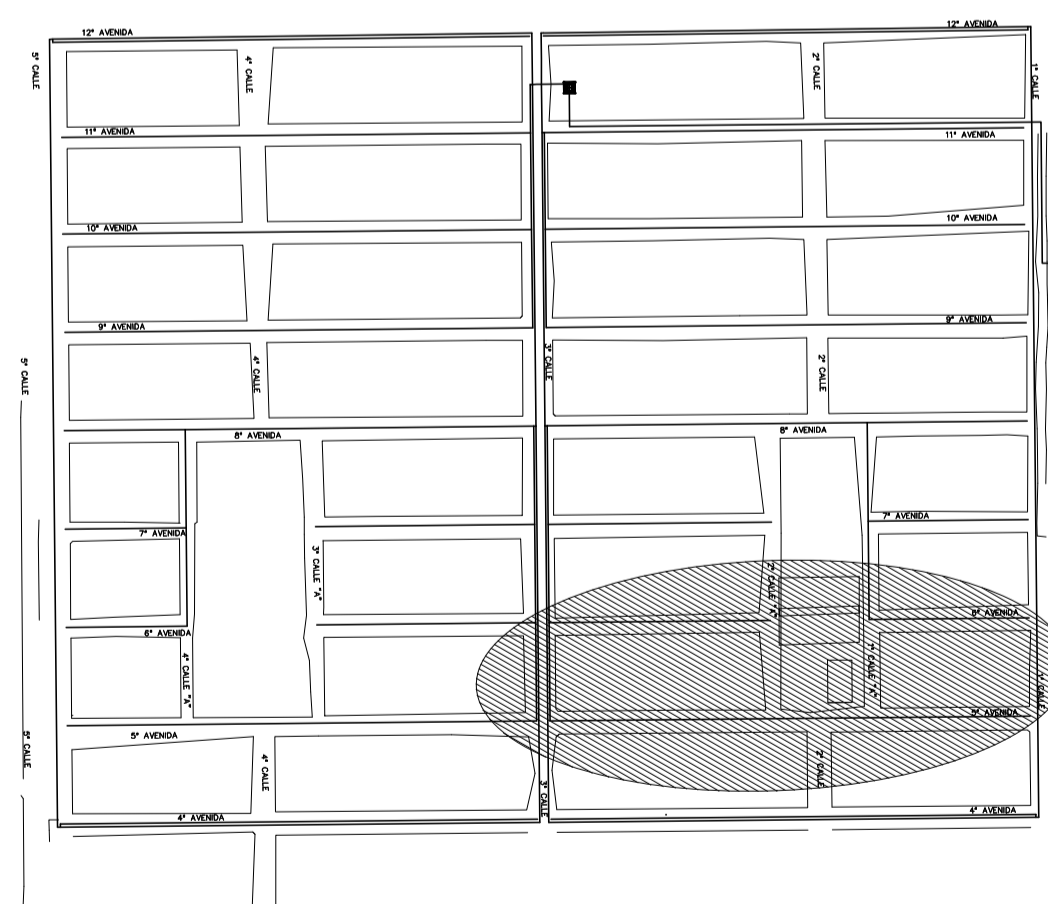
SIMBOLOGÍA

○	UNIÓN O JUNCTION O NODO
J-1	UNIÓN O JUNCTION O NODO
—	TUBERÍA
⊂	RESERVORIO
—	LÍNEA PIEZOMÉTRICA
E	ELEVACIÓN
AG	ACERO GALVANIZADO
DH	DISTANCIA HORIZONTAL DE LA TUBERÍA
Ø	DIÁMETRO DE LA TUBERÍA
CP	COTA PIEZOMÉTRICA
T-1	NÚMERO DE LA TUBERÍA
PVC	CLORURO DE POLIVINILO
BOMB	BOMBA
VÁLVULA	VÁLVULA
TANQUE	TANQUE DE ALMACENAMIENTO
TI-1	TUBERÍA DE IMPULSIÓN
TEE	TEE Y TEE REDUCIDORA
CODO	CODO A 90 GRADOS
TAPON	TAPON
REDUCIDOR	REDUCIDOR BUSHING
CRUZ	CRUZ



PLANTA T-43

ESCALA: 1/500



PLANTA DE REFERENCIA

ESCALA: 1/5000

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

NORMAS DE TUBERÍA	
ASTM D-2241	TUBERÍA PVC JUNTA CEMENTADA PARA AGUA POTABLE Y RIEGO
ASTM D-2466	ACCESORIOS PARA TUBERÍA PVC PARA AGUA POTABLE Y RIEGO
NORMAS DE DISEÑO	
NORMAS GENERALES PARA EL DISEÑO DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE A ZONAS RURALES, INFOM 1997	

VIENE DE T-71

VIENE DE T-43

J-22

HACIA T-71

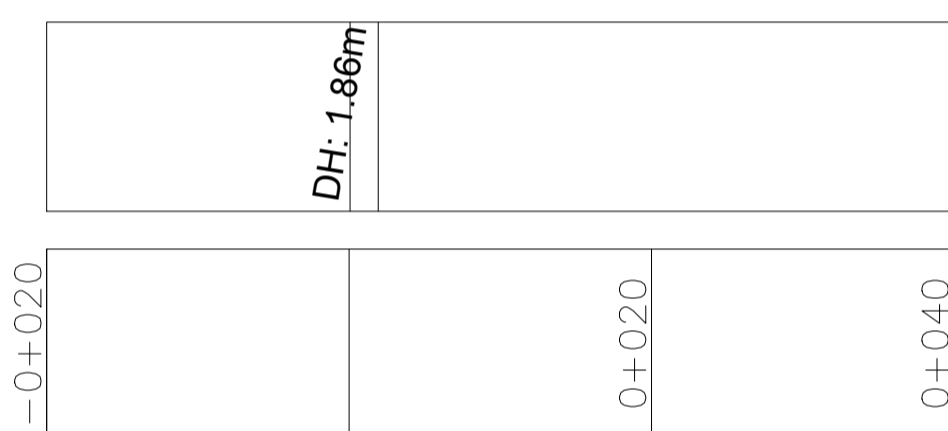
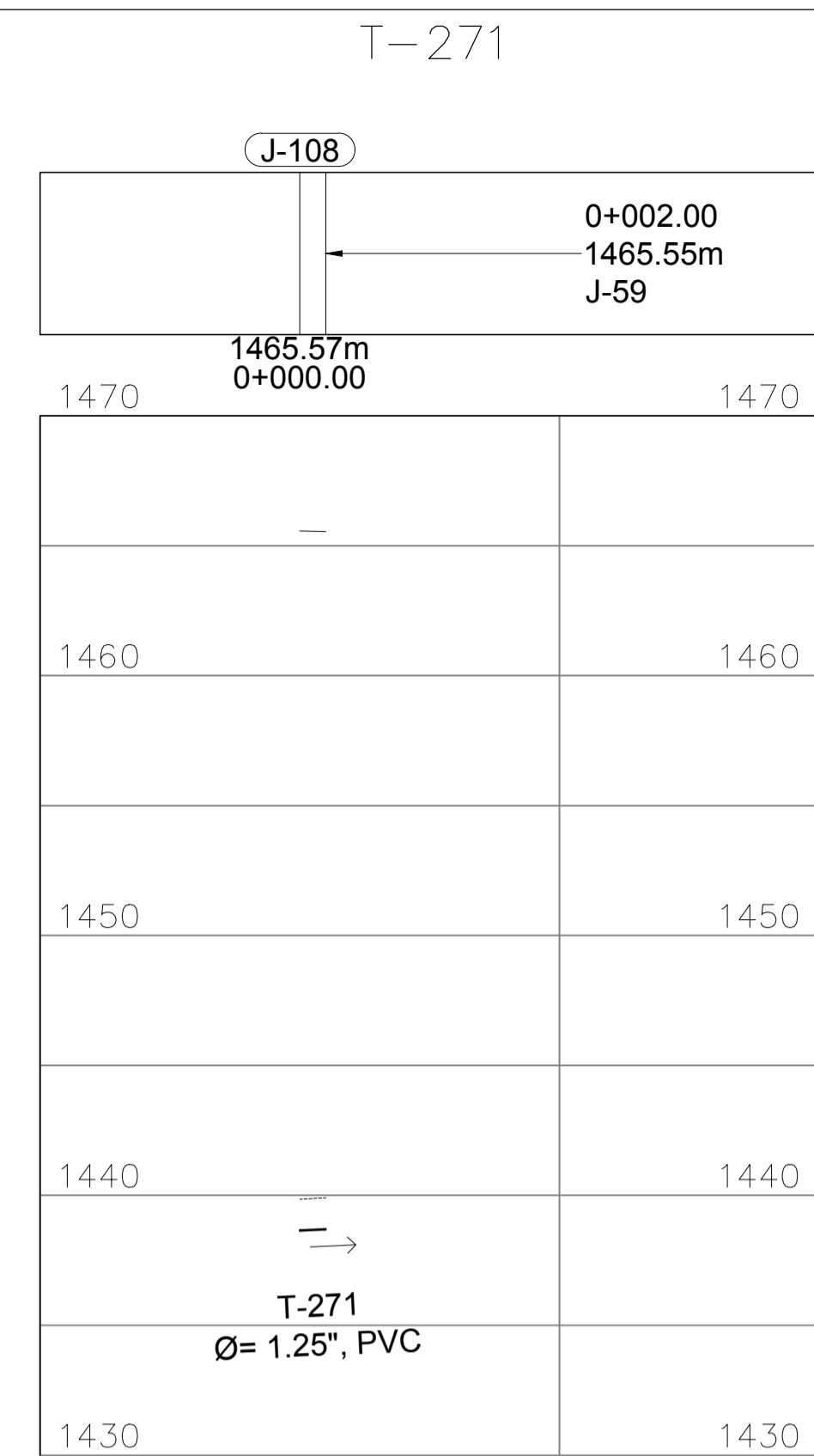
PLANTA T-53

ESCALA: 1/500

5^a AVENIDA

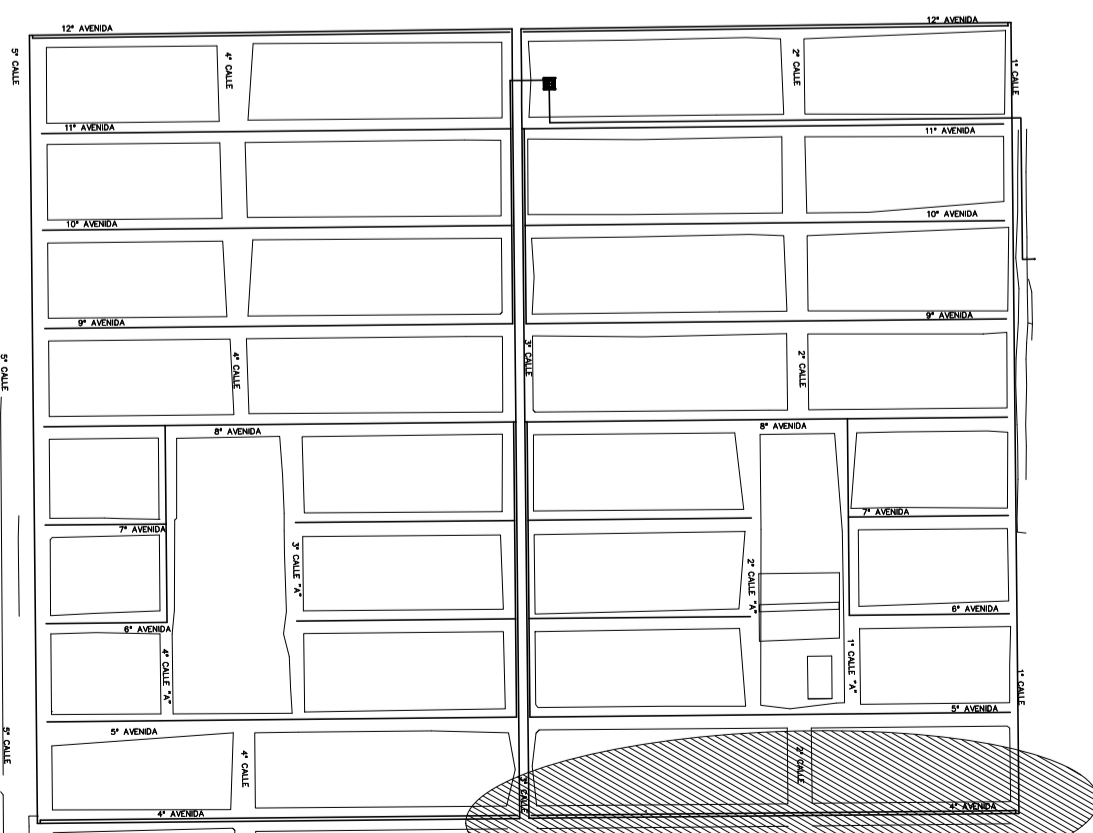
J-56

	MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR ULISES ROJAS, ZONA 3 MUNICIPIO: VILLA NUEVA DEPARTAMENTO: GUATEMALA PROYECTO DE DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE, COLONIA ULISES ROJAS, BARRIO ZONA 3		
	PLANO DE: PLANTA-PERFIL, RED DE DISTRIBUCIÓN, SECTOR 2, NODO J-21 AL J-56	PROGRAMA: EPS USAC 2017 ESCALA: INDICADA FECHA: ENERO 2021	
LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO: MUNICIPALIDAD DE VILLA NUEVA DIBUJO Y CÁLCULO TOPOGRÁFICO: JOSÉ GABRIEL PÉREZ	DIBUJO Y CÁLCULO HIDRÁULICO: JOSÉ GABRIEL PÉREZ SUPERVISOR: ING. SILVIO JOSÉ RODRÍGUEZ SERRANO	ASesor: MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR FIRMA:	43 45



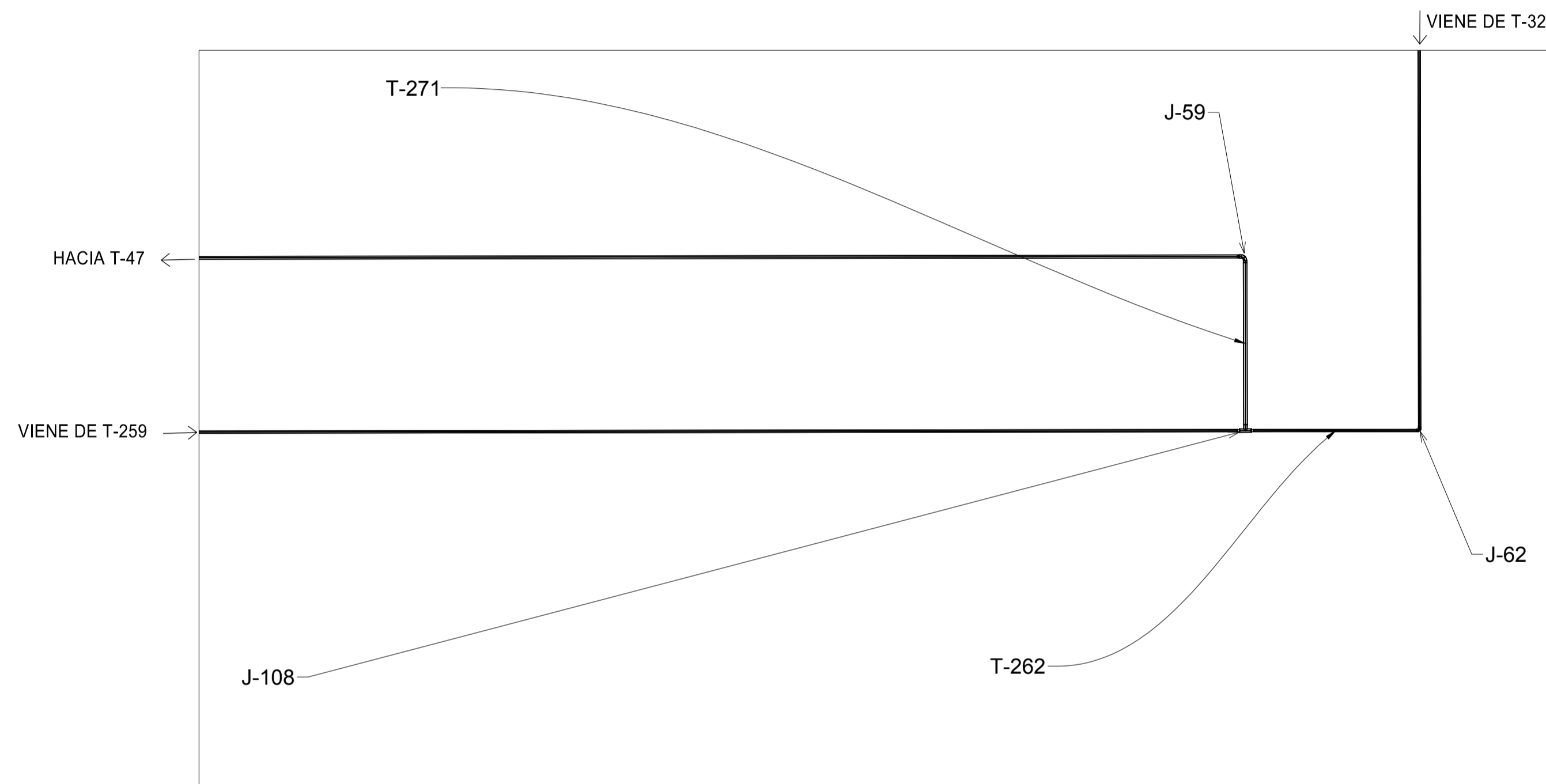
PERFIL T-271

ESCALA HORIZONTAL: 1/500, ESCALA VERTICAL: 1/250



PLANTA DE REFERENCIA

ESCALA: 1/5000



PLANTA T-271

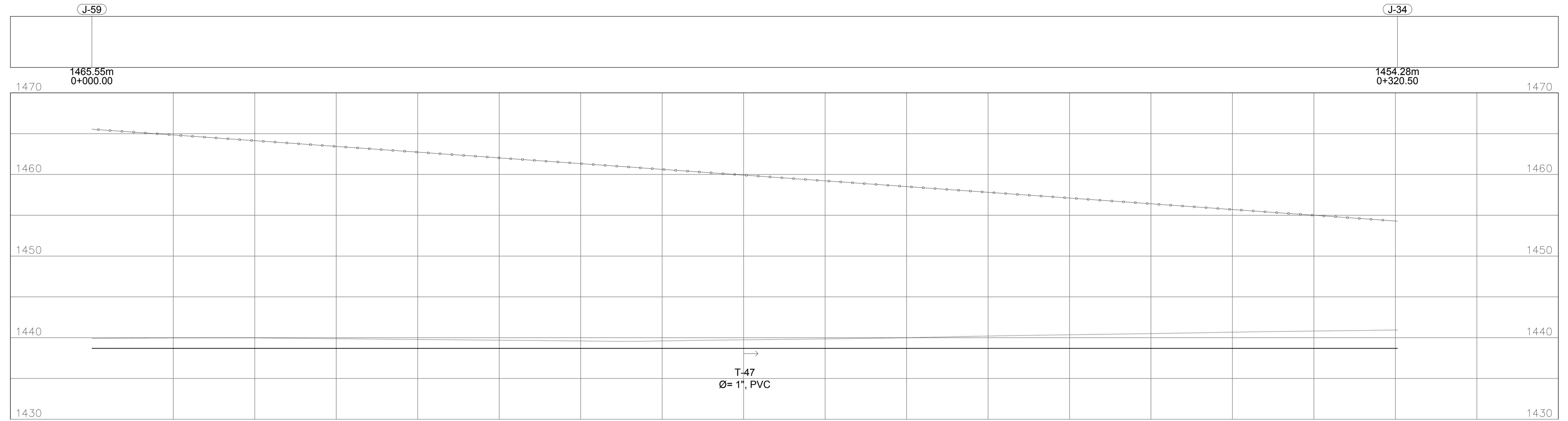
ESCALA: 1/50

SIMBOLOGÍA	
○	UNIÓN O JUNCTION O NODO
J-1	UNIÓN O JUNCTION O NODO
—	TUBERÍA
▭	RESERVORIO
—	LÍNEA PIEZOMÉTRICA
E	ELEVACIÓN
AG	ACERO GALVANIZADO
DH	DISTANCIA HORIZONTAL DE LA TUBERÍA
Ø	DIÁMETRO DE LA TUBERÍA
CP	COTA PIEZOMÉTRICA
T-1	NÚMERO DE LA TUBERÍA
PVC	CLORURO DE POLIVINILO
B	BOMBA
V	VÁLVULA
T	TANQUE DE ALMACENAMIENTO
TI-1	TUBERÍA DE IMPULSIÓN
T	TEE Y TEE REDUCIDORA
90	CODO A 90 GRADOS
⊘	TAPÓN
B	REDUCIDOR BUSHING
+	CRUZ

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
NORMAS DE TUBERÍA	
ASTM D-2241	TUBERÍA PVC JUNTA CEMENTADA PARA AGUA POTABLE Y RIEGO
ASTM D-2466	ACCESORIOS PARA TUBERÍA PVC PARA AGUA POTABLE Y RIEGO
NORMAS DE DISEÑO	
NORMAS GENERALES PARA EL DISEÑO DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE A ZONAS RURALES, INFOM 1997	

		MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR ULISES ROJAS, ZONA 3 MUNICIPIO: VILLA NUEVA DEPARTAMENTO: GUATEMALA PROYECTO DE: DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE, COLONIA ULISES ROJAS, BARCEVAS, ZONA 3	
PLANO DE: PLANTA-PERFIL, RED DE DISTRIBUCIÓN, SECTOR 2, NODO J-108 AL J-59		PROGRAMA: EPS USAC 2017 ESCALA: INDICADA FECHA: ENERO 2021	44 45
LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO: MUNICIPALIDAD DE VILLA NUEVA	DIBUJO Y CÁLCULO HIDRÁULICO: JOSÉ GABRIEL PÉREZ	DIBUJO Y CÁLCULO TOPOGRÁFICO: JOSÉ GABRIEL PÉREZ	SUPERVISOR: ING. SILVIO JOSÉ RODRÍGUEZ SERRANO
ASESOR: MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR	FIRMA:		

T-47

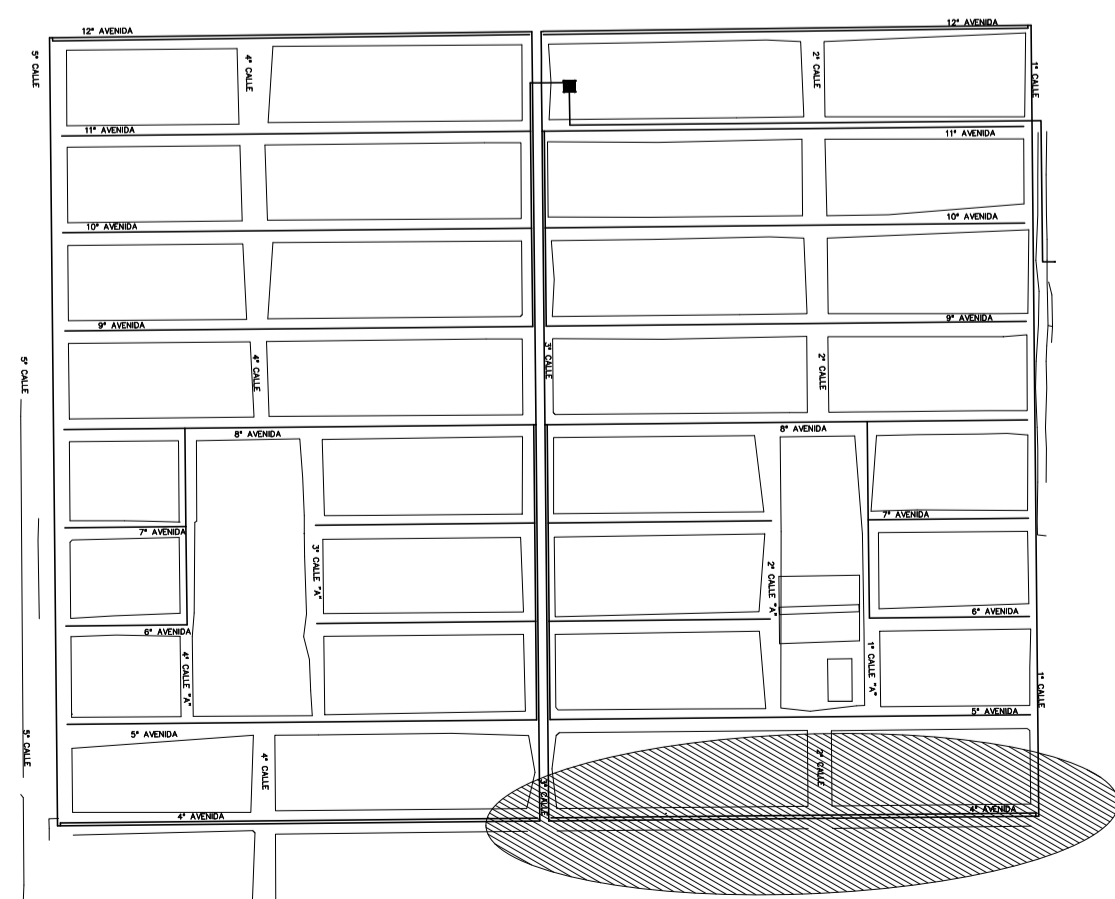


DH: 320.42m																		
-0+020	0+020	0+040	0+060	0+080	0+100	0+120	0+140	0+160	0+180	0+200	0+220	0+240	0+260	0+280	0+300	0+320	0+340	0+360
	1439.96	1439.97	1439.87	1439.78	1439.69	1439.60	1439.60	1439.74	1439.85	1440.00	1440.20	1440.35	1440.50	1440.67	1440.81	1440.94		

PERFIL T-47
 ESCALA HORIZONTAL: 1/500, ESCALA VERTICAL: 1/250



PLANTA T-47
 ESCALA: 1/500



PLANTA DE REFERENCIA
 ESCALA: 1/5000

SIMBOLOGÍA	
○	UNIÓN O JUNCTION O NODO
J-1	UNIÓN O JUNCTION O NODO
—	TUBERÍA
▭	RESERVORIO
—	LÍNEA PIEZOMÉTRICA
E	ELEVACIÓN
AG	ACERO GALVANIZADO
DH	DISTANCIA HORIZONTAL DE LA TUBERÍA
Ø	DIÁMETRO DE LA TUBERÍA
CP	COTA PIEZOMÉTRICA
T-1	NÚMERO DE LA TUBERÍA
PVC	CLORURO DE POLIVINILO
MP-1	BOMBA
V	VÁLVULA
T	TANQUE DE ALMACENAMIENTO
TI-1	TUBERÍA DE IMPULSIÓN
TT	TEE Y TEE REDUCIDORA
CG	CODO A 90 GRADOS
T	TAPÓN
RB	REDUCIDOR BUSHING
C	CRUZ

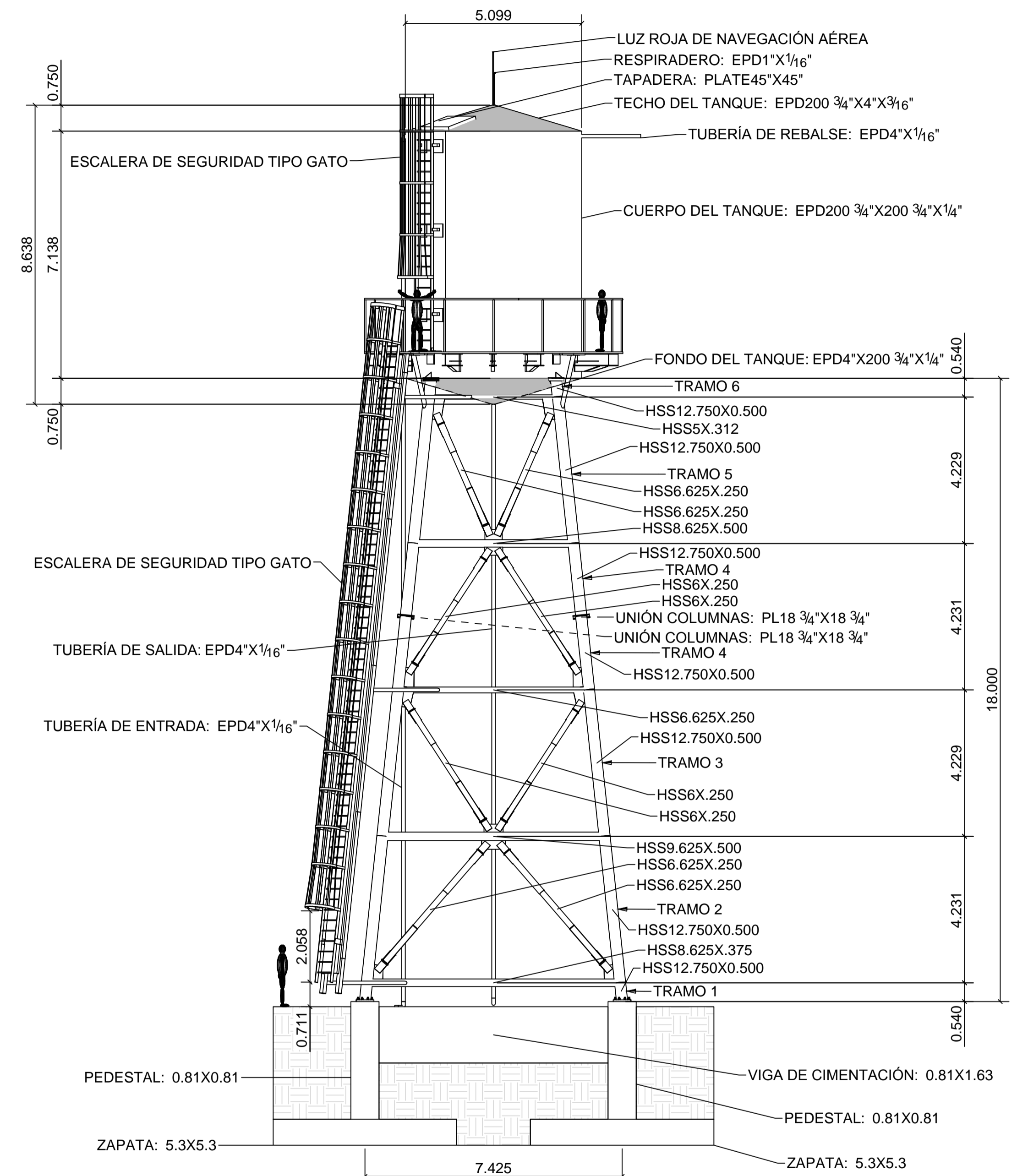
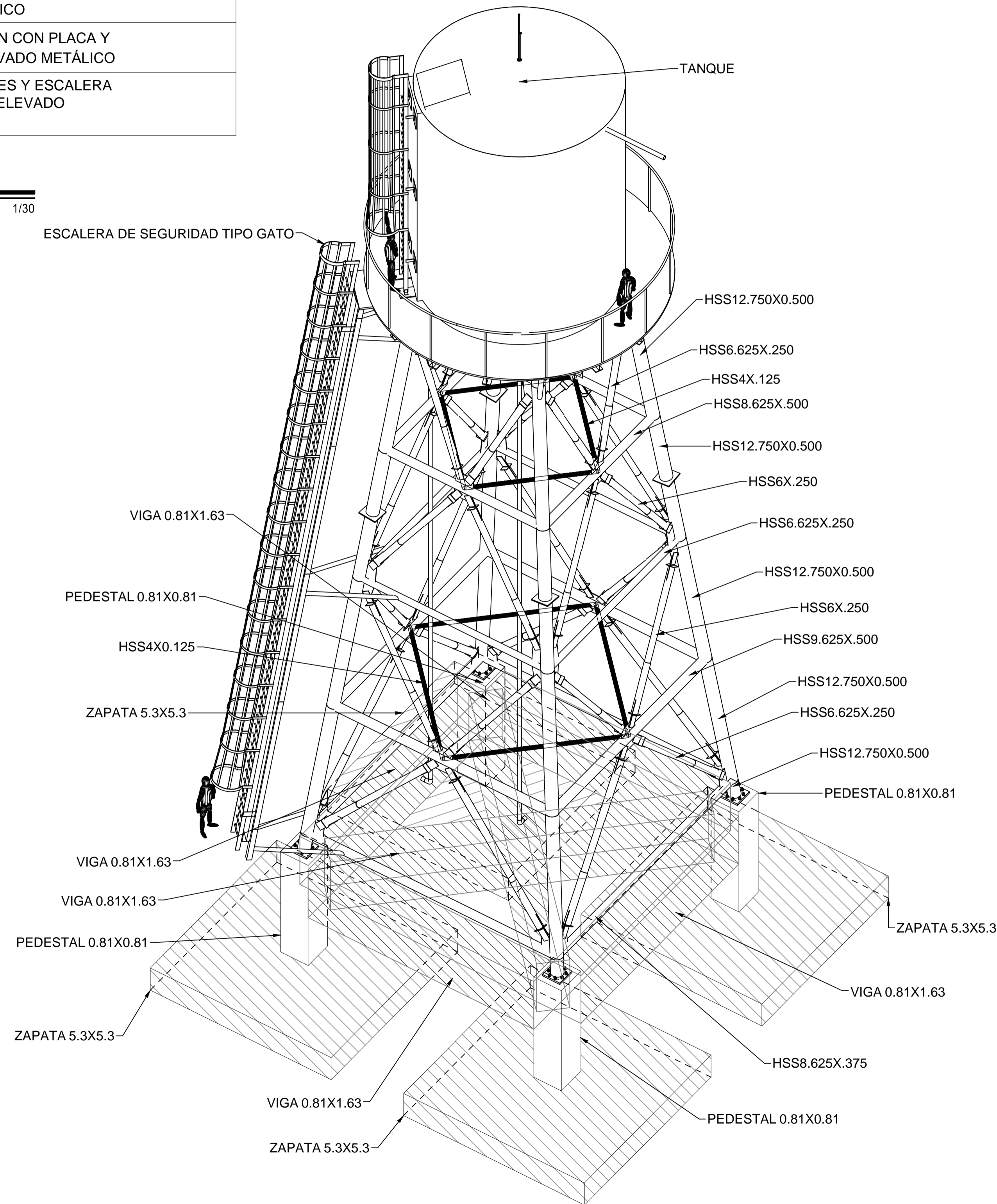
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
NORMAS DE TUBERÍA	
ASTM D-2241	TUBERÍA PVC JUNTA CEMENTADA PARA AGUA POTABLE Y RIEGO
ASTM D-2466	ACCESORIOS PARA TUBERÍA PVC PARA AGUA POTABLE Y RIEGO
NORMAS DE DISEÑO	
NORMAS GENERALES PARA EL DISEÑO DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE A ZONAS RURALES, INFOM 1997	

	MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR ULISES ROJAS, ZONA 3 MUNICIPIO: VILLA NUEVA DEPARTAMENTO: GUATEMALA PROYECTO DE: DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE, COLONIA ULISES ROJAS, BARCENAS, ZONA 3		
	PLANO DE: PLANTA-PERFIL, RED DE DISTRIBUCIÓN, SECTOR 2, NODO J-59 AL J-34	PROGRAMA: EPS USAC 2017 ESCALA: INDICADA FECHA: ENERO 2021	
LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO: MUNICIPALIDAD DE VILLA NUEVA	DIBUJO Y CÁLCULO HIDRÁULICO: JOSÉ GABRIEL PÉREZ	45 45	ASesor: MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR
DIBUJO Y CÁLCULO TOPOGRÁFICO: JOSÉ GABRIEL PÉREZ	SUPERVISOR: ING. SILVIO JOSÉ RODRÍGUEZ SERRANO		FIRMA:

NÚMERO DE PLANO	DESCRIPCIÓN
1	ESTRUCTURA TANQUE ELEVADO METÁLICO
2	ELEMENTOS DE CIMENTACIÓN, TANQUE ELEVADO METÁLICO
3	ELEMENTOS DE CONCRETO ARMADO, VIGA DE CIMENTACIÓN, TANQUE ELEVADO METÁLICO
4	ELEVACIÓN ELEMENTOS CONCRETO ARMADO Y PLACA BASE, TANQUE ELEVADO METÁLICO
5	ELEMENTOS DE CONEXIÓN CON PLACA, TANQUE ELEVADO METÁLICO
6	ELEMENTOS DE CONEXIÓN CON PLACA Y COLUMNAS, TANQUE ELEVADO METÁLICO
7	COLUMNAS, HORIZONTALES Y ESCALERA DE SEGURIDAD, TANQUE ELEVADO METÁLICO

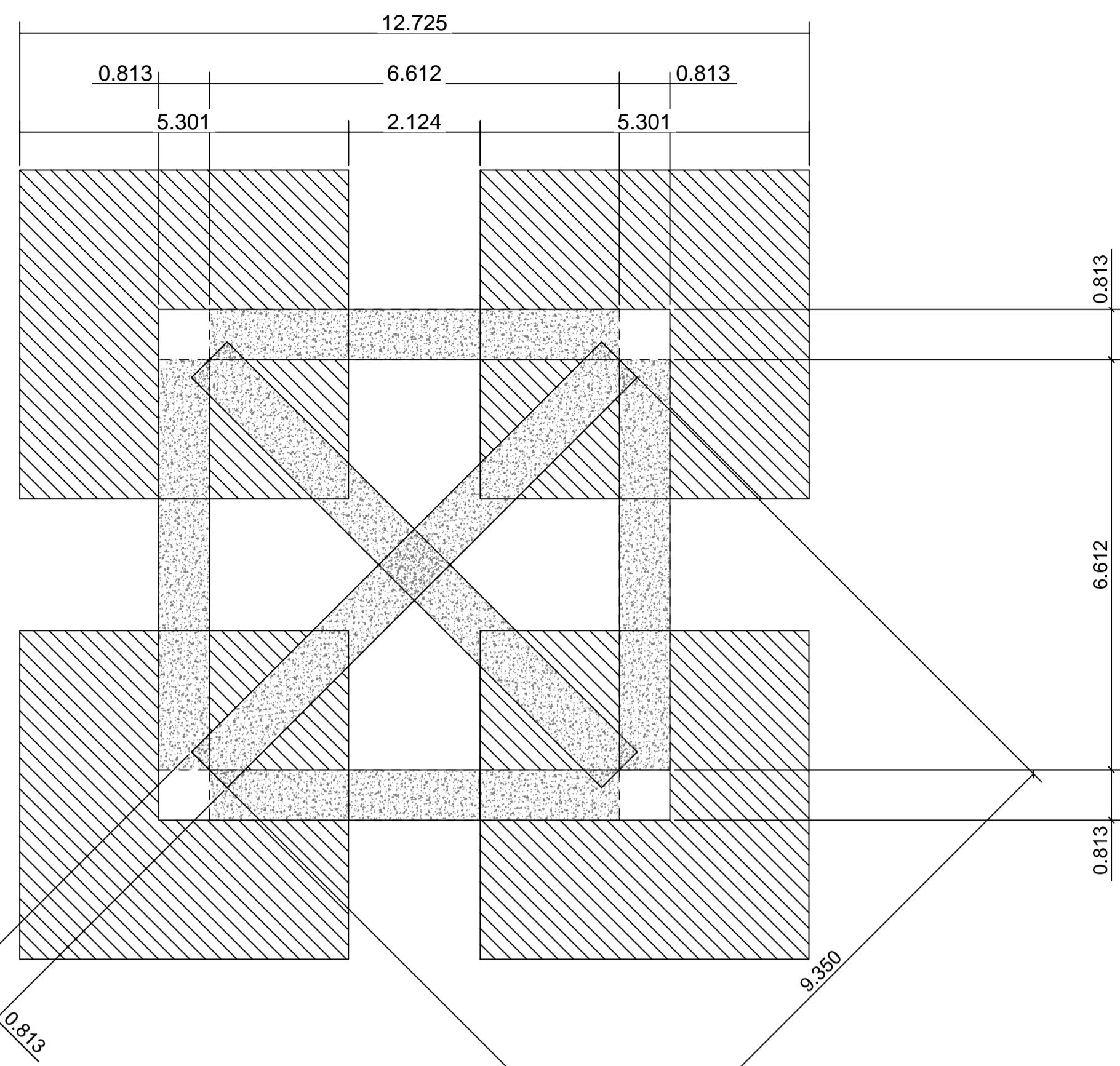
ÍNDICE DE PLANOS

ESCALA: 1/30

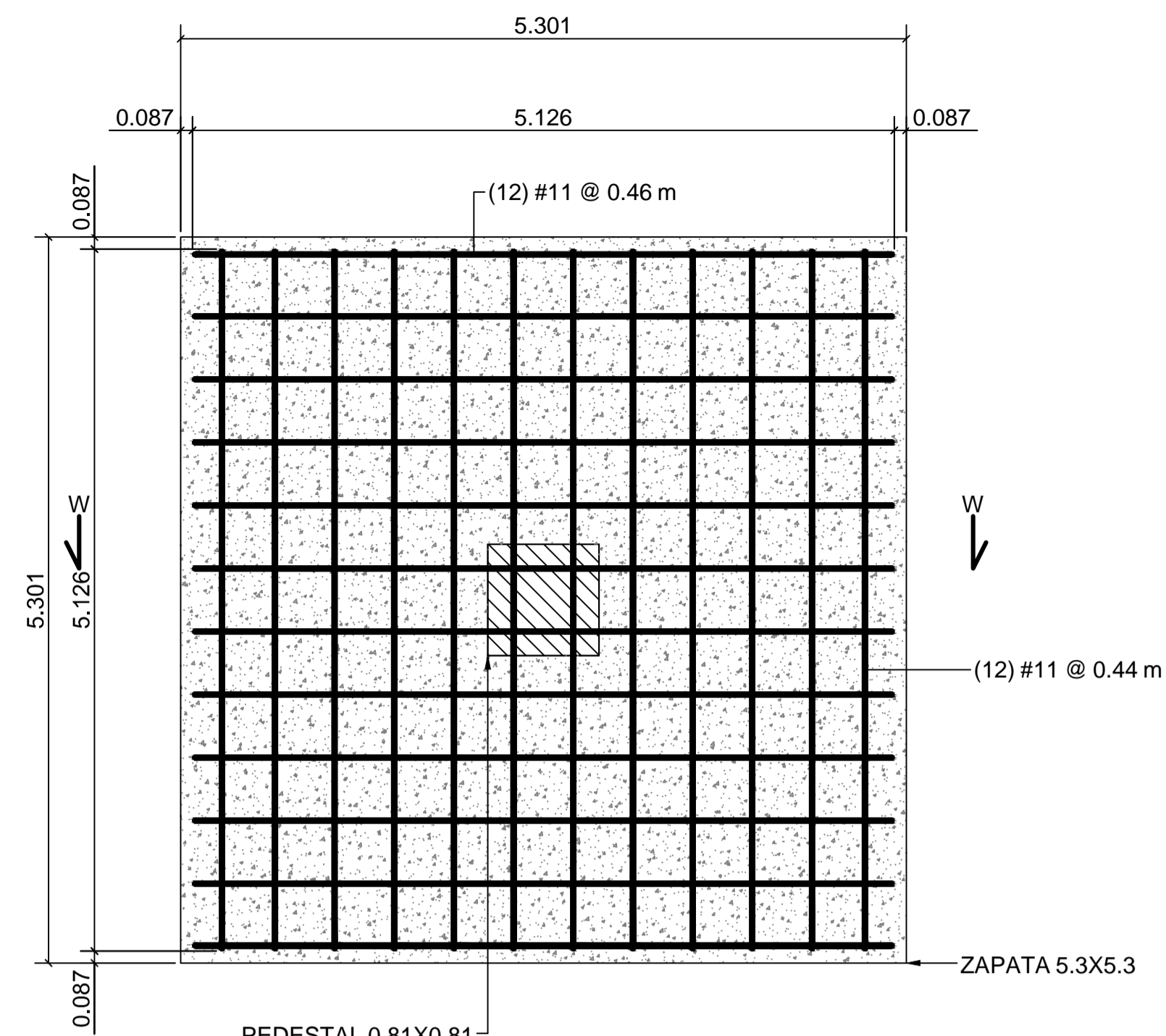


ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
TANQUE + TORRE:	
CÓDIGOS DE DISEÑO:	PARÁMETROS DE DISEÑO:
AWWA D-100-05	TECHO: $t = \frac{1}{8}$ "
AISC 360-10	CUERPO: $t = \frac{1}{4}$ "
AISC 341-05	FONDO: $t = \frac{1}{2}$ "
ASCE 7-10	TANQUE Y PLACAS DE CONEXIÓN, ACERO ASTM A-36
AGIES 2010	ELEMENTOS TORRE, ACERO ASTM A-500 GRADO B
IBC 2009	SOLDADURA ELECTRODO E-70 XX, AWS 5.1 Y 5.5
ZAPATA, PEDESTAL Y VIGA DE CIMENTACIÓN:	
CÓDIGOS DE DISEÑO:	PARÁMETROS DE DISEÑO:
ACI 318-08	$f'c = 281 \text{ Kg/cm}^2$
	$F_y = 4200 \text{ Kg/cm}^2$

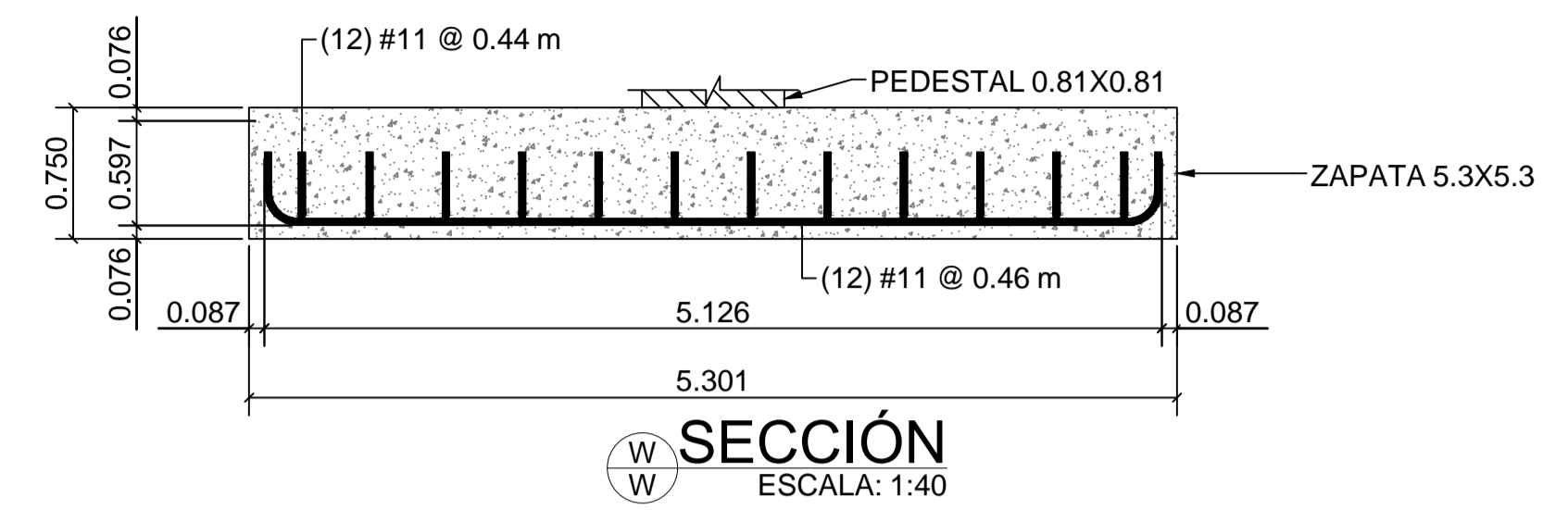
	MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR ULISES ROJAS, ZONA 3 MUNICIPIO: VILLA NUEVA DEPARTAMENTO: GUATEMALA PROYECTO DE DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE, COLONIA ULISES ROJAS, BARGENAS, ZONA 3	
	PLANO DE: ESTRUCTURA TANQUE ELEVADO METÁLICO	
LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO: MUNICIPALIDAD DE VILLA NUEVA DIBUJO Y CÁLCULO TOPOGRÁFICO: JOSÉ GABRIEL PÉREZ ASESOR: MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR	DIBUJO Y CÁLCULO HIDRÁULICO: JOSÉ GABRIEL PÉREZ SUPERVISOR: ING. SILVIO JOSÉ RODRÍGUEZ SERRANO FIRMA:	1 7



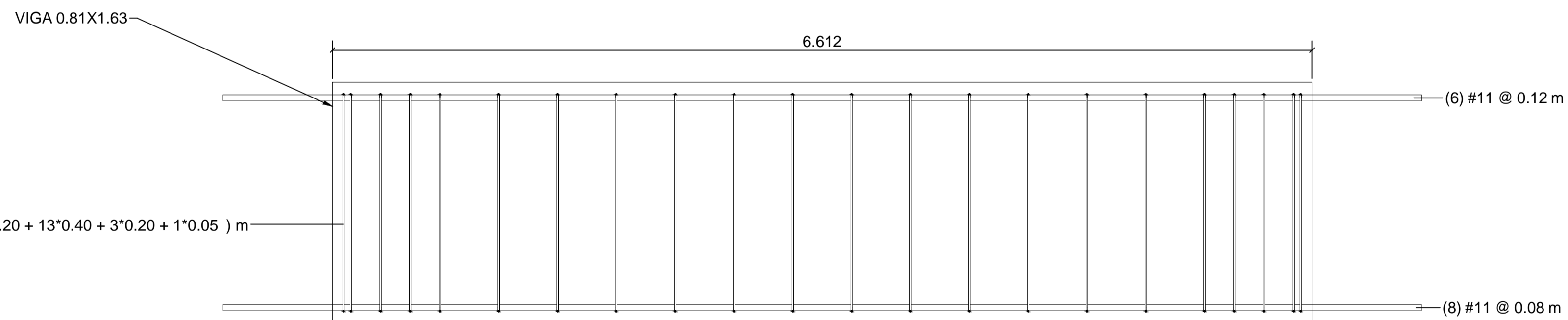
PLANTA DE CIMENTACIÓN
ESCALA: 1:75



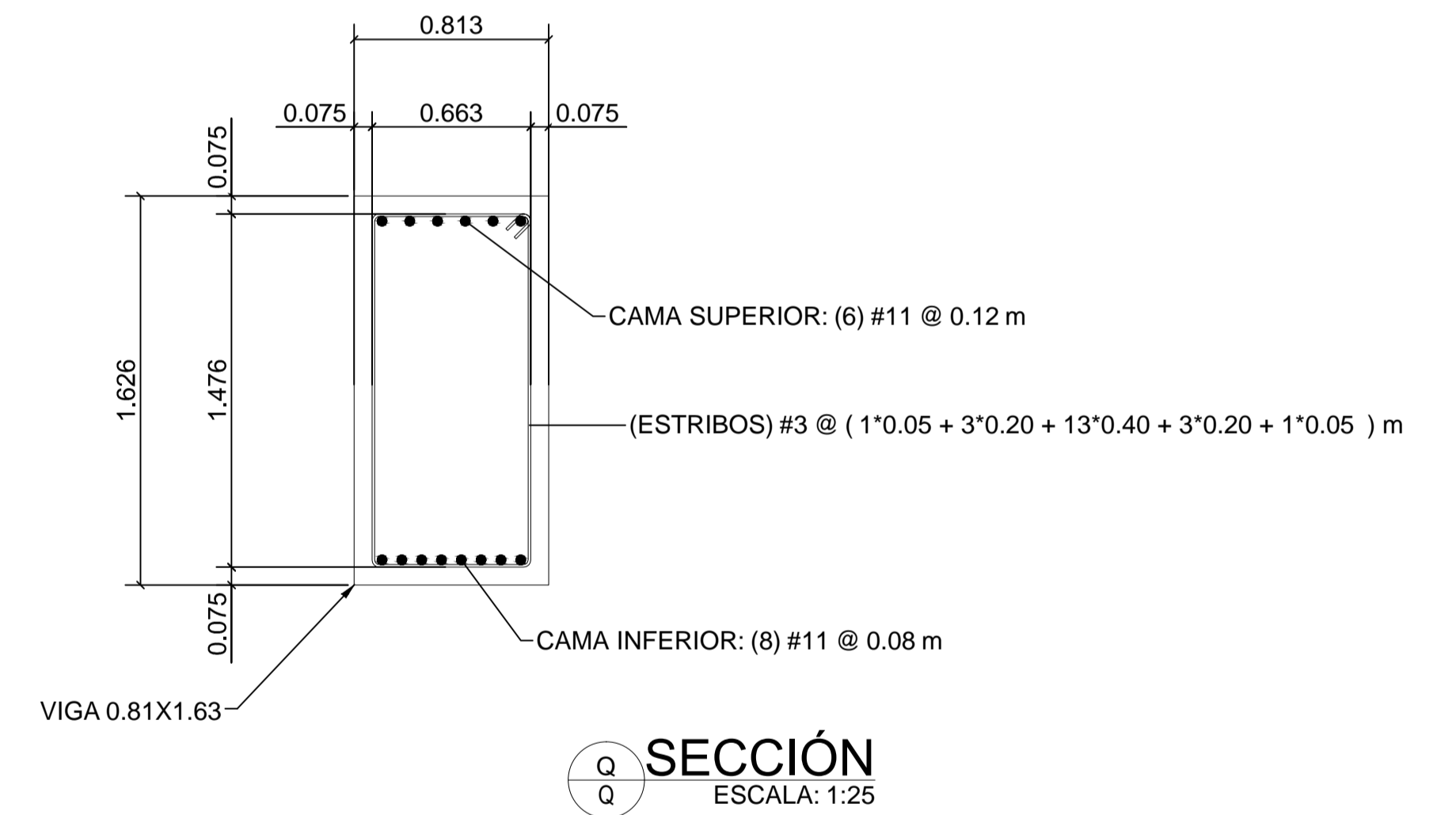
PLANTA DE CIMENTACIÓN
ESCALA: 1:40



SECCIÓN
ESCALA: 1:40



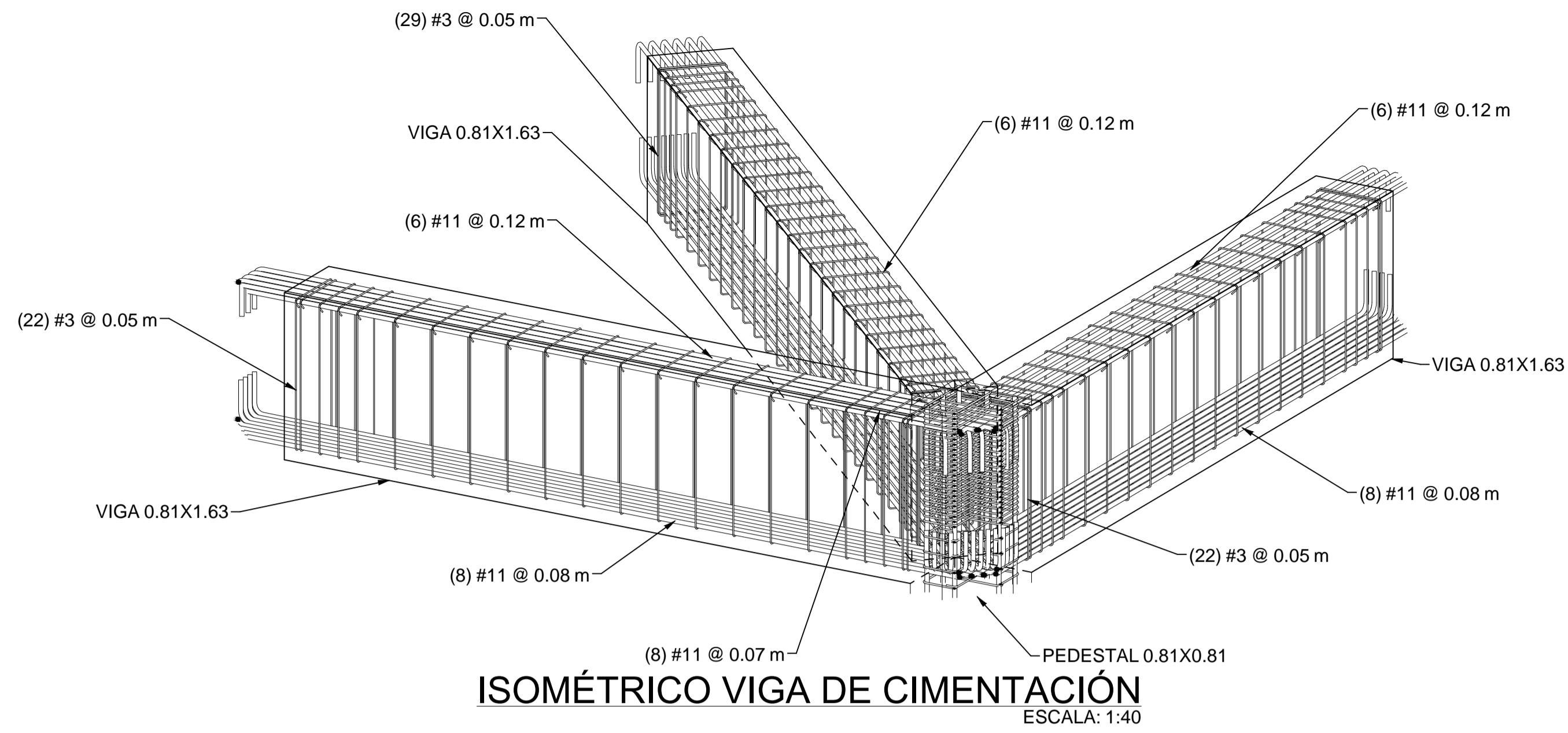
VIGA DE CIMENTACIÓN
ESCALA: 1:25



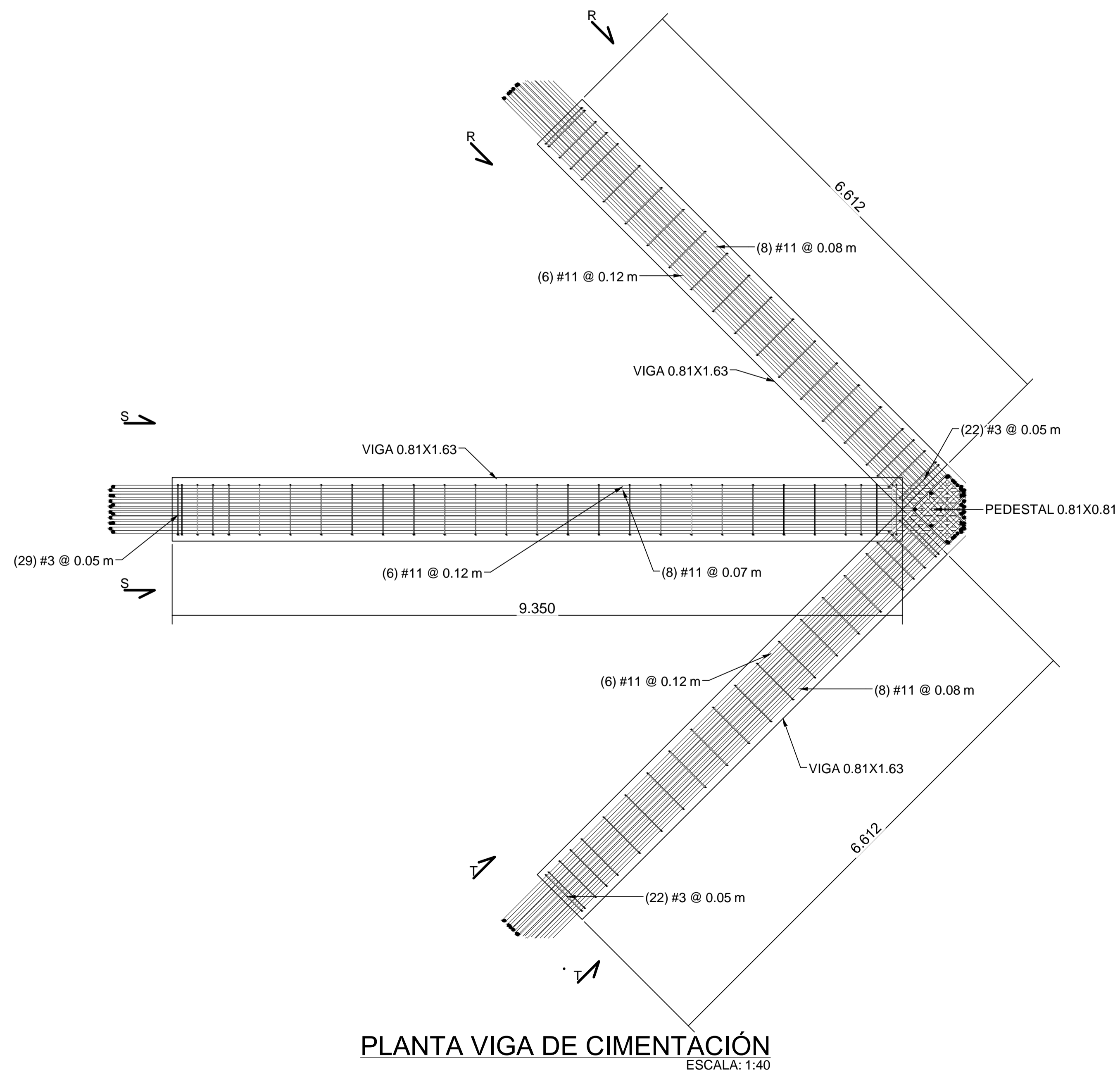
SECCIÓN
ESCALA: 1:25

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
TANQUE + TORRE:	
CÓDIGOS DE DISEÑO:	PARÁMETROS DE DISEÑO:
AWWA D-100-05	TECHO: $t = \frac{1}{8}''$
AISC 360-10	CUERPO: $t = \frac{1}{2}''$
AISC 341-05	FONDO: $t = \frac{1}{2}''$
ASCE 7-10	TANQUE Y PLACAS DE CONEXIÓN, ACERO ASTM A-36
AGIES 2010	ELEMENTOS TORRE, ACERO ASTM A-500 GRADO B
IBC 2009	SOLDADURA ELECTRODO E-70 XX, AWS 5.1 Y 5.5
ZAPATA, PEDESTAL Y VIGA DE CIMENTACIÓN:	
CÓDIGOS DE DISEÑO:	PARÁMETROS DE DISEÑO:
ACI 318-08	$f_c = 281 \text{ Kg/cm}^2$
	$f_y = 4200 \text{ Kg/cm}^2$

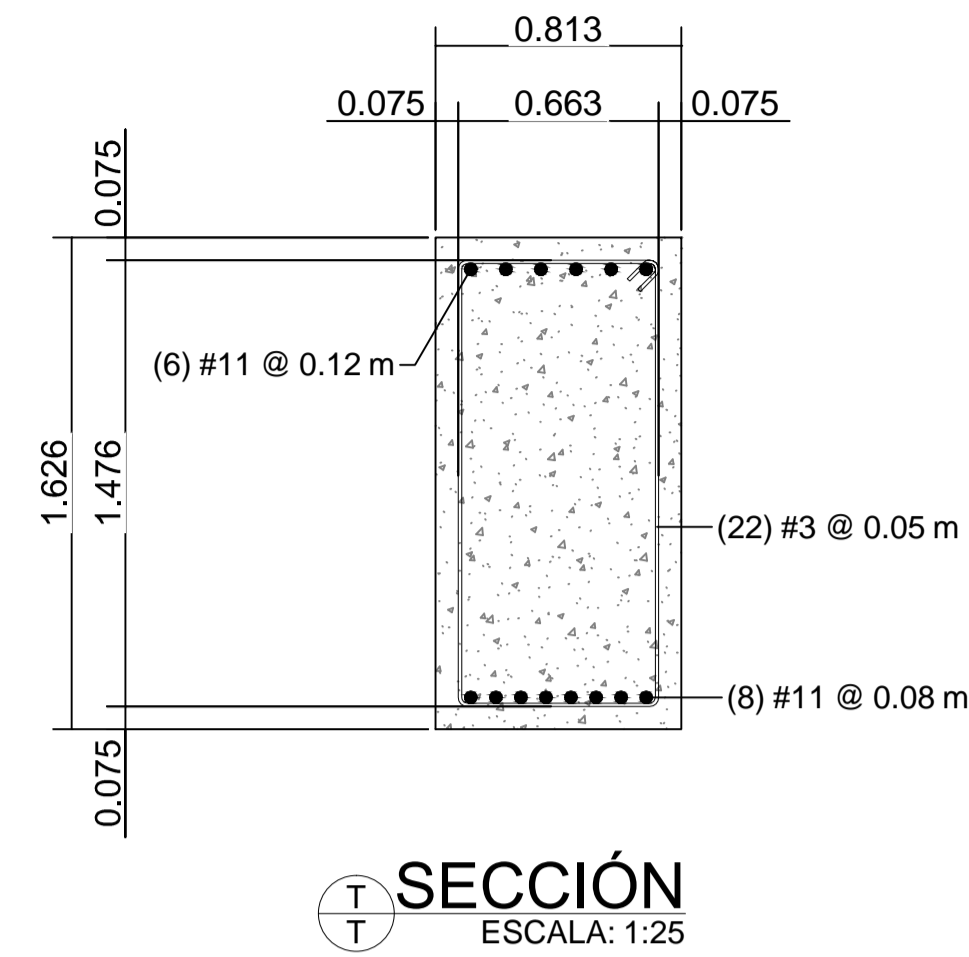
	MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR ULISES ROJAS, ZONA 3 MUNICIPIO: VILLA NUEVA DEPARTAMENTO: GUATEMALA PROYECTO DE: DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE, COLONIA ULISES ROJAS, BARGENAS, ZONA 3	
	PLANO DE: ELEMENTOS DE CIMENTACIÓN, TANQUE ELEVADO METÁLICO	
LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO: MUNICIPALIDAD DE VILLA NUEVA DIBUJO Y CÁLCULO TOPOGRÁFICO: JOSÉ GABRIEL PÉREZ ASESOR: MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR	DIBUJO Y CÁLCULO HIDRÁULICO: JOSÉ GABRIEL PÉREZ SUPERVISOR: ING. SILVIO JOSÉ RODRÍGUEZ SERRANO FIRMA:	PROGRAMA: EPS USAC 2017 ESCALA: INDICADA FECHA: ENERO 2021
		2 7



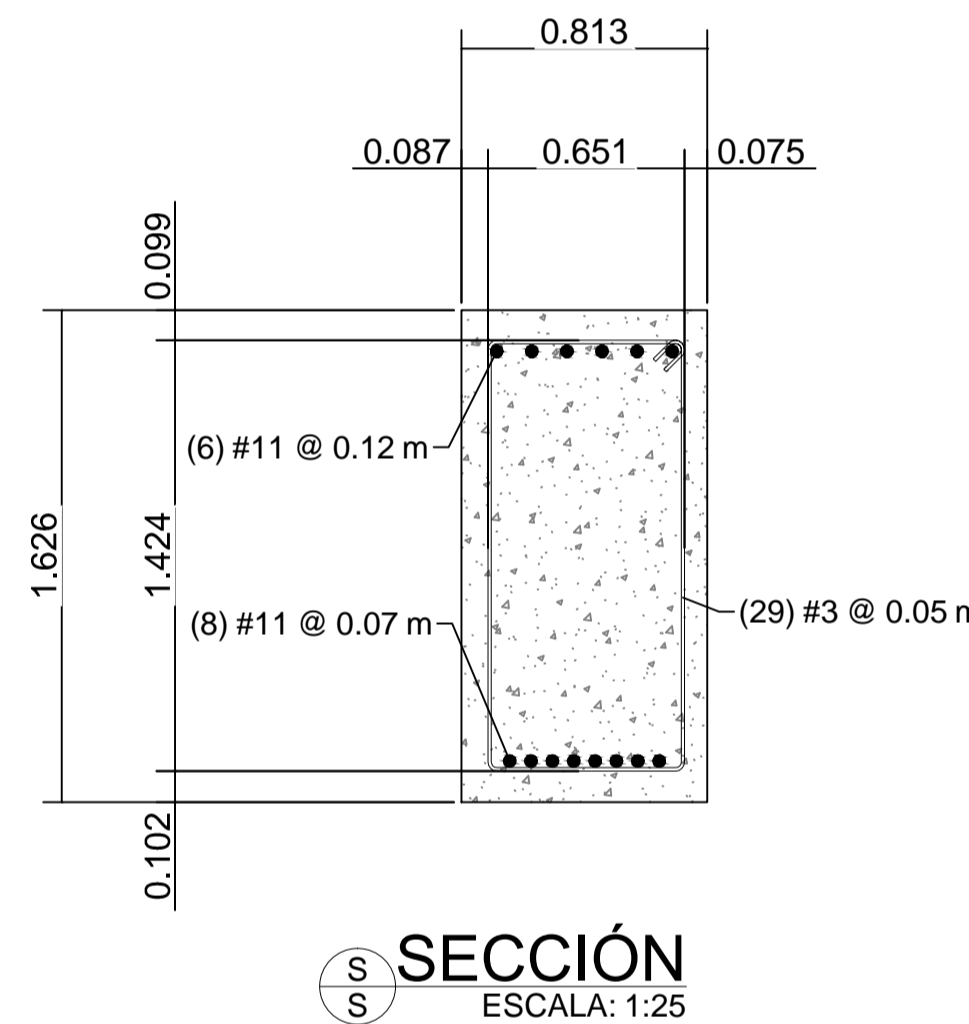
ISOMÉTRICO VIGA DE CIMENTACIÓN
ESCALA: 1:40



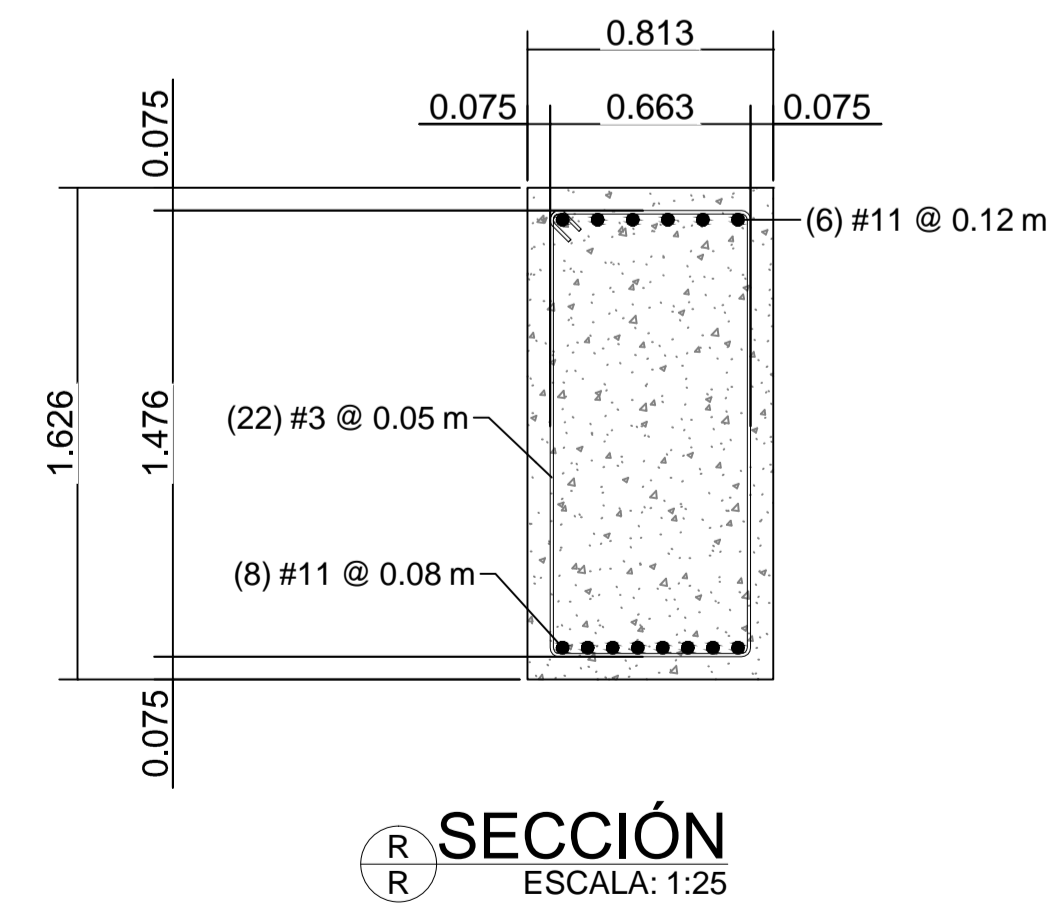
PLANTA VIGA DE CIMENTACIÓN
ESCALA: 1:40



SECCIÓN
ESCALA: 1:25



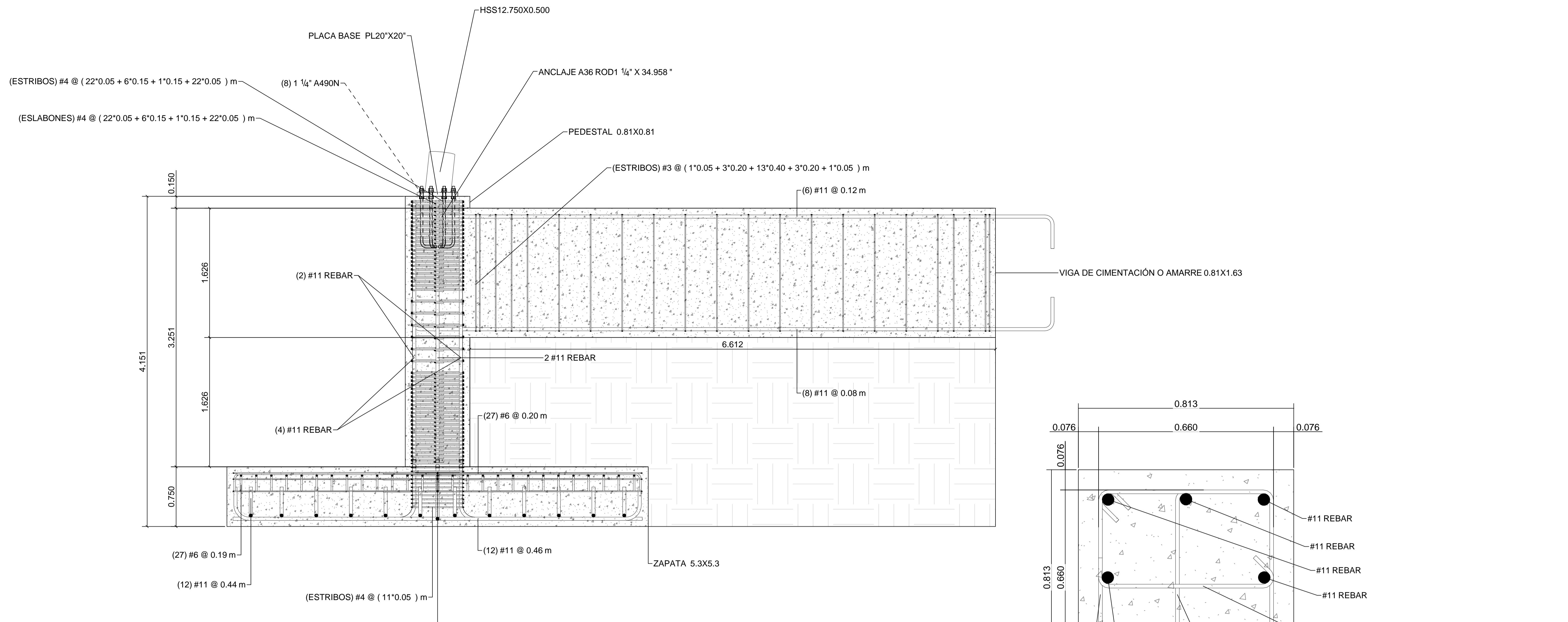
SECCIÓN
ESCALA: 1:25



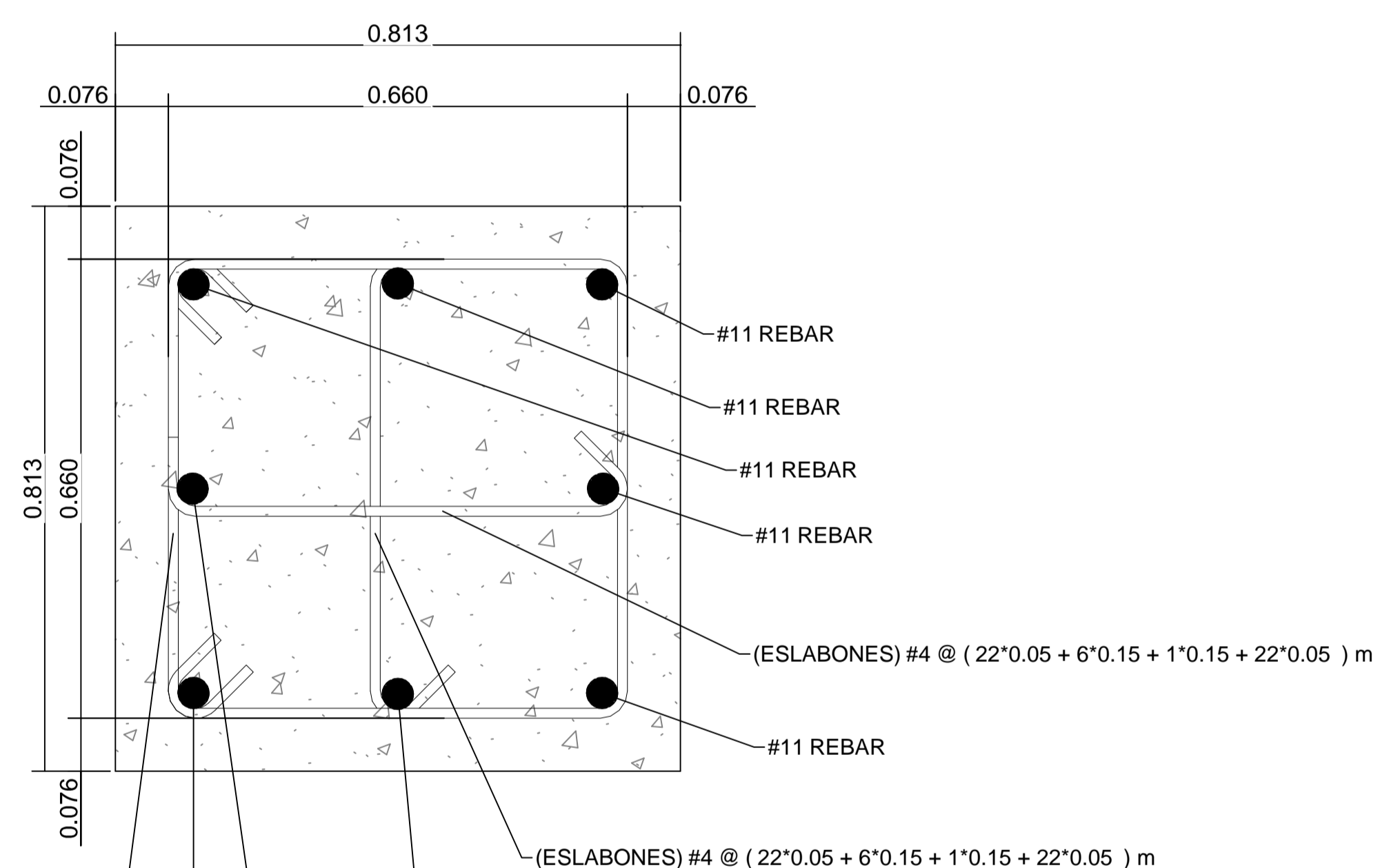
SECCIÓN
ESCALA: 1:25

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
TANQUE + TORRE:	
CÓDIGOS DE DISEÑO:	PARÁMETROS DE DISEÑO:
AWWA D-100-05	TECHO: $t = \frac{1}{8}''$
AISC 360-10	CUERPO: $t = \frac{1}{2}''$
AISC 341-05	FONDO: $t = \frac{1}{2}''$
ASCE 7-10	TANQUE Y PLACAS DE CONEXIÓN, ACERO ASTM A-36
AGIES 2010	
IBC 2009	ELEMENTOS TORRE, ACERO ASTM A-500 GRADO B
	SOLDADURA ELECTRODO E-70 XX, AWS 5.1 Y 5.5
ZAPATA, PEDESTAL Y VIGA DE CIMENTACIÓN:	
CÓDIGOS DE DISEÑO:	PARÁMETROS DE DISEÑO:
ACI 318-08	$f'c = 281 \text{ Kg/cm}^2$
	$F_y = 4200 \text{ Kg/cm}^2$

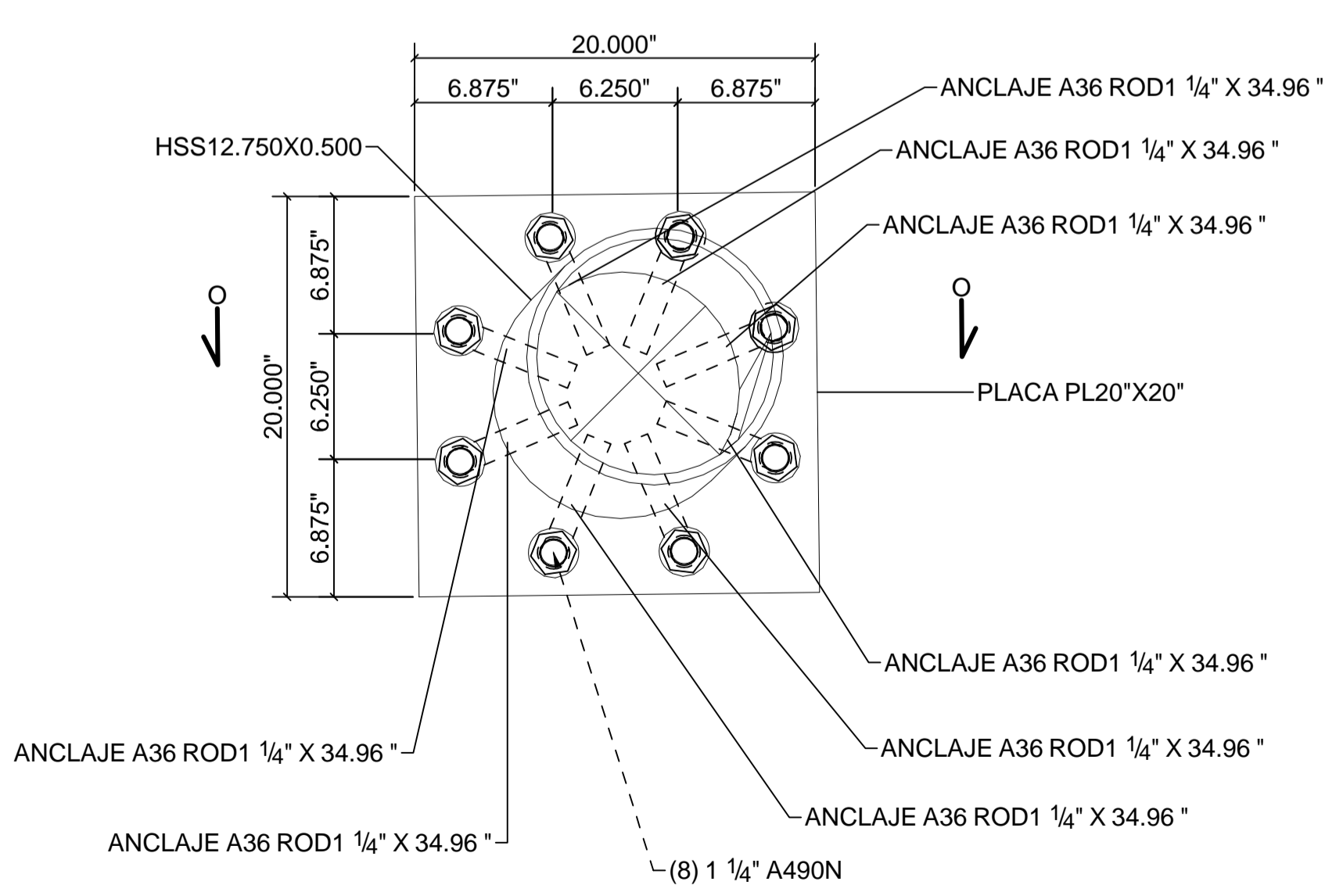
	MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR ULISES ROJAS, ZONA 3 MUNICIPIO: VILLA NUEVA DEPARTAMENTO: GUATEMALA PROYECTO DE: DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE, COLONIA ULISES ROJAS, BÁRCENAS, ZONA 3	
	PLANO DE: ELEMENTOS DE CONCRETO ARMADO, VIGA DE CIMENTACIÓN, TANQUE ELEVADO METÁLICO	
LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO: MUNICIPALIDAD DE VILLA NUEVA DIBUJO Y CÁLCULO TOPOGRÁFICO: JOSÉ GABRIEL PÉREZ ASESOR: MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR	DIBUJO Y CÁLCULO HIDRÁULICO: JOSÉ GABRIEL PÉREZ SUPERVISOR: ING. SILVIO JOSÉ RODRÍGUEZ SERRANO FIRMA:	PROGRAMA: EPS USAC 2017 ESCALA: INDICADA FECHA: ENERO 2021 3 7



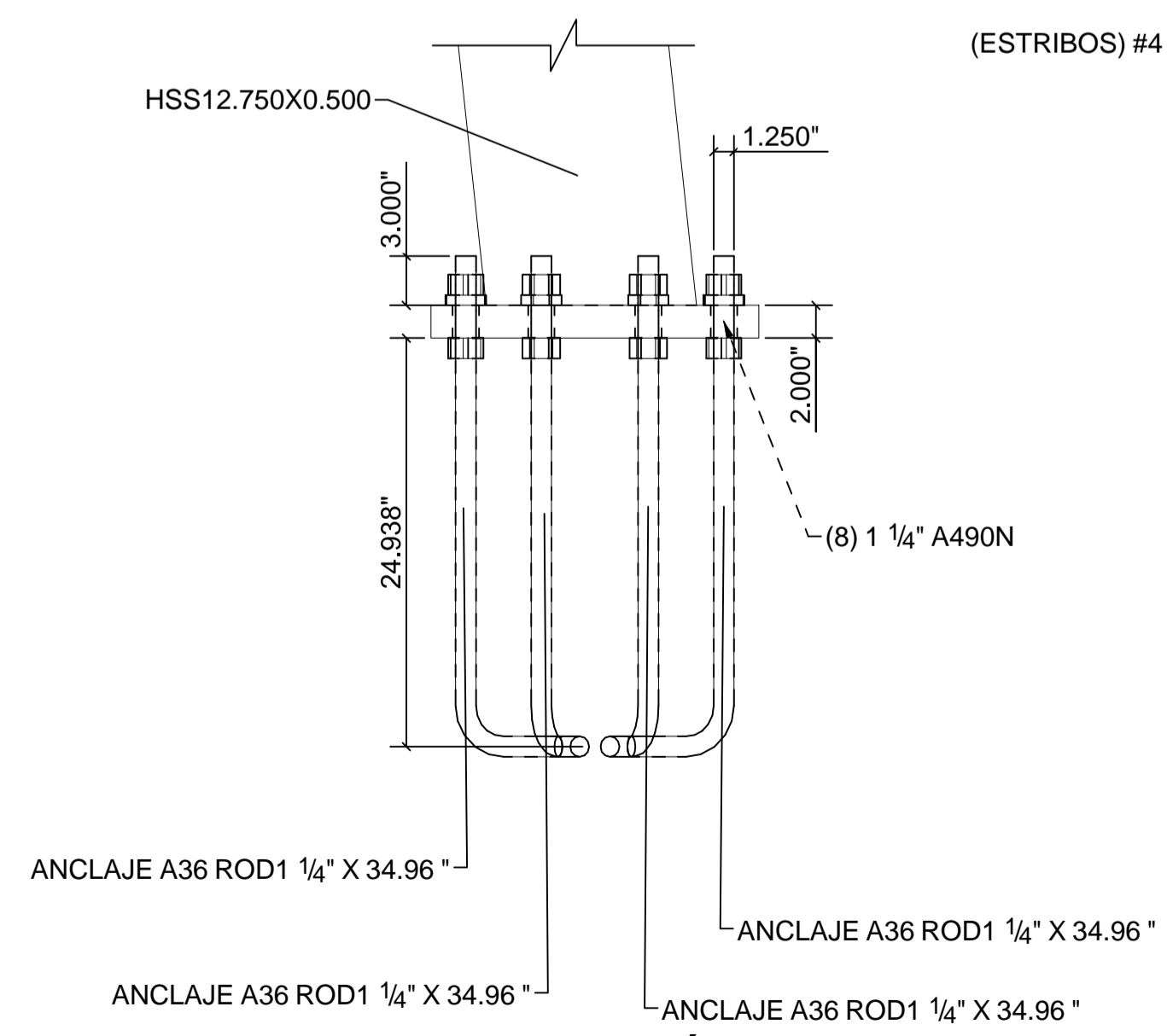
ELEVACIÓN ZAPATA, PEDESTAL Y VIGA DE CIMENTACIÓN
ESCALA: 1:25



PLANTA PEDESTAL
ESCALA: 1:7.5



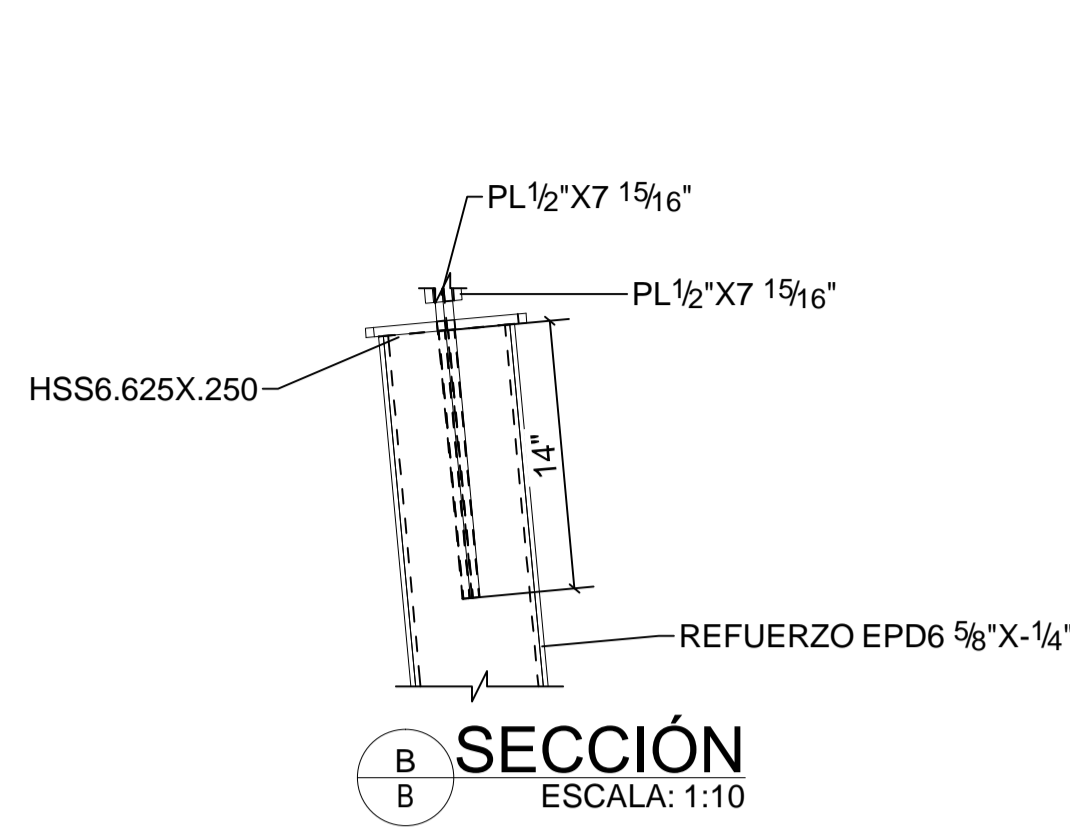
PLANTA DE PLACA BASE
ESCALA: 1:7.5



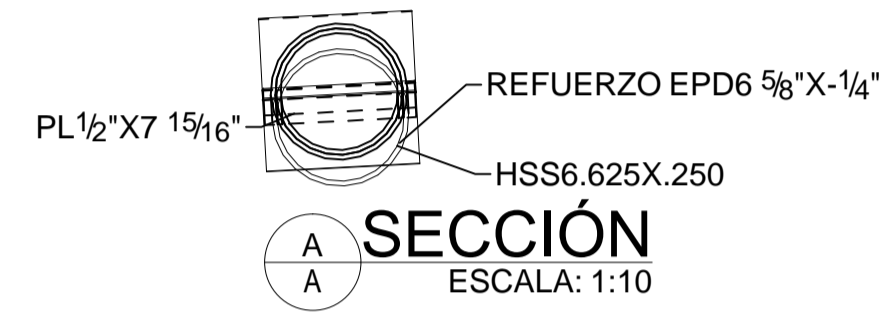
SECCIÓN
ESCALA: 1:10

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
TANQUE + TORRE:	
CÓDIGOS DE DISEÑO:	PARÁMETROS DE DISEÑO:
AWWA D-100-05	TECHO: 1/8"
AISC 360-10	CUERPO: 1/4"
AISC 341-05	FONDO: 1/4"
ASCE 7-10	TANQUE Y PLACAS DE CONEXIÓN, ACERO ASTM A-36
AGIES 2010	ELEMENTOS TORRE, ACERO ASTM A-500 GRADO B
IBC 2009	SOLDADURA ELECTRODO E-70 XX, AWS 5.1 Y 5.5
ZAPATA, PEDESTAL Y VIGA DE CIMENTACIÓN:	
CÓDIGOS DE DISEÑO:	PARÁMETROS DE DISEÑO:
ACI 318-08	f'c= 281 Kg/cm²
	Fy= 4200 Kg/cm²

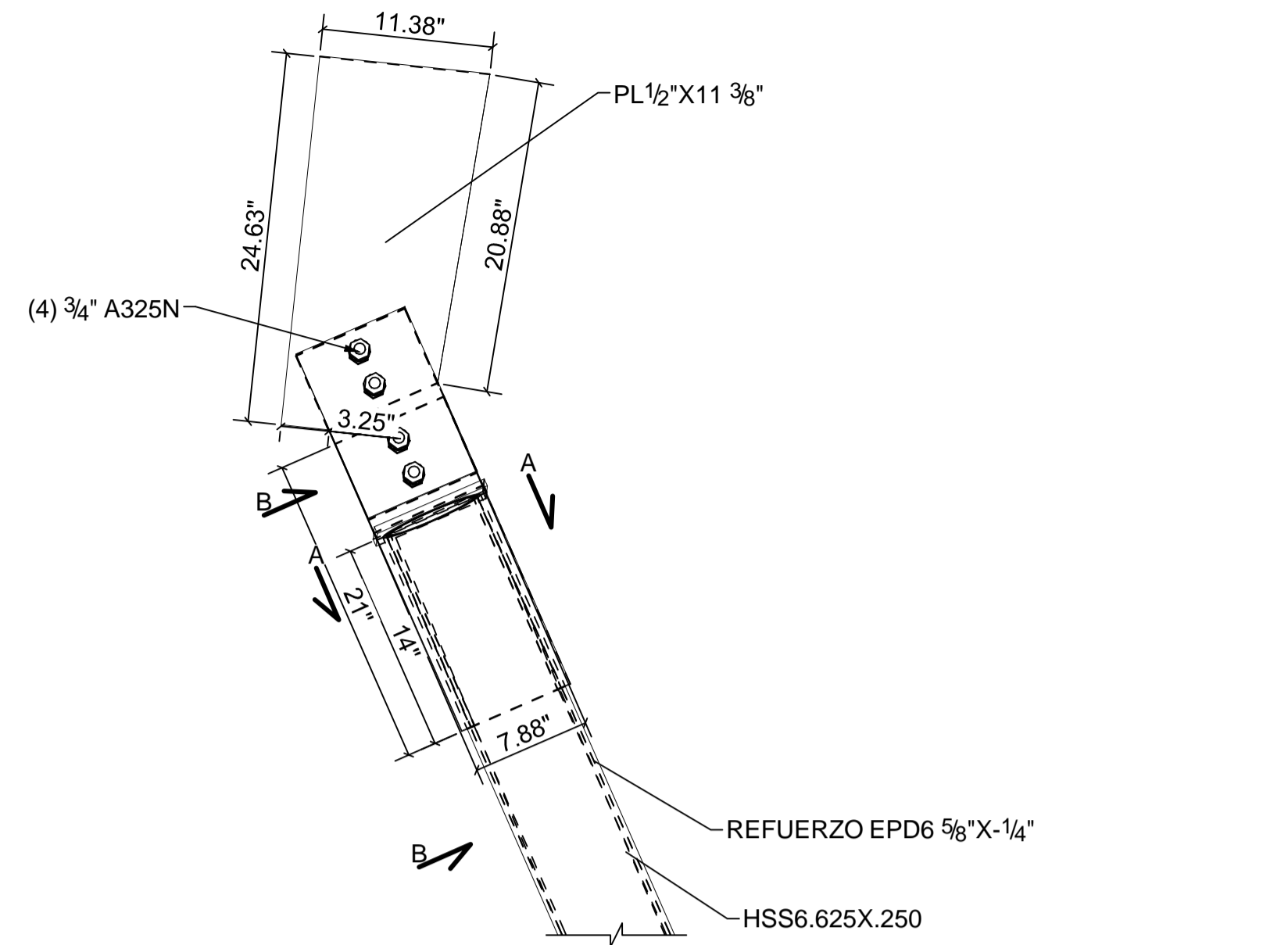
	MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR ULISES ROJAS, ZONA 3 MUNICIPIO: VILLA NUEVA DEPARTAMENTO: GUATEMALA PROYECTO DE DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE, COLONIA ULISES ROJAS, BARGENAS, ZONA 3	
	PLANO DE: ELEVACIÓN ELEMENTOS CONCRETO ARMADO Y PLACA BASE, TANQUE ELEVADO METÁLICO	
LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO: MUNICIPALIDAD DE VILLA NUEVA DIBUJO Y CÁLCULO TOPOGRÁFICO: JOSÉ GABRIEL PÉREZ ASESOR: MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR	DIBUJO Y CÁLCULO HIDRÁULICO: JOSÉ GABRIEL PÉREZ SUPERVISOR: ING. SILVIO JOSÉ RODRÍGUEZ SERRANO FIRMA:	PROGRAMA: EPS USAC 2017 ESCALA: INDICADA FECHA: ENERO 2021 4 7



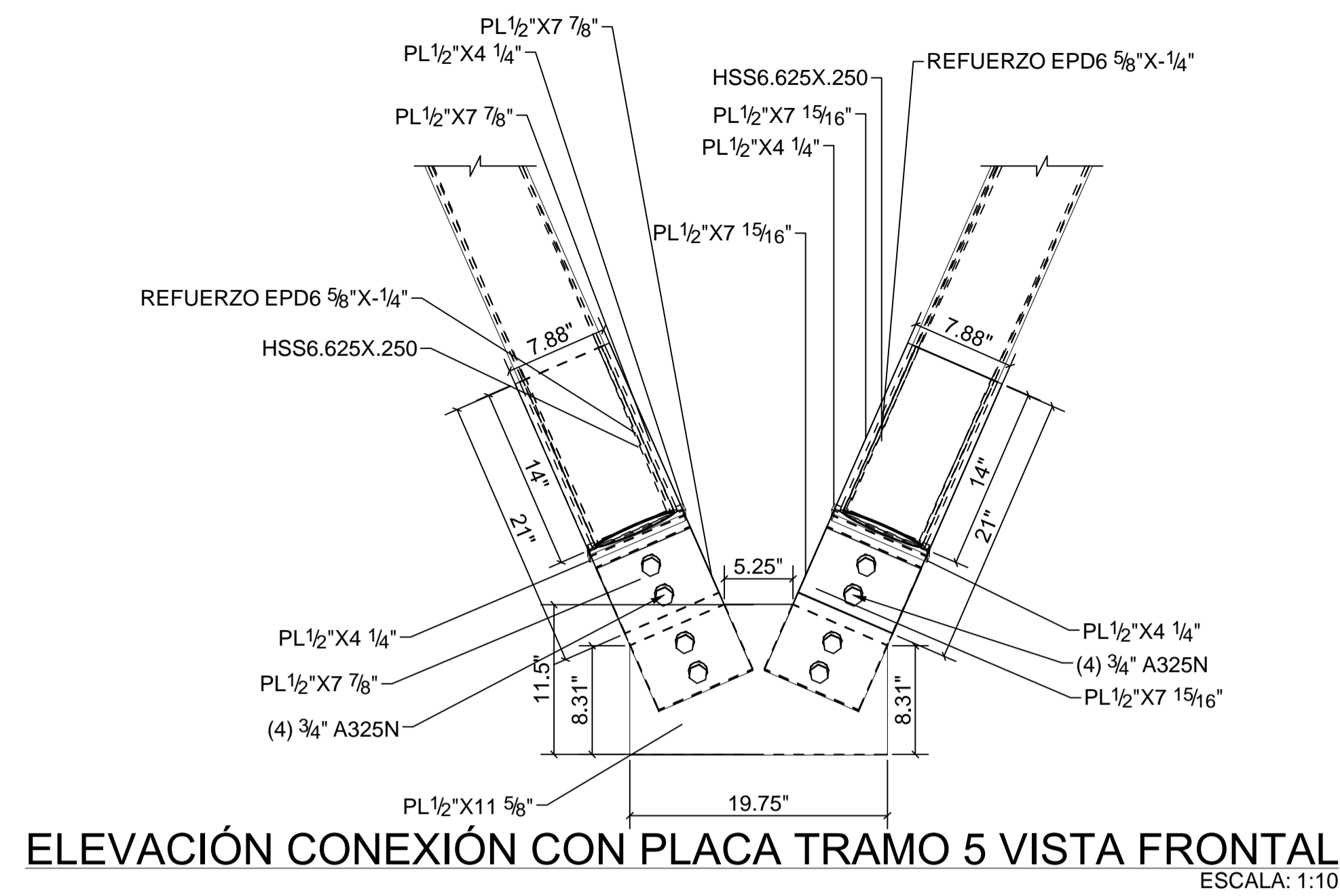
SECCIÓN
ESCALA: 1:10



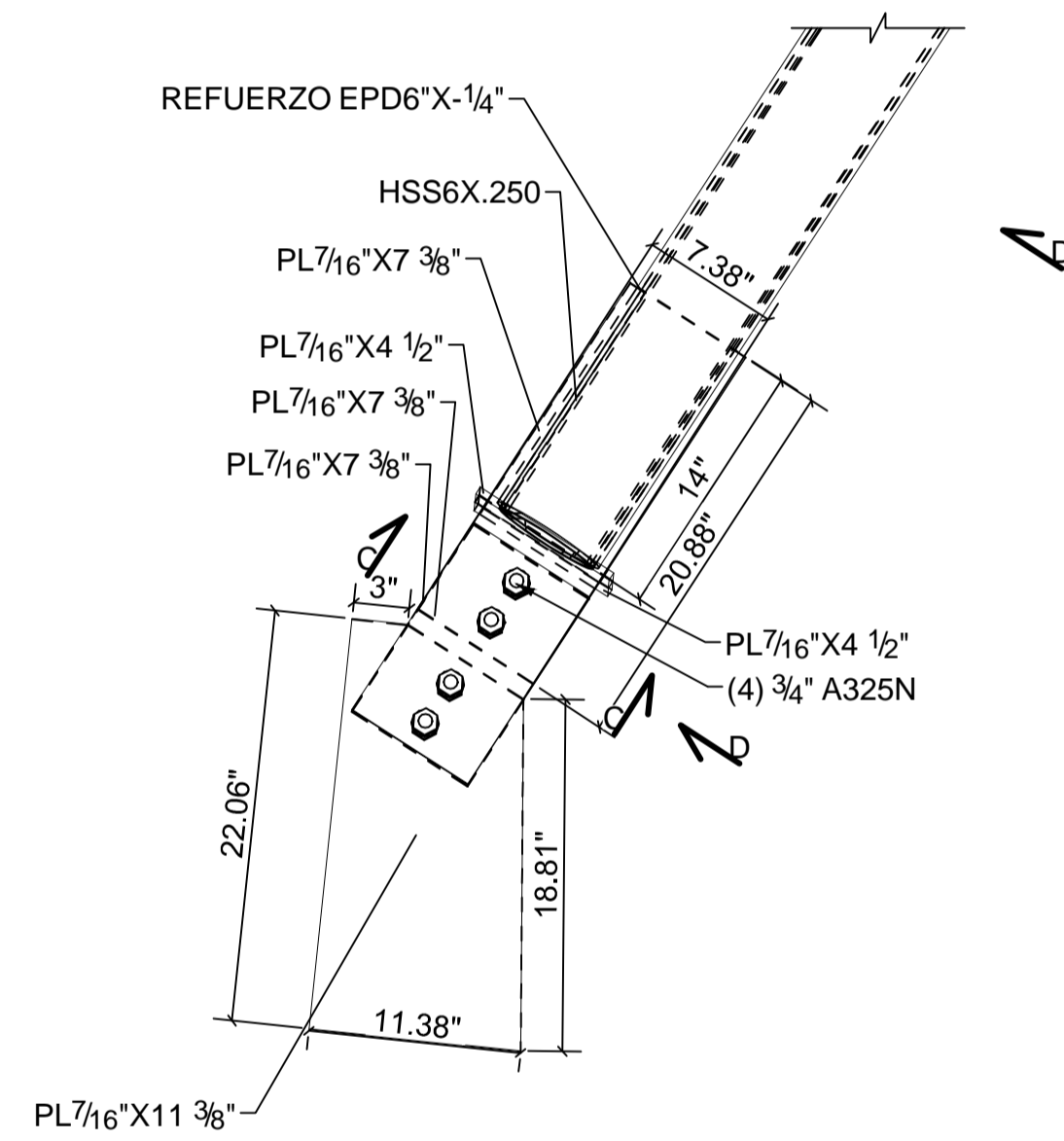
SECCIÓN
ESCALA: 1:10



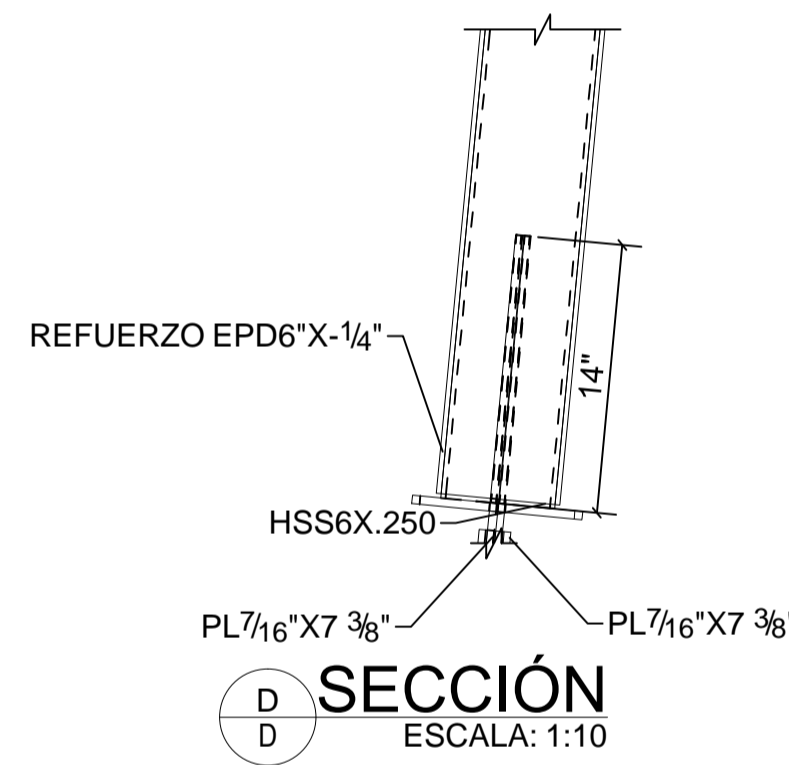
ELEVACIÓN CONEXIÓN CON PLACA TRAMO 5 VISTA FRONTAL
ESCALA: 1:10



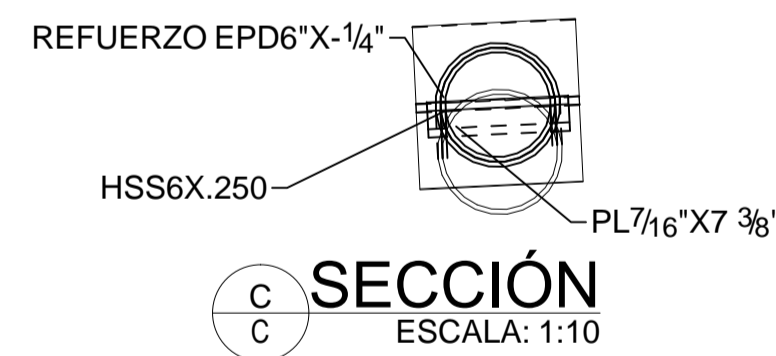
ELEVACIÓN CONEXIÓN CON PLACA TRAMO 5 VISTA FRONTAL
ESCALA: 1:10



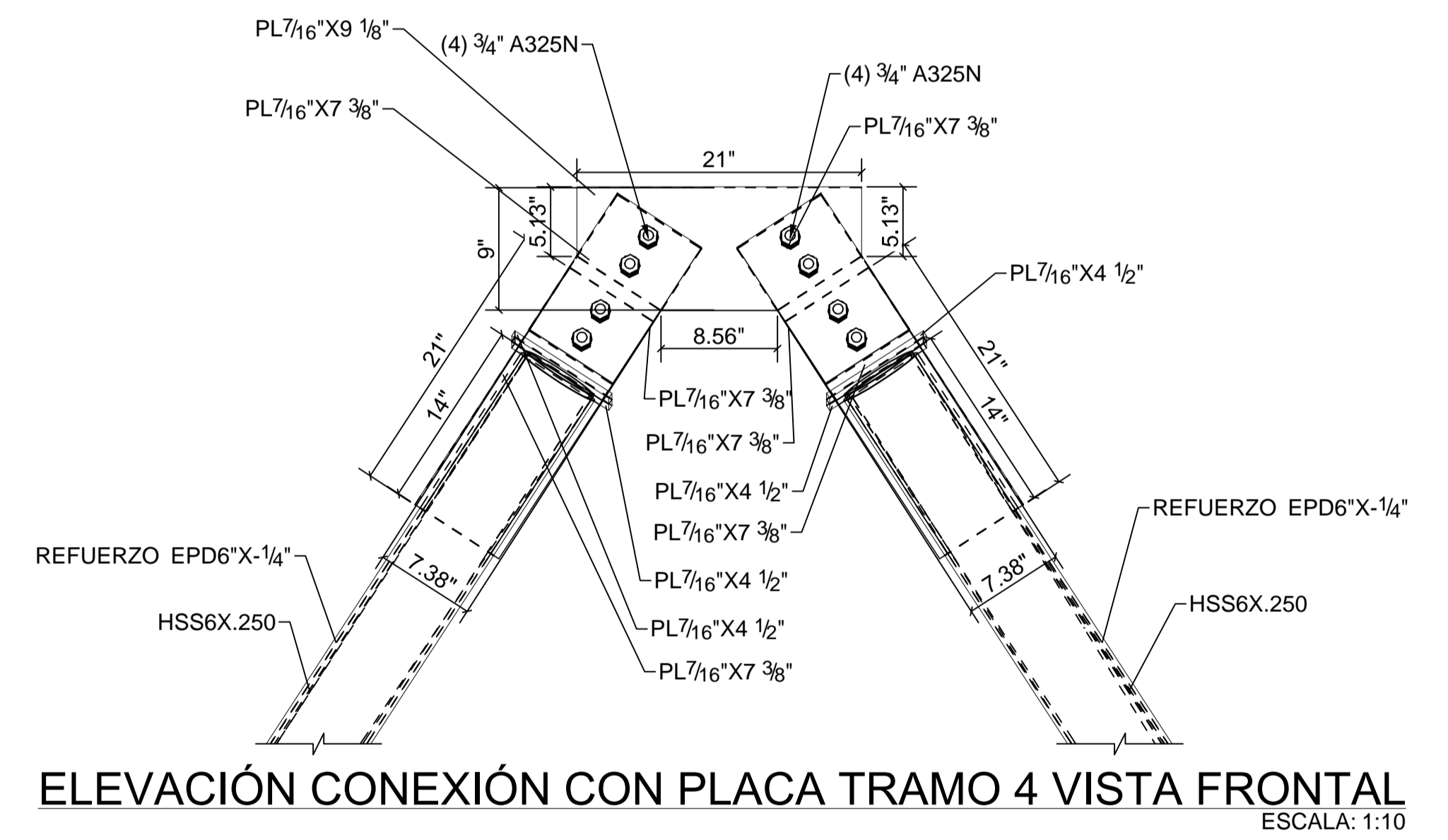
ELEVACIÓN CONEXIÓN CON PLACA TRAMO 4 VISTA FRONTAL
ESCALA: 1:10



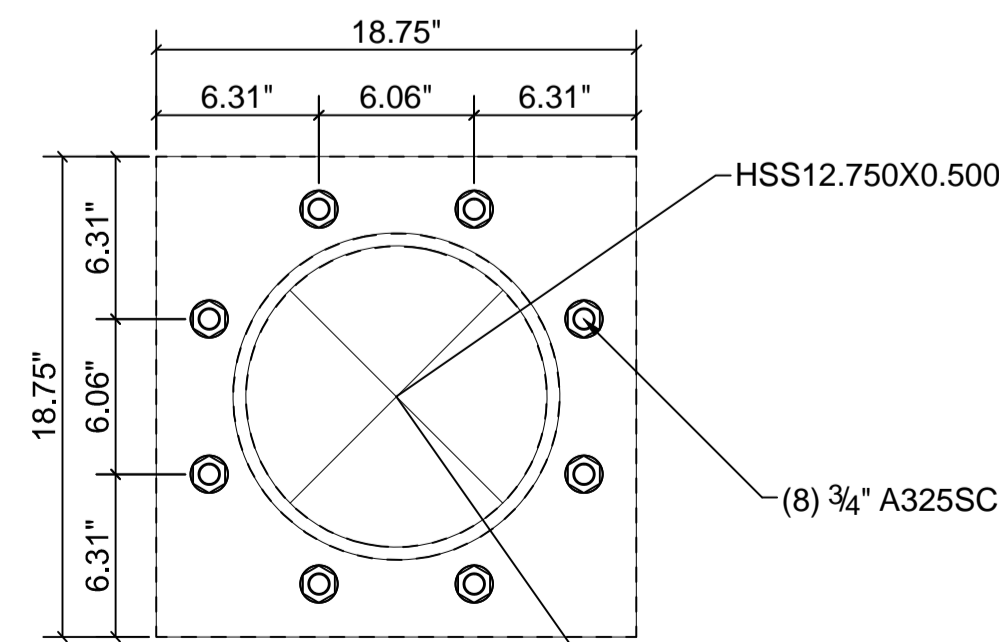
SECCIÓN
ESCALA: 1:10



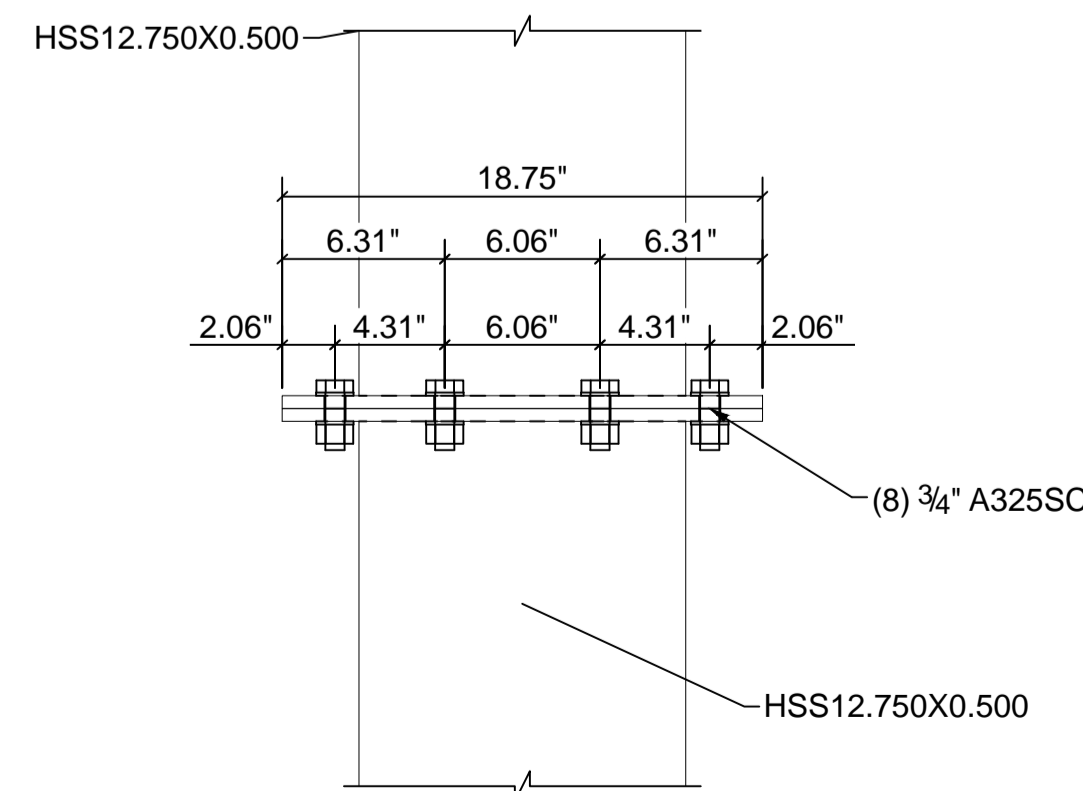
SECCIÓN
ESCALA: 1:10



ELEVACIÓN CONEXIÓN CON PLACA TRAMO 4 VISTA FRONTAL
ESCALA: 1:10



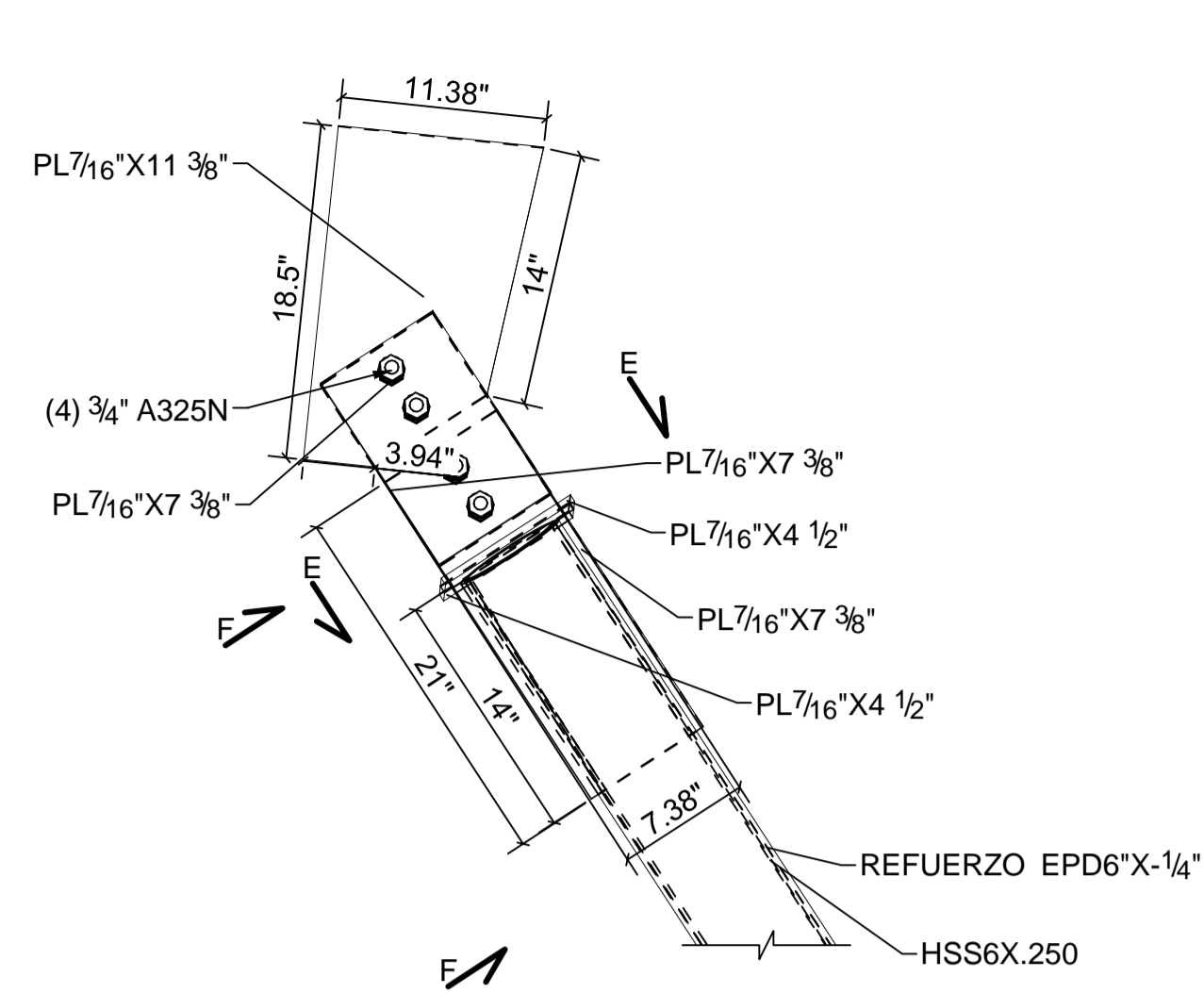
PLANTA UNIÓN COLUMNAS TRAMO 4
ESCALA: 1:7.5



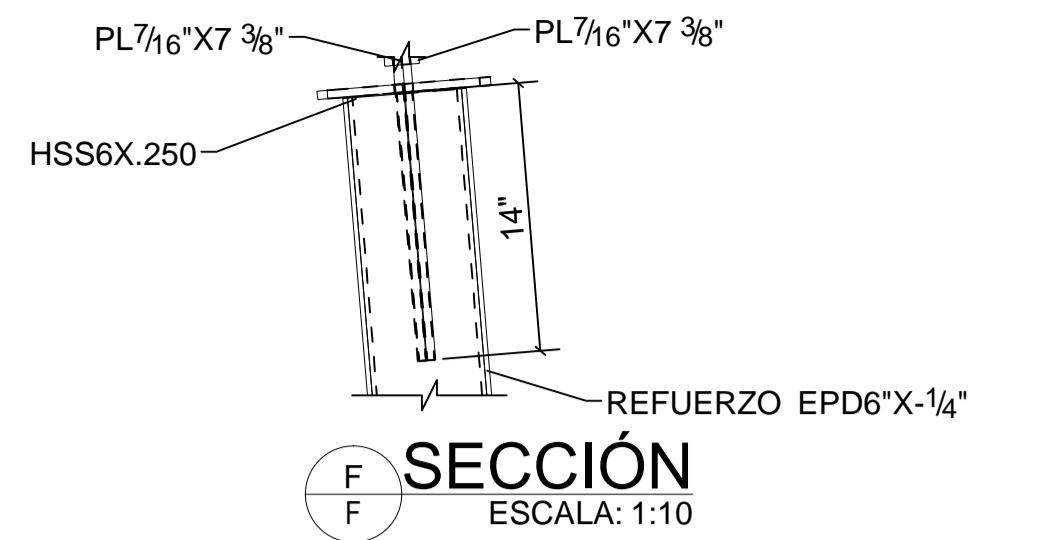
ELEVACIÓN UNIÓN COLUMNAS TRAMO 4
ESCALA: 1:7.5

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
TANQUE + TORRE:	
CÓDIGOS DE DISEÑO:	PARÁMETROS DE DISEÑO:
AWWA D-100-05	TECHO: $t = \frac{1}{2}$ "
AISC 360-10	CUERPO: $t = \frac{1}{2}$ "
AISC 341-05	FONDO: $t = \frac{1}{2}$ "
ASCE 7-10	TANQUE Y PLACAS DE CONEXIÓN, ACERO ASTM A-36
AGIES 2010	
IBC 2009	ELEMENTOS TORRE, ACERO ASTM A-500 GRADO B
	SOLDADURA ELECTRODO E-70 XX, AWS 5.1 Y 5.5
ZAPATA, PEDESTAL Y VIGA DE CIMENTACIÓN:	
CÓDIGOS DE DISEÑO:	PARÁMETROS DE DISEÑO:
ACI 318-08	$f'c = 281 \text{ Kg/cm}^2$
	$F_y = 4200 \text{ Kg/cm}^2$

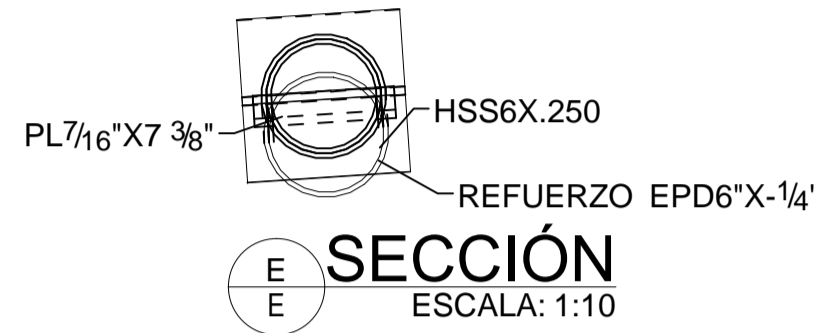
	MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR ULISES ROJAS, ZONA 3 MUNICIPIO: VILLA NUEVA DEPARTAMENTO: GUATEMALA PROYECTO DE DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE, COLONIA ULISES ROJAS, BARGENAS, ZONA 3	
	PLANO DE: ELEMENTOS DE CONEXIÓN CON PLACA, TANQUE ELEVADO METÁLICO	
LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO: MUNICIPALIDAD DE VILLA NUEVA	DIBUJO Y CÁLCULO HIDRÁULICO: JOSÉ GABRIEL PÉREZ	PROGRAMA: EPS USAC 2017 ESCALA: INDICADA FECHA: ENERO 2021
DIBUJO Y CÁLCULO TOPOGRÁFICO: JOSÉ GABRIEL PÉREZ	SUPERVISOR: ING. SILVIO JOSÉ RODRÍGUEZ SERRANO	
ASESOR: MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR	FIRMA:	5 7



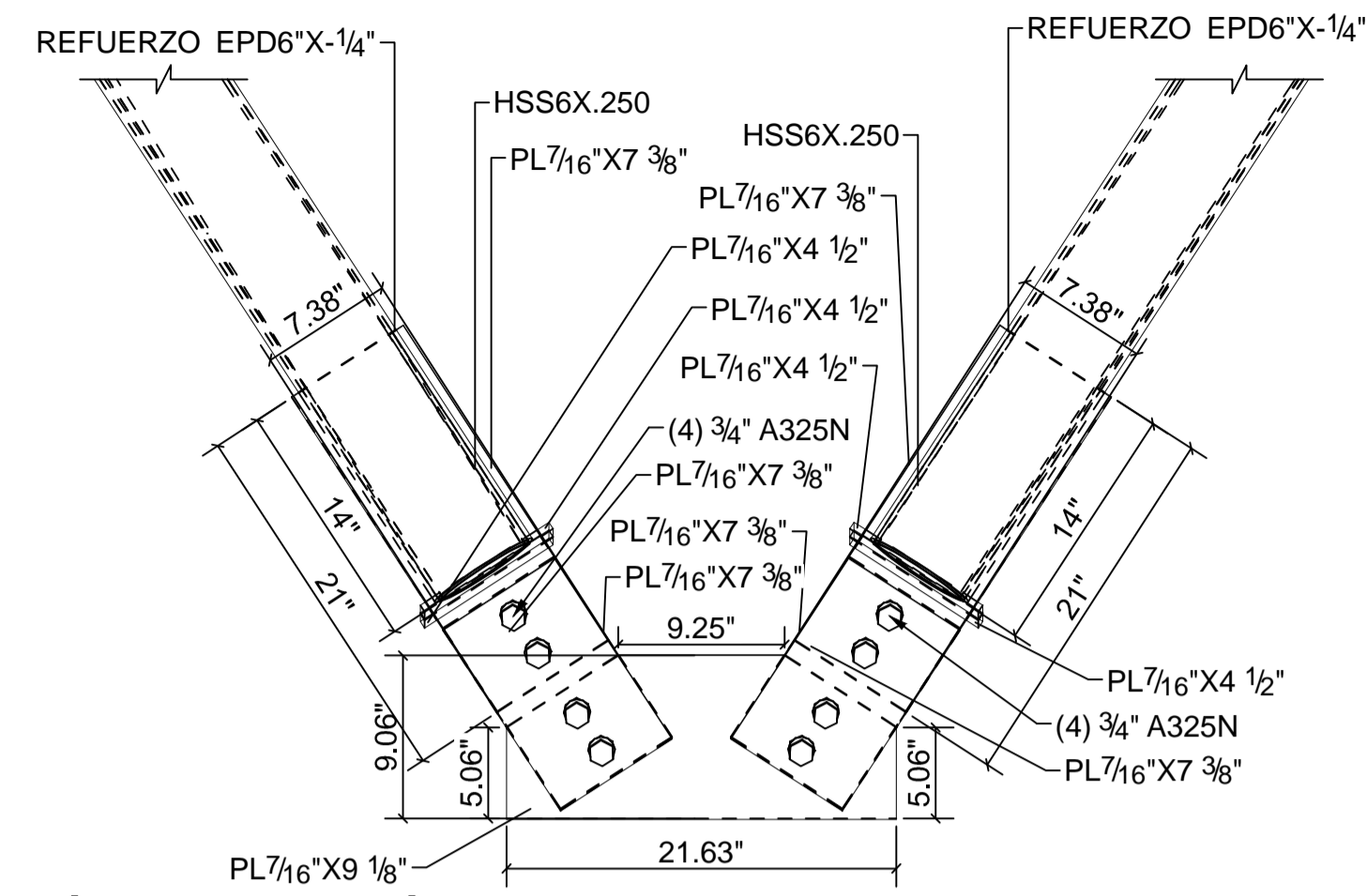
ELEVACIÓN CONEXIÓN CON PLACA TRAMO 3 VISTA FRONTAL
ESCALA: 1:10



SECCIÓN
ESCALA: 1:10

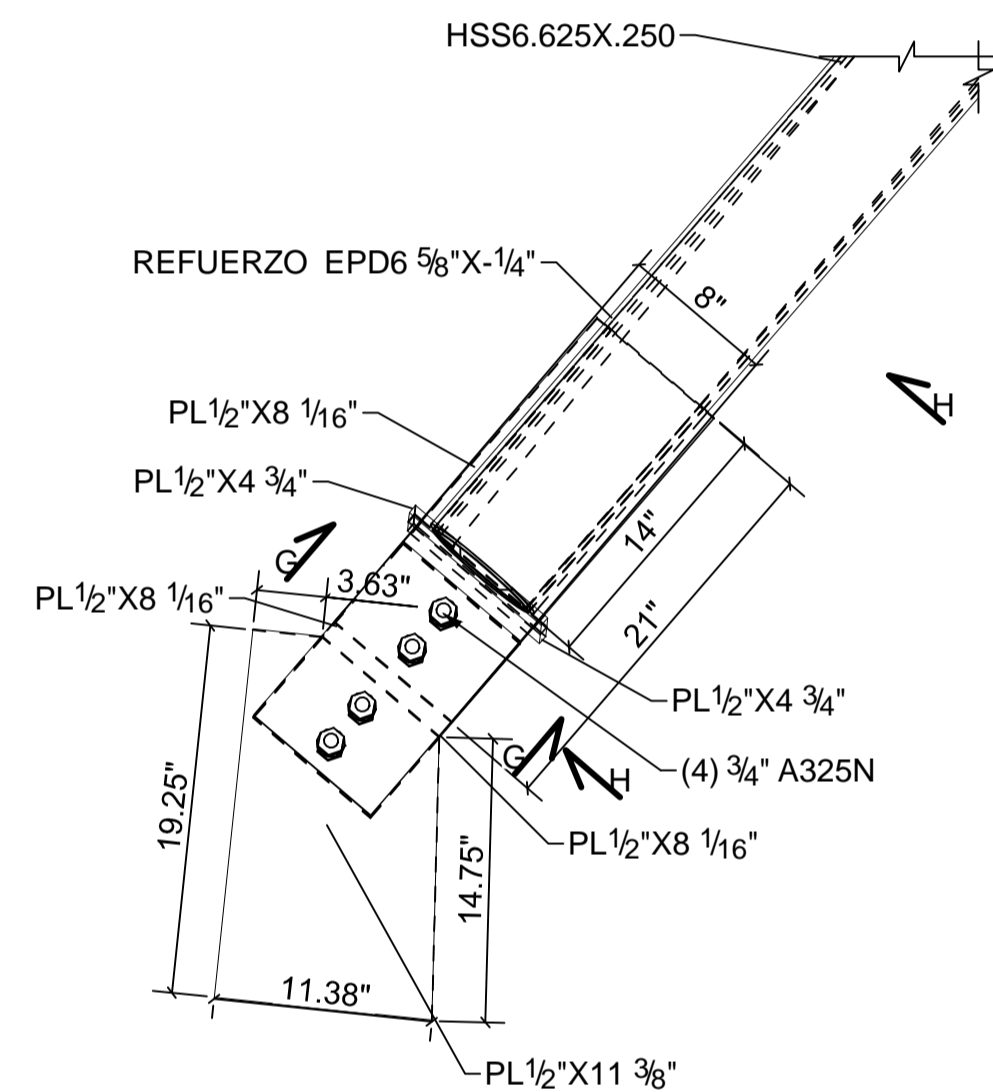


SECCIÓN
ESCALA: 1:10

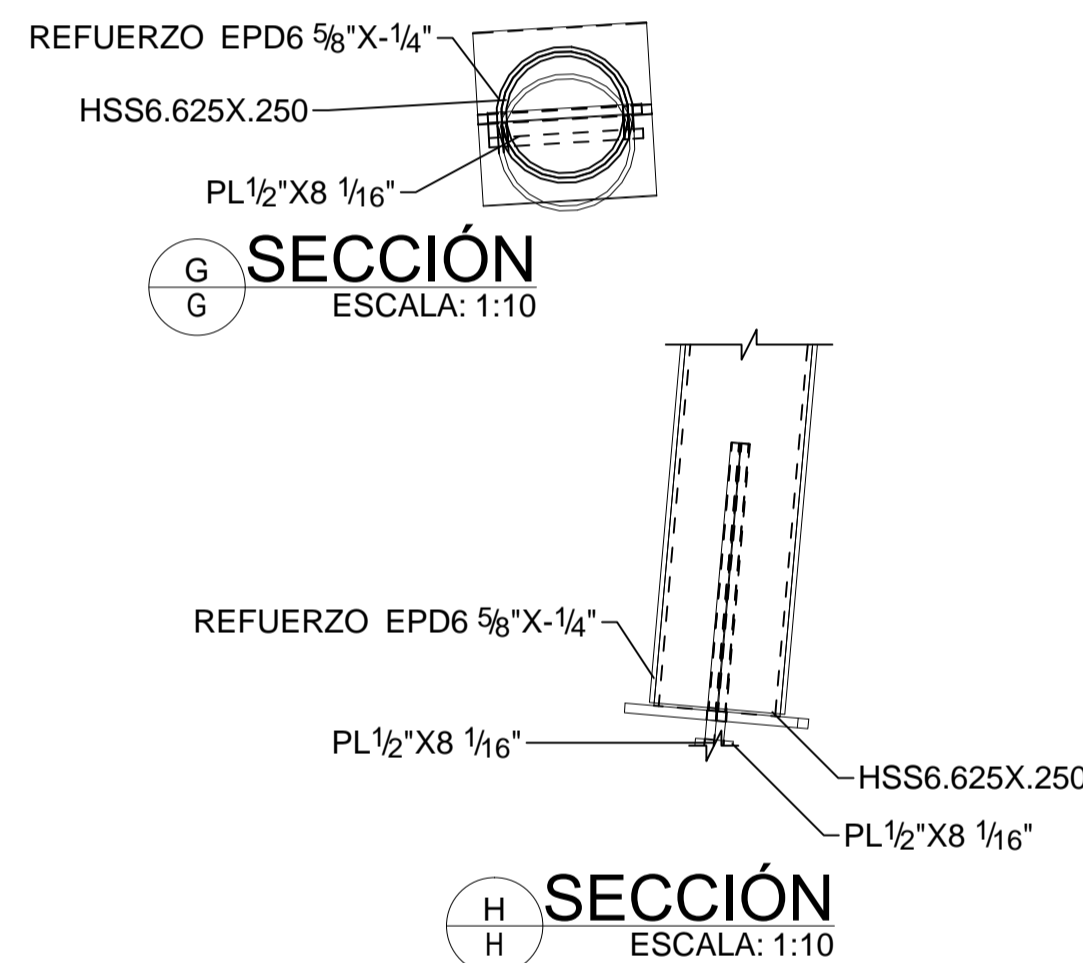


ELEVACIÓN CONEXIÓN CON PLACA TRAMO 3 VISTA FRONTAL
ESCALA: 1:10

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
TANQUE + TORRE:	
CÓDIGOS DE DISEÑO:	PARÁMETROS DE DISEÑO:
AWWA D-100-05	TECHO: $t = \frac{1}{8}$ "
AISC 360-10	CUERPO: $t = \frac{1}{2}$ "
AISC 341-05	FONDO: $t = \frac{1}{2}$ "
ASCE 7-10	TANQUE Y PLACAS DE CONEXIÓN, ACERO ASTM A-36
AGIES 2010	ELEMENTOS TORRE, ACERO ASTM A-500 GRADO B
IBC 2009	SOLDADURA ELECTRODO E-70 XX, AWS 5.1 Y 5.5
ZAPATA, PEDESTAL Y VIGA DE CIMENTACIÓN:	
CÓDIGOS DE DISEÑO:	PARÁMETROS DE DISEÑO:
ACI 318-08	$f_c = 281 \text{ Kg/cm}^2$
	$f_y = 4200 \text{ Kg/cm}^2$

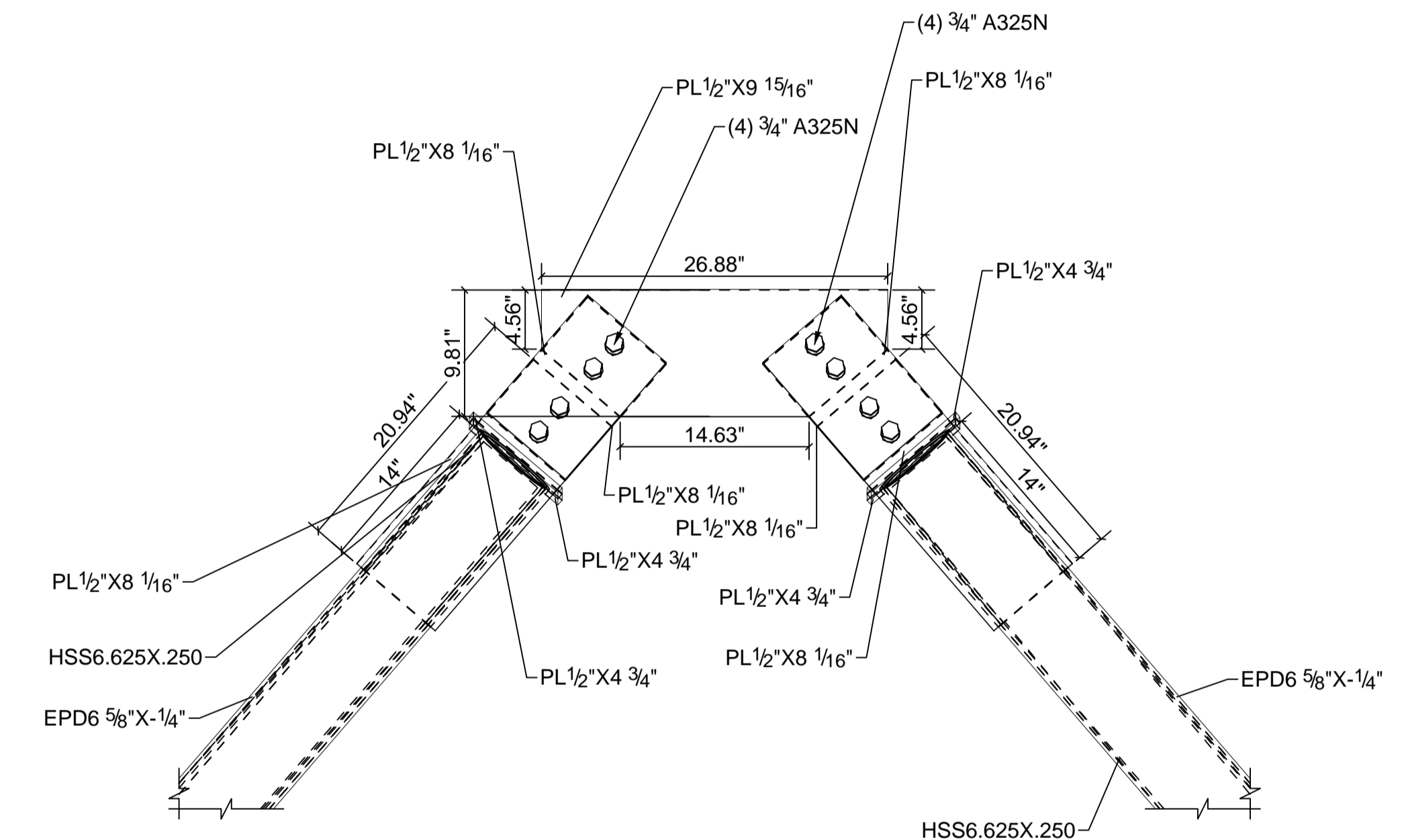


ELEVACIÓN CONEXIÓN CON PLACA TRAMO 2 VISTA FRONTAL
ESCALA: 1:10

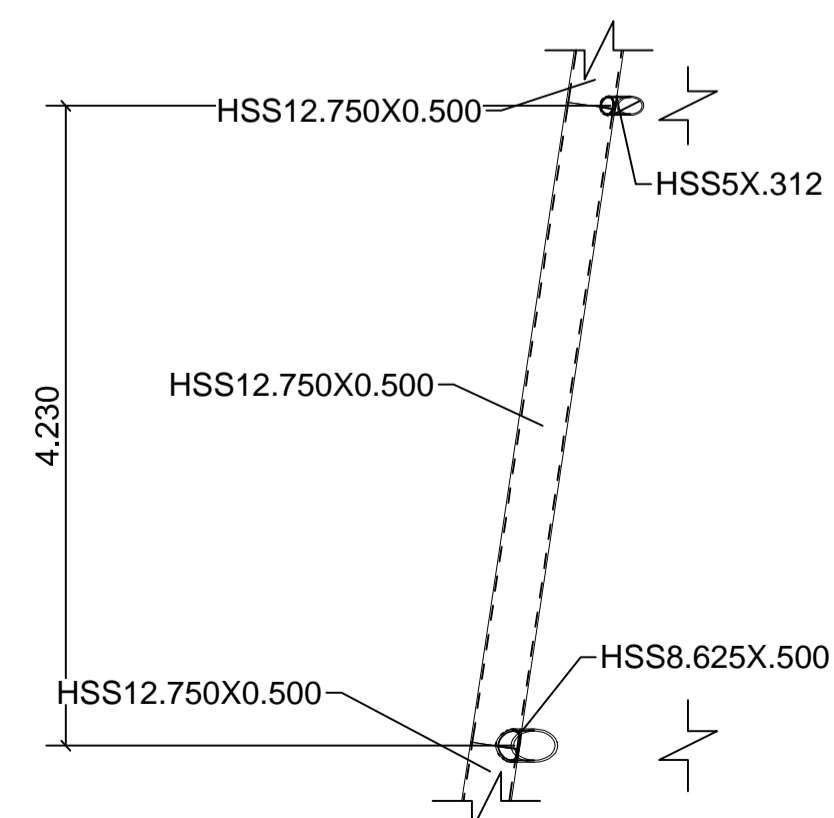


SECCIÓN
ESCALA: 1:10

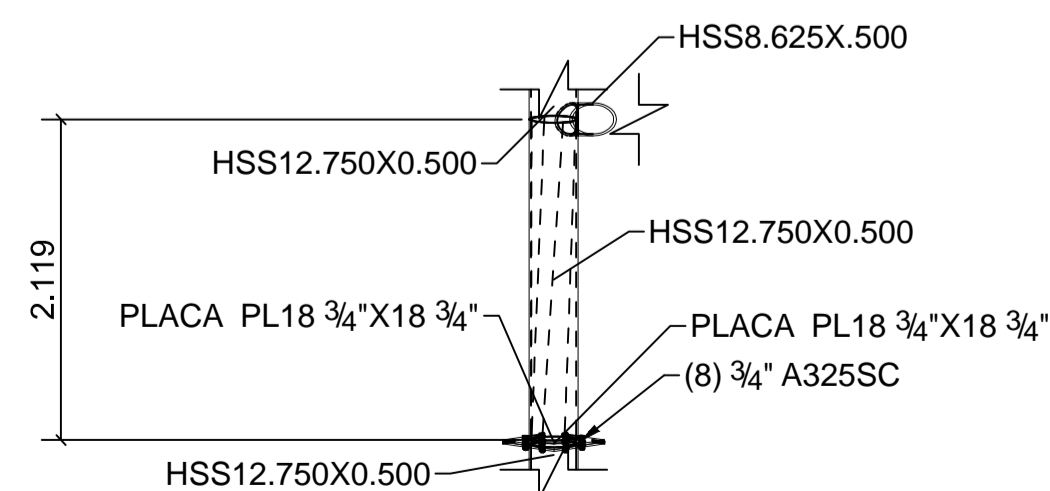
SECCIÓN
ESCALA: 1:10



ELEVACIÓN CONEXIÓN CON PLACA TRAMO 2 VISTA FRONTAL
ESCALA: 1:10

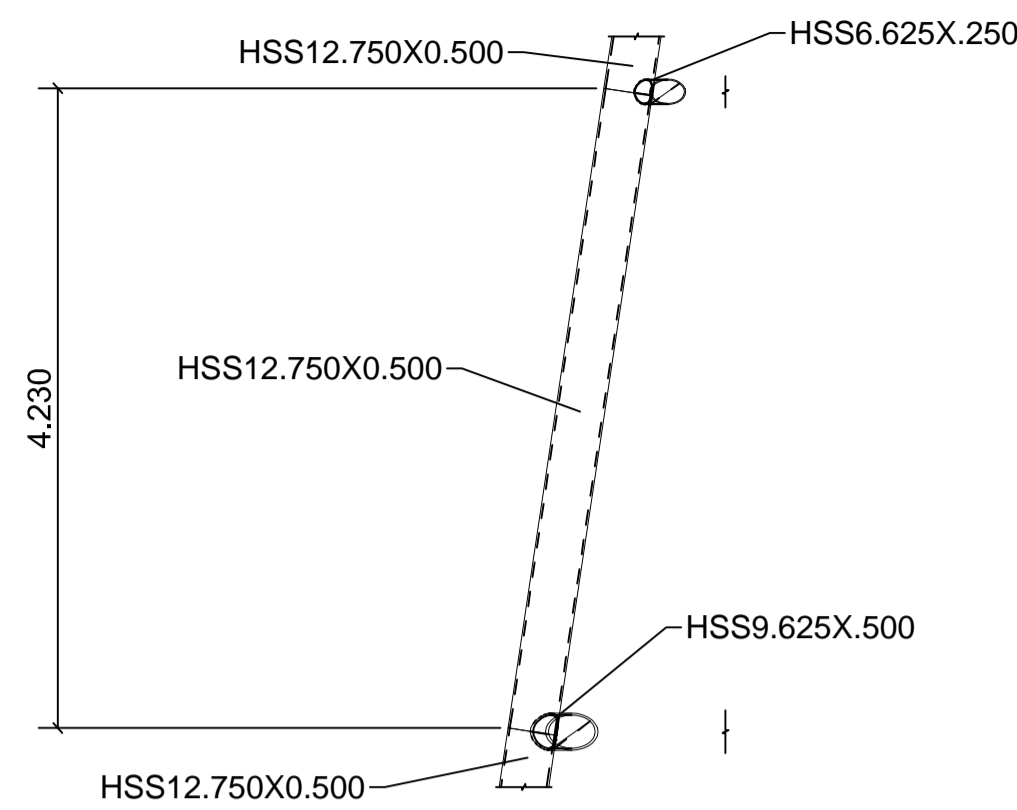


ELEVACIÓN CONEXIÓN COLUMNA - HORIZONTAL TRAMO 5
ESCALA: 1:50

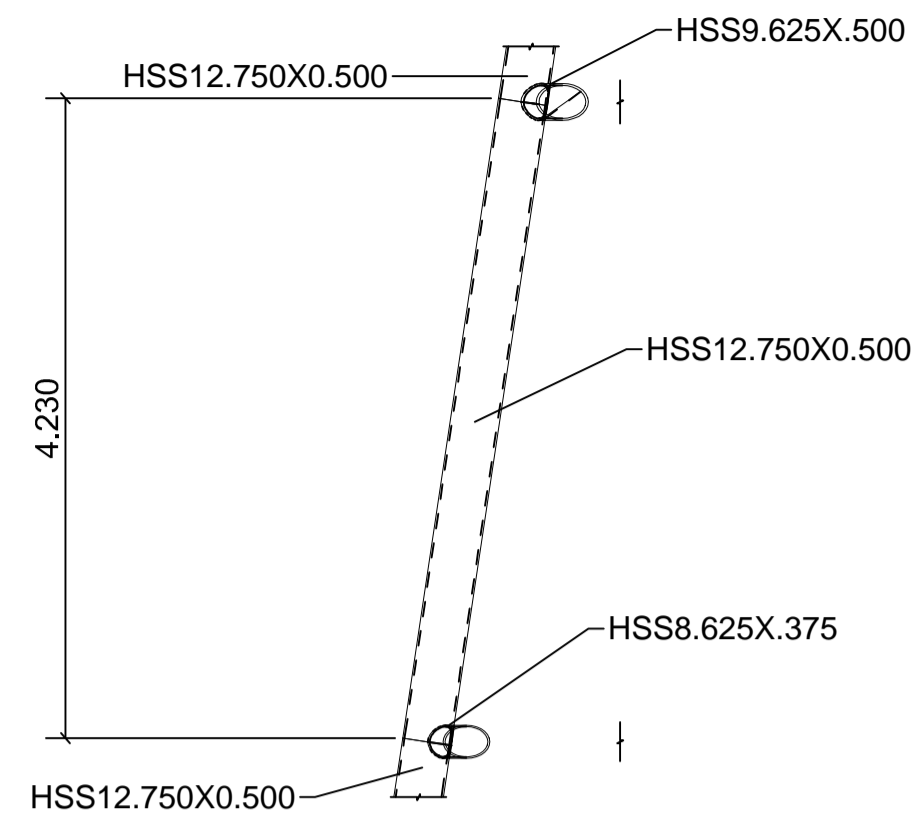


ELEVACIÓN CONEXIÓN COLUMNA - HORIZONTAL TRAMO 4
ESCALA: 1:50

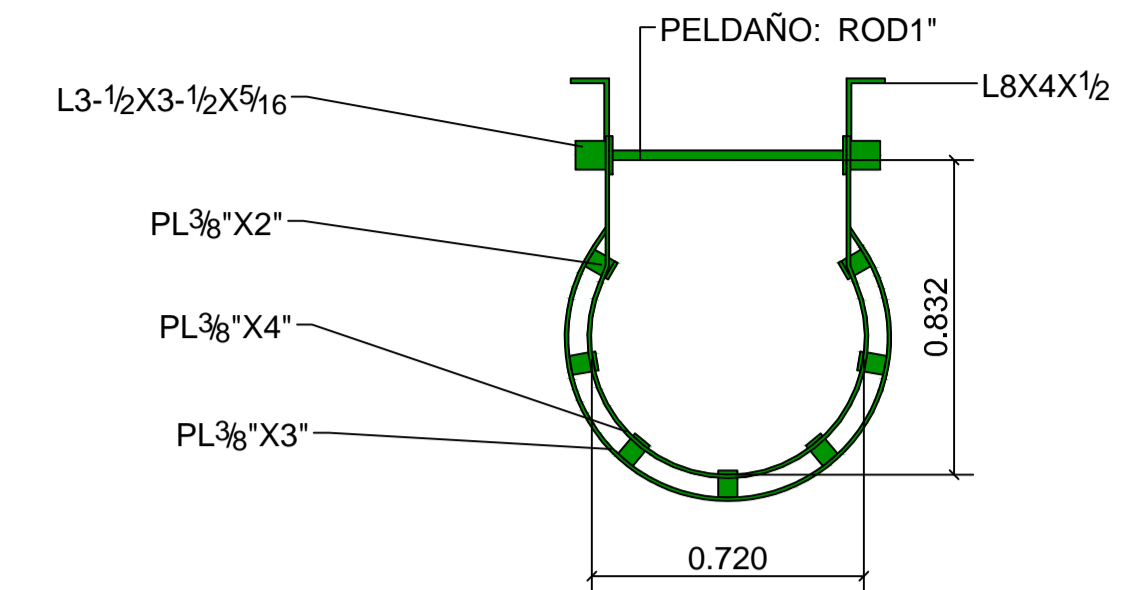
	MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR ULISES ROJAS, ZONA 3 MUNICIPIO: VILLA NUEVA DEPARTAMENTO: GUATEMALA PROYECTO DE DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE, COLONIA ULISES ROJAS, BARGENAS, ZONA 3	
	PLANO DE: ELEMENTOS DE CONEXIÓN CON PLACA Y COLUMNAS, TANQUE ELEVADO METÁLICO	
LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO: MUNICIPALIDAD DE VILLA NUEVA DIBUJO Y CÁLCULO TOPOGRÁFICO: JOSÉ GABRIEL PÉREZ ASESOR: MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR	DIBUJO Y CÁLCULO HIDRÁULICO: JOSÉ GABRIEL PÉREZ SUPERVISOR: ING. SILVIO JOSÉ RODRÍGUEZ SERRANO FIRMA:	PROGRAMA: EPS USAC 2017 ESCALA: INDICADA FECHA: ENERO 2021
6		7



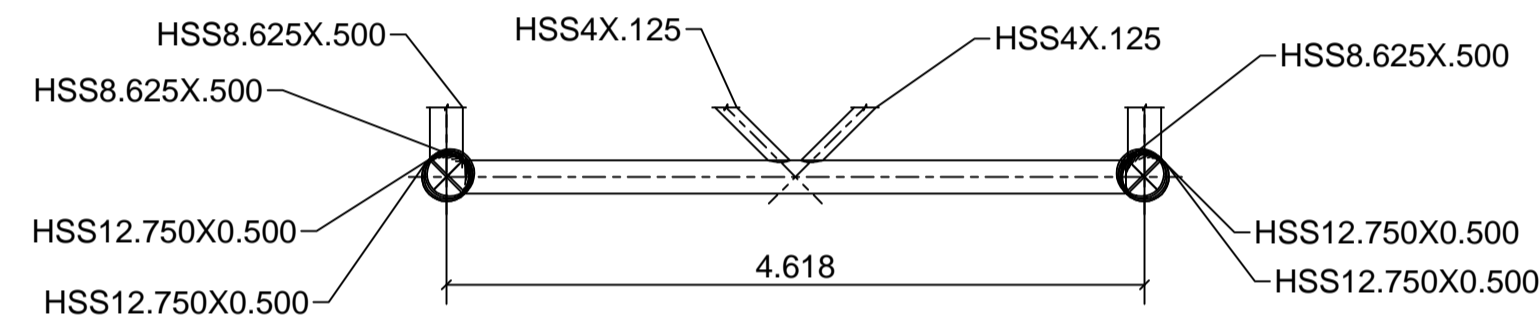
ELEVACIÓN CONEXIÓN COLUMNA - HORIZONTAL TRAMO 3
ESCALA: 1:50



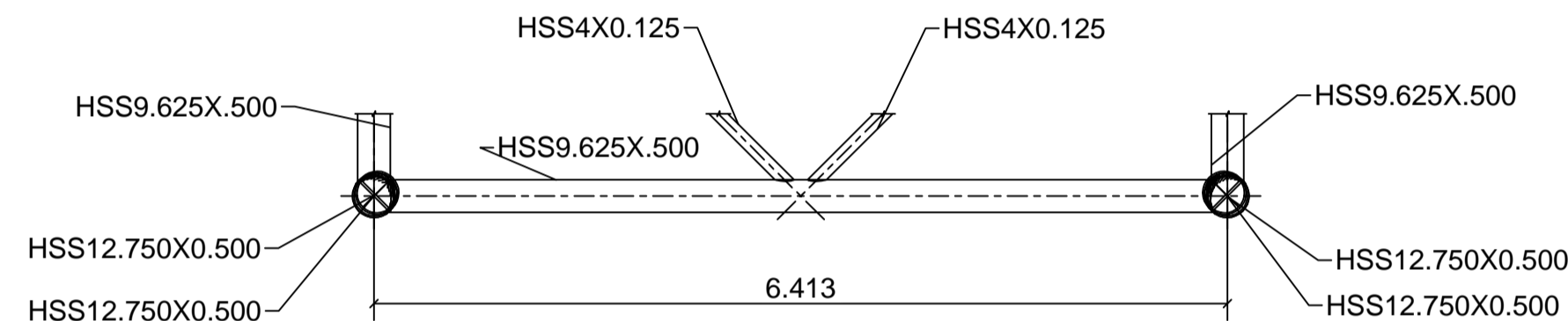
ELEVACIÓN CONEXIÓN COLUMNA - HORIZONTAL TRAMO 2
ESCALA: 1:50



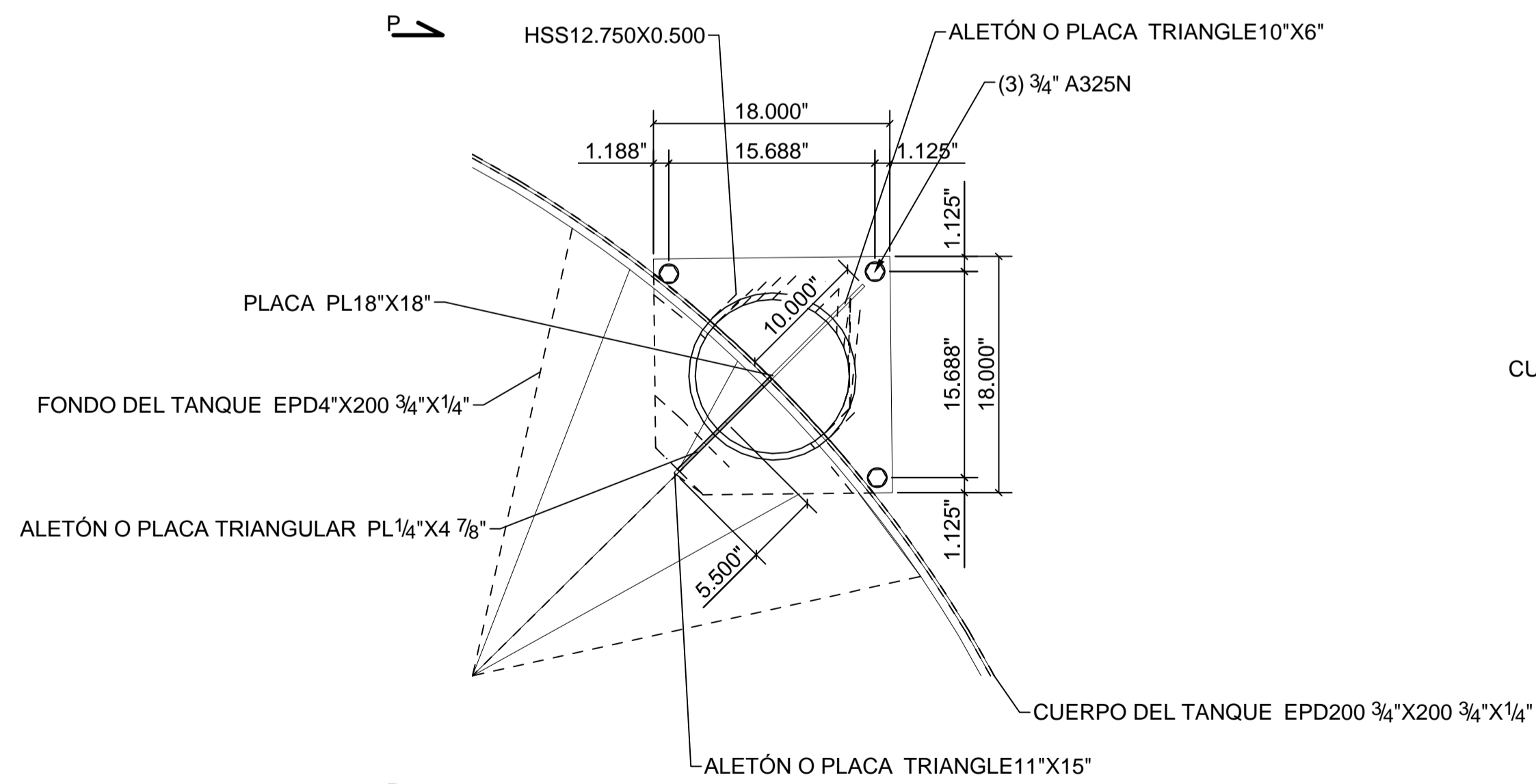
PLANTA ESCALERA DE SEGURIDAD TIPO GATO
ESCALA: 1:20



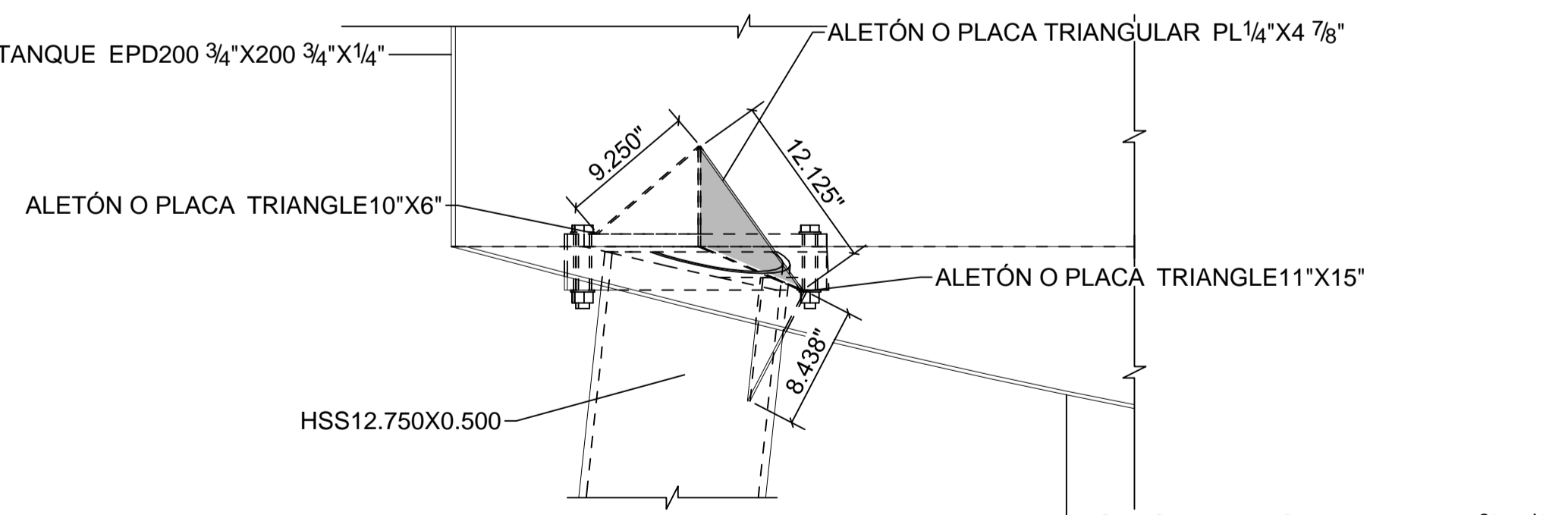
PLANTA CONEXION HORIZONTAL - BREIZA HORIZONTAL TRAMO 4
ESCALA: 1:50



PLANTA CONEXION HORIZONTAL - BREIZA HORIZONTAL TRAMO 2
ESCALA: 1:50



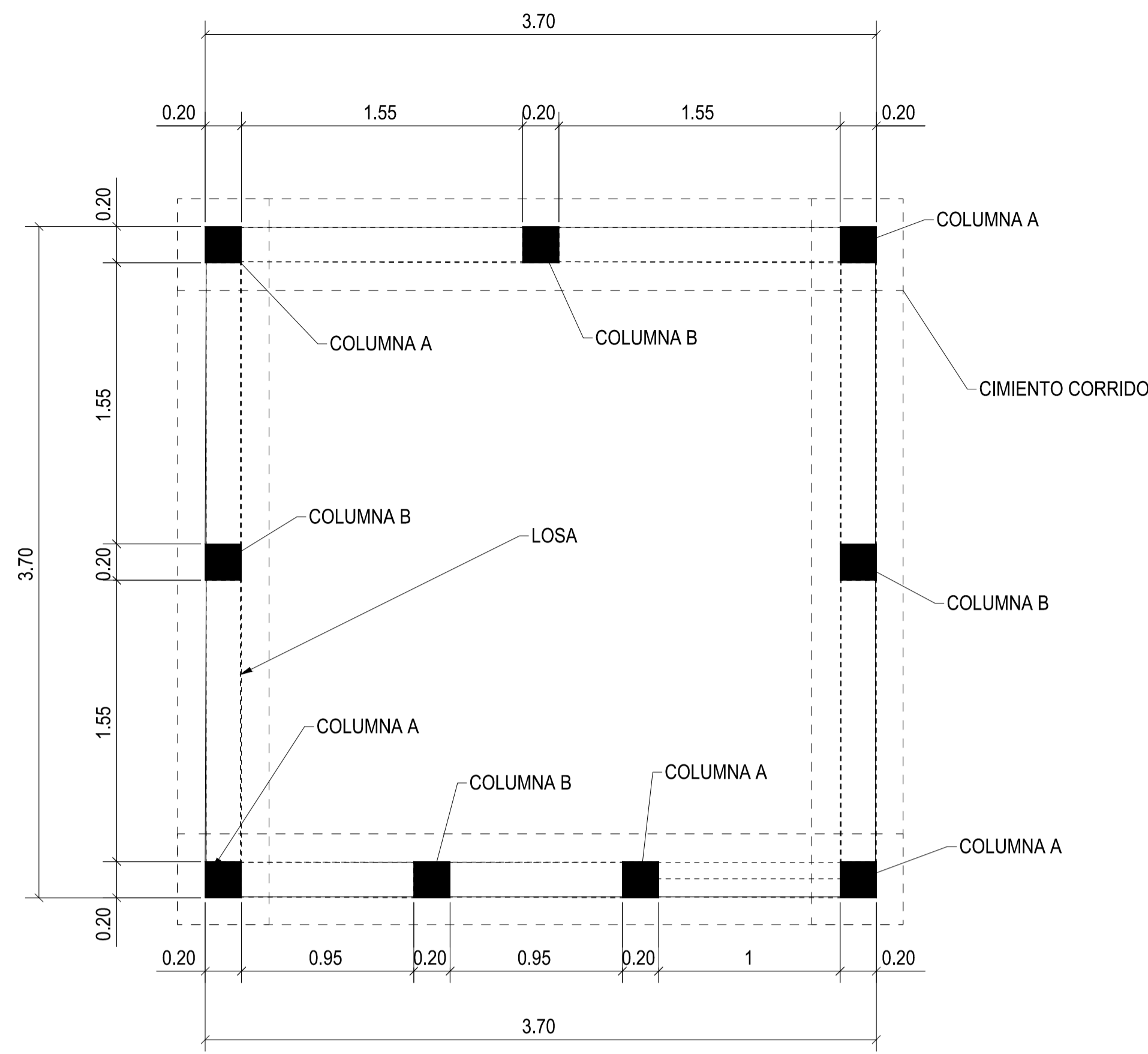
ELEVACIÓN UNIÓN COLUMNA-TANQUE
ESCALA: 1:10



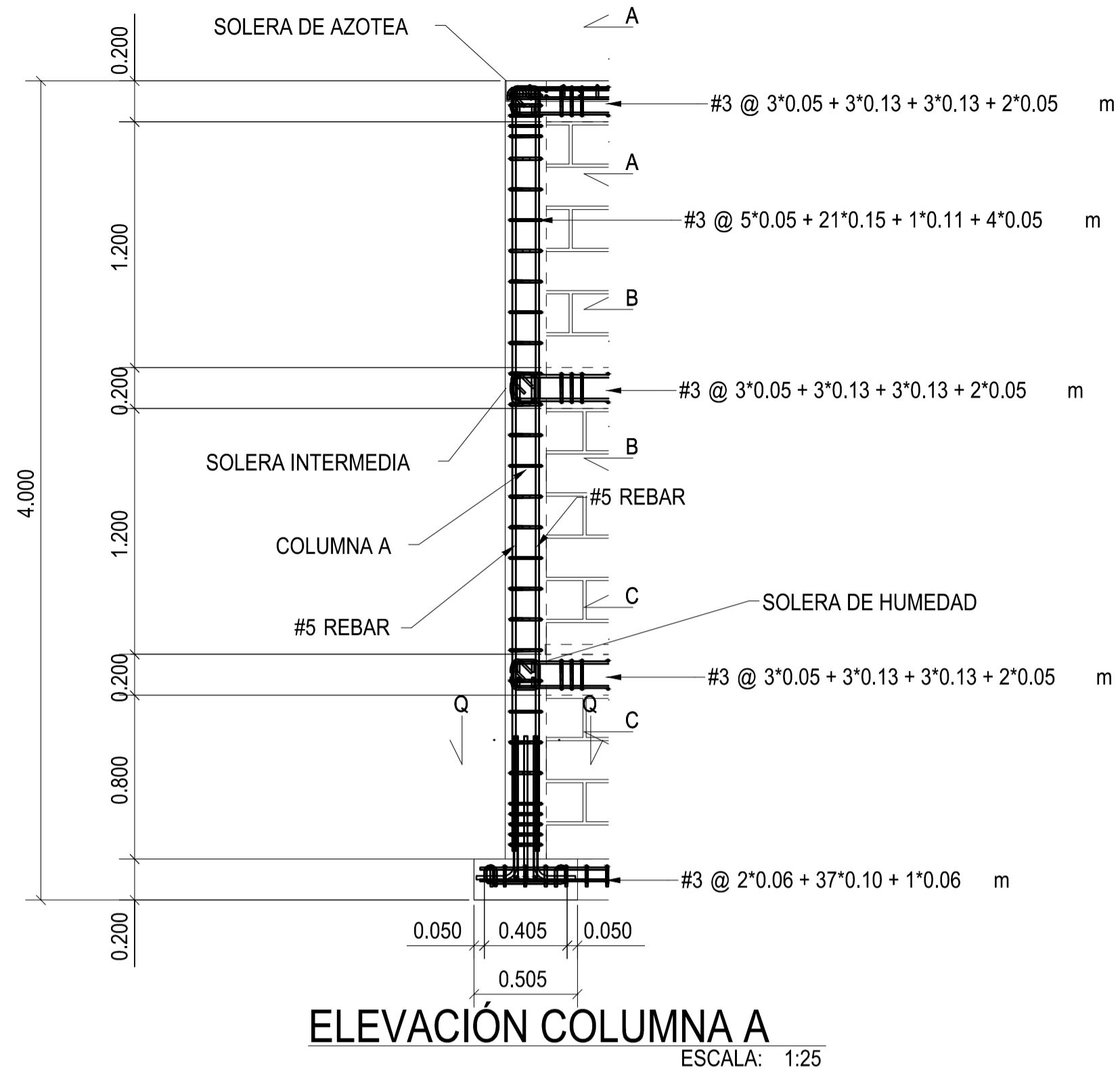
SECCIÓN
ESCALA: 1:10

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
TANQUE + TORRE:	
CÓDIGOS DE DISEÑO:	PARÁMETROS DE DISEÑO:
AWWA D-100-05	TECHO: $t = \frac{1}{8}$ "
AISC 360-10	CUERPO: $t = \frac{1}{2}$ "
AISC 341-05	FONDO: $t = \frac{1}{2}$ "
ASCE 7-10	TANQUE Y PLACAS DE CONEXIÓN, ACERO ASTM A-36
AGIES 2010	ELEMENTOS TORRE, ACERO ASTM A-500 GRADO B
IBC 2009	SOLDADURA ELECTRODO E-70 XX, AWS 5.1 Y 5.5
ZAPATA, PEDESTAL Y VIGA DE CIMENTACIÓN:	
CÓDIGOS DE DISEÑO:	PARÁMETROS DE DISEÑO:
ACI 318-08	$f_c = 281 \text{ Kg/cm}^2$
	$F_y = 4200 \text{ Kg/cm}^2$

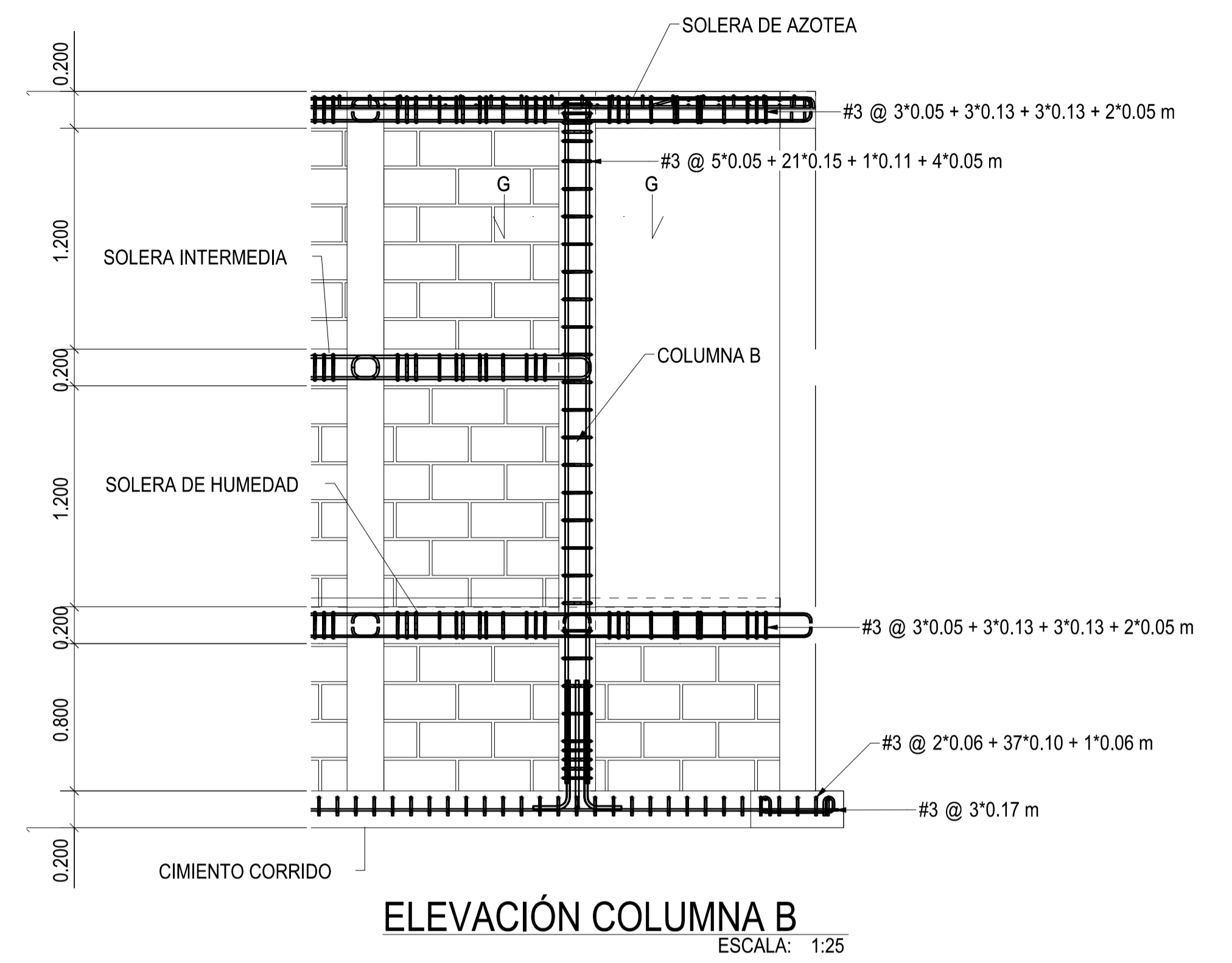
	MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR ULISES ROJAS, ZONA 3 MUNICIPIO: VILLA NUEVA DEPARTAMENTO: GUATEMALA PROYECTO DE DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE, COLONIA ULISES ROJAS, BARGENAS, ZONA 3	
	PLANO DE: COLUMNAS, HORIZONTALES Y ESCALERA DE SEGURIDAD, TANQUE ELEVADO METÁLICO PROGRAMA: EPS USAC 2017 ESCALA: INDICADA FECHA: ENERO 2021	
LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO: MUNICIPALIDAD DE VILLA NUEVA DIBUJO Y CÁLCULO TOPOGRÁFICO: JOSÉ GABRIEL PÉREZ ASESOR: MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR	DIBUJO Y CÁLCULO HIDRÁULICO: JOSÉ GABRIEL PÉREZ SUPERVISOR: ING. SILVIO JOSÉ RODRÍGUEZ SERRANO FIRMA:	7 7



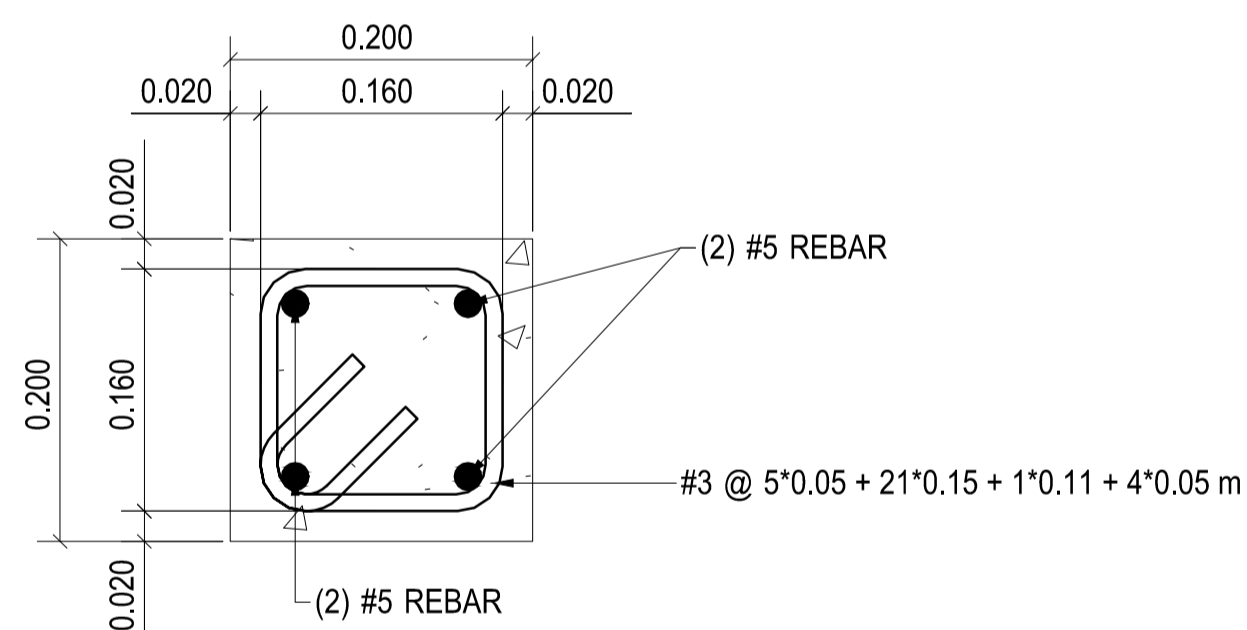
PLANTA DE CIMENTACIONES
ESCALA: 1:25



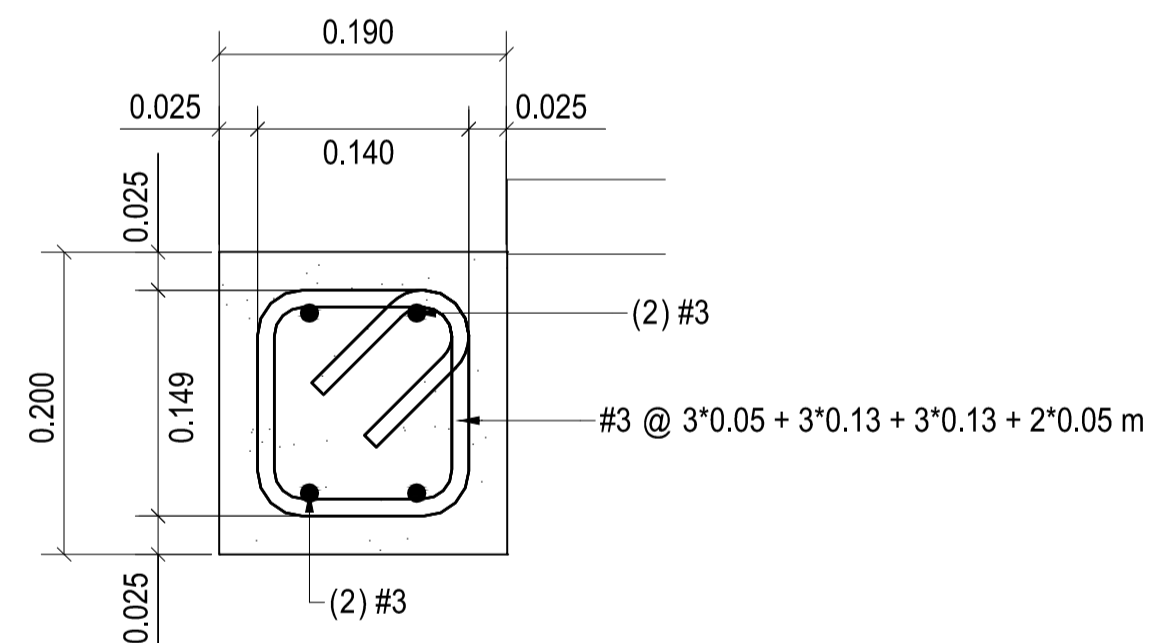
ELEVACIÓN COLUMNA A
ESCALA: 1:25



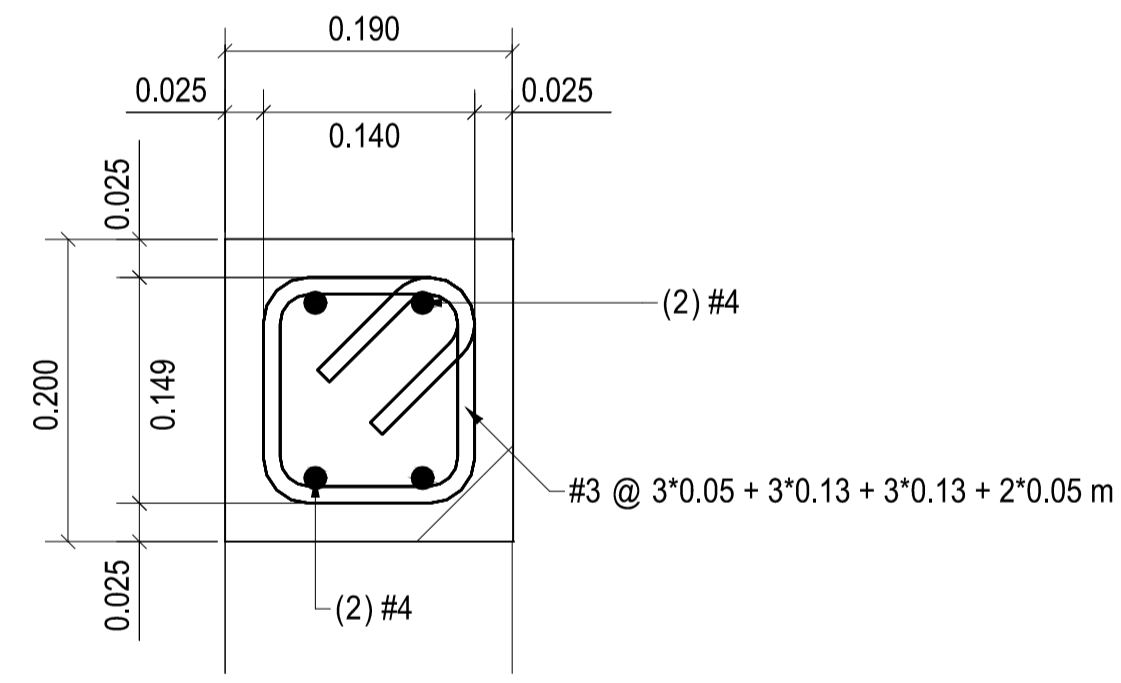
ELEVACIÓN COLUMNA B
ESCALA: 1:25



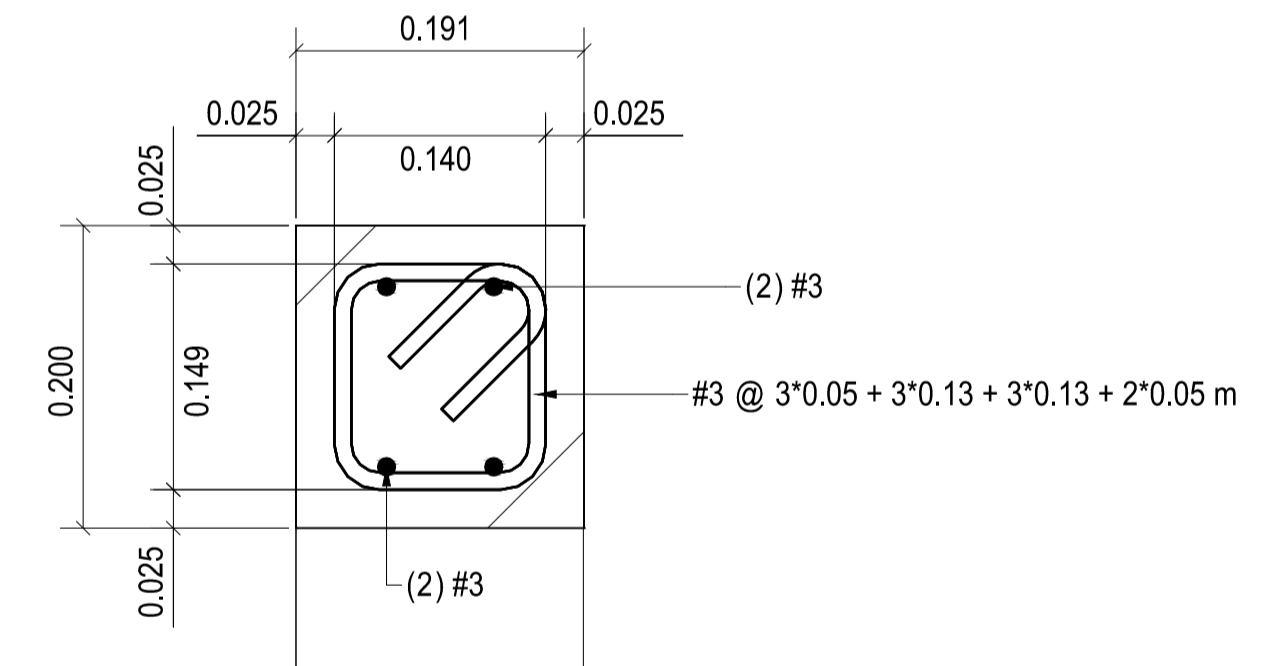
SECCIÓN COLUMNA A
ESCALA: 1:5



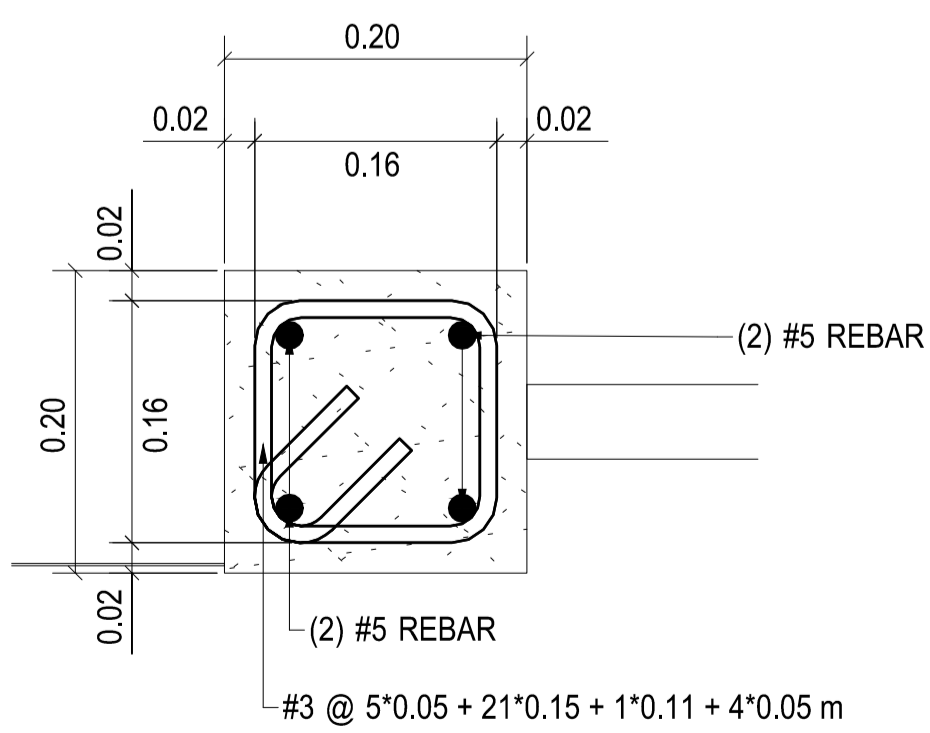
SECCIÓN SOLERA DE HUMEDAD
ESCALA: 1:5



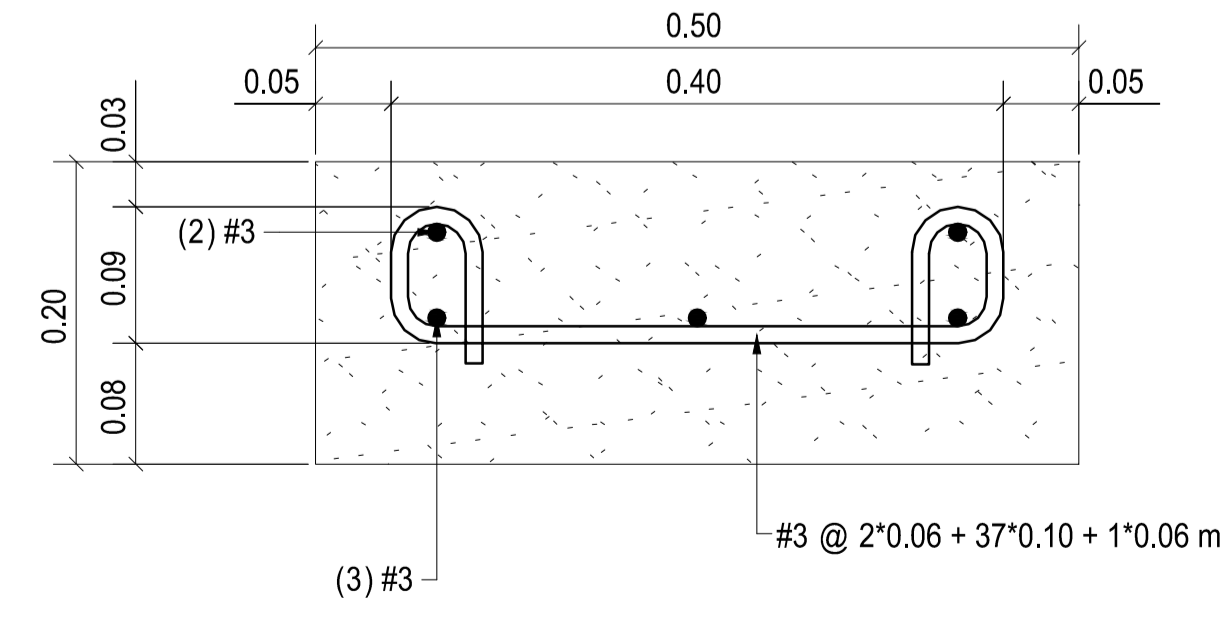
SECCIÓN SOLERA INTERMEDIA
ESCALA: 1:5



SECCIÓN SOLERA DE AZOTEA
ESCALA: 1:5



SECCIÓN COLUMNA B
ESCALA: 1:5



ELEVACIÓN CIMENTO CORRIDO
ESCALA: 1:5

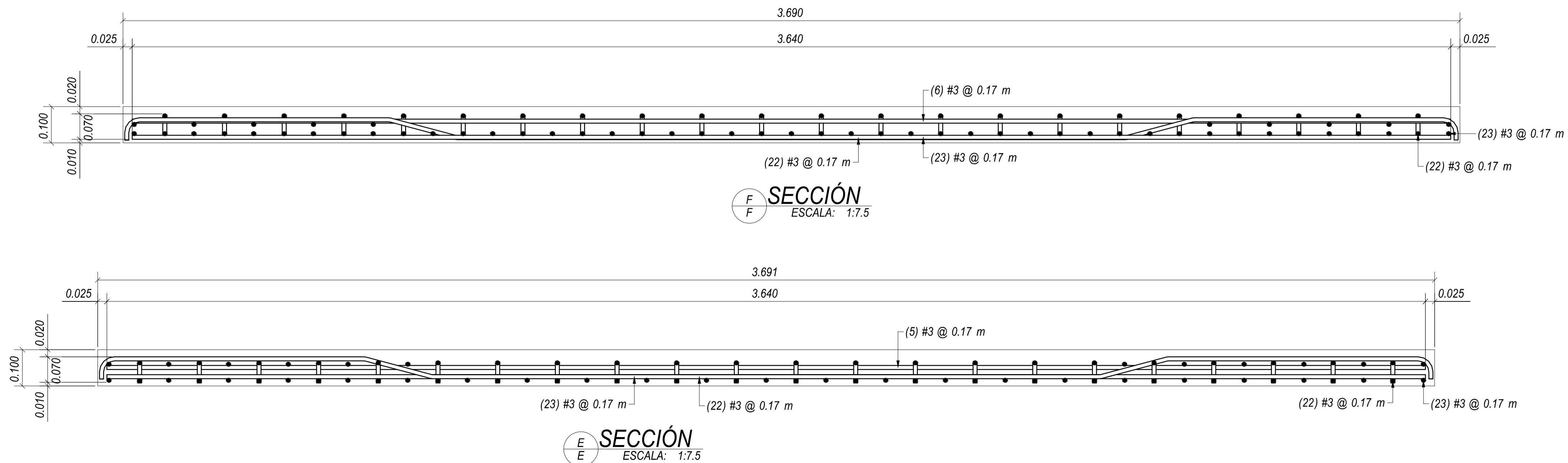
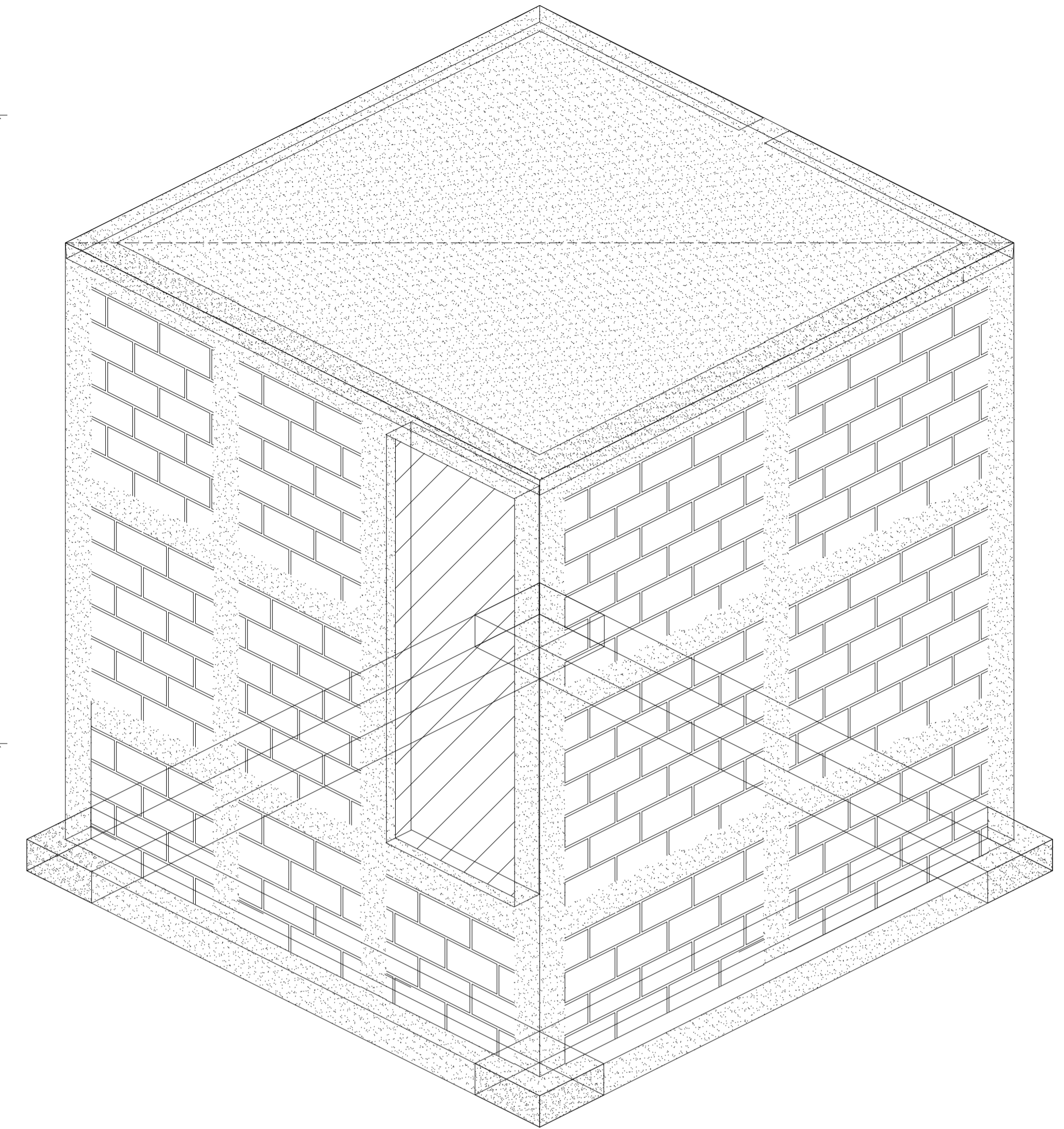
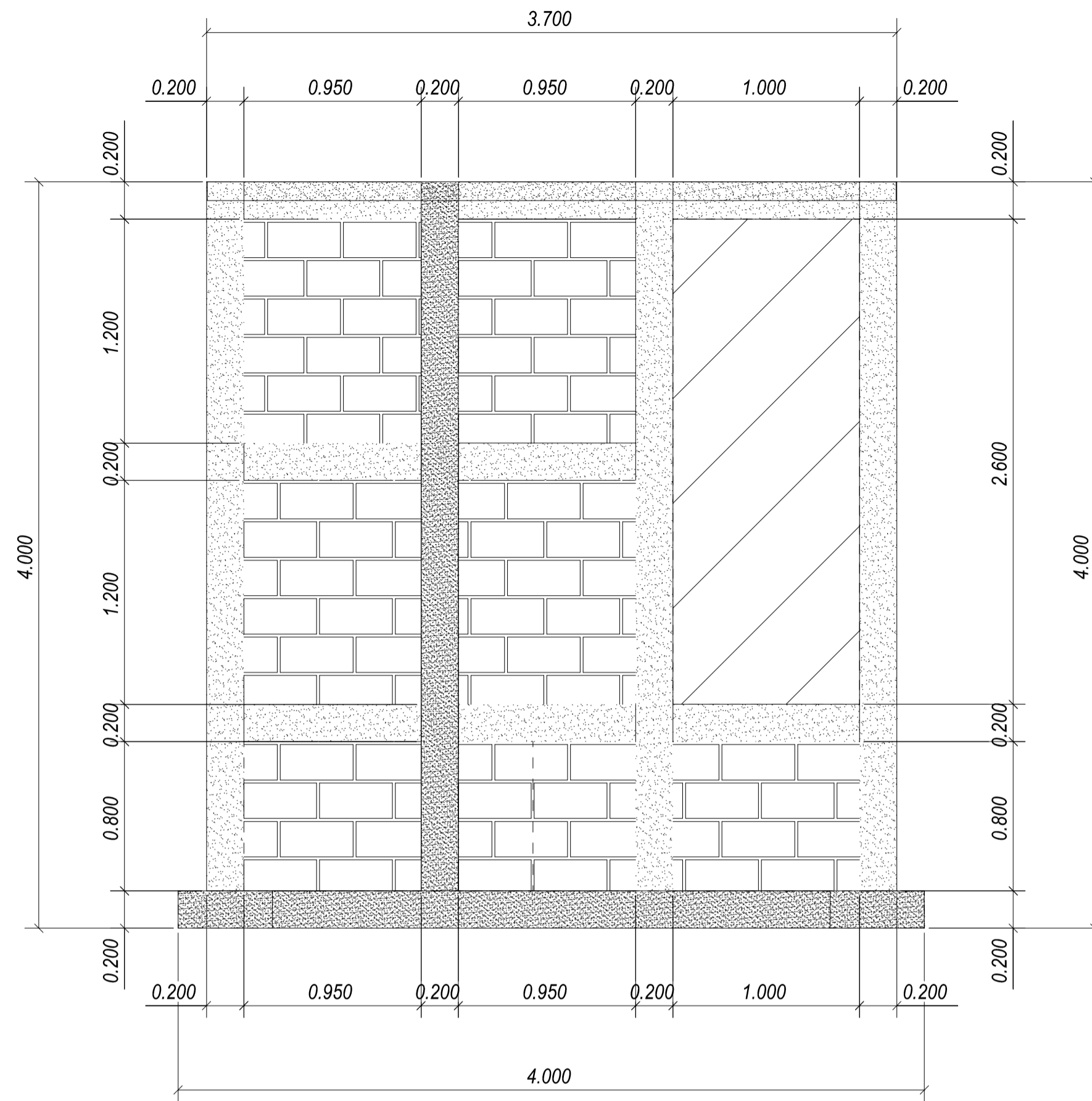
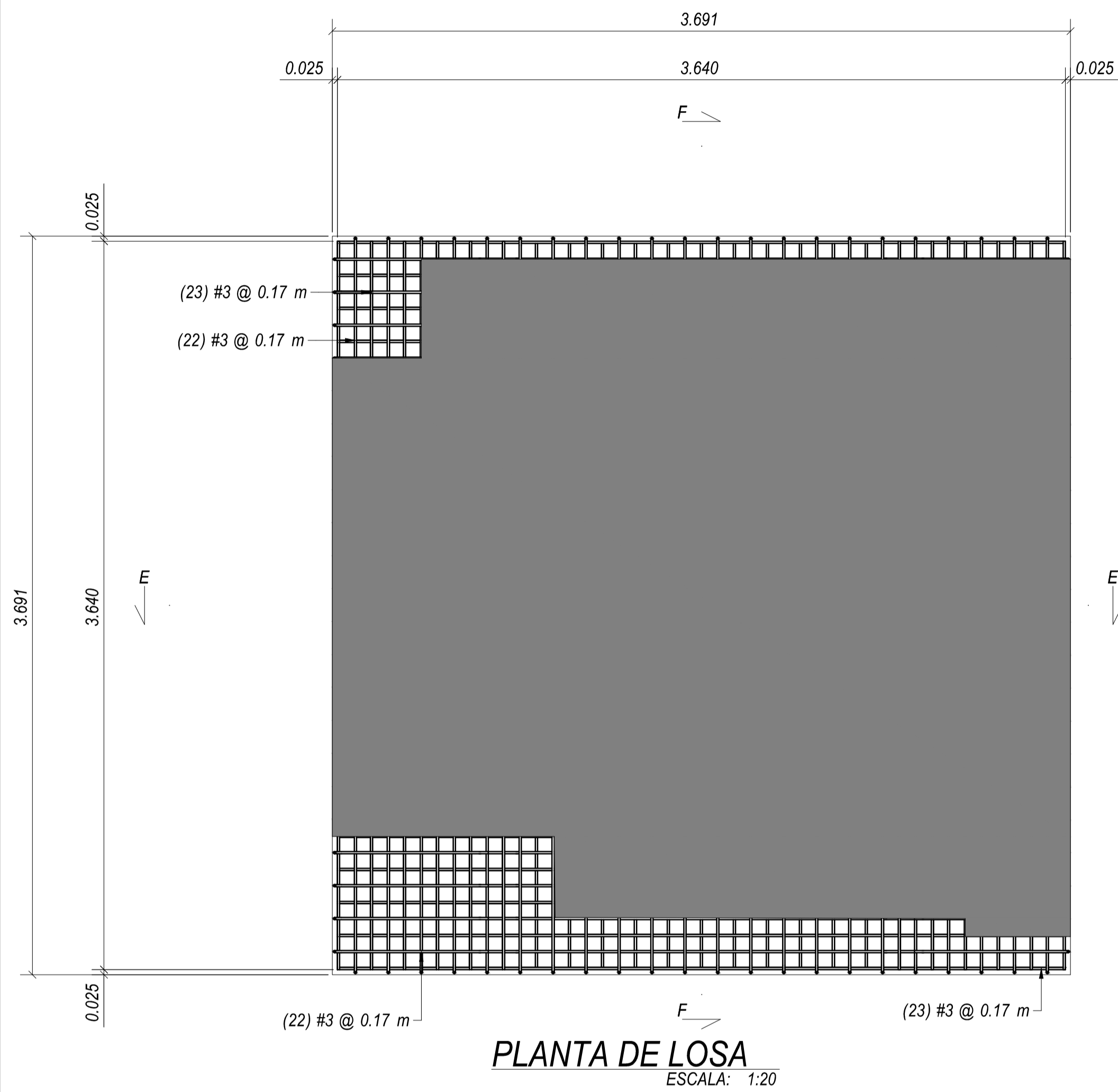
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
CIMENTO CORRIDO, COLUMNAS, VIGAS Y MUROS	
CÓDIGOS DE DISEÑO:	PARÁMETROS DE DISEÑO:
ACI 318-08	$f_c = 281 \text{ Kg/cm}^2$
AGIES 2010	$F_y = 2810 \text{ Kg/cm}^2$
	$f_m = 70 \text{ Kg/cm}^2$
DIMENSIONES BLOQUE DE MURO:	
ANCHO = 0.19m	
ALTO = 0.19m	
LARGO = 0.39m	

NÚMERO DE PLANO	DESCRIPCIÓN
1	DETALLES DE COLUMNAS, SOLERAS Y CIMENTACIÓN, CASETA DE BOMBEO METÁLICO
2	DETALLE DE LOSA DE CONCRETO ARMADO, CASETA DE BOMBEO

ÍNDICE DE PLANOS

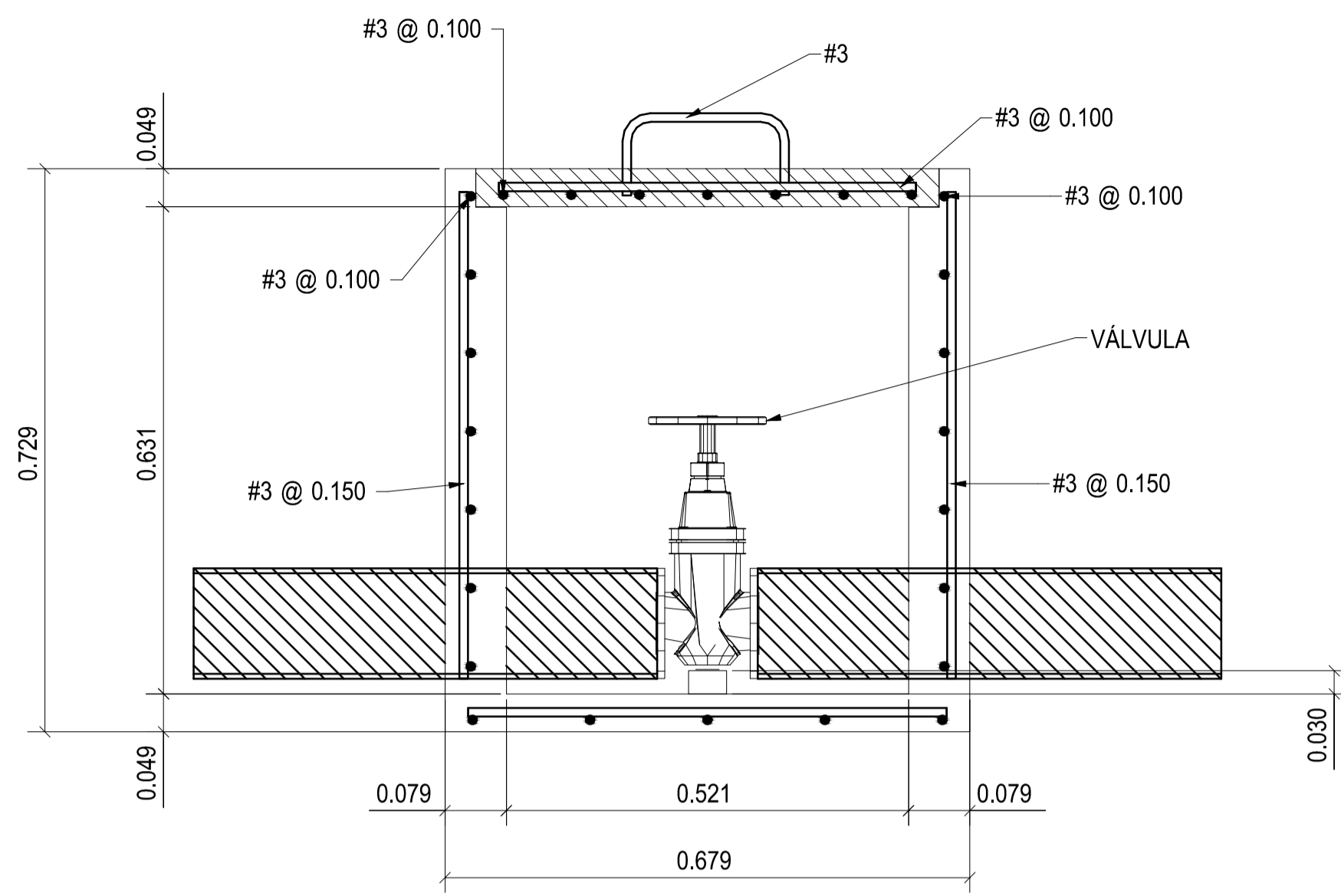
ESCALA: 1/20

	MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR ULISES ROJAS, ZONA 3 MUNICIPIO: VILLA NUEVA DEPARTAMENTO: GUATEMALA PROYECTO DE DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE, COLONIA ULISES ROJAS, BÁRCENAS, ZONA 3	
	PROGRAMA: EPS USAC 2017 ESCALA: INDICADA FECHA: ENERO 2021	
LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO: MUNICIPALIDAD DE VILLA NUEVA DIBUJO Y CÁLCULO TOPOGRÁFICO: JOSÉ GABRIEL PÉREZ ASESOR: MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR	DIBUJO Y CÁLCULO HIDRÁULICO: JOSÉ GABRIEL PÉREZ SUPERVISOR: ING. SILVIO JOSÉ RODRÍGUEZ SERRANO FIRMA:	1 2

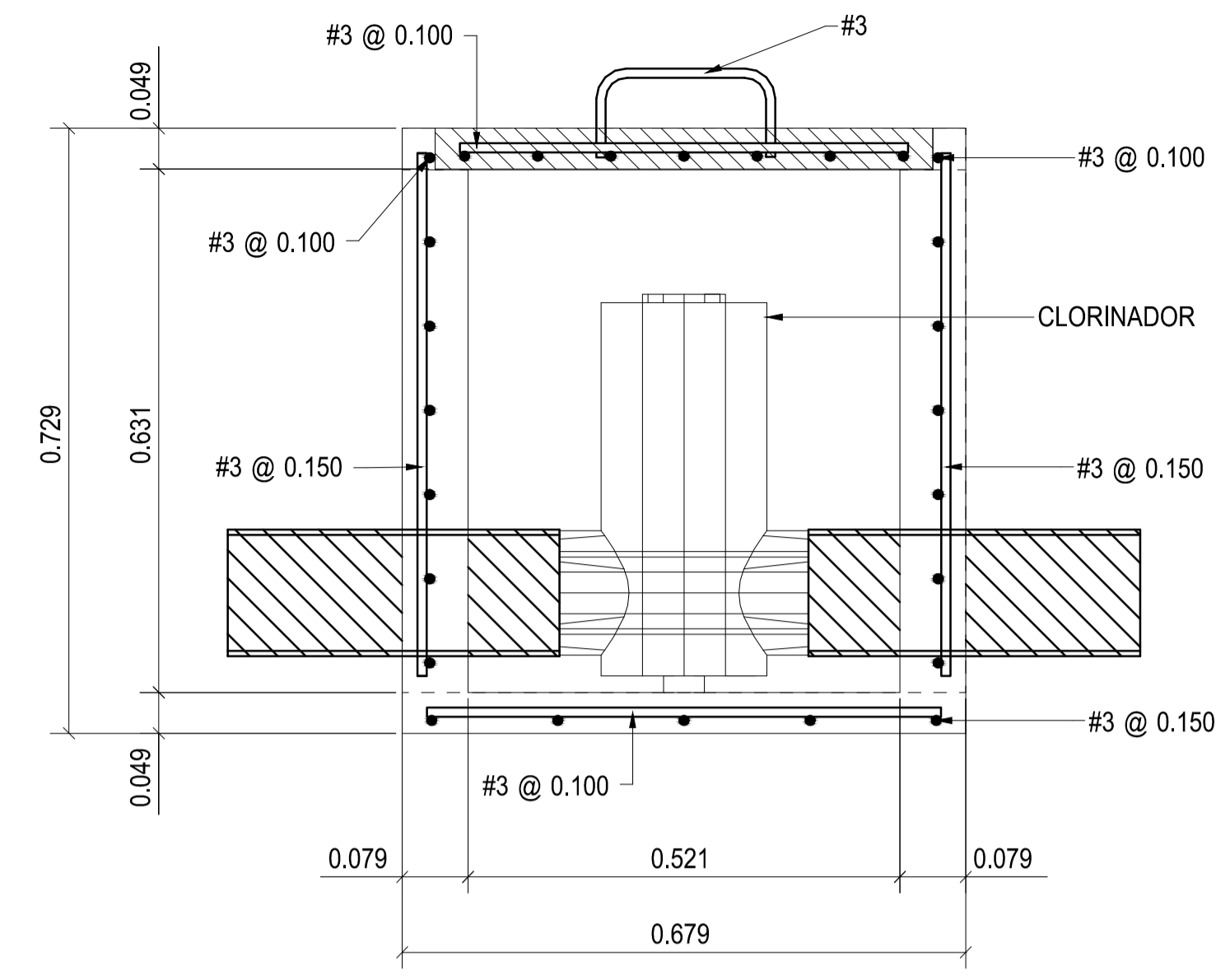


ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
CIMENTO CORRIDO, COLUMNAS, VIGAS Y MUROS	
CÓDIGOS DE DISEÑO:	PARÁMETROS DE DISEÑO:
ACI 318-08	$f_c = 281 \text{ Kg/cm}^2$
AGIES 2010	$F_y = 2810 \text{ Kg/cm}^2$
	$f_m = 70 \text{ Kg/cm}^2$
	DIMENSIONES BLOQUE DE MURO:
	ANCHO= 0.19m
	ALTO= 0.19m
	LARGO= 0.39m

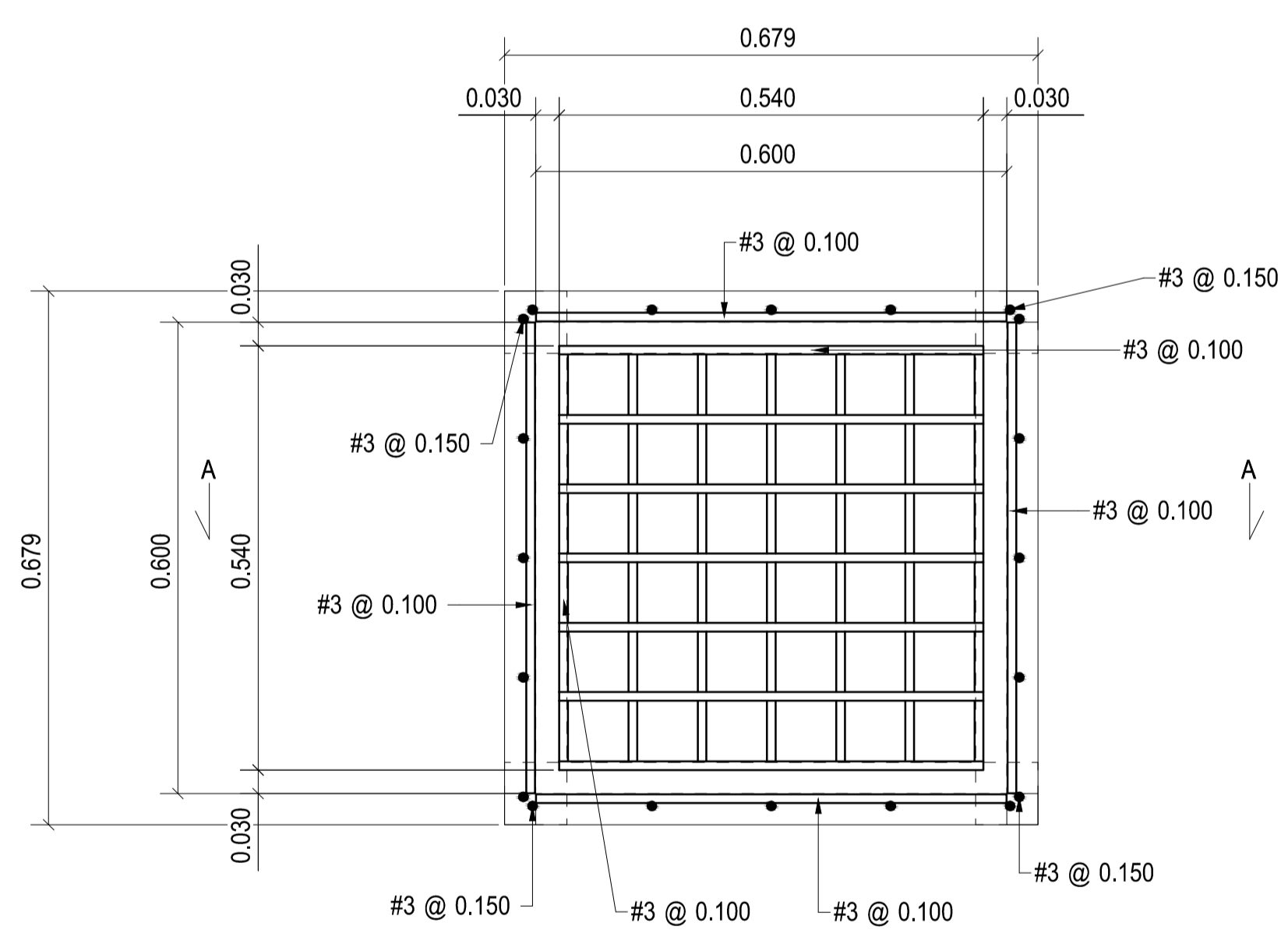
	MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR MUNICIPIO: VILLA NUEVA DEPARTAMENTO: GUATEMALA PROYECTO DE DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE, COLONIA ULISES ROJAS, BÁRCENAS, ZONA 3	
	PLANO DE: DETALLE DE LOSA DE CONCRETO ARMADO, CASETA DE BOMBEO	
LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO: MUNICIPALIDAD DE VILLA NUEVA DIBUJO Y CÁLCULO TOPOGRÁFICO: JOSÉ GABRIEL PÉREZ ASESOR: MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR	DIBUJO Y CÁLCULO HIDRÁULICO: JOSÉ GABRIEL PÉREZ SUPERVISOR: ING. SILVIO JOSÉ RODRÍGUEZ SERRANO FIRMA:	PROGRAMA: EPS USAC 2017 ESCALA: INDICADA FECHA: ENERO 2021
		2 2



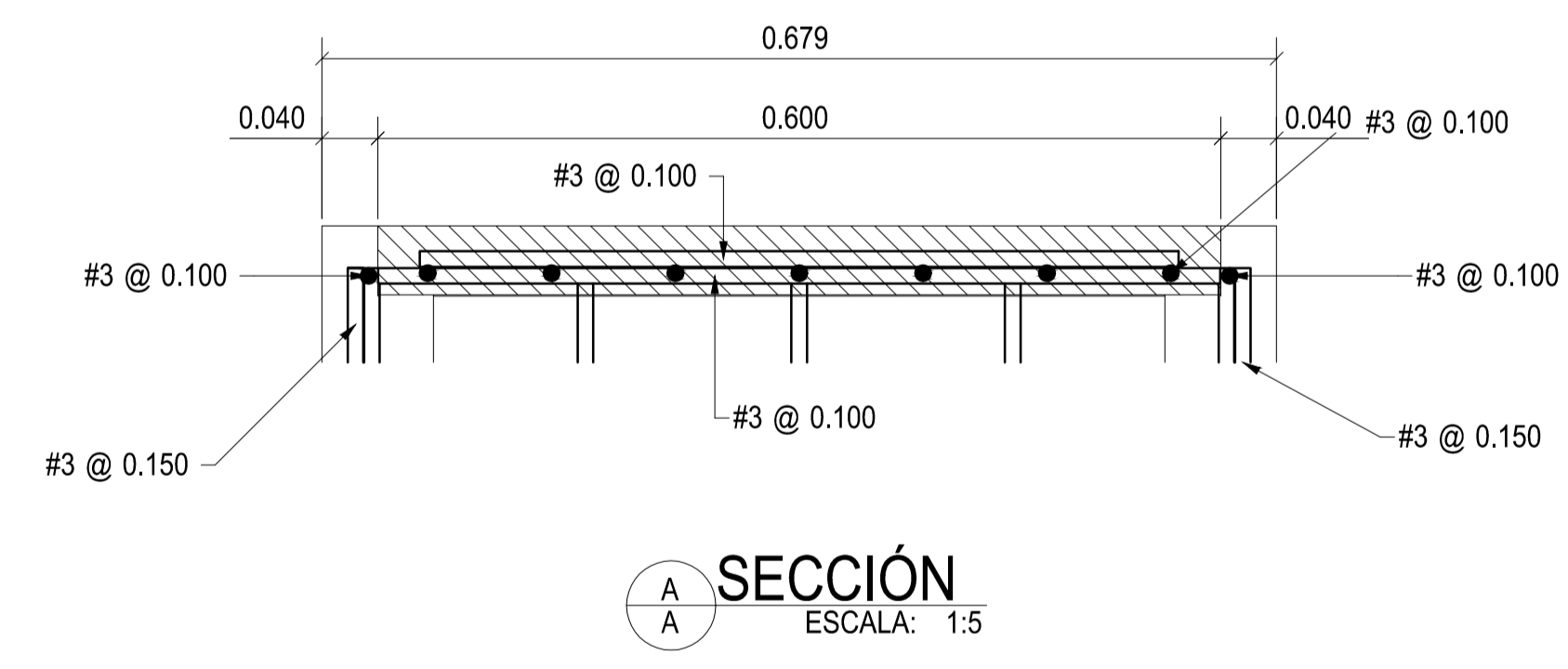
ELEVACIÓN CAJA DE VÁLVULAS
ESCALA: 1:7.5



ELEVACIÓN CLORINADOR
ESCALA: 1:7.5



PLANTA CAJA DE VÁLVULAS Y DE CLORINADOR
ESCALA: 1:7.5



SECCIÓN
ESCALA: 1:5

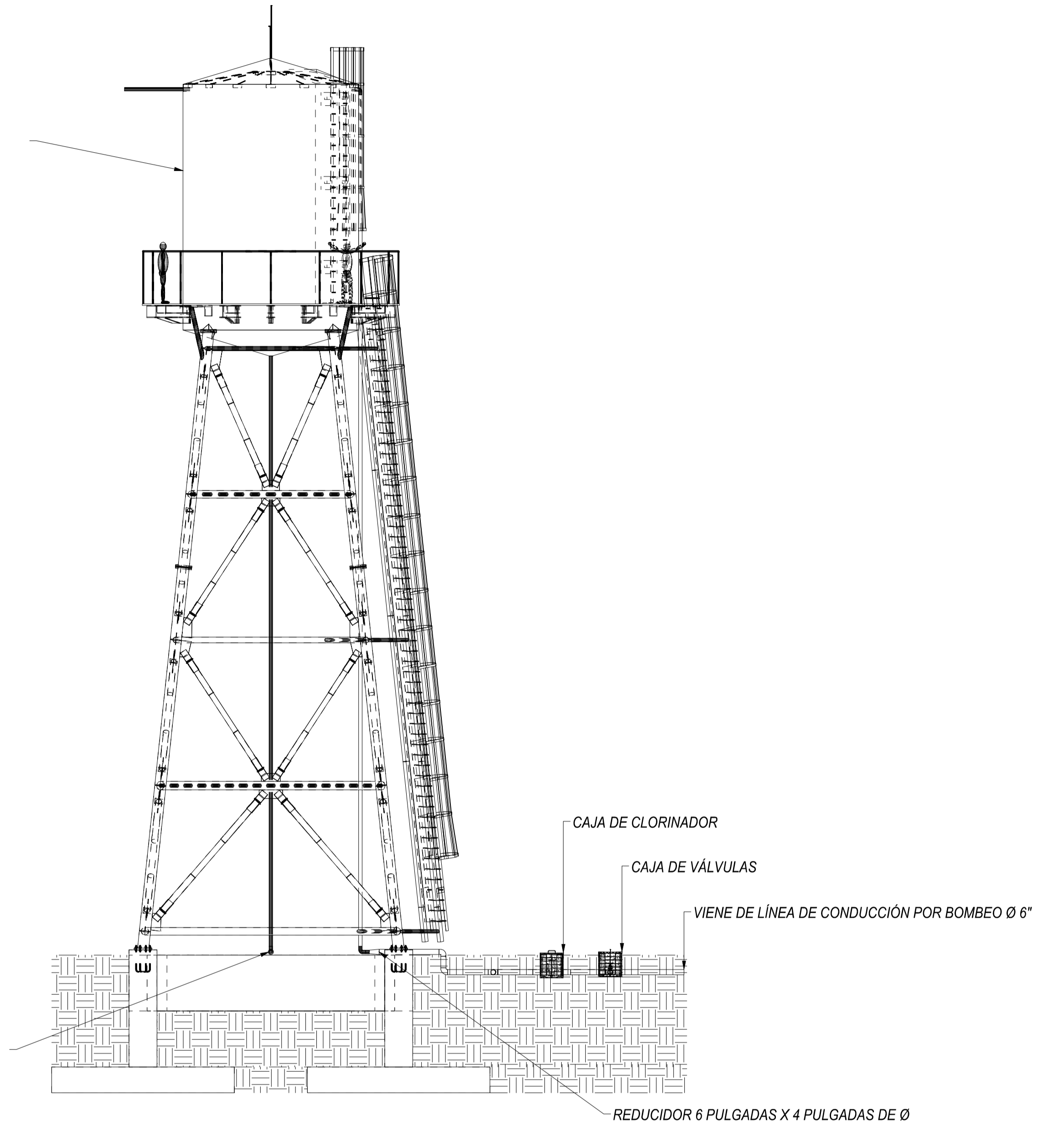
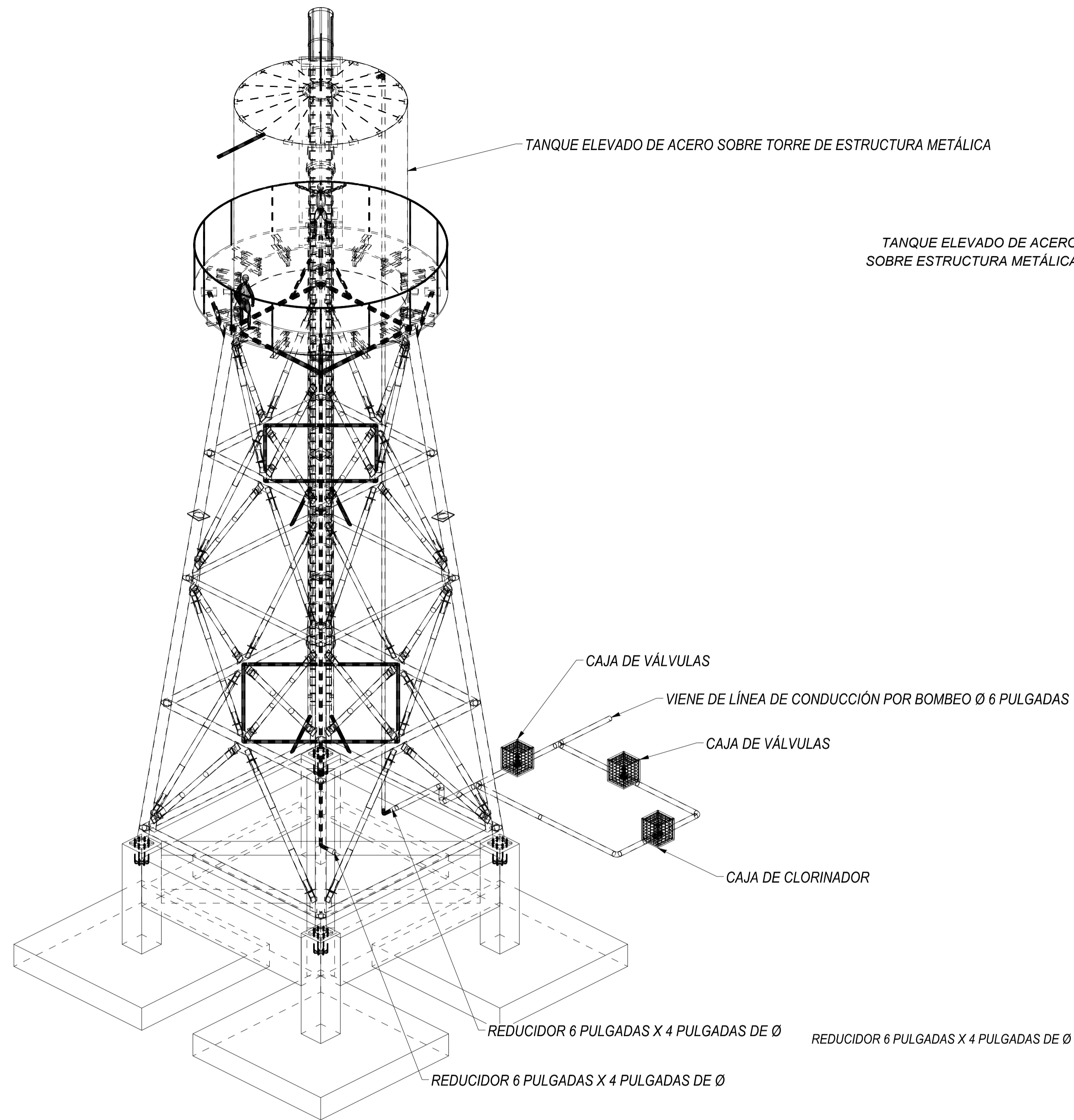
NÚMERO DE PLANO	DESCRIPCIÓN
1	DETALLES DE CAJA DE VÁLVULAS Y CAJA DE CLORINADOR
2	ELEVACIÓN E ISOMÉTRICO DE CAJA DE VÁLVULAS Y CAJA DE CLORINADOR
3	DETALLES DE CONEXIÓN DOMICILIAR

ÍNDICE DE PLANOS

ESCALA : 1/20

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
CIMENTO CORRIDO, COLUMNAS, VIGAS Y MUROS	
CÓDIGOS DE DISEÑO:	PARÁMETROS DE DISEÑO:
ACI 318-08	$f'_c = 281 \text{ Kg/cm}^2$
AGIES 2010	$F_y = 2810 \text{ Kg/cm}^2$
	$f'_m = 70 \text{ Kg/cm}^2$
	DIMENSIONES BLOQUE DE MURO:
	ANCHO= 0.19m
	ALTO= 0.19m
	LARGO= 0.39m

	MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR MUNICIPIO: VILLA NUEVA DEPARTAMENTO: GUATEMALA PROYECTO DE DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE, COLONIA ULISES ROJAS, BÁRCENAS, ZONA 3	
	PLANO DE: DETALLES DE CAJA DE VÁLVULAS Y CAJA DE CLORINADOR	
LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO: MUNICIPALIDAD DE VILLA NUEVA	DIBUJO Y CÁLCULO HIDRÁULICO: JOSÉ GABRIEL PÉREZ	<div style="text-align: center; font-size: 2em;">1</div> <div style="text-align: center; font-size: 3em;">3</div>
DIBUJO Y CÁLCULO TOPOGRÁFICO: JOSÉ GABRIEL PÉREZ	SUPERVISOR: ING. SILVIO JOSÉ RODRIGUEZ SERRANO	
ASESOR: MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR	FIRMA:	



ELEVACIÓN CAJA DE VÁLVULAS Y TANQUE ELEVADO

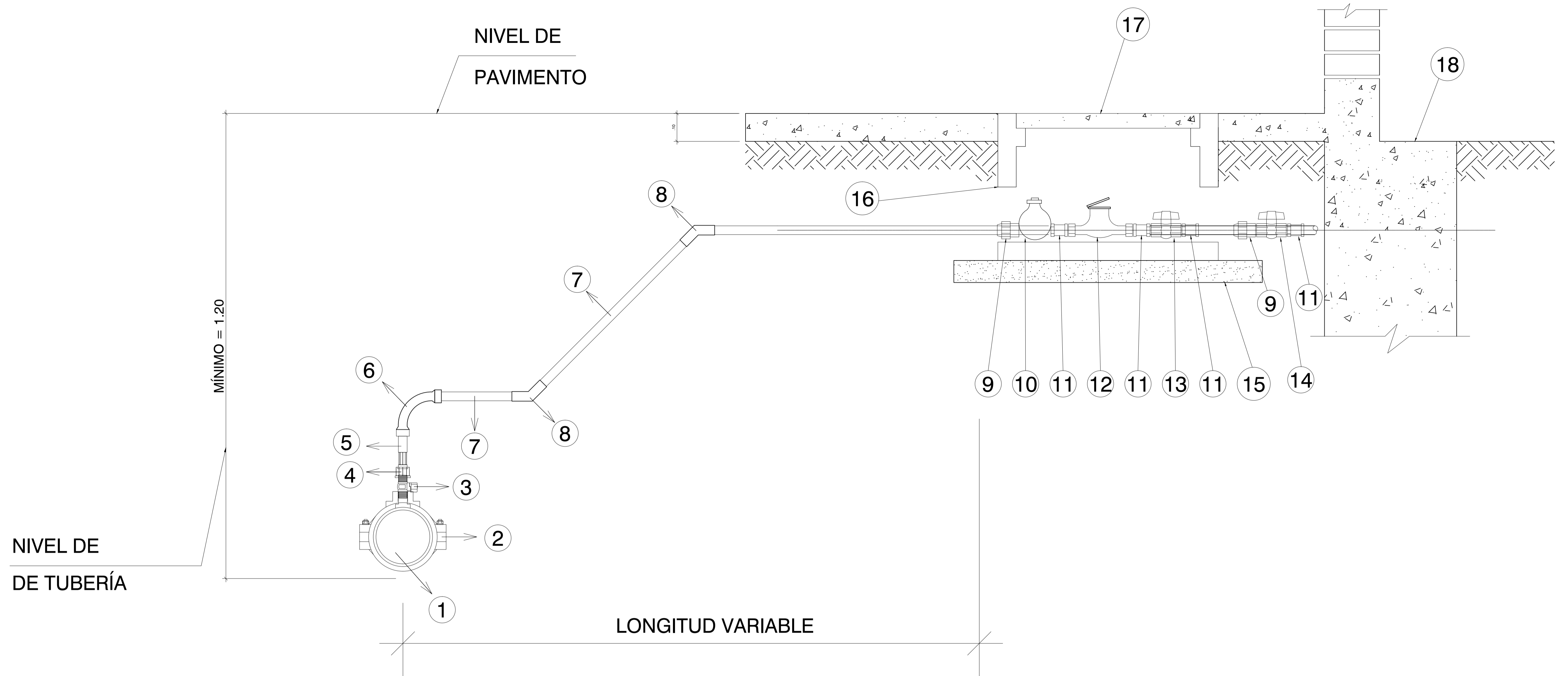
ESCALA: 1:100

ISOMÉTRICO CAJA DE VÁLVULAS, CAJA DE CLORINADOR Y TANQUE ELEVADO

ESCALA: 1:100

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
CIMIENTO CORRIDO, COLUMNAS, VIGAS Y MUROS	
CÓDIGOS DE DISEÑO:	PARÁMETROS DE DISEÑO:
ACI 318-08	$f_c = 281 \text{ Kg/cm}^2$
AGIES 2010	$f_y = 2810 \text{ Kg/cm}^2$
	$f_m = 70 \text{ Kg/cm}^2$
	DIMENSIONES BLOQUE DE MURO:
	ANCHO= 0.19m
	ALTO= 0.19m
	LARGO= 0.39m

	MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR ULISES ROJAS, ZONA 3 MUNICIPIO: VILLA NUEVA DEPARTAMENTO: GUATEMALA PROYECTO DE: DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE, COLONIA ULISES ROJAS, BÁRGEMAS, ZONA 3	
	PLANO DE: ELEVACIÓN E ISOMÉTRICO DE CAJA DE VÁLVULAS Y CAJA DE CLORINADOR	
LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO: MUNICIPALIDAD DE VILLA NUEVA DIBUJO Y CÁLCULO TOPOGRÁFICO: JOSÉ GABRIEL PÉREZ ASESOR: MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR	DIBUJO Y CÁLCULO HIDRÁULICO: JOSÉ GABRIEL PÉREZ SUPERVISOR: ING. SILVIO JOSÉ RODRIGUEZ SERRANO FIRMA:	PROGRAMA: EPS USAC 2017 ESCALA: INDICADA FECHA: ENERO 2021
		2 3



DETALLE DE CONEXIÓN DOMICILIAR

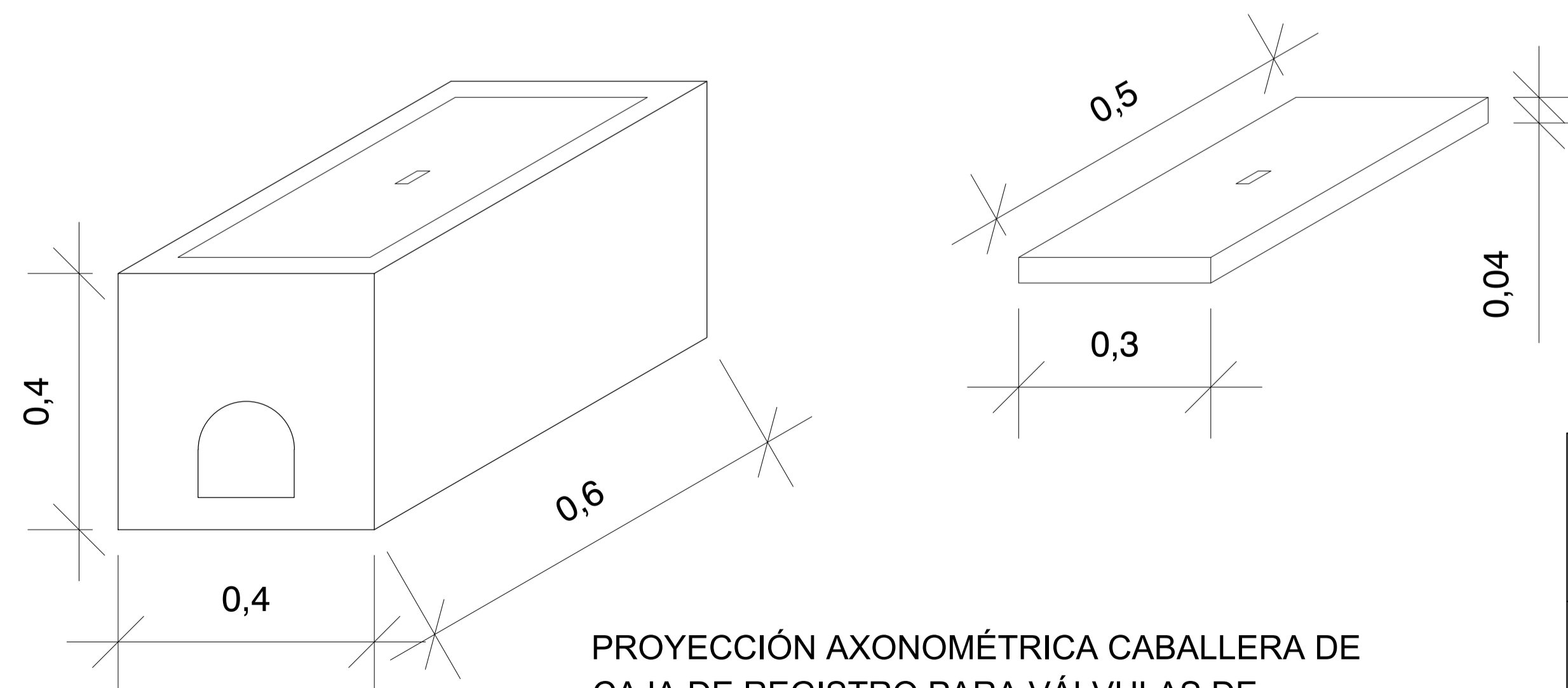
ESCALA : 1/25

LEYENDA CONEXIÓN DOMICILIAR

- | | |
|--|---------------------------------------|
| 1.- TUBERÍA RED DE DISTRIBUCIÓN DIÁMETRO VARIABLE | 9.- ADAPTADOR MACHO PVC DIÁMETRO 3/4" |
| 2.- ABRAZADERA DE PVC DIÁMETRO VARIABLE | 10.- LLAVE DE PASO DE BRONCE DE 3/4" |
| 3.- VALVULA DE TOMA (Corporation) 3/4" CON ADAPTADOR | 11.- NIPLE ESTÁNDAR CON TUERCA |
| 4.- TUERCA DE ACOPLE | 12.- CONTADOR DE 3/4" |
| 5.- NIPLE SIN ROSCA | 13.- VÁLVULA DE COMPUERTA 3/4" |
| 6.- CURVA PVC DIÁMETRO 3/4" x 90° | 14.- VÁLVULA DE CHEQUE 3/4" |
| 7.- TUBERÍA PVC DIÁMETRO 3/4" | 15.- CAMA DE ARENA |
| 8.- CODO PVC DIÁMETRO 3/4" x 45° | |

LEYENDA CONEXIÓN DOMICILIAR

- | |
|--|
| 16.- CAJA DE REGISTRO PARA VÁLVULAS DE CONCRETO PREFABRICADA |
| 17.- TAPA PARA CAJA DE REGISTRO PARA VÁLVULAS DE CONCRETO PREFABRICADA |
| 18.- CIMIENTO DEL LÍMITE DE PROPIEDAD |



PROYECCIÓN AXONOMÉTRICA CABALLERA DE CAJA DE REGISTRO PARA VÁLVULAS DE CONCRETO PREFABRICADA

ESCALA : 1/7.5

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
NORMAS DE TUBERÍA	
ASTM D-2241	TUBERÍA PVC JUNTA CEMENTADA PARA AGUA POTABLE Y RIEGO
ASTM D-2466	ACCESORIOS PARA TUBERÍA PVC PARA AGUA POTABLE Y RIEGO
NORMAS DE DISEÑO	
NORMAS GENERALES PARA EL DISEÑO DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE A ZONAS RURALES. INFOM 1997	

	MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR ULISES ROJAS, ZONA 3 MUNICIPIO: VILLA NUEVA DEPARTAMENTO: GUATEMALA PROYECTO DE DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE, COLONIA ULISES ROJAS, BÁRCENAS, ZONA 3	
	PLANO DE: DETALLES DE CONEXIÓN DOMICILIAR	
LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO: MUNICIPALIDAD DE VILLA NUEVA DIBUJO Y CÁLCULO TOPOGRÁFICO: JOSÉ GABRIEL PÉREZ ASESOR: MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR	DIBUJO Y CÁLCULO HIDRÁULICO: JOSÉ GABRIEL PÉREZ SUPERVISOR: ING. SILVIO JOSÉ RODRÍGUEZ SERRANO FIRMA:	PROGRAMA: EPS USAC 2017 ESCALA: INDICADA FECHA: ENERO 2021
		3 3

ANEXOS

Anexo 1. Diámetros de tubería ASTM F-949 de NOVAFORT AMANCO

ESPECIFICACIONES DE TUBERÍA NOVAFORT					
Diámetro nominal		Diámetro interior mínimo		Diámetro exterior promedio	
mm	pulgadas	mm	pulgadas	mm	pulgadas
100	4	100.45	3.95	109.2	4.3
150	6	150.1	5.909	163.1	6.42
200	8	200.7	7.881	218.4	8.6
250	10	250.75	9.846	273.9	10.786
300	12	298	11.715	325	12.795
375	15	364.2	14.338	397.7	15.658
450	18	447.2	17.552	486.5	19.152
600	24	587.5	23.469	649.7	25.58

Fuente: Durman. *FT Tubería Doble Pared (TDP)*.

<https://www.durman.com/descargas/tdp/fichas/FTtubosTDPF949.pdf>. Consulta: 10 de abril de 2018.

Anexo 2. Dotaciones de servicio de agua potable según el tipo de institución

INSTITUCIÓN	UNIDAD	DOTACION lts/und-día	TIPO DE SERVICIO
Municipalidad	Pers.	40	SERVICIOS PUBLICOS
Policía Municipal	Pers.	40	
Salón Municipal	m ²	10	
Mercado	m ²	10	
Sanitarios Públicos	und	1,000	
Policía Nacional	Pers.	150	
Organismo Judicial	Pers.	40	

Continuación del anexo 2.

Balneario	und	100,000	
Escuela (alumnos)	Alumnos	40	
Centro Estudiantil (alumnos)	Alumnos	40	
Escuela (personal)	Personal	50	
Centro Estudiantil (personal)	Personal	50	
Iglesias	Pers.	50	
Centro de Salud	Pers.	400	
Clínica	Pers.	400	
Clínica Parroquial	Pers.	400	
Comercios con S.S.	Und	125	COMERCIOS E INDUSTRIAS
Comercios	Und	100	
Carnicerías	Und	500	
Molinos de Nixtamal	Und	800	
Panadería	Und	750	
Taller mecánico	Und	1,500	

Fuente: AGUILAR RUIZ, Pedro. *Apuntes de Ingeniería Sanitaria 1*. p. 88.

Anexo 3. Tablas de relaciones hidráulicas 1

q/Q	d/D	v/V	a/A	q/Q	d/D	v/V	a/A	q/Q	d/D	v/V	a/A
0,000001	0,001	0,019224	0,000054	0,020878	0,1	0,401157	0,052044	0,087571	0,2	0,61506	0,142377
0,000005	0,002	0,030507	0,000152	0,021319	0,101	0,403692	0,05281	0,08846	0,201	0,61689	0,143398
0,000011	0,003	0,039963	0,000279	0,021765	0,102	0,406216	0,053579	0,089353	0,202	0,61872	0,144419
0,000021	0,004	0,048396	0,000429	0,022215	0,103	0,40873	0,054351	0,09025	0,203	0,62055	0,145443
0,000034	0,005	0,056141	0,000599	0,02267	0,104	0,411234	0,055127	0,091152	0,204	0,62238	0,146468
0,00005	0,006	0,06337	0,000788	0,02313	0,105	0,413727	0,055906	0,092057	0,205	0,62421	0,147495
0,00007	0,007	0,070215	0,000992	0,023594	0,106	0,41621	0,056688	0,092967	0,206	0,62604	0,148524
0,000093	0,008	0,076728	0,001212	0,024063	0,107	0,418683	0,057473	0,093881	0,207	0,62787	0,149555
0,00012	0,009	0,08297	0,001446	0,024537	0,108	0,421146	0,058262	0,094799	0,208	0,6297	0,150587
0,000151	0,01	0,08898	0,001693	0,025015	0,109	0,423599	0,059054	0,095721	0,209	0,63153	0,151622
0,000185	0,011	0,094787	0,001952	0,025498	0,11	0,426042	0,059849	0,096647	0,21	0,63336	0,152658
0,000223	0,012	0,100417	0,002224	0,025986	0,111	0,428476	0,060648	0,097577	0,211	0,634871	0,153696
0,000265	0,013	0,105887	0,002506	0,026479	0,112	0,430901	0,061449	0,098512	0,212	0,636643	0,154736
0,000311	0,014	0,111215	0,0028	0,026976	0,113	0,433316	0,062254	0,09945	0,213	0,638415	0,155778
0,000361	0,015	0,116413	0,003105	0,027477	0,114	0,435721	0,063062	0,100393	0,214	0,640187	0,156821
0,000415	0,016	0,121493	0,003419	0,027984	0,115	0,438117	0,063873	0,10134	0,215	0,641959	0,157867
0,000473	0,017	0,126464	0,003744	0,028495	0,116	0,440505	0,064686	0,10229	0,216	0,643731	0,158914
0,000536	0,018	0,131335	0,004078	0,02901	0,117	0,442883	0,065503	0,103245	0,217	0,645503	0,159963
0,000602	0,019	0,136112	0,004421	0,029531	0,118	0,445252	0,066323	0,104204	0,218	0,647275	0,161013
0,000672	0,02	0,140803	0,004773	0,030056	0,119	0,447612	0,067146	0,105167	0,219	0,649047	0,162065
0,000746	0,021	0,145412	0,005134	0,030585	0,12	0,449964	0,067972	0,106134	0,22	0,650819	0,163119
0,000825	0,022	0,149945	0,005503	0,031119	0,121	0,452307	0,068801	0,107105	0,221	0,652382	0,164175

Continuación del anexo 3.

0,000908	0,023	0,154406	0,005881	0,031658	0,122	0,454641	0,069633	0,10808	0,222	0,654108	0,165233
0,000995	0,024	0,1588	0,006266	0,032202	0,123	0,456967	0,070468	0,109059	0,223	0,655834	0,166292
0,001086	0,025	0,163129	0,00666	0,03275	0,124	0,459284	0,071306	0,110042	0,224	0,65756	0,167353
0,001182	0,026	0,167398	0,007061	0,033302	0,125	0,461593	0,072147	0,111029	0,225	0,659286	0,168415
0,001282	0,027	0,171609	0,00747	0,03386	0,126	0,463893	0,07299	0,11202	0,226	0,661012	0,169479
0,001386	0,028	0,175765	0,007887	0,034422	0,127	0,466185	0,073837	0,113015	0,227	0,662738	0,170545
0,001495	0,029	0,179868	0,008311	0,034988	0,128	0,46847	0,074686	0,114014	0,228	0,664464	0,171613
0,001608	0,03	0,183921	0,008741	0,035559	0,129	0,470746	0,075538	0,115017	0,229	0,66619	0,172682
0,01725	0,031	0,187926	0,009179	0,036135	0,13	0,473014	0,076393	0,116024	0,23	0,667916	0,173753
0,001847	0,032	0,191885	0,009624	0,036715	0,131	0,475274	0,077251	0,117035	0,231	0,669441	0,174825
0,001973	0,033	0,1958	0,010076	0,0373	0,132	0,477526	0,078112	0,11805	0,232	0,671122	0,175899
0,002103	0,034	0,19962	0,010534	0,03789	0,133	0,47977	0,078975	0,119069	0,233	0,672803	0,176975
0,002238	0,035	0,203503	0,010999	0,038484	0,134	0,482007	0,079841	0,120091	0,234	0,674484	0,178052
0,002378	0,036	0,207295	0,01147	0,039083	0,135	0,484236	0,08071	0,121118	0,235	0,676165	0,179131
0,002521	0,037	0,211049	0,011947	0,039686	0,136	0,486457	0,081582	0,122149	0,236	0,677846	0,180212
0,00267	0,038	0,214766	0,012431	0,040294	0,137	0,488671	0,082456	0,123183	0,237	0,679527	0,181294
0,002823	0,039	0,218448	0,012921	0,040906	0,138	0,490877	0,083333	0,124221	0,238	0,681208	0,182377
0,00298	0,04	0,222095	0,013417	0,041523	0,139	0,493076	0,084212	0,125263	0,239	0,682889	0,183463
0,003142	0,041	0,225709	0,013919	0,042145	0,14	0,495268	0,085095	0,12631	0,24	0,68457	0,184549
0,003308	0,042	0,229291	0,014427	0,042771	0,141	0,497452	0,08598	0,12736	0,241	0,686065	0,185638
0,003479	0,043	0,232842	0,014941	0,043401	0,142	0,499629	0,086867	0,128413	0,242	0,687704	0,186728
0,003654	0,044	0,236362	0,01546	0,044036	0,143	0,501799	0,087757	0,129471	0,243	0,689343	0,187819
0,003814	0,045	0,239853	0,015985	0,044676	0,144	0,503961	0,08865	0,130533	0,244	0,690982	0,188912
0,004019	0,046	0,243315	0,016516	0,04532	0,145	0,506117	0,089545	0,131598	0,245	0,692621	0,190006
0,004208	0,047	0,246749	0,017052	0,045969	0,146	0,508265	0,090443	0,132667	0,246	0,69426	0,191102
0,004401	0,048	0,250157	0,017594	0,046622	0,147	0,510407	0,091344	0,13374	0,247	0,695899	0,1922
0,004599	0,049	0,253537	0,018141	0,04728	0,148	0,512541	0,092247	0,134817	0,248	0,697538	0,193299
0,004802	0,05	0,256893	0,018693	0,047943	0,149	0,514669	0,093152	0,135897	0,249	0,699177	0,194399
0,005009	0,051	0,260223	0,019251	0,048609	0,15	0,51679	0,09406	0,136982	0,25	0,700816	0,195501
0,005221	0,052	0,263528	0,019813	0,049281	0,151	0,518904	0,094971	0,13807	0,251	0,702273	0,196605
0,005438	0,053	0,26681	0,020381	0,049956	0,152	0,52011	0,095884	0,139162	0,252	0,703871	0,197709
0,005659	0,054	0,270068	0,020954	0,050637	0,153	0,523112	0,096799	0,140258	0,253	0,705469	0,198816
0,005885	0,055	0,273304	0,021532	0,051322	0,154	0,525206	0,097717	0,141357	0,254	0,707067	0,199923
0,006115	0,056	0,276517	0,022116	0,052011	0,155	0,527293	0,098637	0,14246	0,255	0,708665	0,201033
0,00635	0,057	0,279709	0,022703	0,052705	0,156	0,529374	0,09956	0,143567	0,256	0,710263	0,202143
0,00659	0,058	0,282879	0,023296	0,053403	0,157	0,531449	0,100485	0,144678	0,257	0,711861	0,203255
0,006834	0,059	0,286029	0,023894	0,054106	0,158	0,533517	0,101413	0,145792	0,258	0,713459	0,204369
0,007083	0,06	0,289158	0,024496	0,054813	0,159	0,535578	0,102343	0,14691	0,259	0,715057	0,205484
0,007337	0,061	0,292267	0,025103	0,055524	0,16	0,537633	0,103275	0,148032	0,26	0,716655	0,2066
0,007595	0,062	0,295356	0,025715	0,05624	0,161	0,539682	0,10421	0,149158	0,261	0,718079	0,207718
0,007858	0,063	0,298427	0,026332	0,056961	0,162	0,541725	0,105147	0,150287	0,262	0,719635	0,208837
0,008126	0,064	0,30148	0,026953	0,057686	0,163	0,543761	0,106087	0,15142	0,263	0,721191	0,209957
0,008398	0,065	0,304512	0,027578	0,058415	0,164	0,545792	0,107028	0,152556	0,264	0,722747	0,211079
0,008675	0,066	0,307527	0,028208	0,059149	0,165	0,547816	0,107972	0,153696	0,265	0,724303	0,212202
0,008956	0,067	0,310524	0,028843	0,059887	0,166	0,549834	0,108919	0,15484	0,266	0,725859	0,213327
0,009243	0,068	0,313504	0,029481	0,06063	0,167	0,551845	0,109867	0,155988	0,267	0,727415	0,214452
0,009533	0,069	0,316466	0,030125	0,061377	0,168	0,553851	0,110818	0,157139	0,268	0,728971	0,21558
0,009829	0,07	0,319412	0,030772	0,062128	0,169	0,555851	0,111772	0,158293	0,269	0,730527	0,216708
0,010129	0,071	0,322342	0,031424	0,062884	0,17	0,557845	0,112727	0,159452	0,27	0,732083	0,217838
0,010434	0,072	0,325255	0,03208	0,063644	0,171	0,559833	0,113685	0,160613	0,271	0,733498	0,218969
0,010744	0,073	0,328152	0,032741	0,064409	0,172	0,561815	0,114645	0,161779	0,272	0,735	0,220102
0,011058	0,074	0,331034	0,033405	0,065178	0,173	0,563791	0,115607	0,162948	0,273	0,736502	0,221236
0,011377	0,075	0,3339	0,034074	0,065951	0,174	0,565762	0,116571	0,164121	0,274	0,738004	0,222371
0,011701	0,076	0,33651	0,034746	0,066729	0,175	0,567726	0,117537	0,165297	0,275	0,739506	0,223507
0,012029	0,077	0,33958	0,035423	0,067511	0,176	0,569685	0,118506	0,166477	0,276	0,741008	0,224645
0,012362	0,078	0,342408	0,036104	0,068298	0,177	0,571638	0,119477	0,16766	0,277	0,74251	0,225784
0,0127	0,079	0,345215	0,036789	0,069088	0,178	0,573586	0,12045	0,168847	0,278	0,744012	0,226924
0,013043	0,08	0,348007	0,037478	0,069883	0,179	0,575528	0,121425	0,170037	0,279	0,745514	0,228065
0,01339	0,081	0,350786	0,038171	0,070683	0,18	0,577464	0,122402	0,171231	0,28	0,747016	0,229208
0,013742	0,082	0,353551	0,038868	0,071487	0,181	0,579395	0,123382	0,172428	0,281	0,748542	0,230352
0,014098	0,083	0,356302	0,039568	0,072295	0,182	0,58132	0,124363	0,173629	0,282	0,750015	0,231497
0,014459	0,084	0,359039	0,040273	0,073107	0,183	0,58324	0,125347	0,174833	0,283	0,751488	0,232644
0,014825	0,085	0,361764	0,040981	0,073924	0,184	0,585154	0,126332	0,176041	0,284	0,752961	0,233792
0,015196	0,086	0,364475	0,041693	0,074745	0,185	0,587063	0,12732	0,177253	0,285	0,754434	0,23494
0,015571	0,087	0,367173	0,042409	0,07557	0,186	0,588966	0,12831	0,178467	0,286	0,755907	0,236091
0,015951	0,088	0,369859	0,043128	0,0764	0,187	0,590864	0,129302	0,179686	0,287	0,75738	0,237242

Continuación del anexo 3.

0,016336	0,089	0,372532	0,043851	0,077234	0,188	0,592756	0,130296	0,180907	0,288	0,758853	0,238394
0,016726	0,09	0,375193	0,044578	0,078072	0,189	0,594644	0,131292	0,182132	0,289	0,760326	0,239548
0,01712	0,091	0,37842	0,045309	0,078914	0,19	0,596526	0,13229	0,183361	0,29	0,761799	0,240703
0,017518	0,092	0,380479	0,046043	0,079761	0,191	0,598402	0,13329	0,184593	0,291	0,763223	0,241859
0,017922	0,093	0,383103	0,046781	0,080612	0,192	0,600274	0,134292	0,185828	0,292	0,76466	0,243016
0,01833	0,094	0,385717	0,047522	0,081467	0,193	0,60214	0,135296	0,187066	0,293	0,766097	0,244175
0,018743	0,095	0,388318	0,048267	0,082326	0,194	0,604001	0,136302	0,188309	0,294	0,767534	0,245334
0,019161	0,096	0,390908	0,049016	0,08319	0,195	0,605857	0,13731	0,189554	0,295	0,768971	0,246495
0,019583	0,097	0,393487	0,049768	0,0840058	0,196	0,607708	0,13832	0,190803	0,296	0,770408	0,247657
0,02001	0,098	0,396055	0,050523	0,08493	0,197	0,609553	0,139331	0,192055	0,297	0,771845	0,24882
0,020441	0,099	0,398611	0,051282	0,085806	0,198	0,611394	0,140345	0,19331	0,298	0,773282	0,249984
				0,086687	0,199	0,61323	0,141361	0,194569	0,299	0,774719	0,251149

Fuente: CABRERA, Ricardo Antonio. *Apuntes de Ingeniería Sanitaria 2*. p. 88.

Anexo 4. Tablas de relaciones hidráulicas 2

q/Q	d/D	v/V	a/A	q/Q	d/D	v/V	a/A	q/Q	d/D	v/V	a/A
0,195831	0,3	0,776156	0,252316	0,336988	0,4	0,90217	0,37353	0,5	0,5	1,00016	0,5
0,197097	0,301	0,777553	0,253461	0,33853	0,401	0,903283	0,374778	0,501698	0,501	1,000848	0,501273
0,198365	0,302	0,778955	0,254622	0,340074	0,402	0,904396	0,376026	0,503397	0,502	1,00169	0,502546
0,199637	0,303	0,780357	0,255783	0,34162	0,403	0,905509	0,377274	0,505097	0,503	1,002532	0,503819
0,200913	0,304	0,781759	0,256944	0,343169	0,404	0,906622	0,378522	0,506798	0,504	1,003374	0,505092
0,202191	0,305	0,783161	0,258105	0,34472	0,405	0,907735	0,37977	0,508499	0,505	1,004216	0,506365
0,203473	0,306	0,784563	0,259266	0,346272	0,406	0,908848	0,381018	0,510202	0,506	1,005058	0,507638
0,204758	0,307	0,785965	0,260427	0,347827	0,407	0,909961	0,382266	0,511905	0,507	1,0059	0,508911
0,206046	0,308	0,787367	0,261588	0,349385	0,408	0,911074	0,383514	0,513609	0,508	1,006742	0,510184
0,207338	0,309	0,788769	0,262749	0,350944	0,409	0,912187	0,384762	0,515314	0,509	1,007584	0,511457
0,208633	0,31	0,790171	0,26391	0,352505	0,41	0,9133	0,38601	0,517019	0,51	1,008426	0,51273
0,20993	0,311	0,791539	0,265071	0,354068	0,411	0,914237	0,387258	0,518726	0,511	1,009185	0,514003
0,21232	0,312	0,79291	0,266232	0,355634	0,412	0,915317	0,388506	0,520433	0,512	1,01	0,515276
0,212536	0,313	0,794281	0,267393	0,357201	0,413	0,916397	0,389754	0,52214	0,513	1,010815	0,516549
0,213843	0,314	0,795652	0,268554	0,358771	0,414	0,917477	0,391002	0,523849	0,514	1,01163	0,517822
0,215154	0,315	0,797023	0,269715	0,360342	0,415	0,918557	0,39225	0,525558	0,515	1,012445	0,519095
0,216468	0,316	0,798394	0,270876	0,361916	0,416	0,919637	0,393498	0,527268	0,516	1,01326	0,520368
0,217785	0,317	0,799765	0,272037	0,363492	0,417	0,920717	0,394746	0,528979	0,517	1,014075	0,521641
0,219105	0,318	0,801136	0,273198	0,365069	0,418	0,921797	0,395994	0,53069	0,518	1,01489	0,522914
0,220428	0,319	0,802507	0,274359	0,366649	0,419	0,922877	0,397242	0,532402	0,519	1,015705	0,524187
0,221755	0,32	0,803878	0,27552	0,36823	0,42	0,923957	0,39849	0,534114	0,52	1,01652	0,52546
0,223084	0,321	0,805193	0,276681	0,369814	0,421	0,924918	0,399738	0,535828	0,521	1,017271	0,526733
0,224416	0,322	0,806527	0,277842	0,371399	0,422	0,925971	0,400986	0,537541	0,522	1,018057	0,528006
0,225752	0,323	0,807861	0,279003	0,372986	0,423	0,927021	0,402234	0,539256	0,523	1,018843	0,529279
0,227091	0,324	0,809195	0,280164	0,374576	0,424	0,928071	0,403482	0,54097	0,524	1,019629	0,530552
0,228433	0,325	0,810529	0,281325	0,376167	0,425	0,929121	0,40473	0,542686	0,525	1,020415	0,531825
0,229777	0,326	0,811863	0,282486	0,37776	0,426	0,930171	0,405978	0,544402	0,526	1,021201	0,533098
0,231125	0,327	0,813197	0,283647	0,379355	0,427	0,931221	0,407226	0,546118	0,527	1,021987	0,534371
0,232476	0,328	0,814531	0,284808	0,380952	0,428	0,932271	0,408474	0,547836	0,528	1,022773	0,535644
0,23383	0,329	0,815865	0,285969	0,382551	0,429	0,933321	0,409722	0,549553	0,529	1,023559	0,536917
0,235187	0,33	0,817199	0,28713	0,384151	0,43	0,934371	0,41097	0,551271	0,53	1,024345	0,53819
0,236547	0,331	0,818521	0,288291	0,385753	0,431	0,935421	0,412218	0,55299	0,531	1,025108	0,539463
0,23791	0,332	0,819823	0,289452	0,387358	0,432	0,936471	0,413466	0,554709	0,532	1,02587	0,540736
0,239275	0,333	0,821125	0,290613	0,388964	0,433	0,937521	0,414714	0,556428	0,533	1,026632	0,542009
0,240644	0,334	0,822427	0,291774	0,390571	0,434	0,938571	0,415962	0,558148	0,534	1,027394	0,543282
0,242016	0,335	0,823729	0,292935	0,392181	0,435	0,939621	0,41721	0,559868	0,535	1,028156	0,544555
0,243391	0,336	0,825031	0,294096	0,393792	0,436	0,940671	0,418458	0,561589	0,536	1,028918	0,545828
0,244768	0,337	0,826333	0,295257	0,395405	0,437	0,941721	0,419706	0,56331	0,537	1,02968	0,547101
0,246149	0,338	0,827635	0,296418	0,397012	0,438	0,942771	0,420954	0,565031	0,538	1,030442	0,548374
0,247532	0,339	0,828937	0,297579	0,398623	0,439	0,943821	0,422202	0,566753	0,539	1,031204	0,549647
0,248919	0,34	0,830239	0,29874	0,400235	0,44	0,944871	0,42345	0,568475	0,54	1,031966	0,55092

Continuación del anexo 4.

0,250308	0,341	0,831531	0,299901	0,401875	0,441	0,945469	0,424698	0,570197	0,541	1,032696	0,552193
0,2517	0,342	0,832802	0,301062	0,403497	0,442	0,94646	0,425946	0,57192	0,542	1,033433	0,553466
0,253095	0,343	0,834073	0,302223	0,40512	0,443	0,947451	0,427194	0,573643	0,543	1,03417	0,554739
0,254493	0,344	0,835344	0,303384	0,406745	0,444	0,948442	0,428442	0,575366	0,544	1,034907	0,556012
0,255894	0,345	0,836615	0,304545	0,408372	0,445	0,949433	0,42969	0,57709	0,545	1,035644	0,557285
0,257297	0,346	0,837886	0,305706	0,41	0,446	0,950424	0,430938	0,578814	0,546	1,036381	0,558558
0,258704	0,347	0,839157	0,306867	0,41163	0,447	0,951415	0,432186	0,580538	0,547	1,037118	0,559831
0,260113	0,348	0,840428	0,308028	0,413262	0,448	0,952406	0,433434	0,582262	0,548	1,037855	0,561104
0,261525	0,349	0,841699	0,309189	0,414895	0,449	0,953397	0,434682	0,583986	0,549	1,038592	0,562377
0,26294	0,35	0,84297	0,311919	0,41653	0,45	0,954388	0,43593	0,585711	0,55	1,039329	0,56365
0,264357	0,351	0,844231	0,313134	0,418166	0,451	0,955346	0,437178	0,587436	0,551	1,040036	0,564923
0,265778	0,352	0,84547	0,314349	0,419804	0,452	0,956312	0,438426	0,589161	0,552	1,04075	0,566196
0,267201	0,353	0,846709	0,315564	0,421443	0,453	0,957278	0,439674	0,590886	0,553	1,041464	0,567469
0,268627	0,354	0,847948	0,316779	0,423084	0,454	0,958244	0,440922	0,592611	0,554	1,042178	0,568742
0,270055	0,355	0,849187	0,317994	0,424727	0,455	0,95921	0,44217	0,594336	0,555	1,042892	0,570015
0,271487	0,356	0,850426	0,319209	0,426371	0,456	0,960176	0,443418	0,596062	0,556	1,043606	0,571288
0,272921	0,357	0,851665	0,320424	0,428016	0,457	0,961142	0,444666	0,597787	0,557	1,04432	0,572561
0,274357	0,358	0,852904	0,321639	0,429663	0,458	0,962108	0,445914	0,599513	0,558	1,045034	0,573834
0,275797	0,359	0,854143	0,322854	0,431312	0,459	0,963074	0,447162	0,601239	0,559	1,045748	0,575107
0,277239	0,36	0,855382	0,324069	0,432962	0,46	0,96404	0,44841	0,602964	0,56	1,046462	0,57638
0,278684	0,361	0,856627	0,325284	0,434613	0,461	0,964962	0,449658	0,60469	0,561	1,047128	0,577653
0,280131	0,362	0,85784	0,326499	0,436266	0,462	0,9659	0,450906	0,606416	0,562	1,047815	0,578926
0,281581	0,363	0,859053	0,327714	0,43792	0,463	0,966838	0,452154	0,608141	0,563	1,048502	0,580199
0,283034	0,364	0,860266	0,328929	0,439576	0,464	0,967776	0,453402	0,609867	0,564	1,049189	0,581472
0,284489	0,365	0,861479	0,330144	0,441233	0,465	0,968714	0,45465	0,611593	0,565	1,049876	0,582745
0,285947	0,366	0,862692	0,331359	0,442891	0,466	0,969652	0,455898	0,613318	0,566	1,050563	0,584018
0,287407	0,367	0,863905	0,332574	0,444551	0,467	0,97059	0,457146	0,615044	0,567	1,05125	0,585291
0,288871	0,368	0,865118	0,333789	0,446212	0,468	0,971528	0,458394	0,616769	0,568	1,051937	0,586564
0,290336	0,369	0,866331	0,335004	0,447874	0,469	0,972466	0,459642	0,618494	0,569	1,052624	0,587837
0,291805	0,37	0,867544	0,336219	0,449538	0,47	0,973404	0,46089	0,620219	0,57	1,053311	0,58911
0,293275	0,371	0,868725	0,337434	0,451203	0,471	0,974317	0,462138	0,621944	0,571	1,053993	0,590383
0,294749	0,372	0,869907	0,338649	0,452869	0,472	0,97523	0,463386	0,623669	0,572	1,054635	0,591656
0,296225	0,373	0,871089	0,339864	0,454537	0,473	0,976143	0,464634	0,625394	0,573	1,055297	0,592929
0,297703	0,374	0,872271	0,341079	0,456206	0,474	0,977056	0,465882	0,627119	0,574	1,055959	0,594202
0,299184	0,375	0,873453	0,342294	0,457876	0,475	0,977969	0,46713	0,628843	0,575	1,056621	0,595475
0,300667	0,376	0,874635	0,343509	0,459548	0,476	0,978882	0,468378	0,630567	0,576	1,057283	0,596748
0,302153	0,377	0,875817	0,344724	0,46122	0,477	0,979795	0,469626	0,632291	0,577	1,057945	0,598021
0,303642	0,378	0,876999	0,345939	0,462894	0,478	0,980708	0,470874	0,634015	0,578	1,058607	0,599294
0,305132	0,379	0,878181	0,347154	0,464569	0,479	0,981621	0,472122	0,635738	0,579	1,059269	0,600567
0,306626	0,38	0,879363	0,348369	0,466246	0,48	0,982534	0,47337	0,637461	0,58	1,059931	0,60184
0,308121	0,381	0,88053	0,349584	0,467923	0,481	0,983415	0,474618	0,639184	0,581	1,06057	0,603113
0,30962	0,382	0,881694	0,350799	0,469602	0,482	0,9843	0,475866	0,640906	0,582	1,061208	0,604386
0,31112	0,383	0,882858	0,352014	0,471281	0,483	0,985185	0,477114	0,642629	0,583	1,061846	0,605659
0,312623	0,384	0,884022	0,353229	0,472962	0,484	0,98607	0,478362	0,64435	0,584	1,062484	0,606932
0,314128	0,385	0,885186	0,354444	0,474644	0,485	0,986955	0,47961	0,646072	0,585	1,063122	0,608205
0,315636	0,386	0,88635	0,355659	0,476327	0,486	0,98784	0,480858	0,647793	0,586	1,06376	0,609478
0,317146	0,387	0,887514	0,356874	0,478012	0,487	0,988725	0,482106	0,649514	0,587	1,064398	0,610751
0,318659	0,388	0,888678	0,358089	0,479697	0,488	0,98961	0,483354	0,651234	0,588	1,065036	0,612024
0,320174	0,389	0,889842	0,359304	0,481383	0,489	0,990495	0,484602	0,652954	0,589	1,065674	0,613297
0,321691	0,39	0,890908	0,360519	0,483071	0,49	0,99138	0,48585	0,654673	0,59	1,066312	0,61457
0,32321	0,391	0,892047	0,361734	0,484759	0,491	0,992258	0,487098	0,656392	0,591	1,06692	0,615843
0,324732	0,392	0,893186	0,362949	0,486449	0,492	0,99312	0,488346	0,658111	0,592	1,06753	0,617116
0,326256	0,393	0,894325	0,364164	0,488139	0,493	0,993982	0,489594	0,659829	0,593	1,06814	0,618389
0,327782	0,394	0,895464	0,365379	0,489831	0,494	0,994844	0,490842	0,661546	0,594	1,06875	0,619662
0,329311	0,395	0,896603	0,366594	0,491523	0,495	0,995706	0,49209	0,663263	0,595	1,06936	0,620935
0,330842	0,396	0,897742	0,367809	0,493217	0,496	0,996568	0,493338	0,66498	0,596	1,06997	0,622208
0,332375	0,397	0,898881	0,369024	0,494911	0,497	0,99743	0,494586	0,666696	0,597	1,07058	0,623481
0,33391	0,398	0,90002	0,370239	0,496607	0,498	0,998292	0,495834	0,668411	0,598	1,07119	0,624754
0,335448	0,399	0,901057	0,371454	0,498303	0,499	0,999154	0,497082	0,670126	0,599	1,0718	0,626027

Fuente: CABRERA, Ricardo Antonio. *Apuntes de Ingeniería Sanitaria 2*. p. 89.

Anexo 5. Tablas de relaciones hidráulicas 3

q/Q	d/D	v/V	a/A	q/Q	d/D	v/V	a/A	q/Q	d/D	v/V	a/A
0,67184	0,6	1,07241	0,6264	0,837238	0,7	1,119836	0,747684	0,977467	0,8	1,139719	0,859501
0,673554	0,601	1,073021	0,627717	0,8388	0,701	1,120116	0,748851	0,978664	0,801	1,139761	0,858369
0,675267	0,602	1,073606	0,629034	0,84036	0,702	1,120439	0,750018	0,979855	0,802	1,139803	0,859655
0,676979	0,603	1,074191	0,630351	0,841917	0,703	1,120762	0,751185	0,981042	0,803	1,139845	0,860941
0,678691	0,604	1,074776	0,631668	0,843471	0,704	1,121085	0,752352	0,982223	0,804	1,139887	0,862227
0,680401	0,605	1,075361	0,632985	0,845024	0,705	1,121408	0,753519	0,983399	0,805	1,139929	0,863513
0,682112	0,606	1,075946	0,634302	0,846573	0,706	1,121731	0,754686	0,984571	0,806	1,139971	0,864799
0,683821	0,607	1,076531	0,635619	0,84812	0,707	1,122054	0,755853	0,985737	0,807	1,140013	0,866085
0,68553	0,608	1,077116	0,636936	0,849664	0,708	1,122377	0,75702	0,986897	0,808	1,140055	0,867371
0,687238	0,609	1,077701	0,638253	0,851206	0,709	1,1227	0,758187	0,988053	0,809	1,140097	0,868657
0,688945	0,61	1,078286	0,63957	0,852745	0,71	1,123023	0,759354	0,989203	0,81	1,140139	0,869943
0,690652	0,611	1,078871	0,640887	0,854282	0,711	1,123346	0,760521	0,990348	0,811	1,140023	0,871229
0,692357	0,612	1,079456	0,642204	0,855815	0,712	1,123669	0,761688	0,991487	0,812	1,140028	0,872515
0,694062	0,613	1,080041	0,643521	0,857346	0,713	1,123992	0,762855	0,992621	0,813	1,140033	0,873801
0,695766	0,614	1,080581	0,644838	0,858875	0,714	1,124315	0,764022	0,99375	0,814	1,140027	0,875087
0,697469	0,615	1,08114	0,646155	0,8604	0,715	1,124638	0,765189	0,994873	0,815	1,140021	0,876373
0,699172	0,616	1,081699	0,647472	0,861923	0,716	1,124961	0,766356	0,995991	0,816	1,140015	0,877659
0,700873	0,617	1,082258	0,648789	0,863443	0,717	1,125284	0,767523	0,997103	0,817	1,140009	0,878945
0,702574	0,618	1,082817	0,650106	0,86496	0,718	1,125607	0,76869	0,998209	0,818	1,140003	0,880231
0,704273	0,619	1,083376	0,651423	0,866474	0,719	1,12593	0,769857	0,99931	0,819	1,139997	0,881517
0,705972	0,62	1,083935	0,65274	0,867985	0,72	1,126253	0,771024	1,000405	0,82	1,139991	0,882803
0,707669	0,621	1,084494	0,654057	0,869494	0,721	1,12658	0,772191	1,001495	0,821	1,139985	0,884089
0,709366	0,622	1,085053	0,655374	0,870999	0,722	1,12666	0,773358	1,002579	0,822	1,139877	0,885375
0,711062	0,623	1,085567	0,656691	0,872502	0,723	1,126937	0,774525	1,003657	0,823	1,139841	0,886661
0,712757	0,624	1,0861	0,658008	0,874002	0,724	1,127214	0,775692	1,004729	0,824	1,139802	0,887947
0,71445	0,625	1,086633	0,659325	0,875498	0,725	1,127491	0,776859	1,005795	0,825	1,139763	0,889233
0,716143	0,626	1,087166	0,660642	0,876992	0,726	1,127768	0,778026	1,006856	0,826	1,139724	0,883429
0,717834	0,627	1,087699	0,661959	0,878482	0,727	1,128045	0,779193	1,00791	0,827	1,139685	0,884393
0,719525	0,628	1,088232	0,663276	0,87997	0,728	1,128322	0,78036	1,008959	0,828	1,139646	0,885357
0,721214	0,629	1,088765	0,664593	0,881455	0,729	1,128599	0,781527	1,010002	0,829	1,139551	0,886321
0,722903	0,63	1,089298	0,66591	0,882936	0,73	1,128876	0,782694	1,011038	0,83	1,139489	0,887285
0,72459	0,631	1,089829	0,667227	0,884414	0,731	1,129099	0,783861	1,012069	0,831	1,139423	0,888249
0,726276	0,632	1,09035	0,668544	0,885889	0,732	1,129344	0,785028	1,013093	0,832	1,139357	0,889213
0,727961	0,633	1,09086	0,669861	0,887361	0,733	1,129589	0,786195	1,014112	0,833	1,139291	0,890177
0,729645	0,634	1,09137733	0,671178	0,88883	0,734	1,129834	0,787362	1,015124	0,834	1,139225	0,891141
0,731327	0,635	1,09189283	0,672495	0,890296	0,735	1,130079	0,788529	1,01613	0,835	1,139159	0,892105
0,733008	0,636	1,09240833	0,673812	0,891758	0,736	1,130324	0,789696	1,017129	0,836	1,139093	0,893069
0,734688	0,637	1,09292383	0,675129	0,893217	0,737	1,130569	0,790863	1,018122	0,837	1,13895	0,894033
0,736367	0,638	1,09343933	0,676446	0,894673	0,738	1,130814	0,79203	1,019109	0,838	1,138861	0,894997
0,738045	0,639	1,09395483	0,677763	0,896125	0,739	1,131059	0,793197	1,02009	0,839	1,138772	0,895961
0,739721	0,64	1,09447033	0,67908	0,897575	0,74	1,131304	0,794364	1,021064	0,84	1,138683	0,896925
0,741396	0,641	1,09498583	0,680397	0,89902	0,741	1,131532	0,795531	1,022031	0,841	1,138594	0,897889
0,743069	0,642	1,095424	0,681714	0,900463	0,742	1,13175	0,796698	1,022992	0,842	1,138446	0,898853
0,744742	0,643	1,095909	0,683031	0,901902	0,743	1,131988	0,797865	1,023947	0,843	1,138333	0,899817
0,746413	0,644	1,096394	0,684348	0,903337	0,744	1,132186	0,799032	1,024895	0,844	1,13822	0,900781
0,748082	0,645	1,096879	0,685665	0,90477	0,745	1,132404	0,800199	1,025836	0,845	1,138107	0,901745
0,74975	0,646	1,097364	0,686982	0,906198	0,746	1,132622	0,801366	1,02677	0,846	1,137994	0,902709
0,751417	0,647	1,097849	0,688299	0,907623	0,747	1,13284	0,802533	1,027698	0,847	1,137881	0,903673
0,753082	0,648	1,098334	0,689616	0,909045	0,748	1,133058	0,8037	1,028619	0,848	1,137768	0,904637
0,754726	0,649	1,098819	0,690933	0,910463	0,749	1,133276	0,804867	1,029533	0,849	1,137659	0,905601
0,756408	0,65	1,099304	0,69225	0,911878	0,75	1,133494	0,806034	1,03044	0,85	1,137427	0,90594
0,758069	0,651	1,099789	0,693567	0,913289	0,751	1,133674	0,806601	1,031341	0,851	1,137281	0,906848
0,759729	0,652	1,100274	0,694884	0,914696	0,752	1,133865	0,806701	1,032234	0,852	1,137135	0,907756
0,761387	0,653	1,100759	0,696201	0,9161	0,753	1,134056	0,807801	1,03312	0,853	1,136989	0,908664
0,763043	0,654	1,101178	0,697518	0,9175	0,754	1,134247	0,808901	1,033999	0,854	1,136843	0,909572
0,764698	0,655	1,101635	0,698835	0,918896	0,755	1,134438	0,810001	1,034871	0,855	1,136697	0,91048
0,766351	0,656	1,102092	0,700152	0,920288	0,756	1,134629	0,811101	1,035736	0,856	1,136486	0,911388
0,768002	0,657	1,102549	0,701469	0,921677	0,757	1,13482	0,812201	1,036594	0,857	1,136313	0,912296
0,769652	0,658	1,103006	0,702786	0,923062	0,758	1,135011	0,813301	1,037444	0,858	1,136137	0,913204
0,771301	0,659	1,103463	0,704103	0,924443	0,759	1,135202	0,814401	1,038287	0,859	1,135956	0,914112
0,772947	0,66	1,10392	0,70542	0,925821	0,76	1,135393	0,815501	1,039122	0,86	1,13577	0,91502
0,774592	0,661	1,104377	0,706737	0,927194	0,761	1,13558	0,816601	1,039951	0,861	1,135594	0,915928
0,776236	0,662	1,104834	0,708054	0,928564	0,762	1,135768	0,817701	1,040771	0,862	1,135413	0,916836
0,777877	0,663	1,105291	0,709371	0,92993	0,763	1,135954	0,818801	1,041584	0,863	1,135232	0,917744
0,779517	0,664	1,105748	0,710688	0,931292	0,764	1,136	0,819901	1,04239	0,864	1,134983	0,918652

Continuación del anexo 5.

0,781155	0,665	1,106205	0,712005	0,93265	0,765	1,13616	0,821001	1,043187	0,865	1,134775	0,91956
0,782791	0,666	1,106563	0,713322	0,934003	0,766	1,13632	0,822101	1,043978	0,866	1,134562	0,920468
0,784426	0,667	1,106985	0,714639	0,935353	0,767	1,136482	0,823201	1,04476	0,867	1,134349	0,921376
0,786059	0,668	1,107407	0,715956	0,936699	0,768	1,136625	0,824301	1,045534	0,868	1,134136	0,922284
0,78769	0,669	1,107829	0,717273	0,938041	0,769	1,136768	0,825401	1,046301	0,869	1,133923	0,923192
0,789319	0,67	1,108251	0,71859	0,939379	0,77	1,136911	0,826501	1,04706	0,87	1,13371	0,9241
0,790946	0,671	1,108673	0,719907	0,940712	0,771	1,137054	0,827601	1,04781	0,871	1,133497	0,925008
0,792571	0,672	1,109095	0,721224	0,942042	0,772	1,137199	0,828701	1,048553	0,872	1,133186	0,925916
0,794195	0,673	1,109517	0,722541	0,943367	0,773	1,13733	0,829801	1,049287	0,873	1,13294	0,926824
0,795816	0,674	1,109939	0,723858	0,944688	0,774	1,137461	0,830901	1,050013	0,874	1,132689	0,927732
0,797436	0,675	1,110361	0,725175	0,946005	0,775	1,137592	0,832001	1,050731	0,875	1,132433	0,928806
0,799054	0,676	1,110783	0,726492	0,947317	0,776	1,137723	0,833101	1,051441	0,876	1,132172	0,929572
0,800669	0,677	1,111205	0,727809	0,948626	0,777	1,137854	0,834201	1,052142	0,877	1,131921	0,930338
0,802283	0,678	1,111627	0,729126	0,94993	0,778	1,137985	0,835301	1,052835	0,878	1,131665	0,931104
0,803895	0,679	1,112049	0,730443	0,951229	0,779	1,138116	0,836401	1,05352	0,879	1,131409	0,93187
0,805504	0,68	1,112471	0,73176	0,952524	0,78	1,138247	0,837501	1,054195	0,88	1,131077	0,932636
0,807112	0,681	1,112768	0,733077	0,953815	0,781	1,138293	0,838601	1,054863	0,881	1,130791	0,933402
0,808717	0,682	1,11314	0,734394	0,955102	0,782	1,138399	0,839701	1,055521	0,882	1,130499	0,934168
0,810321	0,683	1,113512	0,735711	0,956384	0,783	1,138501	0,840801	1,056171	0,883	1,130203	0,934934
0,811922	0,684	1,113884	0,737028	0,957661	0,784	1,138601	0,841901	1,056811	0,884	1,129907	0,9357
0,813521	0,685	1,114256	0,738345	0,958934	0,785	1,138697	0,843001	1,057443	0,885	1,129611	0,936466
0,815118	0,686	1,114628	0,739662	0,960203	0,786	1,138793	0,844101	1,058066	0,886	1,129315	0,937232
0,816713	0,687	1,115	0,740979	0,961466	0,787	1,138889	0,845201	1,05868	0,887	1,129019	0,937998
0,818305	0,688	1,115372	0,742296	0,962726	0,788	1,138985	0,846301	1,059284	0,888	1,128638	0,938764
0,819896	0,689	1,115744	0,743613	0,96398	0,789	1,13904	0,847401	1,05988	0,889	1,128309	0,93953
0,821484	0,69	1,116116	0,74493	0,96523	0,79	1,139095	0,848501	1,060466	0,89	1,127975	0,940296
0,82307	0,691	1,116488	0,746247	0,966476	0,791	1,13915	0,849601	1,061043	0,891	1,127634	0,941062
0,824653	0,692	1,11686	0,747564	0,967716	0,792	1,139205	0,850701	1,06161	0,892	1,127293	0,941828
0,826235	0,693	1,117232	0,748881	0,968952	0,793	1,13926	0,851801	1,062168	0,893	1,126952	0,942594
0,827814	0,694	1,117604	0,750198	0,970183	0,794	1,139315	0,852901	1,062716	0,894	1,126611	0,94336
0,82939	0,695	1,117976	0,751515	0,971409	0,795	1,13937	0,854001	1,063254	0,895	1,12627	0,944126
0,830964	0,696	1,118348	0,752832	0,972631	0,796	1,139425	0,855101	1,063783	0,896	1,125847	0,944892
0,832536	0,697	1,11872	0,754149	0,973847	0,797	1,139593	0,856201	1,064301	0,897	1,125472	0,945658
0,834106	0,698	1,119092	0,755466	0,975059	0,798	1,139635	0,857301	1,06481	0,898	1,125097	0,946424
0,835673	0,699	1,119464	0,756783	0,976265	0,799	1,139677	0,858401	1,065309	0,899	1,124722	0,94719
								1,065797	0,9	1,124311	0,947956

Fuente: CABRERA, Ricardo Antonio. *Apuntes de Ingeniería Sanitaria 2*. p. 90.

Anexo 6. Propiedades de sección estructural hueca redonda de AISC

Round HSS and Pipe Section Properties from AISC Version 13.0 CD Database (Dec. 2005) and AISC 13th Edition Manual (Dec. 2005)													
Shape	A	OD	ID	t(nom)	t(des)	wt./ft.	d/t	I	S	r	Z	J	C
HSS20X0.500	28,5	20	19,07	0,5	0,465	104,00	43	1360	136	6,91	177	2720	272
HSS20X0.375	21,5	20	19,302	0,375	0,349	78,67	57,3	1040	104	6,95	135	2080	208
HSS18X0.500	25,6	18	17,07	0,5	0,465	93,54	38,7	985	109	6,2	143	1970	219
HSS18X0.375	19,4	18	17,302	0,375	0,349	70,66	51,6	754	83,8	6,24	109	1510	168
HSS16X0.625	28,1	16	14,838	0,625	0,581	103,00	27,5	838	105	5,46	138	1680	209
HSS16X0.500	22,7	16	15,07	0,5	0,465	82,85	34,4	685	85,7	5,49	112	1370	171
HSS16X0.438	19,9	16	15,186	0,4375	0,407	72,87	39,3	606	75,8	5,51	99	1210	152
HSS16X0.375	17,2	16	15,302	0,375	0,349	62,64	45,8	526	65,7	5,53	85,5	1050	131
HSS16X0.312	14,4	16	15,418	0,3125	0,291	52,32	55	443	55,4	5,55	71,8	886	111
HSS16X0.250	11,5	16	15,534	0,25	0,233	42,09	68,7	359	44,8	5,58	57,9	717	89,7
HSS14X0.625	24,5	14	12,838	0,625	0,581	89,36	24,1	552	78,9	4,75	105	1100	158
HSS14X0.500	19,8	14	13,07	0,5	0,465	72,16	30,1	453	64,8	4,79	85,2	907	130
HSS14X0.375	15	14	13,302	0,375	0,349	54,62	40,1	349	49,8	4,83	65,1	698	100
HSS14X0.312	12,5	14	13,418	0,3125	0,291	45,65	48,1	295	42,1	4,85	54,7	589	84,2
HSS14X0.250	10,1	14	13,534	0,25	0,233	36,75	60,1	239	34,1	4,87	44,2	478	68,2
HSS12.750X0.500	17,9	12,75	11,82	0,5	0,465	65,48	27,4	339	53,2	4,35	70,2	678	106
HSS12.750X0.375	13,6	12,75	12,052	0,375	0,349	49,61	36,5	262	41	4,39	53,7	523	82,1
HSS12.750X0.250	9,16	12,75	12,284	0,25	0,233	33,41	54,7	180	28,2	4,43	36,5	359	56,3
HSS10.750X0.500	15	10,75	9,82	0,5	0,465	54,79	23,1	199	37	3,64	49,2	398	74,1
HSS10.750X0.375	11,4	10,75	10,052	0,375	0,349	41,59	30,8	154	28,7	3,68	37,8	309	57,4
HSS10.750X0.250	7,7	10,75	10,284	0,25	0,233	28,06	46,1	106	19,8	3,72	25,8	213	39,6
HSS10X0.625	17,2	10	8,838	0,625	0,581	62,64	17,2	191	38,3	3,34	51,6	383	76,6
HSS10X0.500	13,9	10	9,07	0,5	0,465	50,78	21,5	159	31,7	3,38	42,3	317	63,5
HSS10X0.375	10,6	10	9,302	0,375	0,349	38,58	28,7	123	24,7	3,41	32,5	247	49,3
HSS10X0.312	8,88	10	9,418	0,3125	0,291	32,31	34,4	105	20,9	3,43	27,4	209	41,9
HSS10X0.250	7,15	10	9,534	0,25	0,233	26,06	42,9	85,3	17,1	3,45	22,2	171	34,1
HSS10X0.188	5,37	10	9,652	0,1875	0,174	19,72	57,5	64,8	13	3,47	16,8	130	25,9
HSS9.625X0.500	13,4	9,625	8,695	0,5	0,465	48,77	20,7	141	29,2	3,24	39	281	58,5
HSS9.625X0.375	10,2	9,625	8,927	0,375	0,349	37,08	27,6	110	22,8	3,28	30	219	45,5
HSS9.625X0.312	8,53	9,625	9,043	0,3125	0,291	31,06	33,1	93	19,3	3,3	25,4	186	38,7
HSS9.625X0.250	6,87	9,625	9,159	0,25	0,233	25,06	41,3	75,9	15,8	3,32	20,6	152	31,5
HSS9.625X0.188	5,17	9,625	9,277	0,1875	0,174	18,97	55,3	57,7	12	3,34	15,5	115	24
HSS8.625X0.625	14,7	8,625	7,463	0,625	0,581	53,45	14,8	119	27,7	2,85	37,7	239	55,4
HSS8.625X0.500	11,9	8,625	7,695	0,5	0,465	43,43	18,5	100	23,1	2,89	31	199	46,2
HSS8.625X0.375	9,07	8,625	7,927	0,375	0,349	33,07	24,7	77,8	18	2,93	23,9	156	36,1
HSS8.625X0.322	7,85	8,625	8,025	0,3125	0,3	28,58	28,8	68,1	15,8	2,95	20,8	136	31,6
HSS8.625X0.250	6,14	8,625	8,159	0,25	0,233	22,38	37	54,1	12,5	2,97	16,4	108	25,1
HSS8.625X0.188	4,62	8,625	8,277	0,188	0,174	16,96	49,6	41,3	9,57	2,99	12,4	82,5	19,1
HSS7.625X0.375	7,98	8,625	7,927	0,375	0,349	29,06	21,8	52,9	13,9	2,58	18,5	106	27,8
HSS7.625X0.328	7,01	8,625	8,015	0,328	0,305	25,59	25	47,1	12,3	2,59	16,4	94,1	24,7
HSS7.500X0.500	10,3	7,5	6,57	0,5	0,465	37,42	16,1	63,9	17	2,49	23	128	34,1
HSS7.500X0.375	7,84	7,5	6,802	0,375	0,349	28,56	21,5	50,2	13,4	2,53	17,9	100	26,8
HSS7.500X0.312	6,59	7,5	6,918	0,3125	0,291	23,97	25,8	42,9	11,4	2,55	15,1	85,8	22,9
HSS7.500X0.250	5,32	7,5	7,034	0,25	0,233	19,38	32,2	35,2	9,37	2,57	12,3	70,3	18,7
HSS7.500X0.188	4	7,5	7,152	0,1875	0,174	14,70	43,1	26,9	7,17	2,59	9,34	53,8	14,3
HSS7X0.500	9,55	7	6,07	0,5	0,465	34,74	15,1	51,2	14,6	2,32	19,9	102	29,3
HSS7X0.375	7,29	7	6,302	0,375	0,349	26,56	20,1	40,4	11,6	2,35	15,5	80,9	23,1
HSS7X0.312	6,13	7	6,418	0,3125	0,291	22,31	24,1	34,6	9,88	2,37	13,1	69,1	19,8
HSS7X0.250	4,95	7	6,534	0,25	0,233	18,04	30	28,4	8,11	2,39	10,7	56,8	16,2
HSS7X0.188	3,73	7	6,652	0,1875	0,174	13,69	40,2	21,7	6,21	2,41	8,11	43,5	12,4
HSS7X0.125	2,51	7	6,768	0,125	0,116	9,19	60,3	14,9	4,25	2,43	5,5	29,7	8,49
HSS6.875X0.500	9,36	6,875	5,945	0,5	0,465	34,07	14,8	48,3	14,1	2,27	19,1	96,7	28,1
HSS6.875X0.375	7,16	6,875	6,177	0,375	0,349	26,06	19,7	38,2	11,1	2,31	14,9	76,4	22,2
HSS6.875X0.312	6,02	6,875	6,293	0,3125	0,291	21,89	23,6	32,7	9,51	2,33	12,6	65,4	19
HSS6.875X0.250	4,86	6,875	6,409	0,25	0,233	17,71	29,5	26,8	7,81	2,35	10,3	53,7	15,6
HSS6.875X0.188	3,66	6,875	6,527	0,1875	0,174	13,44	39,5	20,6	5,99	2,37	7,81	41,1	12
HSS6.625X0.500	9	6,625	5,695	0,5	0,465	32,74	14,2	42,9	13	2,18	17,7	85,9	25,9
HSS6.625X0.432	7,86	6,625	5,821	0,4375	0,402	28,60	16,5	38,2	11,5	2,2	15,6	76,4	23,1
HSS6.625X0.375	6,88	6,625	5,927	0,375	0,349	25,06	19	34	10,3	2,22	13,8	68	20,5
HSS6.625X0.312	5,79	6,625	6,043	0,3125	0,291	21,06	22,8	29,1	8,79	2,24	11,7	58,2	17,6
HSS6.625X0.280	5,2	6,625	6,105	0,28	0,26	18,99	25,5	26,4	7,96	2,25	10,5	52,7	15,9
HSS6.625X0.250	4,68	6,625	6,159	0,25	0,233	17,04	28,4	23,9	7,22	2,26	9,52	47,9	14,4
HSS6.625X0.188	3,53	6,625	6,277	0,1875	0,174	12,94	38,1	18,4	5,54	2,28	7,24	36,7	11,1

Continuación del anexo 6.

HSS6.625X0.125	2,37	6,625	6,393	0,125	0,116	8,69	57,1	12,6	3,79	2,3	4,92	25,1	7,59
HSS6X0.500	8,09	6	5,07	0,5	0,465	29,40	12,9	31,2	10,4	1,96	14,3	62,4	20,8
HSS6X0.375	6,2	6	5,302	0,375	0,349	22,55	17,2	24,8	8,28	2	11,2	49,7	16,6
HSS6X0.312	5,22	6	5,418	0,3125	0,291	18,97	20,6	21,3	7,11	2,02	9,49	42,6	14,2
HSS6X0.280	4,69	6	5,48	0,28	0,26	17,12	23,1	19,3	6,45	2,03	8,57	38,7	12,9
HSS6X0.250	4,22	6	5,534	0,25	0,233	15,37	25,8	17,6	5,86	2,04	7,75	35,2	11,7
HSS6X0.188	3,18	6	5,652	0,1875	0,174	11,68	34,5	13,5	4,51	2,06	5,91	27	9,02
HSS6X0.125	2,14	6	5,768	0,125	0,116	7,85	51,7	9,28	3,09	2,08	4,02	18,6	6,19
HSS5.563X0.500	7,45	5,563	4,633	0,5	0,465	27,06	12	24,4	8,77	1,81	12,1	48,8	17,5
HSS5.563X0.375	5,72	5,563	4,865	0,375	0,349	20,80	15,9	19,5	7,02	1,85	9,5	39	14
HSS5.563X0.258	4,01	5,563	5,083	0,258	0,24	14,63	23,2	14,2	5,12	1,88	6,8	28,5	10,2
HSS5.563X0.188	2,95	5,563	5,215	0,1875	0,174	10,80	32	10,7	3,85	1,91	5,05	21,4	7,7
HSS5.563X0.134	2,12	5,563	5,315	0,134	0,124	7,78	44,9	7,84	2,82	1,92	3,67	15,7	5,64
HSS5.500X0.500	7,36	5,5	4,57	0,5	0,465	26,73	11,8	23,5	8,55	1,79	11,8	47	17,1
HSS5.500X0.375	5,65	5,5	4,802	0,375	0,349	20,55	15,8	18,8	6,84	1,83	9,27	37,6	13,7
HSS5.500X0.258	3,97	5,5	5,02	0,258	0,24	14,46	22,9	13,7	5	1,86	6,64	27,5	10
HSS5X0.500	6,62	5	4,07	0,5	0,465	24,05	10,8	17,2	6,88	1,61	9,6	34,4	13,8
HSS5X0.375	5,1	5	4,302	0,375	0,349	18,54	14,3	13,9	5,55	1,65	7,56	27,7	11,1
HSS5X0.312	4,3	5	4,418	0,3125	0,291	15,64	17,2	12	4,79	1,67	6,46	24	9,58
HSS5X0.258	3,59	5	4,52	0,258	0,24	13,08	20,8	10,2	4,08	1,69	5,44	20,4	8,15
HSS5X0.250	3,49	5	4,534	0,25	0,233	12,69	21,5	9,94	3,97	1,69	5,3	19,9	7,95
HSS5X0.188	2,64	5	4,652	0,1875	0,174	9,67	28,7	7,69	3,08	1,71	4,05	15,4	6,15
HSS5X0.125	1,78	5	4,768	0,125	0,116	6,51	43,1	5,31	2,12	1,73	2,77	10,6	4,25
HSS4.500X0.375	4,55	4,5	3,802	0,375	0,349	16,54	12,9	9,87	4,39	1,47	6,03	19,7	8,78
HSS4.500X0.337	4,12	4,5	3,874	0,337	0,313	15,00	14,4	9,07	4,03	1,48	5,5	18,1	8,06
HSS4.500X0.237	2,96	4,5	4,06	0,237	0,22	10,80	20,5	6,79	3,02	1,52	4,03	13,6	6,04
HSS4.500X0.188	2,36	4,5	4,152	0,1875	0,174	8,67	25,9	5,54	2,46	1,53	3,26	11,1	4,93
HSS4.500X0.125	1,6	4,5	4,268	0,125	0,116	5,85	38,8	3,84	1,71	1,55	2,23	7,68	3,41
HSS4X0.313	3,39	4	3,418	0,3125	0,291	12,34	13,7	5,87	2,93	1,32	4,01	11,7	5,87
HSS4X0.250	2,76	4	3,534	0,25	0,233	10,00	17,2	4,91	2,45	1,33	3,31	9,82	4,91
HSS4X0.237	2,61	4	3,56	0,237	0,22	9,53	18,2	4,68	2,34	1,34	3,15	9,36	4,68
HSS4X0.226	2,5	4	3,58	0,226	0,21	9,12	19	4,5	2,25	1,34	3,02	9,01	4,5
HSS4X0.220	2,44	4	3,59	0,22	0,205	8,89	19,5	4,41	2,21	1,34	2,96	8,83	4,41
HSS4X0.188	2,09	4	3,652	0,1875	0,174	7,66	23	3,83	1,92	1,35	2,55	7,67	3,83
HSS4X0.125	1,42	4	3,768	0,125	0,116	5,18	34,5	2,67	1,34	1,37	1,75	5,34	2,67
HSS3.500X0.313	2,93	3,5	2,918	0,313	0,291	10,66	12	3,81	2,18	1,14	3	7,61	4,35
HSS3.500X0.300	2,82	3,5	2,942	0,3	0,279	10,26	12,5	3,69	2,11	1,14	2,9	7,38	4,22
HSS3.500X0.250	2,39	3,5	3,034	0,25	0,233	8,69	15	3,21	1,83	1,16	2,49	6,41	3,66
HSS3.500X0.216	2,08	3,5	3,098	0,216	0,201	7,58	17,4	2,84	1,63	1,17	2,19	5,69	3,25
HSS3.500X0.203	1,97	3,5	3,122	0,203	0,189	7,15	18,5	2,7	1,54	1,17	2,07	5,41	3,09
HSS3.500X0.188	1,82	3,5	3,152	0,1875	0,174	6,66	20,1	2,52	1,44	1,18	1,93	5,04	2,88
HSS3.500X0.125	1,23	3,5	3,268	0,125	0,116	4,51	30,2	1,77	1,01	1,2	1,33	3,53	2,02
HSS3X0.250	2,03	3	2,534	0,25	0,233	7,35	12,9	1,95	1,3	0,982	1,79	3,9	2,6
HSS3X0.216	1,77	3	2,598	0,216	0,201	6,43	14,9	1,74	1,16	0,992	1,58	3,48	2,32
HSS3X0.203	1,67	3	2,622	0,203	0,189	6,07	15,9	1,66	1,1	0,996	1,5	3,31	2,21
HSS3X0.188	1,54	3	2,652	0,1875	0,174	5,65	17,2	1,55	1,03	1	1,39	3,1	2,06
HSS3X0.152	1,27	3	2,718	0,152	0,141	4,63	21,3	1,3	0,865	1,01	1,15	2,59	1,73
HSS3X0.134	1,12	3	2,752	0,134	0,124	4,11	24,2	1,16	0,774	1,02	1,03	2,32	1,55
HSS3X0.125	1,05	3	2,768	0,125	0,116	3,84	25,9	1,09	0,73	1,02	0,965	2,19	1,46
HSS2.875X0.250	1,93	2,875	2,409	0,25	0,233	7,02	12,3	1,7	1,18	0,938	1,63	3,4	2,37
HSS2.875X0.203	1,59	2,875	2,497	0,203	0,189	5,80	15,2	1,45	1,01	0,952	1,37	2,89	2,01
HSS2.875X0.188	1,48	2,875	2,527	0,1875	0,174	5,40	16,5	1,35	0,941	0,957	1,27	2,7	1,88
HSS2.875X0.125	1,01	2,875	2,643	0,125	0,116	3,67	24,8	0,958	0,667	0,976	0,884	1,92	1,33
HSS2.500X0.250	1,66	2,5	2,034	0,25	0,233	6,01	10,7	1,08	0,862	0,806	1,2	2,15	1,72
HSS2.500X0.188	1,27	2,5	2,152	0,1875	0,174	4,65	14,4	0,865	0,692	0,825	0,943	1,73	1,38
HSS2.500X0.125	0,869	2,5	2,268	0,125	0,116	3,17	21,6	0,619	0,495	0,844	0,66	1,24	0,99
HSS2.375X0.250	1,57	2,375	1,909	0,25	0,233	5,68	10,2	0,91	0,766	0,762	1,07	1,82	1,53
HSS2.375X0.218	1,39	2,375	1,969	0,218	0,203	5,03	11,7	0,824	0,694	0,771	0,96	1,65	1,39
HSS2.375X0.188	1,2	2,375	2,027	0,1875	0,174	4,40	13,6	0,733	0,617	0,781	0,845	1,47	1,23
HSS2.375X0.154	1	2,375	2,089	0,154	0,143	3,66	16,6	0,627	0,528	0,791	0,713	1,25	1,06
HSS2.375X0.125	0,823	2,375	2,143	0,125	0,116	3,01	20,5	0,527	0,443	0,8	0,592	1,05	0,887
HSS1.900X0.188	0,943	1,9	1,552	0,1875	0,174	3,44	10,9	0,355	0,374	0,613	0,52	0,71	0,747
HSS1.900X0.145	0,749	1,9	1,63	0,145	0,135	2,72	14,1	0,293	0,309	0,626	0,421	0,586	0,617
HSS1.900X0.120	0,624	1,9	1,678	0,12	0,111	2,28	17,1	0,251	0,264	0,634	0,356	0,501	0,527
HSS1.660X0.140	0,625	1,66	1,4	0,14	0,13	2,27	12,8	0,184	0,222	0,543	0,305	0,368	0,444

Fuente: AISC. *Especificación para edificios de acero estructural ANSI/AISC 360-05*. p. 105.

Anexo 7. Propiedades de sección de ángulo único de AISC

Shape	A	d	b	t	k	w _f /h	e ₀	k	e ₁	h ₀	h ₁	h ₂	h ₃	h ₄	h ₅	h ₆	h ₇	h ₈	h ₉	h ₁₀	h ₁₁	h ₁₂	h ₁₃	h ₁₄	h ₁₅	h ₁₆	h ₁₇	h ₁₈	h ₁₉	h ₂₀	h ₂₁	h ₂₂	h ₂₃	h ₂₄	h ₂₅	h ₂₆	h ₂₇	h ₂₈	h ₂₉	h ₃₀	h ₃₁	h ₃₂	h ₃₃	h ₃₄	h ₃₅	h ₃₆	h ₃₇	h ₃₈	h ₃₉	h ₄₀	h ₄₁	h ₄₂	h ₄₃	h ₄₄	h ₄₅	h ₄₆	h ₄₇	h ₄₈	h ₄₉	h ₅₀	h ₅₁	h ₅₂	h ₅₃	h ₅₄	h ₅₅	h ₅₆	h ₅₇	h ₅₈	h ₅₉	h ₆₀	h ₆₁	h ₆₂	h ₆₃	h ₆₄	h ₆₅	h ₆₆	h ₆₇	h ₆₈	h ₆₉	h ₇₀	h ₇₁	h ₇₂	h ₇₃	h ₇₄	h ₇₅	h ₇₆	h ₇₇	h ₇₈	h ₇₉	h ₈₀	h ₈₁	h ₈₂	h ₈₃	h ₈₄	h ₈₅	h ₈₆	h ₈₇	h ₈₈	h ₈₉	h ₉₀	h ₉₁	h ₉₂	h ₉₃	h ₉₄	h ₉₅	h ₉₆	h ₉₇	h ₉₈	h ₉₉	h ₁₀₀	h ₁₀₁	h ₁₀₂	h ₁₀₃	h ₁₀₄	h ₁₀₅	h ₁₀₆	h ₁₀₇	h ₁₀₈	h ₁₀₉	h ₁₁₀	h ₁₁₁	h ₁₁₂	h ₁₁₃	h ₁₁₄	h ₁₁₅	h ₁₁₆	h ₁₁₇	h ₁₁₈	h ₁₁₉	h ₁₂₀	h ₁₂₁	h ₁₂₂	h ₁₂₃	h ₁₂₄	h ₁₂₅	h ₁₂₆	h ₁₂₇	h ₁₂₈	h ₁₂₉	h ₁₃₀	h ₁₃₁	h ₁₃₂	h ₁₃₃	h ₁₃₄	h ₁₃₅	h ₁₃₆	h ₁₃₇	h ₁₃₈	h ₁₃₉	h ₁₄₀	h ₁₄₁	h ₁₄₂	h ₁₄₃	h ₁₄₄	h ₁₄₅	h ₁₄₆	h ₁₄₇	h ₁₄₈	h ₁₄₉	h ₁₅₀	h ₁₅₁	h ₁₅₂	h ₁₅₃	h ₁₅₄	h ₁₅₅	h ₁₅₆	h ₁₅₇	h ₁₅₈	h ₁₅₉	h ₁₆₀	h ₁₆₁	h ₁₆₂	h ₁₆₃	h ₁₆₄	h ₁₆₅	h ₁₆₆	h ₁₆₇	h ₁₆₈	h ₁₆₉	h ₁₇₀	h ₁₇₁	h ₁₇₂	h ₁₇₃	h ₁₇₄	h ₁₇₅	h ₁₇₆	h ₁₇₇	h ₁₇₈	h ₁₇₉	h ₁₈₀	h ₁₈₁	h ₁₈₂	h ₁₈₃	h ₁₈₄	h ₁₈₅	h ₁₈₆	h ₁₈₇	h ₁₈₈	h ₁₈₉	h ₁₉₀	h ₁₉₁	h ₁₉₂	h ₁₉₃	h ₁₉₄	h ₁₉₅	h ₁₉₆	h ₁₉₇	h ₁₉₈	h ₁₉₉	h ₂₀₀	h ₂₀₁	h ₂₀₂	h ₂₀₃	h ₂₀₄	h ₂₀₅	h ₂₀₆	h ₂₀₇	h ₂₀₈	h ₂₀₉	h ₂₁₀	h ₂₁₁	h ₂₁₂	h ₂₁₃	h ₂₁₄	h ₂₁₅	h ₂₁₆	h ₂₁₇	h ₂₁₈	h ₂₁₉	h ₂₂₀	h ₂₂₁	h ₂₂₂	h ₂₂₃	h ₂₂₄	h ₂₂₅	h ₂₂₆	h ₂₂₇	h ₂₂₈	h ₂₂₉	h ₂₃₀	h ₂₃₁	h ₂₃₂	h ₂₃₃	h ₂₃₄	h ₂₃₅	h ₂₃₆	h ₂₃₇	h ₂₃₈	h ₂₃₉	h ₂₄₀	h ₂₄₁	h ₂₄₂	h ₂₄₃	h ₂₄₄	h ₂₄₅	h ₂₄₆	h ₂₄₇	h ₂₄₈	h ₂₄₉	h ₂₅₀	h ₂₅₁	h ₂₅₂	h ₂₅₃	h ₂₅₄	h ₂₅₅	h ₂₅₆	h ₂₅₇	h ₂₅₈	h ₂₅₉	h ₂₆₀	h ₂₆₁	h ₂₆₂	h ₂₆₃	h ₂₆₄	h ₂₆₅	h ₂₆₆	h ₂₆₇	h ₂₆₈	h ₂₆₉	h ₂₇₀	h ₂₇₁	h ₂₇₂	h ₂₇₃	h ₂₇₄	h ₂₇₅	h ₂₇₆	h ₂₇₇	h ₂₇₈	h ₂₇₉	h ₂₈₀	h ₂₈₁	h ₂₈₂	h ₂₈₃	h ₂₈₄	h ₂₈₅	h ₂₈₆	h ₂₈₇	h ₂₈₈	h ₂₈₉	h ₂₉₀	h ₂₉₁	h ₂₉₂	h ₂₉₃	h ₂₉₄	h ₂₉₅	h ₂₉₆	h ₂₉₇	h ₂₉₈	h ₂₉₉	h ₃₀₀	h ₃₀₁	h ₃₀₂	h ₃₀₃	h ₃₀₄	h ₃₀₅	h ₃₀₆	h ₃₀₇	h ₃₀₈	h ₃₀₉	h ₃₁₀	h ₃₁₁	h ₃₁₂	h ₃₁₃	h ₃₁₄	h ₃₁₅	h ₃₁₆	h ₃₁₇	h ₃₁₈	h ₃₁₉	h ₃₂₀	h ₃₂₁	h ₃₂₂	h ₃₂₃	h ₃₂₄	h ₃₂₅	h ₃₂₆	h ₃₂₇	h ₃₂₈	h ₃₂₉	h ₃₃₀	h ₃₃₁	h ₃₃₂	h ₃₃₃	h ₃₃₄	h ₃₃₅	h ₃₃₆	h ₃₃₇	h ₃₃₈	h ₃₃₉	h ₃₄₀	h ₃₄₁	h ₃₄₂	h ₃₄₃	h ₃₄₄	h ₃₄₅	h ₃₄₆	h ₃₄₇	h ₃₄₈	h ₃₄₉	h ₃₅₀	h ₃₅₁	h ₃₅₂	h ₃₅₃	h ₃₅₄	h ₃₅₅	h ₃₅₆	h ₃₅₇	h ₃₅₈	h ₃₅₉	h ₃₆₀	h ₃₆₁	h ₃₆₂	h ₃₆₃	h ₃₆₄	h ₃₆₅	h ₃₆₆	h ₃₆₇	h ₃₆₈	h ₃₆₉	h ₃₇₀	h ₃₇₁	h ₃₇₂	h ₃₇₃	h ₃₇₄	h ₃₇₅	h ₃₇₆	h ₃₇₇	h ₃₇₈	h ₃₇₉	h ₃₈₀	h ₃₈₁	h ₃₈₂	h ₃₈₃	h ₃₈₄	h ₃₈₅	h ₃₈₆	h ₃₈₇	h ₃₈₈	h ₃₈₉	h ₃₉₀	h ₃₉₁	h ₃₉₂	h ₃₉₃	h ₃₉₄	h ₃₉₅	h ₃₉₆	h ₃₉₇	h ₃₉₈	h ₃₉₉	h ₄₀₀	h ₄₀₁	h ₄₀₂	h ₄₀₃	h ₄₀₄	h ₄₀₅	h ₄₀₆	h ₄₀₇	h ₄₀₈	h ₄₀₉	h ₄₁₀	h ₄₁₁	h ₄₁₂	h ₄₁₃	h ₄₁₄	h ₄₁₅	h ₄₁₆	h ₄₁₇	h ₄₁₈	h ₄₁₉	h ₄₂₀	h ₄₂₁	h ₄₂₂	h ₄₂₃	h ₄₂₄	h ₄₂₅	h ₄₂₆	h ₄₂₇	h ₄₂₈	h ₄₂₉	h ₄₃₀	h ₄₃₁	h ₄₃₂	h ₄₃₃	h ₄₃₄	h ₄₃₅	h ₄₃₆	h ₄₃₇	h ₄₃₈	h ₄₃₉	h ₄₄₀	h ₄₄₁	h ₄₄₂	h ₄₄₃	h ₄₄₄	h ₄₄₅	h ₄₄₆	h ₄₄₇	h ₄₄₈	h ₄₄₉	h ₄₅₀	h ₄₅₁	h ₄₅₂	h ₄₅₃	h ₄₅₄	h ₄₅₅	h ₄₅₆	h ₄₅₇	h ₄₅₈	h ₄₅₉	h ₄₆₀	h ₄₆₁	h ₄₆₂	h ₄₆₃	h ₄₆₄	h ₄₆₅	h ₄₆₆	h ₄₆₇	h ₄₆₈	h ₄₆₉	h ₄₇₀	h ₄₇₁	h ₄₇₂	h ₄₇₃	h ₄₇₄	h ₄₇₅	h ₄₇₆	h ₄₇₇	h ₄₇₈	h ₄₇₉	h ₄₈₀	h ₄₈₁	h ₄₈₂	h ₄₈₃	h ₄₈₄	h ₄₈₅	h ₄₈₆	h ₄₈₇	h ₄₈₈	h ₄₈₉	h ₄₉₀	h ₄₉₁	h ₄₉₂	h ₄₉₃	h ₄₉₄	h ₄₉₅	h ₄₉₆	h ₄₉₇	h ₄₉₈	h ₄₉₉	h ₅₀₀	h ₅₀₁	h ₅₀₂	h ₅₀₃	h ₅₀₄	h ₅₀₅	h ₅₀₆	h ₅₀₇	h ₅₀₈	h ₅₀₉	h ₅₁₀	h ₅₁₁	h ₅₁₂	h ₅₁₃	h ₅₁₄	h ₅₁₅	h ₅₁₆	h ₅₁₇	h ₅₁₈	h ₅₁₉	h ₅₂₀	h ₅₂₁	h ₅₂₂	h ₅₂₃	h ₅₂₄	h ₅₂₅	h ₅₂₆	h ₅₂₇	h ₅₂₈	h ₅₂₉	h ₅₃₀	h ₅₃₁	h ₅₃₂	h ₅₃₃	h ₅₃₄	h ₅₃₅	h ₅₃₆	h ₅₃₇	h ₅₃₈	h ₅₃₉	h ₅₄₀	h ₅₄₁	h ₅₄₂	h ₅₄₃	h ₅₄₄	h ₅₄₅	h ₅₄₆	h ₅₄₇	h ₅₄₈	h ₅₄₉	h ₅₅₀	h ₅₅₁	h ₅₅₂	h ₅₅₃	h ₅₅₄	h ₅₅₅	h ₅₅₆	h ₅₅₇	h ₅₅₈	h ₅₅₉	h ₅₆₀	h ₅₆₁	h ₅₆₂	h ₅₆₃	h ₅₆₄	h ₅₆₅	h ₅₆₆	h ₅₆₇	h ₅₆₈	h ₅₆₉	h ₅₇₀	h ₅₇₁	h ₅₇₂	h ₅₇₃	h ₅₇₄	h ₅₇₅	h ₅₇₆	h ₅₇₇	h ₅₇₈	h ₅₇₉	h ₅₈₀	h ₅₈₁	h ₅₈₂	h ₅₈₃	h ₅₈₄	h ₅₈₅	h ₅₈₆	h ₅₈₇	h ₅₈₈	h ₅₈₉	h ₅₉₀	h ₅₉₁	h ₅₉₂	h ₅₉₃	h ₅₉₄	h ₅₉₅	h ₅₉₆	h ₅₉₇	h ₅₉₈	h ₅₉₉	h ₆₀₀	h ₆₀₁	h ₆₀₂	h ₆₀₃	h ₆₀₄	h ₆₀₅	h ₆₀₆	h ₆₀₇	h ₆₀₈	h ₆₀₉	h ₆₁₀	h ₆₁₁	h ₆₁₂	h ₆₁₃	h ₆₁₄	h ₆₁₅	h ₆₁₆	h ₆₁₇	h ₆₁₈	h ₆₁₉	h ₆₂₀	h ₆₂₁	h ₆₂₂	h ₆₂₃	h ₆₂₄	h ₆₂₅	h ₆₂₆	h ₆₂₇	h ₆₂₈	h ₆₂₉	h ₆₃₀	h ₆₃₁	h ₆₃₂	h ₆₃₃	h ₆₃₄	h ₆₃₅	h ₆₃₆	h ₆₃₇	h ₆₃₈	h ₆₃₉	h ₆₄₀	h ₆₄₁	h ₆₄₂	h ₆₄₃	h ₆₄₄	h ₆₄₅	h ₆₄₆	h ₆₄₇	h ₆₄₈	h ₆₄₉	h ₆₅₀	h ₆₅₁	h ₆₅₂	h ₆₅₃	h ₆₅₄	h ₆₅₅	h ₆₅₆	h ₆₅₇	h ₆₅₈	h ₆₅₉	h ₆₆₀	h ₆₆₁	h ₆₆₂	h ₆₆₃	h ₆₆₄	h ₆₆₅	h ₆₆₆	h ₆₆₇	h ₆₆₈	h ₆₆₉	h ₆₇₀	h ₆₇₁	h ₆₇₂	h ₆₇₃	h ₆₇₄	h ₆₇₅	h ₆₇₆	h ₆₇₇	h ₆₇₈	h ₆₇₉	h ₆₈₀	h ₆₈₁	h ₆₈₂	h ₆₈₃	h ₆₈₄	h ₆₈₅	h ₆₈₆	h ₆₈₇	h ₆₈₈	h ₆₈₉	h ₆₉₀	h ₆₉₁	h ₆₉₂	h ₆₉₃	h ₆₉₄	h ₆₉₅	h ₆₉₆	h ₆₉₇	h ₆₉₈	h ₆₉₉	h ₇₀₀	h ₇₀₁	h ₇₀₂	h ₇₀₃	h ₇₀₄	h ₇₀₅	h ₇₀₆	h ₇₀₇	h ₇₀₈	h ₇₀₉	h ₇₁₀	h ₇₁₁	h ₇₁₂	h ₇₁₃	h ₇₁₄	h ₇₁₅	h ₇₁₆	h ₇₁₇	h ₇₁₈	h ₇₁₉	h ₇₂₀	h ₇₂₁	h ₇₂₂	h ₇₂₃	h ₇₂₄	h ₇₂₅	h ₇₂₆	h ₇₂₇	h ₇₂₈	h ₇₂₉	h ₇₃₀	h ₇₃₁	h ₇₃₂	h ₇₃₃	h ₇₃₄	h ₇₃₅	h ₇₃₆	h ₇₃₇	h ₇₃₈	h ₇₃₉	h ₇₄₀	h ₇₄₁	h ₇₄₂	h ₇₄₃	h ₇₄₄	h ₇₄₅	h ₇₄₆	h ₇₄₇	h ₇₄₈	h ₇₄₉	h ₇₅₀	h ₇₅₁	h ₇₅₂	h ₇₅₃	h ₇₅₄	h ₇₅₅	h ₇₅₆	h ₇₅₇	h ₇₅₈	h ₇₅₉	h ₇₆₀	h ₇₆₁	h ₇₆₂	h ₇₆₃	h ₇₆₄	h ₇₆₅	h ₇₆₆	h ₇₆₇	h ₇₆₈	h ₇₆₉	h ₇₇₀	h ₇₇₁	h ₇₇₂	h ₇₇₃	h ₇₇₄	h ₇₇₅	h ₇₇₆	h ₇₇₇	h ₇₇₈	h ₇₇₉	h ₇₈₀	h ₇₈₁	h ₇₈₂	h ₇₈₃	h ₇₈₄	h ₇₈₅	h ₇₈₆	h ₇₈₇	h ₇₈₈	h ₇₈₉	h ₇₉₀	h ₇₉₁	h ₇₉₂	h ₇₉₃	h ₇₉₄	h ₇₉₅	h ₇₉₆	h ₇₉₇	h ₇₉₈	h ₇₉₉	h ₈₀₀	h ₈₀₁	h ₈₀₂	h ₈₀₃	h ₈₀₄	h ₈₀₅	h ₈₀₆	h ₈₀₇	h ₈₀₈	h ₈₀₉	h ₈₁₀	h ₈₁₁	h ₈₁₂	h ₈₁₃	h ₈₁₄	h ₈₁₅	h ₈₁₆	h ₈₁₇	h ₈₁₈	h ₈₁₉	h ₈₂₀
-------	---	---	---	---	---	-------------------	----------------	---	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------

Continuación del anexo 7.

L4X3-1/2X1/4	1.81	4.00	3.50	0.25	0.625	6.20	0.227	2.89	1.01	1.26	1.14	1.81	0.368	2.07	0.794	1.07	0.897	1.40	0.227	0.95	0.382	0.723	0.759	0.912	0.0412	0.0419	2.09	0.00
L4X3-1/2	3.89	4.00	3.00	0.625	1	13.6	0.458	6.01	2.28	1.23	1.37	4.08	0.810	2.85	1.34	0.845	0.867	2.45	0.488	1.59	0.72	0.631	0.534	1.00	0.529	0.472	1.91	0.00
L4X3-1/4	3.25	4.00	3.00	0.5	0.875	11.1	0.407	5.02	1.87	1.24	1.32	3.36	0.747	2.40	1.10	0.858	0.822	1.99	0.407	1.3	0.62	0.633	0.542	1.00	0.281	0.285	1.94	0.00
L4X3-3/8	2.48	4.00	3.00	0.375	0.75	8.50	0.311	3.94	1.44	1.26	1.27	2.60	0.683	1.69	0.851	0.873	0.775	1.52	0.311	1.01	0.46	0.636	0.651	1.00	0.123	0.114	1.97	0.00
L4X3-1/2	2.69	4.00	3.00	0.375	0.875	9.90	0.312	4.07	1.51	1.27	1.27	2.70	0.683	1.83	0.851	0.887	0.725	1.03	0.311	0.691	0.518	0.636	0.568	0.912	0.0586	0.0586	1.97	0.00
L4X3-1/4	2.69	4.00	3.00	0.375	0.625	8.50	0.212	2.76	0.882	1.27	1.25	1.77	0.619	1.33	0.656	0.887	0.725	1.03	0.212	0.691	0.518	0.636	0.568	0.912	0.0586	0.0586	1.97	0.00
L3-1/2X3-1/2X1/2	3.25	3.50	3.50	0.5	0.875	11.1	0.466	3.63	1.48	1.05	1.05	2.66	0.468	3.63	1.49	1.05	1.05	2.66	0.468	1.51	0.609	0.679	1.00	1.00	0.281	0.238	1.87	0.00
L3-1/2X3-1/2X3/8	2.87	3.50	3.50	0.4375	0.8125	8.80	0.412	3.25	1.32	1.06	1.03	2.36	0.412	3.25	1.32	1.06	1.03	2.36	0.412	1.54	0.54	0.679	1.00	1.00	0.192	0.164	1.89	0.00
L3-1/2X3-1/2X3/8	2.48	3.50	3.50	0.375	0.75	8.50	0.357	2.86	1.15	1.07	1.00	2.06	0.367	2.86	1.15	1.07	1.00	2.06	0.357	1.17	0.471	0.653	1.00	1.00	0.123	0.106	1.90	0.00
L3-1/2X3-1/2X3/8	2.48	3.50	3.50	0.375	0.625	8.50	0.257	2.06	0.819	1.07	1.00	1.41	0.257	2.06	0.819	1.07	1.00	1.41	0.257	1.17	0.471	0.653	1.00	1.00	0.123	0.106	1.90	0.00
L3-1/2X3-1/2X1/4	1.69	3.50	3.00	0.25	0.625	5.68	0.243	2.09	0.799	1.09	0.954	1.41	0.243	2.09	0.799	1.09	0.954	1.41	0.243	0.807	0.526	0.688	1.00	0.865	0.0586	0.0334	1.82	0.00
L3-1/2X3-1/2	3.00	3.50	3.00	0.5	0.875	10.2	0.431	3.45	1.45	1.07	1.12	2.61	0.480	2.32	1.09	0.877	0.869	1.97	0.431	1.15	0.57	0.618	0.713	1.00	0.260	0.191	1.75	0.00
L3-1/2X3-1/2	2.05	3.50	3.00	0.4375	0.8125	9.10	0.382	3.10	1.29	1.08	1.02	2.32	0.446	2.32	1.09	0.877	0.869	1.97	0.382	1.15	0.57	0.618	0.713	1.00	0.178	0.132	1.76	0.00
L3-1/2X3-1/2	2.30	3.50	3.00	0.375	0.75	7.80	0.331	2.73	1.12	1.09	1.07	2.03	0.411	1.84	0.847	0.823	1.52	0.331	0.885	0.418	0.622	0.720	1.00	0.114	0.0858	1.78	0.00	
L3-1/2X3-1/2	2.30	3.50	3.00	0.375	0.625	7.80	0.231	1.94	0.847	1.07	1.02	1.41	0.231	1.94	0.847	1.07	1.02	1.41	0.231	0.885	0.418	0.622	0.720	1.00	0.114	0.0858	1.78	0.00
L3-1/2X3-1/4	1.56	3.50	3.00	0.25	0.625	5.40	0.228	1.82	0.773	1.10	1.36	0.985	0.228	1.82	0.773	1.10	0.985	0.228	0.773	1.04	0.228	0.623	0.92	0.865	0.0680	0.0270	1.80	0.00
L3-1/2X2-1/2X1/2	2.75	3.50	2.50	0.5	0.875	9.40	0.395	3.24	1.41	1.08	1.20	2.52	0.738	1.36	0.796	0.701	0.701	1.39	0.395	0.762	0.42	0.532	0.485	1.00	0.103	0.0714	1.69	0.00
L3-1/2X2-1/2X3/8	2.11	3.50	2.50	0.375	0.75	7.20	0.303	2.56	1.09	1.10	1.15	1.96	0.668	1.09	0.668	0.716	0.655	1.07	0.303	0.668	0.29	0.535	0.485	1.00	0.103	0.0714	1.69	0.00
L3-1/2X2-1/2X3/8	1.78	3.50	2.50	0.3125	0.6875	6.10	0.256	2.20	0.925	1.11	1.13	1.67	0.533	0.937	0.501	0.723	0.632	0.900	0.256	0.518	0.281	0.538	0.500	1.00	0.0611	0.0426	1.71	0.00
L3-1/2X2-1/2X1/4	1.15	3.50	3.00	0.25	0.625	4.80	0.228	1.82	0.773	1.10	1.36	0.985	0.228	1.82	0.773	1.10	0.985	0.228	0.773	1.04	0.228	0.623	0.92	0.865	0.0680	0.0270	1.80	0.00
L3X3X1/2	2.75	3.00	3.00	0.5	0.875	9.40	0.458	2.30	1.68	0.895	0.929	1.91	0.458	2.30	1.68	0.895	0.929	1.91	0.458	0.824	0.518	0.530	1.00	1.00	0.230	0.144	1.59	0.00
L3X3X3/8	2.43	3.00	3.00	0.4375	0.8125	8.30	0.405	1.98	0.946	0.903	0.907	1.70	0.405	1.98	0.946	0.903	0.907	1.70	0.405	0.819	0.386	0.580	1.00	1.00	0.157	0.100	1.60	0.00
L3X3X3/8	2.11	3.00	3.00	0.375	0.75	7.20	0.351	1.75	0.825	0.910	0.894	1.48	0.351	1.75	0.825	0.910	0.894	1.48	0.351	0.712	0.536	0.581	1.00	1.00	0.101	0.0652	1.62	0.00
L3X3X3/8	1.78	3.00	3.00	0.3125	0.6875	6.10	0.296	1.50	0.689	0.818	0.890	1.26	0.296	1.50	0.689	0.818	0.890	1.26	0.296	0.633	0.284	0.583	1.00	1.00	0.0897	0.0390	1.64	0.00
L3X3X3/8	1.56	3.00	3.00	0.25	0.625	5.40	0.228	1.82	0.773	1.10	1.36	0.985	0.228	1.82	0.773	1.10	0.985	0.228	0.773	1.04	0.228	0.623	0.92	0.865	0.0680	0.0270	1.80	0.00
L3X2-1/2X1/2	2.50	3.00	2.50	0.5	0.875	8.50	0.418	2.07	1.03	0.910	0.985	1.86	0.418	2.07	1.03	0.910	0.985	1.86	0.418	0.666	0.37	0.516	0.666	1.00	0.213	0.112	1.46	0.00
L3X2-1/2X7/16	2.21	3.00	2.50	0.4375	0.8125	7.60	0.370	1.87	0.921	0.917	0.972	1.66	0.462	1.17	0.656	0.724	0.724	1.19	0.370	0.891	0.529	0.516	0.671	1.00	0.146	0.0777	1.48	0.00
L3X2-1/2X3/8	1.92	3.00	2.50	0.375	0.75	6.90	0.321	1.45	0.883	0.934	0.929	1.45	0.321	1.45	0.883	0.934	0.929	1.45	0.321	0.712	0.536	0.581	1.00	1.00	0.0943	0.0390	1.49	0.00
L3X2-1/2X1/4	1.31	3.00	2.50	0.25	0.625	4.50	0.220	1.16	0.555	0.840	0.900	1.00	0.363	0.734	0.397	0.746	0.653	0.707	0.250	0.566	0.199	0.520	0.683	1.00	0.0296	0.0161	1.52	0.00
L3X2-1/2X3/16	0.996	3.00	2.50	0.1875	0.5625	3.39	0.167	0.899	0.423	0.947	0.874	0.761	0.328	0.568	0.303	0.753	0.627	0.536	0.167	0.272	0.153	0.221	0.687	0.912	0.0130	0.00705	1.54	0.00
L3X2X1/2	2.25	3.00	2.00	0.5	0.8125	7.70	0.377	1.92	1.00	0.922	1.04	1.78	0.738	0.697	0.470	0.543	0.690	0.897	0.377	0.409	0.286	0.425	0.413	1.00	0.192	0.0908	1.39	0.00
L3X2X1/4	1.46	3.00	2.00	0.3125	0.65625	5.00	0.247	1.32	0.665	0.842	1.01	1.19	0.633	0.467	0.314	0.462	0.511	0.722	0.247	0.271	0.179	0.248	0.420	1.00	0.0510	0.0248	1.42	0.00
L3X2X1/4	1.19	3.00	2.00	0.25	0.5625	4.10	0.200	1.09	0.541	0.853	0.950	0.969	0.598	0.390	0.259	0.599	0.467	0.463	0.200	0.223	0.149	0.431	0.437	1.00	0.0270	0.0132	1.45	0.00
L3X2X1/4	0.902	3.00	2.00	0.1875	0.5	3.07	0.153	0.847	0.414	0.961	0.952	0.743	0.556	0.305	0.198	0.577	0.462	0.351	0.153	0.173	0.116	0.335	0.442	0.912	0.0119	0.00576	1.46	0.00
L2-1/2X2-1/2X1/2	2.25	2.50	2.50	0.5	0.75	7.70	0.450	1.22	0.716	0.735	0.803	1.29	0.450	1.22	0.716	0.735	0.803	1.29	0.450	0.921	0.595	0.481	1.00	1.00	0.188	0.0791	1.30	0.00
L2-1/2X2-1/2X3/8	1.66	2.50	2.50	0.4375	0.6875	6.60	0.405	1.03	0.629	0.629	0.629	1.03	0.405	1.03	0.629	0.629	0.629	1.03	0.405	0.629	0.368	0.481	1.00	1.00	0.0685	0.0248	1.35	0.00
L2-1/2X2-1/2X1/4	1.46	2.50	2.50	0.3125	0.5625	5.00	0.293	0.837	0.478	0.758	0.735	0.853	0.293	0.837	0.478	0.758	0.735	0.853	0.293	0.388	0.192	0.481	1.00	1.00	0.0485	0.0248	1.35	0.00
L2-1/2X2-1/2X3/16	0.900	2.50	2.50	0.1875	0.4375	3.07	0.150	0.535	0.295	0.771	0.697	0.529	0.180	0.525	0.295	0.771	0.697	0.529	0.180	0.21	0.119	0.482	1.00	0.883	0.0114	0.00510	1.38	0.00
L2-1/2X2X3/8	1.55	2.50	2.00	0.375	0.625	5.30	0.311	0.914	0.546	0.765	0.826	0.862	0.425	0.513	0.361	0.574	0.578	0.657	0.311	0.273	0.189	0.419	0.612	1.00	0.0746	0.0288	1.22	0.00
L2-1/2X2X1/4	1.06	2.50	2.00	0.25	0.5	3.82	0.214	0.656	0.381	0.792	0.773	0.688	0.361	0.372	0.263	0.589	0.532	0.454	0.191	0.133	0.423	0.624	1.00	0.0255	0.00868	1.25	0.00	
L2-1/2X2X3/16	0.809	2.50	2.00	0.1875	0.4375	2.75	0.164	0.511	0.293	0.790	0.754	0.529	0.318	0.292	0.195	0.597	0.508	0.347	0.164	0.149	0.104	0.426	0.628	0.883	0.0103	0.00382	1.26	0.00
L2-1/2X1-1/2X1/4	0.938	2.50	1.50	0.25	0.5	3.22	0.189	0.594	0.364	0.792	0.866	0.644	0.606	0.160	0.142	0.411	0.372	0.261	0.189	0.0795	0.0818	0.321	0.354	1.00	0.0209	0.00894	1.19	0.00
L2-1/2X1-1/2X3/8	0.715	2.50	1.50	0.1875	0.4375	2.47	0.145	0.464	0.280	0.801	0.839	0.697	0.595</															

Anexo 8. Tablas de diámetros de tubería

Diámetro nominal		SDR	Presión trabajo		Largo en metros	Diám. medio exterior		Espesor mín. de pared		Diám. medio interior		Presión ruptura	Peso apróx P/tubo Kg	
mm	plg		lbs/plg2	Kg/cm2		mm	plg	mm	plg	mm	plg			kg/cm2
12	1/2	13,5	315	22,1	6	21,34	0,840	1,57	0,062	18,20	0,716	70,3	1000	0,874
18	3/4	17	250	17,6	6	26,67	1,050	1,57	0,062	23,53	0,926	56,2	800	1,111
25	1	17	250	17,6	6	33,40	1,315	1,96	0,077	29,48	1,161	56,2	800	1,744
31	1 1/4	17	250	17,6	6	42,16	1,660	2,49	0,098	37,18	1,464	56,2	800	2,793
38	1 1/2	17	250	17,6	6	48,26	1,900	2,84	0,112	42,58	1,676	56,2	800	3,646
50	2	17	250	17,6	6	60,33	2,375	3,56	0,140	53,21	2,095	56,2	800	5,707
62	2 1/2	17	250	17,6	6	73,03	2,875	4,29	0,169	64,45	2,537	56,2	800	8,340
75	3	17	250	17,6	6	88,90	3,500	5,23	0,206	78,44	3,088	56,2	800	12,361
100	4	17	250	17,6	6	114,30	4,500	6,73	0,265	100,84	3,970	56,2	800	20,453
150	6	17	250	17,6	6	168,28	6,625	9,91	0,390	148,46	5,845	56,2	800	44,344
200	8	17	250	17,6	6	219,08	8,625	12,9	0,508	193,28	7,609	56,2	800	75,159
250	10	17	250	17,6	6	273,05	10,750	16,05	0,632	240,95	9,480	56,2	800	118,323
300	12	17	250	17,6	6	323,85	12,750	19,05	0,750	285,75	11,25	56,2	800	166,564
25	1	26	160	11,2	6	33,40	1,315	1,52	0,060	30,36	1,195	35,2	500	1,370
31	1 1/4	26	160	11,2	6	42,16	1,660	1,62	0,064	38,90	1,532	35,2	500	1,872
38	1 1/2	26	160	11,2	6	48,26	1,900	1,85	0,073	44,56	1,754	35,2	500	2,429
50	2	26	160	11,2	6	60,33	2,375	2,31	0,091	55,71	2,193	35,2	500	3,796
62	2 1/2	26	160	11,2	6	73,03	2,875	2,79	0,110	67,45	2,655	35,2	500	5,552
75	3	26	160	11,2	6	88,90	3,500	3,43	0,135	82,04	3,230	35,2	500	8,307
100	4	26	160	11,2	6	114,30	4,500	4,39	0,173	105,52	4,154	35,2	500	13,647
150	6	26	160	11,2	6	168,28	6,625	6,48	0,255	155,32	6,115	35,2	500	29,681
200	8	26	160	11,2	6	219,08	8,625	8,43	0,332	202,22	7,961	35,2	500	50,285
250	10	26	160	11,2	6	273,05	10,750	10,49	0,413	252,07	9,924	35,2	500	77,962
300	12	26	160	11,2	6	323,85	12,750	12,45	0,490	298,95	11,770	35,2	500	109,758
385	15	26	160	11,2	6	388,62	15,300	14,95	0,588	358,75	14,124	35,2	500	157,960
31	1 1/4	32,5	125	8,8	6	42,16	1,660	1,52	0,060	39,12	1,540	28,1	400	1,760
38	1 1/2	32,5	125	8,8	6	48,26	1,900	1,52	0,060	45,21	1,780	28,1	400	2,010
50	2	32,5	125	8,8	6	60,33	2,375	1,85	0,073	56,62	2,229	28,1	400	3,062
62	2 1/2	32,5	125	8,8	6	73,03	2,875	2,24	0,088	68,55	2,699	28,1	400	4,482
75	3	32,5	125	8,8	6	88,90	3,500	2,74	0,108	83,41	3,284	28,1	400	6,676
100	4	32,5	125	8,8	6	114,30	4,500	3,51	0,138	107,29	4,224	28,1	400	11,011
150	6	32,5	125	8,8	6	168,28	6,625	5,18	0,204	157,91	6,217	28,1	400	23,922
200	8	32,5	125	8,8	6	219,08	8,625	6,73	0,265	205,61	8,095	28,1	400	40,450
250	10	32,5	125	8,8	6	273,05	10,750	8,41	0,331	256,24	10,088	28,1	400	62,994
300	12	32,5	125	8,8	6	323,85	12,750	9,96	0,392	303,94	11,966	28,1	400	88,553
31	1 1/4	41	100	7,0	6	42,16	1,660	1,24	0,049	39,67	1,592	22,1	315	1,450
38	1 1/2	41	100	7,0	6	48,26	1,900	1,24	0,049	45,77	1,802	22,1	315	1,666
50	2	41	100	7,0	6	60,33	2,375	1,47	0,058	57,38	2,259	22,1	315	2,532
62	2 1/2	41	100	7,0	6	73,03	2,875	1,78	0,070	69,47	2,735	22,1	315	3,600
75	3	41	100	7,0	6	88,90	3,500	2,16	0,085	84,58	3,330	22,1	315	5,309
100	4	41	100	7,0	6	114,30	4,500	2,79	0,110	108,71	4,280	22,1	315	8,821
150	6	41	100	7,0	6	168,28	6,625	4,11	0,162	160,05	6,301	22,1	315	19,130
200	8	41	100	7,0	6	219,08	8,625	5,33	0,210	208,41	8,205	22,1	315	32,277
250	10	41	100	7,0	6	273,05	10,750	6,65	0,262	259,74	10,226	22,1	315	50,195
300	12	41	100	7,0	6	323,85	12,750	7,9	0,311	308,05	12,128	22,1	315	71,739


Fuente: ASTM. Especificaciones D - 2241 (IPS) - (PVC1120). p 18.

Anexo 9. Diámetros de tubería según Especificaciones ASTM A-53


DIÁMETRO NOMINAL (mm)	DIÁMETRO NOMINAL (Pulg)	SCH	PRESIÓN DE PRUEBA (psi)	GRADO	LARGO DEL TUBO (m)	Diám. EXTERIOR (mm)	DIÁMETRO EXTERIOR (Pulg.)	ESPESOR DE PARED (mm)	ESPESOR DE PARED (Pulg.)	Diám. medio interior (mm)	Diám. medio interior (in)	PESO TUBO 6m.	
												NEGRO (kg.)	GALVANIZADO (kg)
7	1/4"	40	700	A	6,00	13,716	0,54	2,2352	0,088	11,48	0,25	3,78	3,962
10	3/8"	40	700	A	6,00	17,145	0,675	2,3114	0,091	14,83	0,375	5,04	5,296
12	1/2"	40	700	A	6,00	21,336	0,84	2,7686	0,109	18,57	0,5	7,62	7,887
18	3/4"	40	700	A	6,00	26,67	1,05	2,8702	0,113	23,8	0,75	10,14	10,479
25	1"	40	700	A	6,00	33,401	1,315	3,3782	0,133	30,02	1	15	15,479
31	1 1/4"	40	1200	A	6,00	42,164	1,66	3,556	0,14	38,61	1,25	20,34	20,935
38	1 1/2"	40	1200	A	6,00	48,26	1,9	3,683	0,145	44,58	1,5	24,3	25,016
50	2"	40	2300	A	6,00	60,325	2,375	3,9116	0,154	56,41	2	32,64	33,579
62	2 1/2"	40	2500	A	6,00	72,39	2,85	5,1562	0,203	67,23	2,5	51,76	52,88
75	3"	40	2500	A	6,00	86,9	3,5	5,4864	0,216	83,41	3	67,74	69,08
100	4"	40	2210	B	6,00	114,3	4,5	6,0198	0,237	108,28	4	96,42	98,233
150	6"	40	1780	B	6,00	168,275	6,625	7,112	0,28	161,16	6	169,56	172,271
200	8"	40	1570	B	6,00	219,075	8,625	8,1788	0,322	210,9	8	255,3	258,721
250	10"	40	1430	B	6,00	273,05	10,75	9,271	0,365	263,78	10	361,74	366,215
300	12"	40	1340	B	6,00	323,85	12,75	10,3124	0,406	313,54	12	478,2	483,592
385	16"	40	1310	B	6,00	406,4	16	12,7	0,5	393,7	16	739,8	746,235
510	20"	30	1050	B	6,00	508	20	12,7	0,5	495,3	20	930,72	938,871
610	24"	XS	880	B	6,00	609,6	24	12,7	0,5	596,9	24	1121,64	1131,51

Fuente: ASTM. Especificaciones ASTM A-53. p 14.

Anexo 10. Análisis físico-químico y bacteriológico, niveles, caudal del pozo



LABORATORIO DE AGUAS Y SÓLIDOS
 División de Control y Calidad Ambiental
 Autoridad para el Manejo Sustentable de la Cuenca
 y del Lago de Amatitlán -AMSA-
 Km. 22 Carretera al Pacífico, Villa Nueva, Guatemala, C.A.
 ☎: (502) 6641-1700 ext. 134. @: info@amsa.gob.gt



INFORME DE LABORATORIO

Referencia: DCA18-076 Fecha de informe: 24 de octubre de 2018 Página 1 de 1

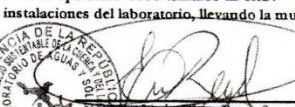
INFORMACIÓN GENERAL

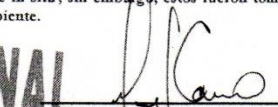
Sitio de captación: Pozo la Esperanza	
Dirección del sitio: Carretera hacia Monte de los Olivos zona 3 Cementero Las Nubes	
Tipo de muestra: Agua Potable	Ubicación: N 14°32'48", O 90°37'10"
Simple / Compuesta: Simple	Fecha de recepción: 20/09/2018
ID de la muestra: AMSA-180712	Temperatura de transporte: 3,0 °C
Fecha y hora de muestreo: 20/09/2018 12:25:00 p. m.	Tipo de recipiente: Polietileno y frasco estéril
Responsable de muestreo: Hector Amoldo Cruz S.	Fecha de procesamiento: 20/09/2018



RESULTADOS DE ANÁLISIS

PARÁMETROS	Resultados	Dimensionales ²	Límite de detección	Método ¹
Temperatura*	NR	°C	0.1	SMEWW 2550B
Potencial de hidrógeno**	7.53	Unidades de pH	0.01	SMEWW 4500B
Color verdadero	<15	Unidades de Pt-Co	15.0	SMEWW 2120C
Color aparente	<15	Unidades de Pt-Co	15.0	SMEWW 2120C
Olor	No Rechazable	Rechazable/ No Rechazable	NA ³	Organoléptico
Turbiedad	<1	UNT	1	SMEWW 2130B
Conductividad eléctrica**	295.0	µS/cm	0.1	SMEWW 2510B
Salinidad**	0.1	‰	0.1	SMEWW 2520B
Sólidos totales disueltos**	148	mg/L	1	SMEWW 2510B
Cloro residual libre	0.02	mg/L	0.01	SMEWW 4500G
Cloruros	3.8	mg/L	0.1	Spectroquant 114897
Dureza total (CaCO ₃)	107.0	mg/L	17.8	Spectroquant 114652
Sulfatos	15	mg/L	25	Spectroquant 114791
Calcio	21.9883	mg/L	7.7577	SMEWW 3111D
Magnesio	5.9944	mg/L	0.1540	SMEWW 3111B
Nitratos	5.0356	mg/L	0.0006	Multiscan®/redmann, 1955
Nitritos	0.0019	mg/L	0.0004	SMEWW 4500B
Hierro total	ND	mg/L	0.0404	SMEWW 3111B
Manganeso total	ND	mg/L	0.0255	SMEWW 3111B
Coliformes totales	<1.1	NMP/100 mL	1.1	SMEWW 9221B + C
<i>Escherichia coli</i>	<1.1	NMP/100 mL	1.1	SMEWW 9221B, C, y F

¹ Método de análisis: Standard Methods for the examination of water and wastewater 2nd. Ed. 2017; Método colorimétrico Spectroquant®, Merck.
² Abreviaturas: UNT: Unidades nefelométricas de turbiedad; µS/cm: microsiemens por centímetro; mg/L: ppm; NMP/100 mL: Número más probable en 100 mililitros de muestra.
 NA: No aplica; NR: No se realizó; ND: No Detectado, lectura por debajo del límite de detección del método.
 * La temperatura debe tomarse *in situ*. ** Se recomienda tomarse *in situ*, sin embargo, estos fueron tomados dentro de las instalaciones del laboratorio, llevando la muestra a temperatura ambiente.


 Leticia Reyes S.
 Jefe de Laboratorio de Aguas y Sólidos


 Lic. Manuel Francisco Carrero A.
 División de Control, Calidad Ambiental y Manejo

La información presente en éste informe se refieren única y exclusivamente al nombre del sitio de captación descrito
 Se prohíbe la reproducción parcial o total del informe sin la aprobación escrita del laboratorio

----- FIN DEL INFORME -----

Formato: FMT-AMSA-01-002

Versión: 4.0

Fecha de autorización: 19/01/20108

Continuación del anexo 10.



MUNICIPALIDAD DE VILLA NUEVA

MVN-DAS-Of-0710-2021

Villa Nueva, 21 de abril del 2,021

Ingeniero
Obdulio Cotuc Santizo
Director de Proyectos
Mancomunidad Gran Ciudad del Sur del Departamento de Guatemala
Presente

Estimado Ingeniero:

En respuesta al oficio MGCS-055-2021 sobre el requerimiento del estudiante de Ingeniería Civil José Gabriel Pérez Madriz, se informa que dentro de los archivos que obran en la Dirección no se encuentra el perfil estratigráfico del Pozo en mención.

Se adjunta copia de análisis físico químico y bacteriológico y la información que obra en Dirección del Pozo Mecánico "La Esperanza".

Nombre	Pozo La Esperanza
Dirección	Calle principal lote 66 Colonia La Esperanza zona 3
Profundidad	1,500 pies
Nivel Dinámico	680 pies
Nivel Estático	654 pies
Caudal	220 galones por minuto

Sin otro particular, me suscribo de usted,

Atentamente,

Ing. Gabino René Coló López
Director de Agua y Saneamiento



c.c. archivo

