



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

**DISEÑO DE UN SISTEMA DE DRENAJE SANITARIO Y PLUVIAL PARA LAS COLONIAS
LOS CAJONES, PANORAMAS DE SAN JOSÉ, BUENA VISTA, PRADOS Y MIRADOR DEL
VALLE DE SAN JOSÉ VILLA NUEVA, VILLA NUEVA, GUATEMALA**

Hassler Asdrubal Marroquin Rodas

Asesorado por el Ing. Silvio José Rodríguez Serrano

Guatemala, abril de 2016

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DE UN SISTEMA DE DRENAJE SANITARIO Y PLUVIAL PARA LAS COLONIAS
LOS CAJONES, PANORAMAS DE SAN JOSÉ, BUENA VISTA, PRADOS Y MIRADOR DEL
VALLE DE SAN JOSÉ VILLA NUEVA, VILLA NUEVA, GUATEMALA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

HASSLER ASDRUBAL MARROQUIN RODAS
ASESORADO POR EL ING. SILVIO JOSÉ RODRÍGUEZ SERRANO

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO CIVIL

GUATEMALA, ABRIL DE 2016

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL I	Ing. Angel Roberto Sic García
VOCAL II	Ing. Pablo Christian de León Rodríguez
VOCAL III	Inga. Elvia Miriam Ruballos Samayoa
VOCAL IV	Br. Raúl Eduardo Ticún Córdova
VOCAL V	Br. Henry Fernando Duarte García
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
EXAMINADOR	Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco
EXAMINADOR	Ing. Silvio José Rodríguez Serrano
EXAMINADOR	Ing. Juan Merck Cos
SECRETARIO	Ing. Pablo Christian de León Rodríguez

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 DE UN SISTEMA DE DRENAJE SANITARIO Y PLUVIAL PARA LAS COLONIAS
LOS CAJONES, PANORAMAS DE SAN JOSÉ, BUENA VISTA, PRADOS Y MIRADOR DEL
VALLE DE SAN JOSÉ VILLA NUEVA, VILLA NUEVA, GUATEMALA**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil,
con fecha 29 de octubre de 2015.



Hassier Asdrubal Marroquin Rodas

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA
UNIDAD DE EPS

Guatemala, 09 de marzo de 2016
REF.EPS.DOC.128.03.16

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

Estimado Ingeniero Montenegro Franco:

Por este medio atentamente le informo que como Asesor-Supervisor de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), del estudiante universitario **Hassler Asdrubal Marroquín Rodas** con carné No. **201113910**, de la Carrera de Ingeniería Civil, procedí a revisar el informe final, cuyo título es: **DISEÑO DE UN SISTEMA DE DRENAJE SANITARIO Y PLUVIAL PARA LAS COLONIAS LOS CAJONES, PANORAMAS DE SAN JOSÉ, BUENA VISTA, PRADOS Y MIRADOR DEL VALLE DE SAN JOSÉ VILLA NUEVA, VILLA NUEVA, GUATEMALA.**

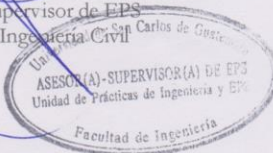
En tal virtud, **LO DOY POR APROBADO**, solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"

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



c.c. Archivo
SJRS/ra



USAC
TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala

<http://civil.ingenieria.usac.edu.gt>

Universidad de San Carlos de Guatemala
FACULTAD DE INGENIERÍA
Escuela de Ingeniería Civil



Guatemala,
30 de marzo de 2016

Ingeniero
Hugo Leonel Montenegro Franco
Director Escuela Ingeniería Civil
Facultad de Ingeniería
Universidad de San Carlos

Estimado Ingeniero Montenegro.

Le informo que he revisado el trabajo de graduación **DISEÑO DE UN SISTEMA DE DRENAJE SANITARIO Y PLUVIAL PARA LAS COLONIAS LOS CAJONES, PANORAMAS DE SAN JOSÉ, BUENA VISTA, PRADOS Y MIRADOR DEL VALLE DE SAN JOSÉ VILLA NUEVA, VILLA NUEVA, GUATEMALA** desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Hassler Asdrubal Marroquín Rodas, con Carnet No.201113910, quien contó con la asesoría del 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.

Atentamente,

ID Y ENSEÑADA TODOS

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



FACULTAD DE INGENIERÍA
DEPARTAMENTO
DE
HIDRAULICA
USAC

Más de 134 años de Trabajo Académico y Mejora Continua



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

UNIDAD DE EPS

Guatemala, 31 de marzo de 2016
Ref.EPS.D.145.03.16

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

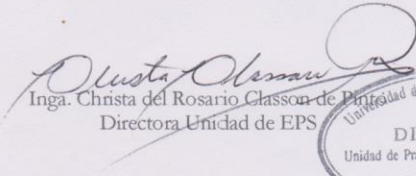
Estimado Ingeniero Montenegro Franco:

Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **DISEÑO DE UN SISTEMA DE DRENAJE SANITARIO Y PLUVIAL PARA LAS COLONIAS LOS CAJONES, PANORAMAS DE SAN JOSÉ, BUENA VISTA, PRADOS Y MIRADOR DEL VALLE DE SAN JOSÉ VILLA NUEVA, VILLA NUEVA, GUATEMALA**, que fue desarrollado por el estudiante universitario **Hassler Asdrubal Marroquín Rodas, carné 201113910**, quien fue debidamente asesorado y supervisado por el Ing. Silvio José Rodríguez Serrno.

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

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,
"Id y Enseñad a Todos"


Inga. Christa del Rosario Glasson de Blandón
Directora Unidad de EPS



CdRCdP/ra



USAC
TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala

<http://civil.ingenieria.usac.edu.gt>

Universidad de San Carlos de Guatemala
FACULTAD DE INGENIERÍA
Escuela de Ingeniería Civil



El director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen del Asesor Ing. Silvio José Rodríguez Serrano y de la Coordinadora de E.P.S. Inga. Christa del Rosario Classon de Pinto, al trabajo de graduación del estudiante Hassler Asdrubal Marroquin Rodas, titulado **DISEÑO DE UN SISTEMA DE DRENAJE SANITARIO Y PLUVIAL PARA LAS COLONIAS LOS CAJONES, PANORAMAS DE SAN JOSÉ, BUENA VISTA, PRADOS Y MIRADOR DEL VALLE DE SAN JOSÉ VILLA NUEVA, VILLA NUEVA, GUATEMALA**, da por este medio su aprobación a dicho trabajo.

Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco



Guatemala, abril 2016.

/mrrm.

Mas de **134** años de Trabajo Académico y Mejora Continua



ACTO QUE DEDICO A:

Dios	“Todas las cosa por Él fueron hechas, y sin Él nada de lo que ha sido hecho, fue hecho.” Juan 1; 3.
Mis padres	Erick Marroquin y Wendy Rodas, por enseñarme a confiar siempre en Dios y por su amor incondicional.
Mi hermana	Ericka Marroquin, por su apoyo brindado a lo largo de mi carrera.
Mi hermano	Pedro Marroquin, por ser una parte importante en mi vida.
Mi novia	Tamara Mancilla, por su amor y apoyo incondicional.
Mis amigos	Jonathan Mejía, Pedro Aguilar, Miguel Martínez, Darvin Arandy, Luis Carlos Maldonado, Joselyn Rodríguez, Julio Álvarez y Byron Morales, por la amistad que me brindaron.
Mi abuelo	Francisco Marroquin (q. e. p. d.), por enseñarme que Dios es primero en esta vida.

Mi asesor

Ing. Silvio Rodríguez, por compartir parte de sus conocimientos durante el Ejercicio Profesional Supervisado (EPS).

AGRADECIMIENTOS A:

Mis padres	Por inculcarme los valores de respeto, educación y perseverancia.
Facultad de Ingeniería	Por ser mi alma máter.
Municipalidad de Villa Nueva	Por darme la oportunidad de realizar el Ejercicio Profesional Supervisado (EPS).
Supervisor	Ing. Carlos Quim, por compartir parte de sus conocimientos y mostrar su apoyo.
Mi abuela	Leonarda Vargas, por sus oraciones que me respaldaron.
Mis compañeros de la Facultad de Ingeniería	Por su apoyo incondicional.
Colegio Suger Montano y Colegio Internaciones	Por ser parte de mi formación.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	VII
LISTA DE SÍMBOLOS	IX
GLOSARIO	XI
RESUMEN.....	XV
OBJETIVOS.....	XVII
INTRODUCCIÓN	XIX
1. MONOGRAFÍA Y GENERALIDADES	1
1.1. Aspectos históricos.....	1
1.2. Aspectos físicos.....	2
1.2.1. Localización y colindancias.....	2
1.2.2. Extensión territorial	2
1.2.3. Localización geográfica	3
1.2.4. Topografía	4
1.2.5. Clima	4
1.2.6. Orografía.....	5
1.2.7. Hidrografía	5
1.2.8. Vegetación.....	5
1.2.9. Condiciones geológicas	6
1.2.10. Distribución política-administrativa	9
1.3. Aspecto económico	9
1.3.1. Actividades agrícolas.....	9
1.3.2. Industria.....	10
1.3.3. Comercio	10
1.3.4. Mercado.....	11

1.4.	Servicios básicos	11
1.4.1.	Vías de acceso	12
1.4.2.	Salud	12
1.4.3.	Educación.....	13
1.5.	Población	13
1.5.1.	Densidad poblacional	13
2.	FASE TÉCNICO PROFESIONAL	15
2.1.	Identificación del problema.....	15
2.1.1.	Situación actual	15
2.1.2.	Levantamiento topográfico	16
2.1.3.	Altimetría	16
2.1.4.	Planimetría	16
2.2.	Normas de diseño	17
2.2.1.	Período de diseño	17
2.2.2.	Diseño de secciones y pendientes	17
2.2.3.	Velocidades mínimas y máximas	18
2.2.4.	Diámetros mínimos	19
2.2.5.	Pendientes	20
2.2.6.	Tirante mínimo y máximo	20
2.2.7.	Distancias mínimas entre redes de saneamiento....	21
2.2.8.	Ancho de zanja.....	22
2.2.9.	Pozos de visita	23
2.2.9.1.	Pozos de visita en función de la tubería	23
2.2.9.2.	Pozos de visita en función de la altura	24
2.2.9.3.	Clasificación estructural de pozos de visita	25

2.2.10.	Cotas invert.....	26
2.2.11.	Profundidad de tubería	27
2.2.12.	Disipadores de energía.....	28
2.2.13.	Tragantes.....	33
2.2.14.	Conexiones domiciliars	33
2.2.15.	Relaciones hidráulicas	34
2.2.16.	Desfogue	37
2.2.17.	Propuestas de tratamiento.....	37
3.	DISEÑO DE DRENAJE SANITARIO.....	39
3.1.	Estudio de la población	39
3.1.1.	Método geométrico	39
3.2.	Cálculo e integración de caudal de sanitario	40
3.2.1.	Caudal domiciliar	40
3.2.1.1.	Factor de retorno	40
3.2.1.2.	Dotación	41
3.2.2.	Caudal infiltración	41
3.2.3.	Caudal de conexiones ilícitas	42
3.2.4.	Caudal industrial	43
3.2.5.	Caudal comercial	43
3.3.	Caudal sanitario.....	43
3.4.	Factor de caudal medio (fqm).....	44
3.5.	Factor de Harmond.....	44
3.6.	Caudal de diseño.....	45
3.7.	Cálculo de un tramo del sistema de drenaje sanitario	45
3.8.	Resumen de valores adoptados	55
3.9.	Elaboración de planos	56
3.10.	Presupuesto drenaje sanitario	56

4.	DISEÑO DE DRENAJE PLUVIAL	59
4.1.	Coeficiente de escorrentía	59
4.2.	Intensidad de lluvia.....	61
4.3.	Tiempo de concentración	62
4.4.	Áreas tributarias	64
4.5.	Caudal de diseño	64
4.6.	Cálculo de un tramo del sistema de drenaje pluvial	65
4.7.	Resumen de valores adoptados.....	74
4.8.	Diseño de tragantes	75
4.8.1.	Localización de tragantes.....	75
4.8.2.	Geometría de tragante	76
4.8.3.	Espejo de agua (T).....	76
4.8.4.	Tirante de agua parcial (d)	77
4.8.5.	Tirante de agua máximo (d_m)	77
4.8.6.	Radio de flujo	78
4.8.7.	Pendiente de inclinación.....	78
4.8.8.	Pendiente equivalente	79
4.8.9.	Longitud efectiva	80
4.8.10.	Eficiencia.....	80
4.8.11.	Cálculo de tragante	81
4.9.	Detalle de tragantes	86
4.10.	Presupuesto drenaje pluvial	86
5.	VULNERABILIDAD DEL PROYECTO	89
5.1.	Riesgos	90
5.1.1.	Terremotos	90
5.1.2.	Actividad volcánica.....	90
5.1.3.	Deslizamientos hundimientos.....	91
5.1.4.	Huracanes e inundaciones	91

5.1.5.	Sequías	91
5.2.	Medidas de contingencia.....	91
CONCLUSIONES		93
RECOMENDACIONES.....		95
BIBLIOGRAFÍA.....		97
APÉNDICES		99

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Localización de municipio de Villa Nueva	3
2.	Localización de las colonias de San José, Villa Nueva	4
3.	Mapa geológico	7
4.	Simbología mapa geológico	8
5.	Pozo sin artefacto disipador	29
6.	Colchón de agua	30
7.	Codo disipador	31
8.	Bandejas disipadoras	32
9.	Cuencas y estaciones de Guatemala	62
10.	Área tributaria	66
11.	Planta de distribución tragantes	75
12.	Características geométricas del tragante	76
13.	Perfil de tragante	79
14.	Seccion de calle	81
15.	Perfil tragante tipo R	86

TABLAS

I.	Distribución de población	14
II.	Velocidades máximas y mínimas	19
III.	Diámetros mínimos	20
IV.	Separación mínima entre redes de saneamiento	21
V.	Ancho de zanja	22

VI.	Pozos de visita en función del diámetro de la tubería	24
VII.	Pozos de visita en función de la altura.....	25
VIII.	Clasificación estructural de pozos de visita	25
IX.	Profundidad mínima para tubería PVC	27
X.	Profundidad mínima para tubería cemento	28
XI.	Relaciones hidráulicas	35
XII.	Factor de infiltración.....	42
XIII.	Presupuesto de drenaje sanitario	57
XIV.	Coeficiente de escorrentía	60
XV.	Constantes A, B y n	61
XVI.	Dimensiones de bandejas.....	72
XVII.	Presupuesto drenaje pluvial.....	87

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
Q	Caudal a sección llena
q	Caudal a sección parcialmente llena
Q dis	Caudal de diseño
Q dom	Caudal domiciliar
Q Ind	Caudal industrial
Q med	Caudal medio
C	Coefficiente de escorrentía
CTF	Cota final de terreno
CTI	Cota inicial de terreno
CIE	Cota invert de entrada
CIS	Cota invert de salida
D	Diámetro de tubería
DH	Distancia horizontal
Dot	Dotación
Fqm	Factor de caudal medio
F.H.	Factor de Harmond
=	Igual a
I	Intensidad de lluvia
Lts./hab./día	Litros por habitante por día
L	Longitud de tubería
>	Mayor que
<	Menor que
m	Metro

m²	Metro cuadrado
m³	Metro cúbico
m³/s	Metro cúbico por segundo
m/s	Metro por segundo
Núm. Hab	Número de habitantes
S	Pendiente
PV	Pozo de visita
q/Q	Relación de caudales
d/D	Relación de diámetros
v/V	Relación de velocidades
V	Velocidad del flujo a sección llena
v	Velocidad del flujo dentro del drenaje

GLOSARIO

Afluente	Corriente de agua que abastece las instalaciones.
Agua contaminada	Es aquella que contiene organismos patógenos.
Agua negras	En su aceptación más amplia, el agua suministrada a una población, que habiéndose aprovechado para diversos usos, ha quedado impurificada.
Aguas residuales	Desechos líquidos generados por actividades humanas, transportados por agua.
Aguas servidas	En su aceptación más amplia, el agua suministrada a una población, que habiéndose aprovechado para diversos usos, ha quedado impurificada.
Candela	Receptáculo donde se reciben las aguas negras provenientes del interior de una vivienda y que conduce al sistema de drenaje.
Caudal	Volumen de agua por unidad de tiempo que en un punto observado en un instante determinado fluye dentro de una tubería.

Colector	Conjunto de tuberías, canales, pozos de visita y obras accesorios que sirven para el desalojo de las aguas residuales o aguas pluviales.
Conexión domiciliar	Tubería que conduce las aguas residuales desde el interior de la vivienda hasta el frente de esta, donde se encuentra la candela.
Cota invert	Cota o altura de la parte inferior del tubo ya instalado.
Densidad de vivienda	Relación existente entre el número de habitantes por unidad de área.
Descarga	Lugar donde se desfogan las aguas residuales provenientes de un colector, las cuales pueden estar crudas o tratadas.
Factor de caudal medio	Relación entre la suma de los caudales y los habitantes a servir.
Factor de Harmond	Factor de seguridad para las horas pico, está en relación con la población.
Factor de retorno	Porcentaje de agua potable que después de ser utilizada va al sistema de drenaje.
Factor de rugosidad	Factor que expresa que tan lisa es una superficie.

Factor de Manning	Fórmula utilizada para determinar la velocidad de un flujo a cielo abierto, relaciona la rugosidad de la superficie, la pendiente y el radio hidráulico de la sección.
Intensidad de lluvia	Relación entre la precipitación pluvial y su duración.
Período de diseño	Período de tiempo el cual el sistema prestará un servicio eficiente.
Pozo de visita	Estructura subterránea que sirve para cambiar de dirección, pendiente, diámetro, unión de tubería y para iniciar un tramo de drenaje.
Tirante	Altura de las aguas residuales y pluviales dentro de un drenaje.
Tragante	Estructura subterránea que sirve para captar las aguas pluviales y conducir las al sistema de drenaje pluvial.
Tratamiento	Proceso por medio del cual se eliminan las impurezas de las aguas servidas.

RESUMEN

En este trabajo se presenta una propuesta para el diseño de una construcción en el sistema de drenaje sanitario y pluvial, para las colonias Los Cajones, Panoramas de San José, Buena Vista, Prados y Mirador del Valle; con el que se espera mejorar las condiciones sanitarias de la comunidad y el aspecto de sus calles.

En el capítulo uno se encuentra la fase de investigación en la que se tocan aspectos monográficos y de carácter socioeconómico del municipio de Villa Nueva.

En el capítulo dos se describe la situación actual del municipio, indicando las consecuencias negativas que ha tenido la comunidad al no contar con un sistema de drenaje sanitario y pluvial. Además, comprende todos los parámetros de diseño que se utilizaron para el diseño del drenaje sanitario y pluvial.

El diseño del sistema de drenaje sanitario cuenta con un largo de 4 200 metros de tubería de PVC, 96 pozos de visita, beneficiando a 1 189 viviendas. El diseño de drenaje pluvial cuenta con un largo de 4 300 metros de tubería de PVC, 95 pozos de visita, evitando así deterioro de las calles y problemas de transitabilidad.

OBJETIVOS

General

Diseñar un sistema de drenaje sanitario y pluvial en las colonias Los Cajones, Buena Vista, Panoramas de San José, Prados y Mirador del Valle del municipio de Villa Nueva.

Específicos

1. Realizar un diagnóstico y una investigación monográfica del municipio de Villa Nueva.
2. Determinar la descarga de aguas residuales que producen las colonias Los Cajones, Buena Vista, Panoramas de San José, Prados y Miradores del Valle, del municipio de Villa Nueva.
3. Lograr un adecuado escurrimiento de las aguas pluviales para evitar la formación de avenidas.
4. Elaborar los planos necesarios para poder ejecutar los proyectos.
5. Determinar el costo de los proyectos con la elaboración de los presupuestos, indicando la cantidad de los materiales, mano de obra y maquinaria.

INTRODUCCIÓN

La falta de un sistema de recolección, conducción y tratamiento de aguas residuales y pluviales causa grandes molestias a la población, en especial de tipo higiénico, así como al deterioro del aspecto físico de las comunidades. Por las anteriores razones la construcción de estos trabajos se convierte en una necesidad básica, de carácter prioritario.

Se debe contar con criterios y bases fundamentales para la toma de decisiones dentro del proceso de diseño, ya que no se sabe exactamente de qué forma se desenvolverá la población futura.

Este trabajo consiste esencialmente en la identificación y análisis de los problemas existentes; así como el estudio de las posibles soluciones para luego proceder a escoger y diseñar la solución más satisfactoria. Estos aspectos son tratados con más detalle en el desarrollo del mismo; pero es preciso anticipar que los problemas que sufre la población debido a la falta de un sistema de evacuación de las aguas residuales y pluviales son, principalmente, la contaminación del medio ambiente, la propagación de enfermedades y el deterioro de las calles y avenidas. La solución adoptada es la construcción de un sistema de drenaje sanitario y pluvial, además del tratamiento adecuado de las aguas residuales para evitar la contaminación del efluente receptor.

Con estos proyectos se pretende contribuir con el desarrollo económico y social de los lugares, poniéndose en práctica los conceptos fundamentales de diseño, costos y planificación ingenieril para cada uno de ellos.

1. MONOGRAFÍA Y GENERALIDADES

1.1. Aspectos históricos

Antiguamente se le conoció como Concepción Villa Nueva, o la Villa Nueva de la Concepción. Villa Nueva fue fundada el 17 de abril de 1763. Es un poblado del período hispánico, por Decreto de la Asamblea Nacional Constituyente del Estado de Guatemala del 8 de noviembre de 1839, se formó el distrito de Amatitlán, en cuyo artículo 1o. se mencionó a Villa Nueva. El departamento de Amatitlán fue suprimido por Decreto Legislativo 2081 del 29 de abril de 1935. Al tenor de su artículo 2o. Villa Nueva se incorporó al departamento de Guatemala.

Según datos contenidos en la obra del presbítero José María Navarro: estado actual de esta parroquia de Concepción Villa Nueva formado por el presbítero José María Navarro, su cura encargado, en 1864 que se publicó en 1868 en la imprenta La Aurora en la ciudad capital: "La Villa Nueva de Concepción, fundada en el año de 1763, se halla situada en un plano suavemente inclinado al oriente.

Según el señor Juarros, "El 22 de julio de 1763 por orden superior, el señor teniente y alcalde Mynor Ruiz y Piñón hizo la repartición de sitios y delineación de las calles".

1.2. Aspectos físicos

Es importante conocer los factores que intervienen dentro del territorio para diseñar el sistema de drenaje sanitario y pluvial, debido a que muchos de estos factores pueden afectar o favorecer los proyectos.

1.2.1. Localización y colindancias

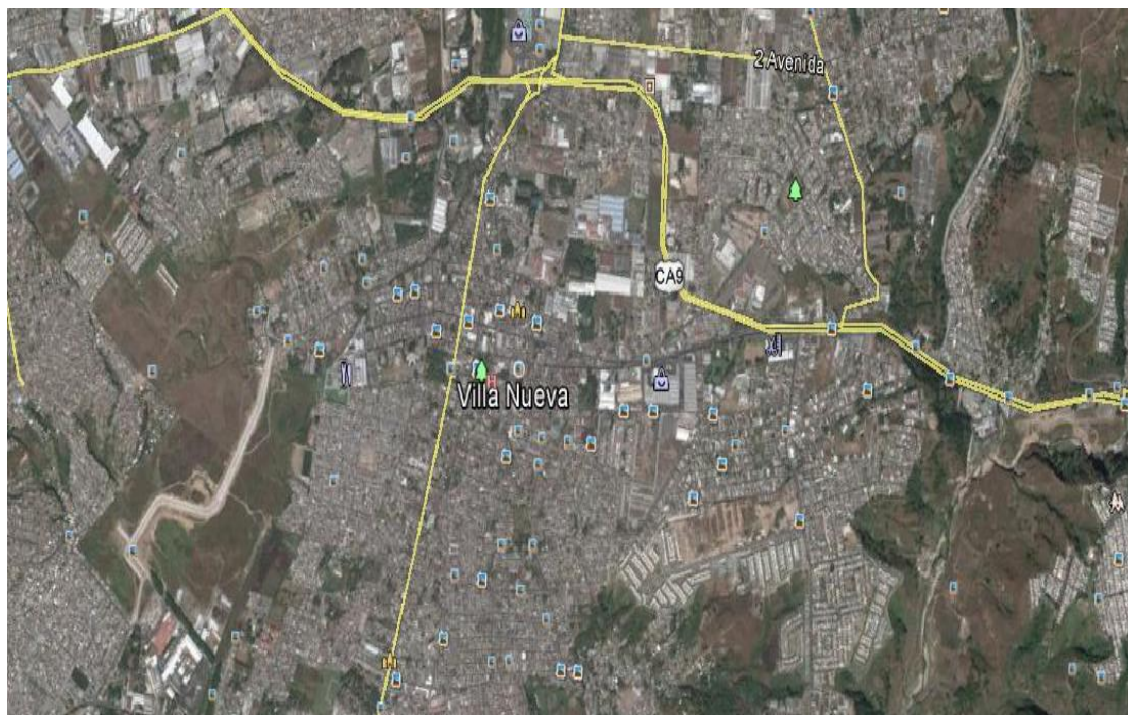
Villa Nueva es uno de los 17 municipios que conforman el departamento de Guatemala, ubicado en la parte sur, en la Región I o en el área metropolitana dentro de la cuenca del lago de Amatitlán, a 16 kilómetros de la ciudad capital. Se sitúa en la carretera CA-9 sur, en dirección al Pacífico.

El municipio colinda al norte con los municipios de Mixco y Guatemala; al este con San Miguel Petapa, al sur con el municipio de Amatitlán; al oeste con los municipios de Magdalena Milpas Altas, Santa Lucía Milpas Altas y San Lucas Sacatepéquez.

1.2.2. Extensión territorial

El municipio cuenta con una extensión de 114 kilómetros cuadrados, Villa Nueva ocupa conjuntamente con San Raymundo el octavo lugar del departamento con un 5,36 % de su territorio.

Figura 1. **Localización de municipio de Villa Nueva**

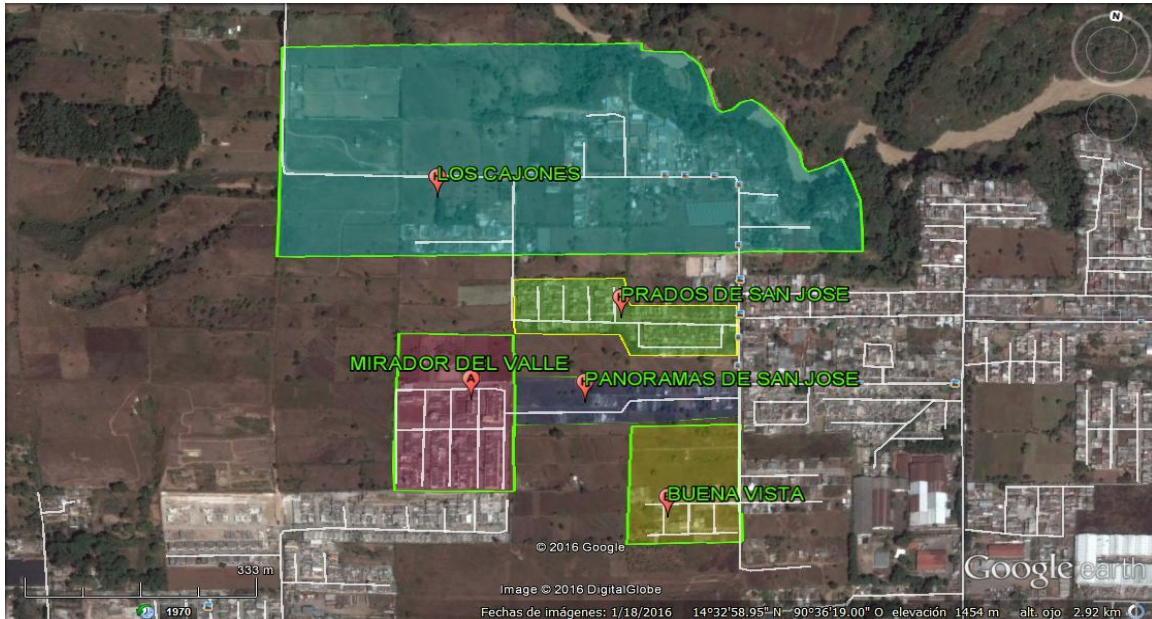


Fuente: Google Earth. Consulta: 21 de marzo de 2016.

1.2.3. Localización geográfica

La colonias de Los Cajones, Panoramas de San José, Buena Vista, Prados y Mirados del Valle de San José Villa Nueva se encuentra ubicadas en la zona 2 de Villa Nueva.

Figura 2. **Localización de las colonias de San José, Villa Nueva**



Fuente: Google Earth. Consulta: 21 de marzo de 2016.

1.2.4. Topografía

El monumento de elevación del Instituto Geográfico Nacional en el parque central del municipio, se encuentra situado a 1 330,24 m sobre el nivel del mar. Cuenta con una Latitud $14^{\circ} 31' 32''$ norte y una longitud de $90^{\circ} 35' 15''$ oeste del meridiano de Greenwich.

1.2.5. Clima

La estación meteorológica según los datos del Instituto Nacional de Sismología Vulcanología e Hidrología se ubica en la colonia Nueva Aurora, zona 13 de la ciudad de Guatemala. Con base en datos obtenidos desde 1990 hasta el 2012, se ha obtenido los siguientes datos:

La temperatura media oscila entre 19,06 y 20,20 °C. La temperatura máxima en promedio se encuentra en 25,09 °C. La temperatura mínima promedio es de 15,5 °C. La temperatura máxima absoluta se encuentra en 30,80 °C. La humedad relativa media se encuentra en los valores de 80 y 76 %. El patrón de lluvia oscila entre los 998,3 y 1 079,5 milímetros anuales. La nubosidad del municipio varía entre 5 y 6 octas. La velocidad del viento se encuentra entre 1,7 y 10,2 kilómetros por hora. El promedio de punto de rocío es de 12 °C.

1.2.6. Orografía

Cuenta con las montañas: Cruz Grande, El Chifle, El Sillón, El Ventarrón y La Peña; y los cerros: Loma de Trigo, Monterrico y San Rafael.

1.2.7. Hidrografía

Está bañado por los ríos: Mashil, Parrameño, Platanitos, Villalobos y San Lucas; las quebradas: Agua Tibia, del Frutal, del Tablón, del Zapote, El Arenalito, Piedras Moradas, Rincón del Cedro, Rincón del Rito o Agua Escondida y Santa Catarina y el Lago de Amatitlán.

1.2.8. Vegetación

El municipio no cuenta con suficiente vegetación, sin embargo, los cultivos hacen que el municipio cuente con vegetación en áreas alejadas del casco urbano.

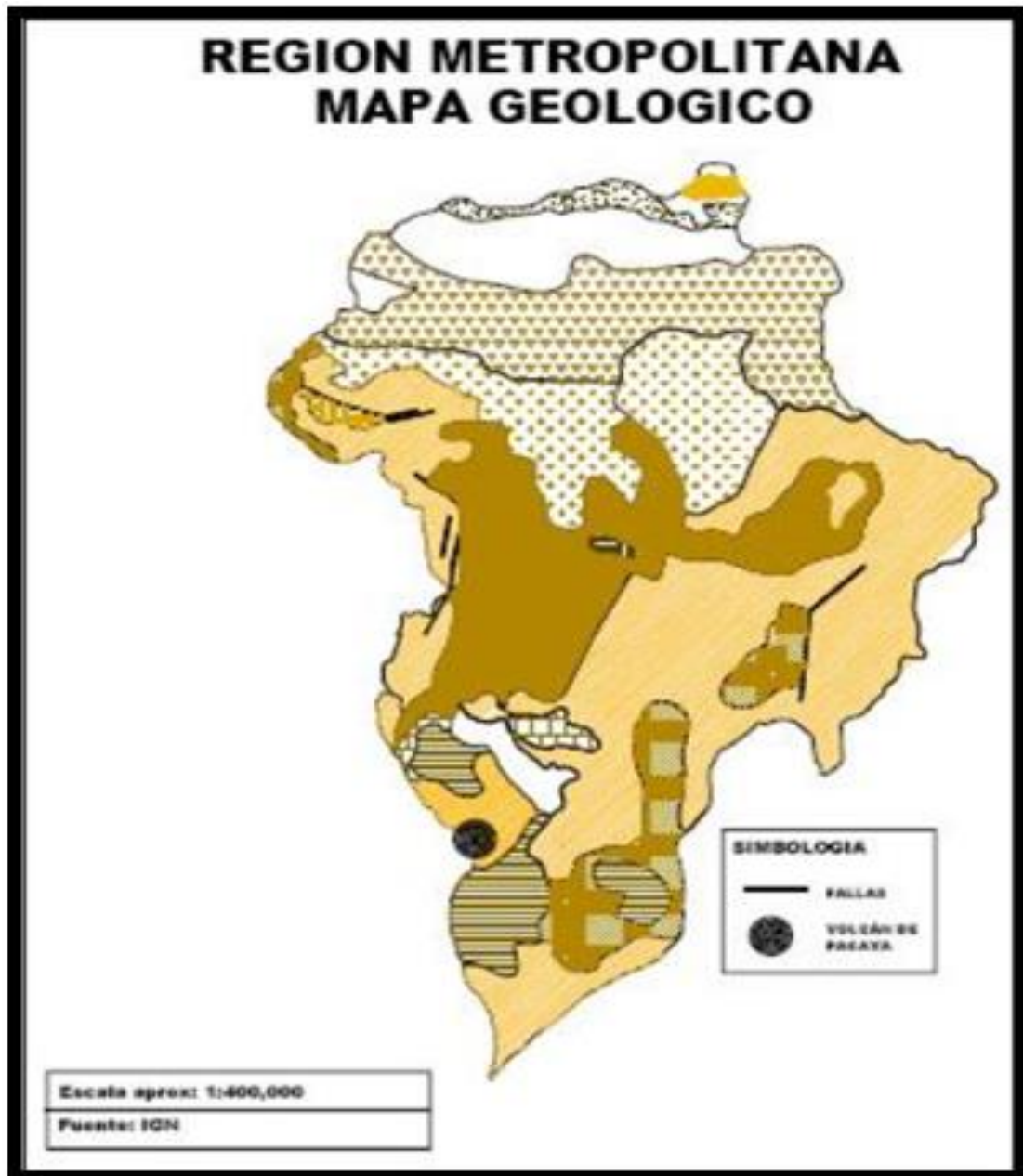
1.2.9. Condiciones geológicas

En lo que se refiere a condiciones geológicas del municipio puede decirse que su cabecera se encuentra dentro del llamado Graben de Guatemala, que define la depresión del Valle de Epónimo. En el mismo se encuentra un relleno de espesor variable, pero considerable de cenizas y pómez recientes. Esos materiales piroclásticos fueron depositados originalmente ya sea en lluvias, o en parte, en avalanchas de cenizas, produciendo mantos superpuestos. Las aguas meteóricas y pluviales ocasionaron y depositaron estas cenizas en las partes más bajas del valle.

Modificados en esta forma por depósito de aguas, se encuentran en la actualidad de nuevo expuestas al desgaste por la lluvia y el escurrimiento superficial. En el área de Villa Nueva propiamente, así como en sus alrededores inmediatos, se reconocen varias decenas de metros.

En el cauce y bancos del río Villalobos, que corre al este de la cabecera, se encuentran gravas y arenas que son explotadas comercialmente, máximo que puede decirse que en la actualidad el cauce de dicho río está seca en las cercanías de la cabecera.

Figura 3. Mapa geológico



Fuente: Mapa 4 IGN.

Figura 4. Simbología mapa geológico



Fuente: Simbología de Mapa 4 IGN.

1.2.10. Distribución política-administrativa

Cuenta con 1 villa (zona central), 5 aldeas y 11 caseríos (varias fincas) Bárcena, Rancho Santa Clara, El Frutal, San Antonio, Villalobos, Santa Catalina (El Zarzal y Guillén), El Paraíso, El Zarzal, San José, San Francisco, Rancho Azul, La Selva, Concepción, Santa Isabel, Roldán, Las Lomas, El Rosario.

Actualmente todas 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. Algunas de estas colonias son residenciales y cuentan con los servicios básicos; también se encuentran en Villa Nueva asentamientos humanos muy poblados, uno de ellos el más grande de Centro América, “El Zarzal” y el otro es “Ciudad Peronia”, ambos muy saturados poblacionalmente.

1.3. Aspecto económico

El municipio se considera como una ciudad dormitorio, esto se debe a que la mayoría de los pobladores viajan a la ciudad capital para trabajar, sin embargo, la minoría que se mantiene en el área, se dedica a diferentes actividades que les permite generar ingresos, asimismo, proporcionarle al municipio de economía estable y activa.

1.3.1. Actividades agrícolas

El municipio de Villa Nueva es eminentemente agrícola, los habitantes siembran: maíz, tomate, frijol, yuca, garbanzo, habas, achiote y chile. Estos productos son para consumo local y el excedente se comercializa en la ciudad de Guatemala. La mayoría de los agricultores no practican ningún método de

conservación del suelo en terrenos de altas pendientes, más otro grupo usa alta tecnología y asesoría profesional para la conservación del suelo y mejorar el producto final.

1.3.2. Industria

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. Entre las principales industrias se pueden mencionar: Laboratorios Donovan Werke, Unipharm, Merigal (farmacéuticas); Industria Galvanizadora Nacional, S. A. (Ingasa), Galvanizadora Centroamericana, S. A. (Galcasa), Tapametal de Guatemala, S. A. (metalúrgicas); Polyproductos, S. A. Hilados del Sur, S. A., Frazima Concepción, S. A., Nylontex, S. A. (textiles); Pinturas Centroamericanas, S. A. (Pincasa) Pinturas Superiores, S. A. (pinturas); Durman Esquivel, Tubo Vinil, S. A., Tinacos de Centroamérica, S. A. (productos de PVC); Procreto, S. A. Blockera la Unión, Ladritebal, Distribuidora Mayen, Cementos Progreso (materiales de construcción); MegaPlast, Olefinas, Envaica (plásticos). Además se cuentan, entre otras, 18 maquilas.

1.3.3. Comercio

Villa Nueva cuenta con las agencias de los principales bancos del sistema: Banco Industrial, S. A., Corporación G & T Continental, 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 Dominos y La Estancia, entre otros.

Se cuenta con varios centros comerciales, entre los cuales se pueden mencionar: Centro Comercial Santa Clara, Centro Comercial Metrocentro (Grupo Roble) y Centro Comercial El Frutal y más reciente Centro Comercial Plaza Villa Nueva y Centro Comercial Pradera. Todos ellos cuentan con tiendas de conveniencia (supermercados, boutiques, bancos y restaurantes, salas de cine, entre otros).

1.3.4. Mercado

Funciona un mercado en el área urbana y es el mayor proveedor de verduras y productos locales a la población en general, así como algunos mercados informales.

1.4. Servicios básicos

Como segundo municipio del departamento de Guatemala en cuanto a número poblacional, cuenta con los servicios básicos más importantes: energía eléctrica, agua potable, drenajes y asfalto, correos, telefonía, servicios de taxis, buses urbanos y extraurbanos, colegios, escuelas, institutos de segunda enseñanza, salas de cine, canchas polideportivas, estadio, estación de bomberos, mercado, pensiones, restaurantes, centro comerciales, hospitales privados, clínicas médicas particulares, centro de salud, cementerios, bancos estatales y privados, monumentos históricos, Autoridad Municipal, Policía Nacional Civil (PNC), Policía Municipal (PM), Policía Municipal de Tránsito (PMT), Ministerio Público, Centro de Justicia, iglesias, entre otros.

1.4.1. Vías de acceso

El municipio de Villa Nueva, está a 16 kilómetros de la ciudad capital y cuenta con vías de comunicación en forma de autopistas. Las distancias hacia los principales puertos son las siguientes:

- A Puerto Quetzal (Pacífico) 97 kilómetros
- A Puerto Sto. Tomás de Castilla (Atlántico) 315 kilómetros
- A Aeropuerto La Aurora 15 kilómetros
- A frontera con El Salvador 145 kilómetros
- A Puerto de Acajutla (El Salvador) 180 kilómetros
- A frontera con Honduras 320 kilómetros

El acceso se hace a través de la ruta nacional 3 o CA-9 asfaltada, que de la capital conduce al Puerto de San José e Iztapa.

La cabecera municipal se localiza a 16 km de la zona capitalina, a 16 km aproximadamente de Amatitlán y a 28 de Palín, Escuintla. Cuenta con carretera a Bárcenas (3 km) y a los municipios de Petapa, Villa Canales y Amatitlán.

1.4.2. Salud

En cuanto a los servicios de salud se muestra una situación muy precaria, ya que en este municipio no existe hospital nacional, sino que se cuenta únicamente con tres centros de salud, uno de ellos data de 1960 y cuatro sanatorios o puestos de salud. Debido a la insuficiente cobertura en materia de seguridad social, todo niño que nace, será futuro habitante del municipio de Amatitlán o de la ciudad capital.

1.4.3. Educación

Villa Nueva cuenta con cincuenta y seis (56) establecimientos oficiales, algunos con dos o tres jornadas. Noventa (90) colegios privados e institutos de segunda enseñanza, también algunos con dos o tres jornadas. La población estudiantil es de ochenta y cinco a noventa mil educandos, sin contar con los que emigran para estudiar a la ciudad capital. Además, se encuentra la Escuela Nacional de Agricultura de Bárcenas.

1.5. Población

Según el Censo Poblacional del Instituto Nacional de Estadística, realizado en el 2002, durante el gobierno del Presidente Alfonso Portillo, la población total de Villa Nueva era de 355 901 habitantes. Villa Nueva ha sido considerada como un municipio dormitorio y muchos de sus habitantes no se encuentran avecindados en los registros correspondientes. Algunos se encuentran temporalmente dentro del municipio, sobretodo en horas inhábiles.

1.5.1. Densidad poblacional

Hasta el 2002 era de 3 665 habitantes por km² aumentando considerablemente respecto a 1994, en el cual se contaba con una densidad de 2 348 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.

Tabla I. **Distribución de población**

Tipo de Población	No. De habitantes	% de habitantes
Hombres	171 771	48,26%
Mujeres	184 130	51,74%
Área Urbana	301 947	84,84%
Área Rural	53 954	15,16%
Ladina	328 899	92,41%
Indígena	27 002	7,59%
0 a 14 años	131 022	36,81%
15 a 29 años	160 789	30,00%
30 a 44 años	67 220	18,88%
45 a 59 años	33 884	9,52%
60 a 74 años	12 529	3,52%
75 o mas	4 457	1,25%
Total de población	355 901	

Fuente: Instituto Nacional de Estadística (INE). Censo 2002. p. 21.

2. FASE TÉCNICO PROFESIONAL

2.1. Identificación del problema

Las colonias Los Cajones, Buena Vista, Panoramas de San José, Prados y Mirador del Valle, pertenecientes a San José Villa Nueva, del municipio de Villa Nueva, no disponen de un sistema de drenaje sanitario que sea apto para desfogar las aguas negras y un sistema de drenaje pluvial para desfogar las aguas de lluvia.

2.1.1. Situación actual

Actualmente las viviendas de las colonias Los Cajones, Buena Vista, Panoramas de San José, Prados y Mirador del Valle, pertenecientes a San José Villa Nueva, del municipio de Villa Nueva, disponen de sus aguas residuales en función de sus condiciones económicas, utilizando pozos artesanales para evacuar las excretas, provocando malos olores y que el mando freático se contamine de coliformes fecales, tomando en cuenta que los más afectados son los niños en proceso de crecimiento.

En cuanto al drenaje pluvial el padecimiento es de inundaciones, arrastre de sedimentos, principalmente por las aguas que ingresan a la comunidad proveniente de otras colonias o de áreas verdes, causando problemas de transitabilidad y deterioro de las calles en tiempo de invierno.

2.1.2. Levantamiento topográfico

Lo constituyen la planimetría y la altimetría, las cuales son base fundamental para todo proyecto de ingeniería.

2.1.3. Altimetría

Son los trabajos necesarios para representar sobre el plano horizontal la tercera dimensión sobre el terreno, definiendo las diferencias de nivel existentes entre los puntos de un terreno o construcción, para ello es necesario medir distancias verticales, ya sea directa o indirectamente; a todo este procedimiento se le llama nivelación. Para la nivelación del proyecto se utilizó el método de nivelación compuesta, partiendo de una referencia (banco de marca).

2.1.4. Planimetría

Está definida como el conjunto de trabajos necesarios para representar gráficamente la superficie de la Tierra, tomando como referencia el norte para su orientación.

En la medición de planimetría del proyecto se utilizó el método de conservación del azimut. Que consiste en tomar un azimut inicial referido al norte y fijando este con una vuelta de campana en la vista atrás se toma la medida hacia la siguiente estación, se utilizó este método por ser muy exacto.

- Para estos proyectos se utilizó el siguiente equipo:
 - Estación total marca Trimble
 - Plomadas

- Una brújula
- Un metro
- Cuatro prismas
- Pintura de aceite color rojo
- Trompos y estacas

2.2. Normas de diseño

Los sistemas de drenaje sanitario y pluvial se diseñaron con base en parámetros indicados en la Municipalidad de Villa Nueva.

2.2.1. Período de diseño

Los sistemas de drenaje serán proyectados durante períodos no muy largos, esto para que los sistemas puedan llevar un adecuado funcionamiento. La Municipalidad de Villa Nueva ha optado que es más viable y factible que el drenaje sanitario tenga un período de diseño de 25 años y el drenaje pluvial un período de diseño de 20 años, por lo cual se utilizaron esos datos para los diseños de los sistemas.

2.2.2. Diseño de secciones y pendientes

Para el diseño de un drenaje sanitario y pluvial se debe contar con la información correspondiente a los valores de la velocidad y caudal de la sección llena de la tubería que se está utilizando.

Para el cálculo de la velocidad, se emplea la siguiente fórmula:

$$v = \frac{0,003429 \times D^{2/3} \times S^{1/2}}{n}$$

La anterior fórmula se conoce como la fórmula de Manning para canales abiertos y cerrados.

Donde

V = velocidad en metros por segundo

R = radio hidráulico en metros

S = pendiente de tubería

n = coeficiente de rugosidad

A = área mojada en metros cuadrados

P = perímetro mojado en metros

D = diámetro interno en metros

2.2.3. Velocidades mínimas y máximas

La velocidad del flujo está en función de la pendiente del terreno, el diámetro de la tubería y el tipo de tubería que se utiliza. La velocidad del flujo se determina por la fórmula de Manning y las relaciones hidráulicas v/V , donde v es la velocidad del flujo y V es la velocidad a sección llena.

En un sistema de drenaje sanitario la velocidad para tubería de cemento debe estar entre 0,60 - 3,00 m/s y para tubería de PVC la velocidad debe de estar entre 0,60 – 4,00 m/s. En un sistema de drenaje pluvial la velocidad para tubería de cemento debe estar entre 0,60 – 3,00 m/s y para tubería de PVC la velocidad debe de estar entre 0,75 – 5,00 m/s.

El diseño de los sistemas se hizo con tubería de PVC, la cual permite una velocidad de 0,60 – 4,00 m/s para drenaje sanitario y 0,75 – 5,00 m/s para drenaje pluvial.

Tabla II. **Velocidades máximas y mínimas**

PVC		
Sanitario	0,6 m/s	4 m/s
Pluvial	0,75 m/s	5 m/s
Cemento		
Sanitario	0,6 m/s	3 m/s
Pluvial	0,6 m/s	3 m/s

Fuente: criterio de la Municipalidad de Villa Nueva, basado en Norma ASTM F-949.

2.2.4. **Diámetros mínimos**

El *Reglamento Municipal de Construcción* de la Municipalidad de Villa Nueva, establece que se debe de utilizar para sistemas de drenaje sanitario un diámetro mínimo de 8", cuando se utiliza tubería de cemento y de 6", cuando la tubería sea de PVC y para sistemas de drenaje pluvial un diámetro mínimo de 10", cuando se utiliza tubería de cemento y de 8", cuando la tubería sea de PVC.

Para las conexiones domiciliarias el diámetro mínimo con tubería de cemento es de 6" y de 4" para PVC.

La Municipalidad de Villa Nueva ha optado que para sus proyectos se utilice tubería de PVC, por lo cual este dato se utilizó para el diseño de los sistemas.

Tabla III. **Diámetros mínimos**

TUBERIA	SANITARIO	PLUVIAL
PVC	6"	8"
CEMENTO	8"	10"

Fuente: criterio de la municipalidad de Villa Nueva.

2.2.5. Pendientes

Se recomienda que la pendiente utilizada en el diseño sea la misma del terreno, para evitar costos excesivos en la excavación, siempre cuando esta cumpla con las relaciones hidráulicas y las velocidades permisibles.

Generalmente dentro en las conexiones domiciliarias se sugiere utilizar una pendiente mínima del 2 %, lo que asegura un arrastre de las excretas. En las áreas donde la pendiente del terreno es muy poca, se recomienda, en la medida de lo posible, acumular la mayor cantidad de caudales, para que generen una mayor velocidad.

2.2.6. Tirante mínimo y máximo

- El tirante para un drenaje sanitario debe de estar entre:

$$0,10 \leq d \leq 0,70$$

- El tirante para un drenaje pluvial debe de estar entre:

- Para diámetros menores a 20"

$$0,10 \leq d \leq 0,75$$

- Para diámetro entre 20 a 40"

$$0,10 \leq d \leq 0,80$$

- Para diámetros mayores de 40"

$$0,10 \leq d \leq 0,85$$

2.2.7. Distancias mínimas entre redes de saneamiento

La separación de tuberías de las redes de saneamiento para casos extremos deberá de tener cumplir con el mínimo.

Tabla IV. Separación mínima entre redes de saneamiento

Separacion	
0,5	horizontal
0,2	vertical

Fuente: EPM capítulo 3. p. 46.

2.2.8. Ancho de zanja

Para llegar a las profundidades mínimas del colector, se deben hacer excavaciones de estación a estación (pozos de visita), en la dirección que se determinó la topografía de la red general; el ancho de zanja está en función del diámetro de la tubería a colocar. Se presenta a continuación una tabla que muestra anchos de zanjas aconsejables, en función del diámetro de la tubería.

Tabla V. Ancho de zanja

Ø Tubería	Ancho
6	0,60
8	0,60
10	0,65
12	0,70
14	0,75
15	0,75
16	0,80
18	0,85
20	0,90
22	1,00
24	1,00
26	1,20
28	1,20
30	1,30
36	1,35
40	1,40
42	1,45
50	1,60
60	1,95

Fuente: criterio de la Municipalidad de Villa Nueva, basado en Norma ASTM D-3034.

2.2.9. Pozos de visita

Los pozos de visita son parte de las obras accesorias de un alcantarillado y se emplean como medio de inspección y limpieza. Según las normas para construcción de alcantarillados, se recomienda colocar pozos de visita en los siguientes casos:

- En cambios de diámetros.
- En cambios de pendiente.
- En cambios de dirección horizontal para diámetros menores de 24".
- En las intersecciones de 2 o más tuberías.
- En los extremos superiores de ramales iniciales.
- A distancias no mayores de 150 metros en línea recta en diámetro hasta de 24".
- A distancias no mayores de 200 metros en diámetros superiores a 24".

2.2.9.1. Pozos de visita en función de la tubería

Los diámetros de los pozos de visita serán diseñados en función del diámetro de la tubería, para ello la siguiente tabla.

Tabla VI. Pozos de visita en función del diámetro de la tubería

Diámetro de tubería (Plg)	Diámetro de pozo (m)
10"	1,25
12"	1,25
14"	1,25
16"	1,25
18"	1,25
20"	1,25
22"	1,50
24"	1,50
26"	1,50
28"	1,50
30"	1,75
36"	1,75
40"	2,00
42"	2,00
48"	2,00
52"	2,00
60"	2,00

Fuente: criterio de la Municipalidad de Villa Nueva, basado en Pozos de Altamira.

2.2.9.2. Pozos de visita en función de la altura

Los pozos de visita serán diseñados en función de la altura.

Tabla VII. **Pozos de visita en función de la altura**

Altura de pozo (m)		\varnothing pozo (m)	Clasificación estructural
a			
0	4	1,25	Sin refuerzo
4	6	1,25	Con refuerzo
0	4	1,50	Sin refuerzo
4	6	1,50	Con refuerzo
0	4	1,75	Sin refuerzo
4	6	1,75	Con refuerzo
0	6	2,00	Con refuerzo
0	6	2,00	Con refuerzo

Fuente: criterio de la Municipalidad de Villa Nueva, basado en Pozos de Altamira.

2.2.9.3. Clasificación estructural de pozos de visita

Los pozos de visita estructuralmente serán construidos en función de la altura del pozo.

Tabla VIII. **Clasificación estructural de pozos de visita**

Altura del pozo (m)	Clasificación estructural
$0 \leq 4$	Sin refuerzo
$4 < x \leq 6$	Con refuerzo
$x < 6$	Fundidos

Fuente: criterio de la Municipalidad de Villa Nueva, basado en Pozos de Altamira.

2.2.10. Cotas invert

Al diseñar un sistema de drenaje sanitario y pluvial se deben considerar los siguientes aspectos, que se refieren a las cotas invert de entrada y salida de las tuberías en los pozos de visita:

- Caso 1

Cuando a un pozo de visita entra una tubería y sale otra del mismo diámetro, la cota invert de salida estará, como mínimo, a 3 cm debajo de la cota invert de entrada.

$$\varnothing A = \varnothing B$$

$$C \text{ invert de salida} = C \text{ invert de entrada} + 0,03$$

- Caso 2

Cuando a un pozo de visita entra una tubería de un diámetro y salga otra de diferente diámetro, la cota invert de salida estará, como mínimo, debajo de la cota invert de entrada, igual a la diferencia de los diámetros de la cota invert de entrada y salida.

$$\varnothing A < \varnothing B$$

$$C \text{ invert de salida} = C \text{ invert de entrada} + (\varnothing A - \varnothing B)$$

- Caso 3

Cuando a un pozo de visita la tubería de salida es del mismo diámetro a las que ingresan en él, la cota invert de salida mínima estará a 3 cm debajo de la cota más baja que entre.

$$\varnothing A = \varnothing B = \varnothing C = \varnothing D$$

$$C \text{ invert de salida} = C \text{ invert de entrada} + 0,03$$

Cuando a un pozo de visita la tubería de salida es de diferente diámetro a las que ingresan en este, la cota invert de salida deberá cumplir con las especificaciones anteriores y se tomará el valor menor.

2.2.11. Profundidad de tubería

La profundidad de la tubería se determina en función de las cotas invert. Además, deberá de chequearse que la tubería tenga un recubrimiento mínimo adecuado, para no dañarse con el paso de vehículos y peatones, o se dañe por algún objeto pesado. La profundidad de tubería también puede ir en función del tipo de material de la tubería. Estas pueden ser de cemento o PVC.

- Para tubería de PVC

Tabla IX. Profundidad mínima para tubería PVC

Diametros	6"	8"	10"	12"	15"	18"	24"	36"	42"	48"
Tránsito liviano	60	60	90	90	90	90	90	100	100	120
Tránsito pesado	90	90	90	110	110	120	120	120	140	140

Fuente: elaboración propia, basada en Norma ASTM F-949.

- Para tubería de cemento

Tabla X. **Profundidad mínima para tubería cemento**

Diametros	6"	8"	10"	12"	15"	18"	24"	36"	42"	48"
Tránsito liviano	117	122	128	134	140	149	165	170	175	180
Tránsito pesado	137	142	148	154	160	169	185	200	205	215

Fuente: elaboración propia, basada Infom.

2.2.12. Disipadores de energía

Los disipadores de energía son estructuras que conducen el agua de un determinado nivel hasta otro inferior, existiendo en este proceso una disipación de energía efectiva antes de la entrega final. Durante la caída el agua se mezcla con el aire creando unas condiciones de flujo que no siempre son favorables para las estructuras.

El objetivo de un disipador de energía es reducir la energía cinética de un flujo, para así evitar riesgos de socavación en una estructura.

En un pozo de visita, cuando la diferencia entre la cota invert de entrada con cota invert de salida es demasiado alta, es necesario colocar un artefacto de disipación, el cual permita reducir la energía cinética del flujo, para así evitar que el flujo cause daños a la estructura.

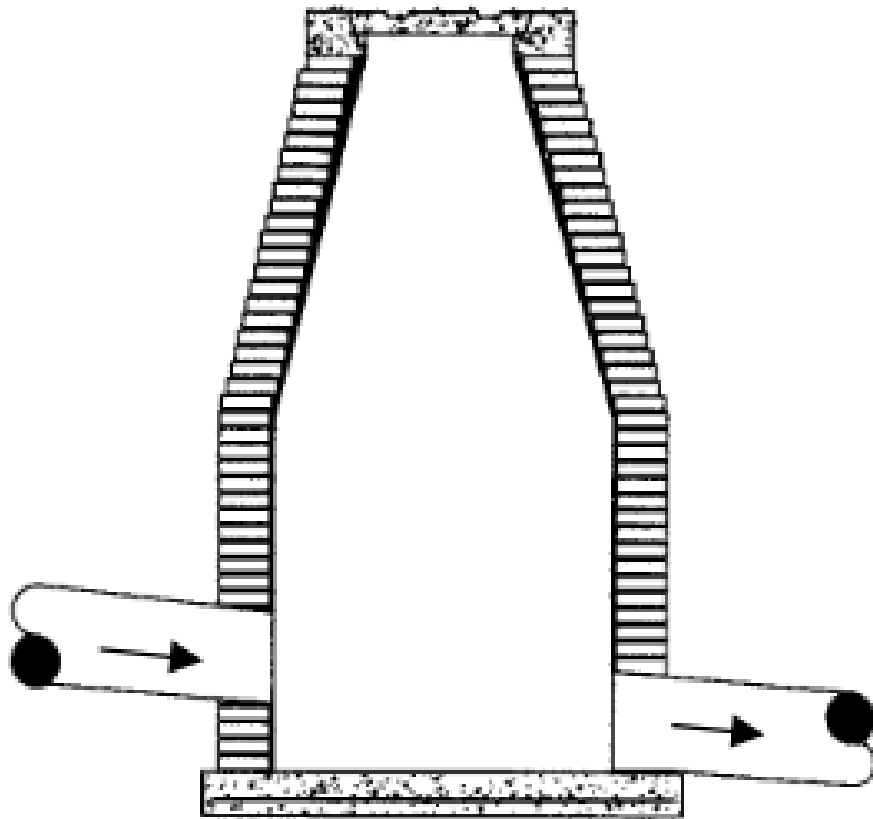
Se pueden distinguir los siguientes casos de disipadores de energía en sistemas de drenaje sanitario y pluvial.

- Caso 1

Cuando la diferencia de altura entre cota invert de entrada de una tubería con la cota invert de salida de otra tubería esté entre 0,03 y 0,25 metros, no se coloca ningún artefacto disipador.

$$0,03 \text{ m} \leq x \leq 0,25 \text{ m}$$

Figura 5. **Pozo sin artefacto disipador**



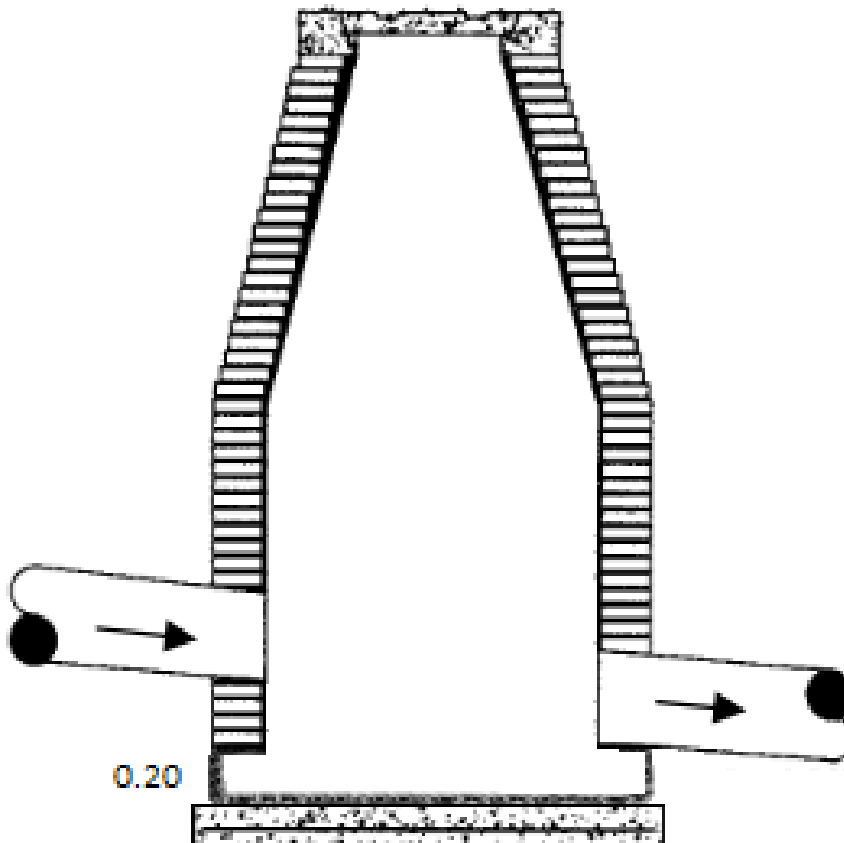
Fuente: PAREDES, Carolina. *Reglamento técnico de diseño para sistemas de alcantarillado, Cámaras de inspección.* p. 50.

- Caso 2

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 cm a partir de la parte inferior de la tubería de salida.

$$0,26 m \leq x \leq 0,75 m$$

Figura 6. **Colchón de agua**



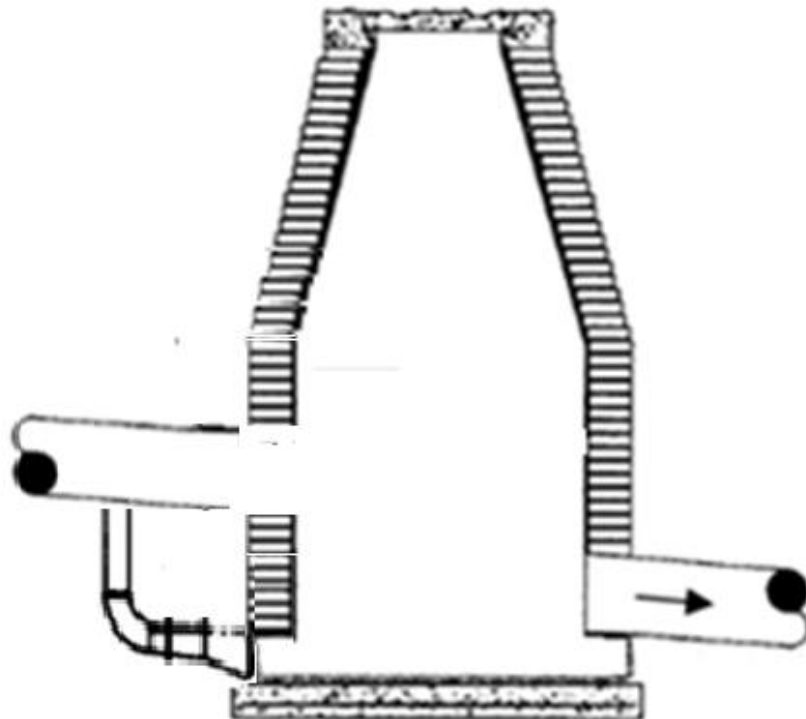
Fuente: PAREDES, Carolina. *Reglamento técnico de diseño para sistemas de alcantarillado, Cámaras de inspección.* p. 50.

- Caso 3

Cuando la diferencia de altura entre cota invert de entrada de una tubería con la cota invert de salida de otra tubería este entre 0,76 a 2 metros, se debe de colocar un codo disipador a 45° en función del diámetro de la tubería y la pendiente de la tubería. Este tipo de disipador regularmente solo se coloca para drenaje sanitario.

$$0,76 \text{ m} \leq x \leq 2,00 \text{ m}$$

Figura 7. **Codo disipador**



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

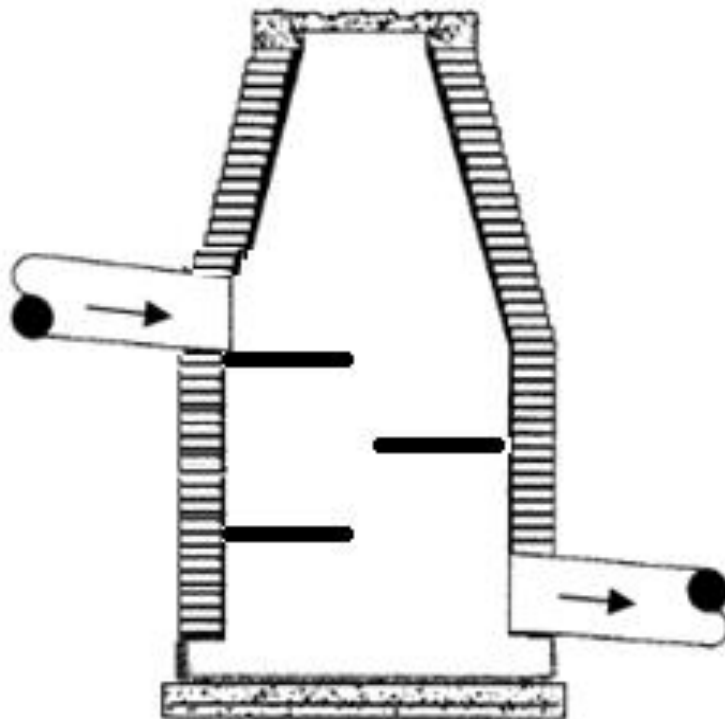
Caso 4

Cuando la diferencia de altura entre cota invert de entrada de una tubería con la cota invert de salida de otra tubería esté 2 a 6 metros, se debe de colocar bandejas cuadradas, está separadas en función del caudal de entrada.

Regularmente este tipo de disipación solo se utiliza para drenaje pluvial, eso debido al arrastre de sólidos.

$$2,01 \text{ m} \leq x \leq 6,00 \text{ m}$$

Figura 8. **Bandejas disipadoras**



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

2.2.13. Tragantes

- Los tragantes serán localizados en los siguientes puntos.
 - En las partes bajas, al final de cada cuadra a 3,00 metros antes de la esquina.
 - En puntos intermedios cuando el caudal acumulado provoque un tirante de agua superior a 0,10 metros.
 - En calles que cuenten con pavimento o hallan recibido o vayan a recibir algún tipo de tratamiento para estabilizar su superficie.
 - Cuando las calles cuenten con bordillo o que se conozcan las cotas definitivas de la rasante.

2.2.14. Conexiones domiciliarias

Se deberá construir una caja de registro o candela con una dimensión mínima de 38 centímetros de diámetro o 45 centímetros de por lado, con 1 metro de profundidad. Si son tubos de concreto deberán colocarse verticalmente o bien con mampostería reforzada debiendo estar impermeabilizados.

Se denomina tubería secundaria a la que une a la candela o caja de registro domiciliar con el colector principal, teniendo un diámetro mínimo de 4" para PVC y 6" para concreto. Para un flujo eficiente, deberá conectarse con pendiente mayor a 2 % y menor al 6", realizando la conexión con el colector principal en el medio diámetro superior, formando un ángulo de 45 grados a

favor del flujo. No se podrá realizar conexión domiciliar sin autorización de la municipalidad o el supervisor.

Se podrá realizar conexiones individuales, transportando aguas residuales hacia el colector de una sola vivienda.

2.2.15. Relaciones hidráulicas

Al realizar el cálculo de las tuberías que trabajan a sección parcialmente llena para agilizar de alguna manera los resultados de velocidad, área, caudal, perímetro mojado y radio hidráulico, se relacionaron los términos de la sección totalmente llena con los de la sección parcialmente llena. De los resultados obtenidos se construyeron las tablas utilizando para eso la fórmula de Manning.

La utilización de las tablas se realizó determinando primero la relación (q/Q). Dicho valor se busca en las tablas; si no se encuentra el valor exacto, se busca uno aproximado. En la columna de la izquierda se ubica la relación (v/V), y obteniendo este valor se multiplica por el obtenido por la velocidad a sección llena y se logra saber así la velocidad a sección parcial. Sucesivamente se obtienen los demás valores de chequeo. En la tabla XI se muestran las relaciones hidráulicas para una alcantarilla de sección circular.

Tabla XI. Relaciones hidráulicas

d/D	a/A	v/V	q/Q	d/D	a/A	v/V	q/Q
0.0100	0.0017	0.0880	0.00015	0.1025	0.0540	0.4080	0.02202
0.0125	0.0237	0.1030	0.00024	0.1050	0.0558	0.4140	0.02312
0.0150	0.0031	0.1160	0.00036	0.1075	0.0578	0.4200	0.02429
0.0175	0.0039	0.1290	0.00050	0.1100	0.0599	0.4260	0.02550
0.0200	0.0048	0.1410	0.00067	0.1125	0.0619	0.4320	0.02672
0.0225	0.0057	0.1520	0.00087	0.1150	0.0639	0.4390	0.02804
0.0250	0.0067	0.1630	0.00108	0.1175	0.0659	0.4440	0.02926
0.0275	0.0077	0.1740	0.00134	0.1200	0.0680	0.4500	0.03059
0.0300	0.0087	0.1840	0.00161	0.1225	0.0701	0.4560	0.03194
0.0325	0.0099	0.1940	0.00191	0.1250	0.0721	0.4630	0.03340
0.0350	0.0110	0.2030	0.00223	0.1275	0.0743	0.4680	0.03475
0.0375	0.0122	0.2120	0.00258	0.1300	0.0764	0.4730	0.03614
0.0400	0.0134	0.2210	0.00223	0.1325	0.0786	0.4790	0.03763
0.0425	0.0147	0.2300	0.00338	0.1350	0.0807	0.4840	0.03906
0.0450	0.0160	0.2390	0.00382	0.1375	0.0829	0.4900	0.04062
0.0475	0.0173	0.2480	0.00430	0.1400	0.0851	0.4950	0.04212
0.0500	0.0187	0.2560	0.00479	0.1425	0.0873	0.5010	0.04375
0.0525	0.0201	0.2640	0.00531	0.1450	0.0895	0.5070	0.04570
0.0550	0.0215	0.2730	0.00588	0.1475	0.0913	0.5110	0.04665
0.0575	0.0230	0.2710	0.00646	0.1500	0.0941	0.5170	0.04863
0.0600	0.0245	0.2890	0.00708	0.1525	0.0964	0.5220	0.05031
0.0625	0.0260	0.2970	0.00773	0.1550	0.0986	0.5280	0.05208
0.0650	0.0276	0.3050	0.00841	0.1575	0.1010	0.5330	0.05381
0.0675	0.0292	0.3120	0.00910	0.1600	0.1033	0.5380	0.05556
0.0700	0.0308	0.3200	0.00985	0.1650	0.1080	0.5480	0.05916
0.0725	0.0323	0.3270	0.01057	0.1700	0.1136	0.5600	0.06359
0.0750	0.0341	0.3340	0.01138	0.1750	0.1175	0.5680	0.06677
0.0775	0.0358	0.3410	0.01219	0.1800	0.1224	0.5770	0.07063
0.0800	0.0375	0.3480	0.01304	0.1850	0.1273	0.5870	0.07474
0.0825	0.0392	0.3550	0.01392	0.1900	0.1323	0.6960	0.07885
0.0850	0.0410	0.3610	0.01479	0.1950	0.1373	0.6050	0.08304
0.0875	0.0428	0.3680	0.01574	0.2000	0.1424	0.6150	0.08756
0.0900	0.0446	0.3750	0.01672	0.2050	0.1475	0.6240	0.09104
0.0925	0.0464	0.3810	0.01792	0.2100	0.1527	0.6330	0.09663

Continuación de la tabla XI.

d/D	a/A	v/V	q/Q	d/D	a/A	v/V	q/Q
0.2200	0.1631	0.6510	0.10619	0.5900	0.6140	1.0700	0.65488
0.2250	0.1684	0.6590	0.11098	0.6000	0.6265	1.0700	0.64157
0.2300	0.1436	0.6690	0.11611	0.6100	0.6389	1.0800	0.68876
0.2350	0.1791	0.6760	0.12109	0.6200	0.6513	1.0800	0.70537
0.2400	0.1846	0.6840	0.12623	0.6300	0.6636	1.0900	0.72269
0.2450	0.1900	0.6920	0.13148	0.6400	0.6759	1.0900	0.73947
0.2500	0.1955	0.7020	0.13726	0.6500	0.6877	1.1000	0.75510
0.2600	0.2066	0.7160	0.14793	0.6600	0.7005	1.1000	0.77339
0.2700	0.2178	0.7300	0.15902	0.6700	0.7122	1.1100	0.78913
0.3000	0.2523	0.7760	0.19580	0.7000	0.7477	1.1200	0.85376
0.3100	0.2640	0.7900	0.20858	0.7100	0.7596	1.1200	0.86791
0.3200	0.2459	0.8040	0.22180	0.7200	0.7708	1.1300	0.88384
0.3300	0.2879	0.8170	0.23516	0.7300	0.7822	1.1300	0.89734
0.3400	0.2998	0.8300	0.24882	0.7400	0.7934	1.1300	0.91230
0.3500	0.3123	0.8430	0.26327	0.7500	0.8045	1.1300	0.92634
0.3600	0.3241	0.8560	0.27744	0.7600	0.8154	1.1400	0.93942
0.3700	0.3364	0.8680	0.29197	0.7700	0.5262	1.1400	0.95321
0.3800	0.3483	0.8790	0.30649	0.7800	0.8369	1.3900	0.97015
0.3900	0.3611	0.8910	0.32172	0.7900	0.8510	1.1400	0.98906
0.4000	0.3435	0.9020	0.33693	0.8000	0.8676	1.1400	1.00045
0.4100	0.3860	0.9130	0.35246	0.8100	0.8778	1.1400	1.00045
0.4200	0.3986	0.9210	0.36709	0.8200	0.8776	1.1400	1.00965
0.4400	0.4238	0.9430	0.39963	0.8400	0.8967	1.1400	1.03100
0.4500	0.4365	0.9550	0.41681	0.8500	0.9059	1.1400	1.04740
0.4600	0.4491	0.9640	0.43296	0.8600	0.9149	1.1400	1.04740
0.4800	0.4745	0.9830	0.46647	0.8800	0.9320	1.1300	1.06030
0.4900	0.4874	0.9910	0.48303	0.8900	0.9401	1.1300	1.06550
0.5000	0.5000	1.0000	0.50000	0.9000	0.9480	1.1200	1.07010
0.5100	0.5126	1.0090	0.51719	0.9100	0.9554	1.1200	1.07420
0.5200	0.5255	1.0160	0.53870	0.9200	0.9625	1.1200	1.07490
0.5300	0.5382	1.0230	0.55060	0.9300	0.9692	1.1100	1.07410
0.5400	0.5509	1.0290	0.56685	0.9400	0.9755	1.1000	1.07935
0.5500	0.5636	1.0330	0.58215	0.9500	0.9813	1.0900	1.07140

Fuente: Infom. *Relaciones hidráulicas*. p. 26.

2.2.16. Desfogue

Para la localización de los puntos de desfogue se eligen las partes más bajas del sistema, tratando de encauzarlo hacia un cuerpo de agua en movimiento.

Para el sistema de drenaje sanitario y pluvial se optó por utilizar el río Villa Lobos como único punto de desfogue, ya que actualmente este cuerpo de agua es el que está siendo utilizado con ese propósito.

2.2.17. Propuestas de tratamiento

Para el tratamiento de las aguas servidas se propone, a través de empresas dedicadas a la venta y diseño de plantas de tratamiento, como lo es Amanco, que ofrece un sistema de aireación de lodos activados.

Brinda una eficiencia arriba del ochenta y cinco por ciento en cuanto a remoción de sólidos suspendidos y materia orgánica en aguas de desecho. El terreno ya se encuentra establecido, considerándose desde el principio del diseño de este sistema, con lo que se tomó la cota más baja de la superficie, continua al río para contar eficientes descargas.

Para este diseño la Municipalidad de Villa Nueva desde el comienzo del diseño, ya se tenía planificado construir una planta de tratamiento, dado que ya se cuenta con un terreno para la construcción de la planta de tratamiento.

3. DISEÑO DE DRENAJE SANITARIO

3.1. Estudio de la población

Un sistema de drenaje sanitario debe diseñarse para trabajar hidráulicamente bien, desde que se pone en funcionamiento hasta el final del período de diseño. Por lo tanto se hace necesario conocer la población a servir, al inicio y al final de su período de vida. Para lo cual se necesita primero conocer la población del lugar según los censos realizados con anterioridad y luego calcular la población para la fecha requerida.

Para el cálculo de la población, existen varios métodos, pero el más utilizado por los diseñadores es el Método geométrico por tasa nacional, además este método proporciona un dato más aproximado.

3.1.1. Método geométrico

$$Pf = Pa \times (1 + R)^T$$

Donde

Pf = población futura

Pa = población actual

R = razón de incremento geométrica

T = período de diseño

3.2. Cálculo e integración de caudal de sanitario

La integración de caudales consiste en la sumatoria de los siguientes caudales:

3.2.1. Caudal domiciliar

Es la cantidad de agua que ha sido utilizada para limpieza o producción de alimentos. Esta es desechada y conducida a la red de alcantarillado, el agua de desecho doméstico está relacionada con la dotación y suministro de agua potable.

$$\emptyset Dom = \frac{Dot \times \#hab \times FDR}{86\ 400}$$

Donde

Dot = dotación en litros, habitante, día

#Hab= número de habitantes

FDR = factor de retorno

$\emptyset Dom$ = caudal domiciliar en litros por segundo

3.2.1.1. Factor de retorno

El factor de retorno es el porcentaje de agua, que después de ser usada, vuelve al drenaje, este porcentaje puede estar dentro de:

$$0,70 \leq FDR \leq 0,85$$

Para el caudal domiciliar en este caso la Municipalidad de Villa Nueva determinó que se utilizará un FDR de 0,85 para el diseño.

3.2.1.2. Dotación

Como se trata de un lugar urbano, la Municipalidad de Villa Nueva tiene establecida una dotación de 150 l/hab/día, por lo que esta será la que se utilizará para el diseño del sistema.

3.2.2. Caudal infiltración

El Infom establece que para la estimación del caudal de infiltración que entra a las alcantarillas, debe tomarse en cuenta la profundidad del nivel freático del agua subterránea con relación a la profundidad y el tipo de tuberías. Los caudales por cada kilómetro de tubería que contribuya a los tramos se estimarán, calculando los tubos centrales y los de conexión domiciliar en litros por segundo. Para el diseño del alcantarillado, las tuberías serán de PVC y quedarán sobre el nivel freático.

A continuación se muestra la siguiente tabla para tuberías que quedarán sobre el nivel freático:

$$Q_{inf} = 0,010 \times \text{Diametro } plg$$

Tabla XII. **Factor de infiltración**

Tubería	Q_{in} (L/s)
Cemento	0.025* diametro en plg
PVC	0.010* diametro en plg

Fuente: Infom. *Factores de infiltración para tubería PVC*. p. 10.

3.2.3. **Caudal de conexiones ilícitas**

Es el caudal ilegal por aguas de lluvia que se conecta en patios o bajadas de techos por error; existen métodos de los cuales se pueden mencionar:

Según el capítulo 2 del Infom $Q_{ci} = 0,10 * Q_{dom}$

Método racional $Q_{ci} = CIA / 360$

Municipalidad de Guatemala $Q_{ci} = (100 \text{ l/h/día} * \text{Núm. de hab}) / 86\ 400$

Textos y otras publicaciones $Q_{ci} = (150 \text{ l/h/día} * \text{Núm. de hab}) / 86\ 400$

Para este caso para el diseño del drenaje sanitario se utilizó el parámetro de diseño del Infom.

$$Q_{ci} = 0,10 * Q_{dom}$$

3.2.4. Caudal industrial

Es el agua negra proveniente de las industrias, como fábricas de textiles, licores, alimentos, entre otros. La dotación dependerá del tipo de industria, pero puede estimarse entre 1 000 a 1 800 lts/industria/día.

$$\emptyset Ind = \frac{\#ind \times Dot}{86\,400}$$

Para este proyecto no se tomará en cuenta el caudal industrial ya que no existen industrias.

3.2.5. Caudal comercial

Es el agua que se desecha de los comercios, restaurantes, hoteles, entre otros. Y la dotación comercial varía según el establecimiento a considerarse y puede estimarse entre 600 a 3 000 lts/comercio/día.

$$\emptyset Com = \frac{\#com \times Dot}{86\,400}$$

Para este proyecto no se tomará en cuenta el caudal comercial ya que no existen comercios.

3.3. Caudal sanitario

Es la sumatoria del caudal domiciliar, caudal comercial, caudal industrial, caudal de conexiones ilícitas y caudal de infiltración. Se utiliza para determinar el factor de caudal medio.

$$Q_s = \sum Q_d + Q_c + Q_i + Q_{inf} + Q_{ci}$$

3.4. Factor de caudal medio (fqm)

Este factor regula la aportación de caudal en la tubería, se determina por medio de la sumatoria de los caudales que contribuyen al sistema, (los antes mencionados), dividido el número de habitantes futuro.

$$fqm = \frac{Q_s}{\#hab. futuro}$$

Donde

Q s= caudal sanitario en litros por segundo

Fqm= factor caudal medio

Este factor debe ser mayor a 0,002 y menor que 0,005, considerando siempre que los valores no se alejen demasiado de los límites, ya que se podría caer en un sobrediseño o subdiseño, según sea el caso.

3.5. Factor de Harmond

El factor de Harmond o factor de flujo instantáneo es un factor de seguridad que involucra al número de habitantes a servir en un tramo determinado. Este factor actúa principalmente en la hora pico, es decir, en las horas que más se utiliza el sistema de drenaje. Se debe calcular para cada tramo de la red.

$$FH = \frac{18 + \sqrt{P/1\ 000}}{4 + \sqrt{P/1\ 000}}$$

Donde

FH= factor de Harmond

P= número de habitantes a servir expresado en miles de habitantes

3.6. Caudal de diseño

Es el caudal con que se diseñará cada tramo del sistema sanitario, de acuerdo a los datos obtenidos o investigados y aplicados en un período de diseño. Será la suma de: a) caudal máximo de origen doméstico, b) caudal de infiltración, c) caudal de conexiones ilícitas, d) aguas de origen industrial y comercial, según las condiciones particulares de estos establecimientos. Para este diseño no será incluido el caudal comercial e industrial.

El caudal de diseño de cada tramo será igual a multiplicar el factor de caudal medio, el factor de Harmond y el número de habitantes a servir

$$Qd = \#hab \times fqm \times FH$$

Donde

Qd= caudal de diseño en litros por segundo

FH= factor de Harmond

#hab = número de habitantes en cada uno de los tramos

Fqm= factor caudal medio

3.7. Cálculo de un tramo del sistema de drenaje sanitario

Se diseñará un tramo el cual ejemplifiqué como se realizó el cálculo del sistema de drenaje sanitario. Este tramo pertenece al colector principal y va del PV82 a PV83.

- Cálculo del tramo del PV82-PV83
 - Cota inicial (CI) = 71,74 m
 - Cota final (CF) = 69,88 m
 - Distancia horizontal (DH) = 40,40 m

- Cálculo de la pendiente del terreno

$$S\% = \frac{(CI - CF)}{D.H} \times 100 = \frac{(71,74 - 69,88)}{40,40} \times 100 = 4,60 \%$$

- Población de diseño

Viviendas del tramo anterior = 401

Viviendas del tramo a calcular = 15

Total viviendas = 416

Como se proyectó 6 habitantes por casa

$$\# \text{ habitantes} = 416 \times 6$$

$$\# \text{ habitantes} = 2\,496$$

$$Pf = Pa (1 + R)^T$$

$$Pf = 2\,496 (1 + 0,03)^{25}$$

$$Pf = 5\,227 \text{ hab}$$

Pa = 2 496 hab

R = 3 %

T = 25 años

Población futura = 5 227 hab

- Integración de caudales
 - Caudal domiciliar

Para el caudal domiciliar en este caso se utilizó un FDR de 0,85 y una dotación de 150 Lt/hab/día, ya que es el valor que la Municipalidad de Villa Nueva determinó que se utilizará.

$$\phi \text{ Dom} = \frac{\text{Dot} \times \# \text{hab} \times \text{FDR}}{86\,400}$$

$$\phi \text{ Dom} = \frac{150 \times 5\,227 \times 0,85}{86\,400}$$

$$\phi \text{ Dom} = 7,71 \text{ lt/s}$$

Dotación = 150 lts/hab/día

Factor de retorno = 0,85

Habitantes= 5 227 hab

Q Dom = 7,71 lts/seg

- Caudal de infiltración

Para el caudal de infiltración como se utilizó tubería de PVC, se utilizará el factor de 0,010 del Infom como se muestra en la tabla XII.

$$Q_{inf} = 0,010 \times \text{Diametro } plg$$

$$Q_{inf} = 0,010 \times 8''$$

$$Q_{inf} = 0,08 \text{ Lt/s}$$

Factor= 0,010

Diámetro de tubería = 8"

Q Inf = 0,08 lts/ seg

- Caudal de conexiones ilícitas

En este caso para el diseño del drenaje sanitario se utilizó el parámetro de diseño del Infom.

$$Q_{ci} = 0,10 * Q_{Dom}$$

$$Q_{ci} = 0,10 * 7,71 \text{ lt/s}$$

$$Q_{ci} = 0,77 \text{ lt/s}$$

Factor de Infom= 0,10

Q dom= 7,71 lt/s

Qci= 0,77 lt/s

- Caudal comercial

Para este diseño de drenaje sanitario el caudal comercial fue nulo, ya que no existen comercios cercanos al sistema.

- Caudal industrial

Para este diseño de drenaje sanitario el caudal industrial fue nulo, ya que no existen comercios cercanos al sistema.

- Caudal sanitario

Se toma la sumatoria del caudal domiciliar, caudal de infiltración y caudal de conexiones ilícitas.

$$Q_s = \sum Q_d + Q_c + Q_i + Q_{inf} + Q_{ci}$$

$$Q_s = 7,71 \frac{lt}{s} + 0,08 \frac{lt}{s} + 0,771 \frac{lt}{s} + 0 \frac{lt}{s} + 0 \frac{lt}{s}$$

$$Q_s = 8,56 \frac{lt}{s}$$

- Factor de caudal medio

$$f_{qm} = \frac{Q_s}{\#hab. futuro}$$

$$f_{qm} = \frac{8,56 \text{ lt/s}}{5\ 227 \text{ hab}}$$

$$f_{qm} = 0,001637 = 0,002$$

Qs= caudal sanitario

Hab= habitantes futuros

Fqm= 0,002

Para el fqm se utilizó el parámetro de Dirección General de Obras Públicas (DGOP), el cual indica que para un fqm < 0,002 se debe utilizar 0,002 y para un fqm > 0,005 se debe de utilizar 0,005. En este caso como el fqm es menor a 0,002 se utiliza 0,002.

- Factor de Harmond

$$FH = \frac{18 + \sqrt{P/1\ 000}}{4 + \sqrt{P/1\ 000}}$$

$$FH = \frac{18 + \sqrt{5\ 227/1\ 000}}{4 + \sqrt{5\ 227/1\ 000}}$$

$$FH = 3,2271$$

P= 5 227 hab

FH= 3,22

- Caudal de diseño

$$Qd = \#hab \times fqm \times FH$$

$$Qd = 5\ 227 \times 0,002 \times 3,2271$$

$$Qd = 33,73 \text{ lt/s}$$

Hab= habitantes futuros

Fqm= 0,002

FH= 3,22

Qd= 33,73 lt/s

- Diseño hidráulico

Para el diseño de sistemas de alcantarillado se debe considerar un aspecto importante, como lo es la pendiente del terreno, ya que de esta depende la pendiente que adoptará la tubería; asimismo, las cotas invert de entrada y salida, lo cual es básicamente lo que determina la profundidad de la localización de la tubería y la profundidad de los pozos de visita.

Diámetro de tubería 8"

Pendiente de tubería propuesta = 4 %

- Velocidad a sección llena

$$V = \left(\frac{0,03429}{0,01} \right) \times D^{2/3} \times s^{1/2}$$

$$V = \left(\frac{0,03429}{0,01} \right) \times 0,2032^{2/3} \times 0,04^{1/2}$$

$$V = 2,74 \frac{m}{s}$$

D= 0,2032 m

S tubería= 4 %

V= 2,74 m/s

- Capacidad a sección llena

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

$$A = \frac{\pi \times 0,2032^2}{4}$$

$$A = 0,03242 \text{ m}^2$$

$$D = 0,2032 \text{ m}$$

$$A = 0,03242 \text{ m}^2$$

$$Q = V \times A$$

$$Q = 2,74 \frac{\text{m}}{\text{s}} \times 0,03242 \text{ m}^2$$

$$Q = 88,96 \frac{\text{l}}{\text{s}}$$

$$A = 0,03242 \text{ m}^2$$

$$V = 2,74 \text{ m/s}$$

$$Q = 88,96 \text{ l/s}$$

Relaciones hidráulicas

$$\frac{q}{Q} = \frac{33,73 \text{ l/s}}{88,96 \text{ l/s}}$$

$$\frac{q}{Q} = 0,3792$$

Como $q < Q$, de las tablas de relaciones hidráulicas se obtiene los siguientes valores, (ver tabla XI).

$$\frac{v}{V} = 0,9302 \text{ y } \frac{d}{D} = 0,43$$

- Velocidad de diseño

$$v = 0,9302 \times 2,74 \frac{m}{s}$$

$$v = 2,548 \frac{m}{s}$$

Como la velocidad de diseño se encuentra dentro de los valores establecidos como se indica en la tabla II, este drenaje a un período de diseño de 25 años, su velocidad estaría dentro de lo permitido, por lo tanto cumple.

$$0,60 \text{ m/s} \leq 2,548 \text{ m/s} \leq 4 \text{ m/s}$$

- Tirante

$$\frac{d}{D} = 0,43$$

Como la altura de tirante para un período de diseño de 25 años se encuentra dentro de los valores establecidos, el tirante cumple.

$$0,10 \leq 0,43 \leq 0,75$$

- Cotas invert

Cota invert de salida del PV82

$$\text{CIS} = 69,85 - 0,08 = 69,77 \text{ m}$$

Cota invert de entrada al PV83

$$\text{CIE} = 69,77 - (40,40 \times 4 \%) / 100 = 68,15 \text{ m}$$

La diferencia entre altura entre la cota invert de entrada a la tubería del PV82 a la cota invert de salida a la tubería de PV83 es de 0,08, por lo tanto no se utiliza artefacto disipador, ya que:

$$0,08 \leq 0,25$$

- Profundidad del pozo de visita
 - PV82
 - Cota invert de salida= 69,77 m
 - Cota de terreno inicial= 71,74 m
 - Altura de pozo= 71,74-69,77 = 1,97 m = 2,00 m
 - PV83
 - Cota invert de salida= 68,09 m
 - Cota de terreno inicial= 69,88 m
 - Altura de pozo= 69,88-68,09 = 1,79 m = 1,80 m
- Excavación

$$Ex = \left(\frac{\text{prof de pozo inicial} - \text{prof de pozo final}}{2} \right) \times \text{Ancho de zanja} \times Dh$$

$$Ex = \left(\frac{2,00 \text{ m} - 1,80 \text{ m}}{2} \right) \times 0,60 \text{ m} \times 40,40 \text{ m}$$

$$Ex = 59,87 \text{ m}^3$$

- Relleno

$$R = Exc - \left(\frac{\pi}{4} x D^2 x 0,0254 \right) x Dh$$

$$R = 59,87 m^3 - \left(\frac{\pi}{4} x 8^2 x 0,0254 \right) x 40,40 m$$

$$R = 58,56 m^3$$

3.8. Resumen de valores adoptados

Período de diseño	25 años
Población actual	7 134 habitantes
Población futura	15 538 habitantes
Número de habitantes por casa	6 habitantes
Dotación	150 lts/hab/día
Factor de retorno	0,85 %
Velocidad mínima	0,60 m/s
Velocidad máxima	4,00 m/s
Diámetro mínimo	6 pulgadas

Tipo de tubería	PVC
Tirante mínimo	0,10 m
Tirante máximo	0,75 m
Profundidad mínima	0,90 m

3.9. Elaboración de planos

Con ayuda de software para diseño asistido por computadora, se muestran los planos en el apéndice, que en este diseño para el sistema de drenaje sanitario, son los siguientes:

- Planta general del drenaje sanitario
- Planta-perfil del drenaje sanitario
- Detalle de conexiones domiciliarias
- Detalle de pozos de visita

3.10. Presupuesto drenaje sanitario

La Municipalidad de Villa Nueva ha realizado recientemente algunos trabajos de este tipo, para lo cual ha utilizado tubería de PVC y desean continuar los trabajos con este tipo de tubería que, además de tener costos accesibles, brinda la oportunidad de dar trabajo a los habitantes del municipio.

A continuación se muestra la elaboración de un presupuesto de drenaje sanitario.

Tabla XIII. Presupuesto de drenaje sanitario

Núm	DESCRIPCIÓN DE RENGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO RENGLON
1,00	TRABAJOS PRELIMINARES				
1.01	Topografía, planimetría y altimetría (Incluye cuadrilla de topografía y equipo)	ml	5 000,00	Q 2,88	Q 14 386,33
1.02	Retiro de adoquín existente (incluye demolición, retiro y acarreo)	m2	1 687,00	Q 6,08	Q 10 256,75
SUB TOTAL					Q 24 643,08
2,00	TUBERÍA DE CONDUCCIÓN				
2.01	Tubería PVC Ø6" Novafort norma F949 (incluye suministro, colocación, excavación y relleno con material selecto)	ml	2 168,44	Q 232,64	Q 504 470,89
2.02	Tubería PVC Ø8" Novafort norma F949 (incluye suministro, colocación, excavación y relleno con material selecto)	ml	698,97	Q 309,22	Q 216 134,22
2.03	Tubería PVC Ø10" Novafort norma F949 (incluye suministro, colocación, excavación y relleno con material selecto)	ml	546,60	Q 423,54	Q 231 506,84
2.04	Tubería PVC Ø12" Novafort norma F949 (incluye suministro, colocación, excavación y relleno con material selecto)	ml	143,75	Q 539,34	Q 77 529,52
2.05	Tubería PVC Ø15" Novafort norma F949 (incluye suministro, colocación, excavación y relleno con material selecto)	ml	554,56	Q 748,40	Q 415 034,36
SUB TOTAL					Q 1 444 675,83
3,00	POZOS DE VISITA				
3.1	Construcción de pozo de visita para drenaje sanitario, ladrillo tayuyo 0,23x0,11x0,05m + brocal, diámetro interno de 1,25m Profundidad (1,20-2,50) m, sin refuerzo.	Unidad	54,00	Q 7 227,38	Q 390 278,73
3.2	Construcción de pozo de visita para drenajesanitario, ladrillo tayuyo 0,23x0,11x0,05m + brocal, diámetro interno de 1,25m Profundidad (2,51-4,00) m, sin refuerzo.	Unidad	31,00	Q 11 620,68	Q 360 241,08
3.3	Construcción de pozo de visita para drenaje sanitario, ladrillo tayuyo 0,23x0,11x0,05m + brocal, diámetro interno de 1,25m Profundidad (4,01-5,00) m, con refuerzo.	Unidad	11,00	Q 25 202,05	Q 277 222,60
SUB TOTAL					Q 1 027 742,41
4,00	TRABAJOS FINALES				
4.01	Colocación de adoquín 0,20x0,20x0,08	m2	1 687,00	Q 16,74	Q 28 246,67
SUB TOTAL					Q 28 246,67
COSTO TOTAL ESTIMADO					Q 2 525 307,99

Fuente: elaboración propia.

4. DISEÑO DE DRENAJE PLUVIAL

4.1. Coeficiente de escorrentía

Es el porcentaje del agua total llovida tomada en consideración, ya que no todo el volumen de precipitación pluvial drena por medio de la alcantarilla natural o artificial. Esto se debe a la evaporación, infiltración, retención del suelo, entre otros, por lo que existirá diferente coeficiente para cada tipo de terreno, el cual será mayor cuanto más impermeable sea la superficie.

El coeficiente de escorrentía promedio se calcula por medio de la siguiente relación:

$$c = \frac{\sum(c \times a)}{\sum a}$$

Donde

C = coeficiente de escorrentía promedio del área drenada

c = coeficiente de escorrentía en cada área parcial

a = área parcial (Ha)

Para el diseño del drenaje pluvial se utilizaron las siguientes tablas para la determinación del coeficiente de escorrentía. Estos valores están en función del tipo de superficie y el período de retorno.

Tabla XIV. Coeficiente de escorrentía

Característica de la superficie	Período de retorno (años)						
	2	5	10	25	50	100	500
Áreas desarrolladas							
Asfáltico	0.73	0.77	0.81	0.86	0.90	0.95	1.00
Concreto/techo	0.75	0.80	0.83	0.88	0.92	0.97	1.00
Zonas verdes (jardines, parques, etc.)							
<i>Condición pobre</i> (cubierta de pasto menor del 50% del área)							
Plano, 0-2%	0.32	0.34	0.37	0.40	0.44	0.47	0.58
Promedio, 2-7%	0.37	0.40	0.43	0.46	0.49	0.53	0.61
Pendiente, superior a 7%	0.40	0.43	0.45	0.49	0.52	0.55	0.62
<i>Condición promedio</i> (cubierta de pasto del 50 al 75% del área)							
Plano, 0-2%	0.25	0.28	0.30	0.34	0.37	0.41	0.53
Promedio, 2-7%	0.33	0.36	0.38	0.42	0.45	0.49	0.58
Pendiente, superior a 7%	0.37	0.40	0.42	0.46	0.49	0.53	0.60
<i>Condición buena</i> (cubierta de pasto mayor del 75% del área)							
Plano, 0-2%	0.21	0.23	0.25	0.29	0.32	0.36	0.49
Promedio, 2-7%	0.29	0.32	0.35	0.39	0.42	0.46	0.56
Pendiente, superior a 7%	0.34	0.37	0.40	0.44	0.47	0.51	0.58
Áreas no desarrolladas							
Área de cultivos							
Plano, 0-2%	0.31	0.34	0.36	0.40	0.43	0.47	0.57
Promedio, 2-7%	0.35	0.38	0.41	0.44	0.48	0.51	0.60
Pendiente, superior a 7%	0.39	0.42	0.44	0.48	0.51	0.54	0.61
Pastizales							
Plano, 0-2%	0.25	0.28	0.30	0.34	0.37	0.41	0.53
Promedio, 2-7%	0.33	0.36	0.38	0.42	0.45	0.49	0.58
Pendiente, superior a 7%	0.37	0.40	0.42	0.46	0.49	0.53	0.60
Bosques							
Plano, 0-2%	0.22	0.25	0.28	0.31	0.35	0.39	0.48
Promedio, 2-7%	0.31	0.34	0.36	0.40	0.43	0.47	0.56
Pendiente, superior a 7%	0.35	0.39	0.41	0.45	0.48	0.52	0.58

Fuente: CHOW, Ven Te. *Hidrología aplicada*. p. 511.

4.2. Intensidad de lluvia

Es el espesor de la lámina de agua por unidad de tiempo, suponiendo que el agua permanece en el sitio donde cayó. La forma en que se mide es en milímetros por hora.

La intensidad de lluvia se determina a través de registros pluviográficos elaborados por el Departamento de Hidrología del Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología (Insivumeh), con base en estaciones pluviométricas ubicadas en inmediaciones de la cabecera departamental.

La probabilidad de ocurrencia se tomará en 20 años, dada la fórmula proporcionada por el Insivumeh para el departamento de Guatemala:

$$I = \frac{A}{(t + B)^n}$$

Donde

I = intensidad de lluvia en milímetros por hora

t = tiempo de concentración en minutos

A, n y B= cte. en función del período de retorno

Tabla XV. **Constantes A, B y n**

INSIVUMEH	2	5	10	20	25	30	50	100
A	1 970	7 997	1 345	720	820	815	900	890
B	15	30	9	2	2	2	2	2
n	0,958	1,161	0,791	0,637	0,656	0,65	0,66	0,649
R2	0,989	0,991	0,982	0,981	0,973	0,973	0,981	0,981

Fuente: elaboración propia, basada en Insivumeh.

Figura 9. **Cuencas y estaciones de Guatemala**

Núm	NOMBRE ESTACIÓN	CUENCA	DEPTO.	MUNICIPIO
1	COBÁN	CAHABÓN	Alta Verapaz	Cobán
2	SAN JERÓNIMO	SALINAS	Baja Verapaz	S.Jeronimo
3	ALAMEDA ICTA	MOTAGUA	Chimaltenango	Chimaltenango
4	ESQUIPULAS	OLOPA	Chiquimula	Esquipulas
5	SABANA GRANDE	ACHIGUATE	Escuintla	Escuintla
6	PUERTO SAN JOSÉ	MARIA LINDA	Escuintla	S.Jose
7	CAMANTULUL	COYOLATE	Escuintla	Sta.Lucia Cotz.
8	INSIVUMEH	MARIA LINDA	Guatemala	Guatemala
9	HUEHUETENANGO	SELEGUA	Huehuetenango	Huehuetenango
10	PUERTO BARRIOS	MOTAGUA	Izabal	Puerto Barrios
11	POTRERO CARRILLO	MOTAGUA	Jalapa	Jalapa
12	LA CEIBITA	OSTUA-GUIJA	Jalapa	Monjas
13	ASUNCIÓN MITA	OSTUA-GUIJA	Jutiapa	Asuncion Mita
14	MONTUFAR	PAZ	Jutiapa	Moyuta
15	FLORES	S.PEDRO	Petén	Flores
16	EL PORVENIR	PASIÓN	Petén	Sayaxché
17	MORAZÁN	MOTAGUA	El Progreso	Morazán
18	LABOR OVALLE	SAMALÁ	Quezaltenango	Olintepeque
19	RETALHULEU	OCOSITO	Retalhuleu	Retalhuleu
20	LOS ESCLAVOS	LOS ESCLAVOS	Santa Rosa	Cuilapa
21	SANTIAGO ATITLÁN	ATITLÁN	Sololá	Santiago Atitlán
22	LA FRAGUA	GRANDE DE ZA	Zacapa	Estanzuela
23	LA UNIÓN	MOTAGUA	Zacapa	La Unión

Fuente: elaboración propia, basada en Insivumeh.

4.3. **Tiempo de concentración**

El tiempo de concentración es el tiempo necesario para que el agua superficial descienda desde el punto más alto hasta un punto en diseño, este se divide en: tiempo de entrada y tiempo en la tubería.

Para el diseño del drenaje pluvial se determinó el tiempo de concentración inicial es de 11,5 min por del método de cartas de velocidad.

$$tc = \frac{1}{60} \sum \frac{L}{V}$$

Donde

L= longitud de la trayectoria de flujo en pies

V= velocidad promedio en pies por segundo que se tarda el flujo en llegar al pozo

$$tc = \frac{1}{60} \sum \frac{688,884}{1}$$

$$tc = 11,50 \text{ min}$$

El tiempo de flujo dentro de la alcantarilla, para tramos consecutivos, se calcula de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$T2 = T1 + \frac{L}{60V}$$

Donde

T2 = tiempo de concentración en el tramo de estudio en minutos

T1 = tiempo de concentración en el tramo anterior en minutos

L = longitud del tramo anterior en metros

V = velocidad a sección llena en el tramo anterior en metros por segundo

4.4. Áreas tributarias

Para determinar el área tributaria es muy importante se tome en cuenta la topografía del terreno, para determinar los puntos donde pasará la mayor cantidad de agua y poder colocar los puntos de recolección pluvial, con esto luego se procede a dividir el área a drenar en áreas parciales tratando que sean polígonos de 3 lados, las que tributarán a un tragante determinado.

4.5. Caudal de diseño

Existen dos métodos para el cálculo del caudal de diseño: el empírico y el racional. En el presente estudio se utiliza el método racional, que asume que el caudal máximo para un punto dado se alcanza cuando el área tributaria está contribuyendo con su escorrentía. Durante un período de precipitación máxima, debe prolongarse durante un período igual o mayor que el que necesita, la gota de agua más lejana para llegar hasta el punto considerado.

Este método está representado por la siguiente fórmula:

$$Q = \frac{C I A}{360}$$

Donde

q = caudal metros cúbicos por segundo

C = coeficiente de escorrentía

I = intensidad de lluvia en milímetros por hora

A = área en hectáreas

4.6. Cálculo de un tramo del sistema de drenaje pluvial

Se diseñara un tramo el cual ejemplifiqué como se realizó el cálculo del sistema de drenaje pluvial. Este tramo pertenece al colector principal y va del PV85 a PVC86.

Cálculo del tramo PV85 a PV86

Cota inicial (CI) = 69,27 m

Cota final (CF) = 68,41 m

Distancia horizontal (DH) = 47,68 m

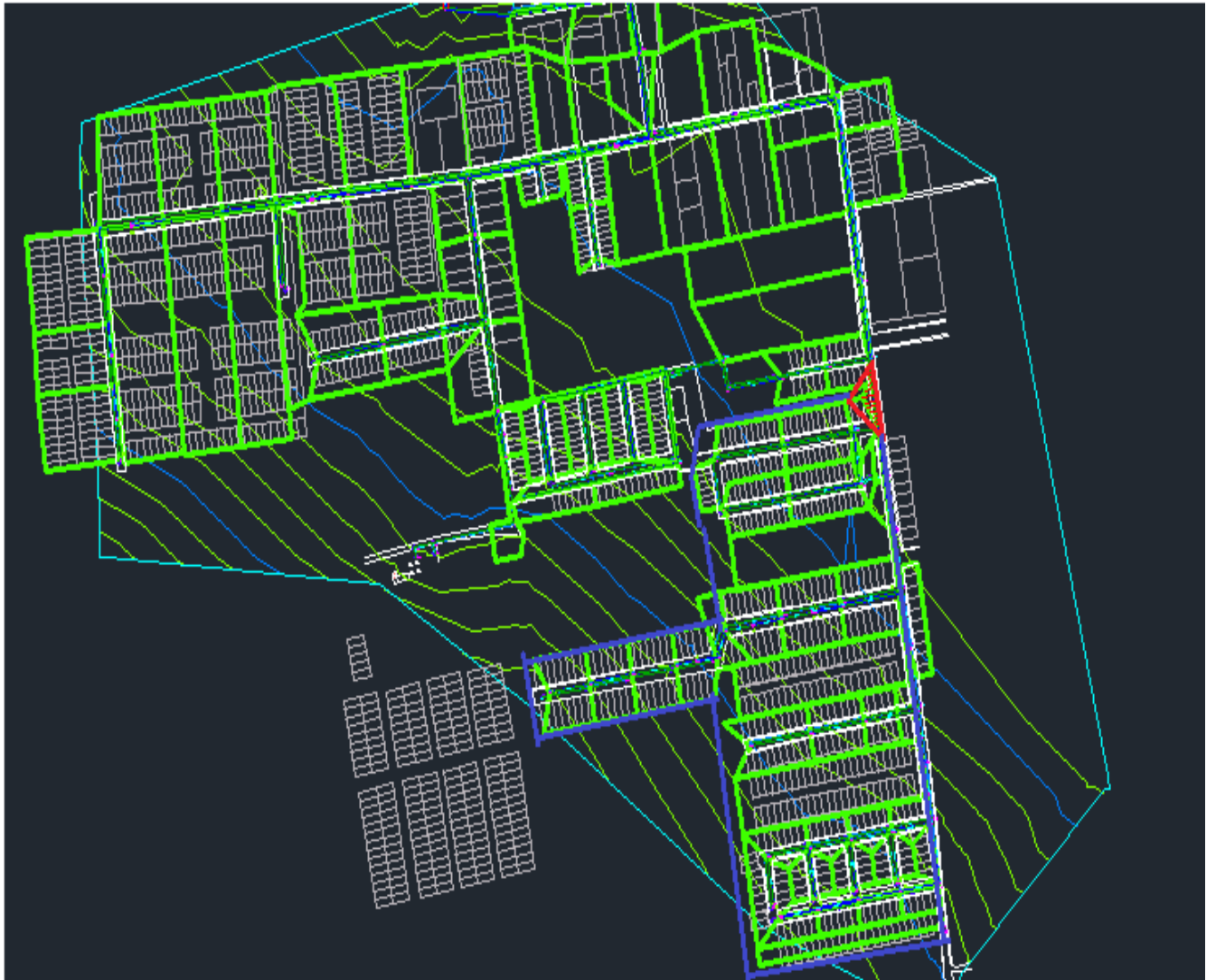
- Cálculo de la pendiente del terreno

$$S\% = \frac{(CI - CF)}{D.H} * 100 = \frac{(69,27 - 68,41)}{47,68} * 100 = 1,80 \%$$

- Cálculo de área tributaria

El área tributaria se determinó según la topografía del terreno y se utilizó la herramienta de civil 3D para atributar las áreas a utilizar en el diseño.

Figura 10. **Área tributaria**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD Civil 3D.

Área tributaria = 0,021 Ha

Área tributaria acumulada = 6,96 Ha

- Tiempo de concentración

Tiempo de concentración de tramo anterior = 12,71 min

Longitud del tramo anterior = 117,38 m

Velocidad del tramo anterior = 4,10 m/s

$$T2 = T1 + \frac{L}{60V}$$

$$T2 = 12.71 + \frac{117,38}{60 * 4,10}$$

$$T2 = 13,19 \text{ min}$$

- Intensidad de lluvia

Por medio de la tabla XIV, se obtuvieron los valores de A, B y n.

Tiempo de concentración = 13,19 min

A = 820

B = 2

n= 0,656

$$I = \frac{A}{(t + B)^n}$$

$$I = \frac{820}{(13,19 + 2)^{0,656}}$$

$$I = 137,63 \text{ mm/hr}$$

- Coeficiente de escorrentía

Por medio de la tabla XIII se determinaron los coeficientes “C” en función de la superficie y el tipo de superficie, y con base en eso se obtuvo un coeficiente de escorrentía “C” promedio con el cual se calculó el sistema.

$$\text{Área casas} = 15 \times 6 = 90 \text{ m}^2 \times 1\,174 \text{ casa} = 105,660 \text{ m}^2$$

$$\text{Área patios} = 6 \times 4 = 24 \text{ m}^2 \times 1\,174 \text{ casa} = 28,176 \text{ m}^2$$

$$\text{Área calles} = 236\,188,12 \text{ m}^2 - (105\,660 \text{ m}^2 + 28\,176 \text{ m}^2) = 102\,352,12 \text{ m}^2$$

$$c = \frac{\sum(c \times a)}{\sum a}$$

$$c = \frac{\sum(0,85 \times 105\,660 + 0,40 \times 28,176 + 0,80 \times 102\,352,12)}{\sum 105\,660 + 28\,176 + 102\,352,12}$$

$$c = 0,78$$

- Caudal de diseño

Coeficiente de escorrentía = 0,78

Área tributaria acumulada = 6,96 Ha

Intensidad de lluvia = 137,63 mm/hr

$$Q = \frac{C I A}{360}$$

$$Q = \frac{0,78 \times 137,63 \times 6,96}{360}$$

$$Q = 2,075 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

$$Q = 2,075,45 \frac{Lt}{s}$$

- Diseño hidráulico

Diámetro de tubería 36"

Pendiente de tubería propuesta = 1 %

- Velocidad a sección llena

$$V = \left(\frac{0,03429}{0,01} \right) x D^{2/3} x S^{1/2}$$

$$V = \left(\frac{0,03429}{0,01} \right) x 0,9144^{2/3} x 0,01^{1/2}$$

$$V = 3,74 \frac{m}{s}$$

D= 0,9144 m

S tubería= 1 %

V= 3, 74 m/s

- Capacidad a sección llena

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

$$A = \frac{\pi x (36" x 0,025)^2}{4}$$

$$A = 0,6361 m^2$$

$$D = 0,9144 \text{ m}$$

$$A = 0,6361 \text{ m}^2$$

$$Q = V \times A$$

$$Q = 3,74 \frac{\text{m}}{\text{s}} \times 0,6361 \text{ m}^2$$

$$Q = 2,38 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

$$A = 0,6361 \text{ m}^2$$

$$V = 3,74 \text{ m/s}$$

$$Q = 2\,378,36 \text{ l/s}$$

$$Q = 2,38 \text{ m}^3/\text{s}$$

- Relaciones hidráulicas

$$\frac{q}{Q} = \frac{2,075 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}}{2,38 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}}$$

$$\frac{q}{Q} = 0,872679$$

Como $q < Q$, de las tablas de relaciones hidráulicas se obtiene los siguientes valores, (ver tabla XI).

$$\frac{v}{V} = 1,1269 \text{ y } \frac{d}{D} = 0,723$$

- Velocidad de diseño

$$v = 1,1269 \times 3,74 \frac{m}{s}$$

$$v = 4,21 \frac{m}{s}$$

Como la velocidad de diseño se encuentra dentro de los valores establecidos como se indica en la tabla II, este drenaje a un período de retorno de 20 años, su velocidad estaría dentro de lo permitido, por lo tanto cumple.

$$0,75 \text{ m/s} \leq 4,21 \text{ m/s} \leq 5 \text{ m/s}$$

- Tirante

$$\frac{d}{D} = 0,43$$

Como la altura de tirante para un período de retorno de 20 años se encuentra dentro de los valores establecidos, el tirante cumple.

$$0,10 \leq 0,723 \leq 0,80$$

- Cotas invert

Cota invert de salida del PV85

$$\text{CIS} = 66,88 - 1,09 = 65,79 \text{ m}$$

Cota Invert de entrada al PV86

$$\text{CIE} = 65,79 - (47,68 \times 1 \%) / 100 = 65,31 \text{ m}$$

La diferencia entre altura entre la cota invert de entrada a la tubería del PV85 a la cota invert de salida a la tubería de PV86 es de 1,09, por lo tanto se debe utilizar un artefacto disipador, ya que esto puede causar daños de a la estructura.

$$0,76 m \leq x \leq 6 m$$

Para drenaje pluvia se debe de utilizar bandejas, ya que un codo disipador no es recomendable por la cantidad de caudal que está circulando.

Las dimensiones de bandejas se diseñaron de la siguiente manera:

Donde

A= largo de bandeja

B= ancho de bandeja

Tabla XVI. Dimensiones de bandejas

DÍAMETRO	A	B
1,25	0,60	0,60
1,50	0,75	0,75
1,75	0,90	0,90
2,00	1,00	1,00
2,25	1,10	1,10

Fuente: parámetro establecido por la Municipalidad de Villa Nueva.

Como el pozo PV85 es de un diámetro de 1,75, las dimensiones de las bandejas serán de 0,90 x 0,90 y la separación entre bandejas de 0,50 m.

- Profundidad del pozo de visita
 - PV85
 - Cota invert de salida= 65,79 m
 - Cota de terreno inicial= 69,27 m
 - Altura de pozo= 71,74-69,77 = 3,48 m = 3,50 m
 - PV86
 - Cota invert de salida= 65,13 m
 - Cota de terreno inicial= 68,41 m
 - Altura de pozo= 68,41-65,13 = 3,28 m = 3,30 m
- Excavación

$$Ex = \left(\frac{\text{prof de pozo inicial} - \text{prof de pozo final}}{2} \right) \times \text{Ancho de zanja} \times Dh$$

$$Ex = \left(\frac{3,50 \text{ m} - 3,30 \text{ m}}{2} \right) \times 1,35 \text{ m} \times 47,68 \text{ m}$$

$$Ex = 235,2868 \text{ m}^3$$

- Relleno

$$R = Exc - \left(\frac{\pi}{4} \times D^2 \times 0,0254 \right) \times Dh$$

$$R = 235,2868 \text{ m}^3 - \left(\frac{\pi}{4} \times 36^2 \times 0,0254 \right) \times 47,68 \text{ m}$$

$$R = 194,42 \text{ m}^3$$

4.7. Resumen de valores adoptados

Período de retorno	20 años
Caudal de diseño	$Q = \frac{CIA}{360}$
Coeficiente de escorrentía	0.78
Intensidad de lluvia	$I = \frac{820}{(t+2)^{0.656}}$
Tiempo de concentración	$T2 = T1 + \frac{L}{60V}$
Tramos iniciales	11,50 minutos
Velocidad mínima	0,75 m/seg
Velocidad máxima	5,00 m/seg
Diámetro mínimo	8 pulgadas
Tipo de tubería	PVC
Tirante mínimo	0,10 m
Tirante máximo	0,85 m
Profundidad mínima	0,90 m

4.8. Diseño de tragantes

En un tragante, la capacidad hidráulica es lo más importante, ya que de esto depende que tanta cantidad de flujo es capaz de captar en un determinado evento.

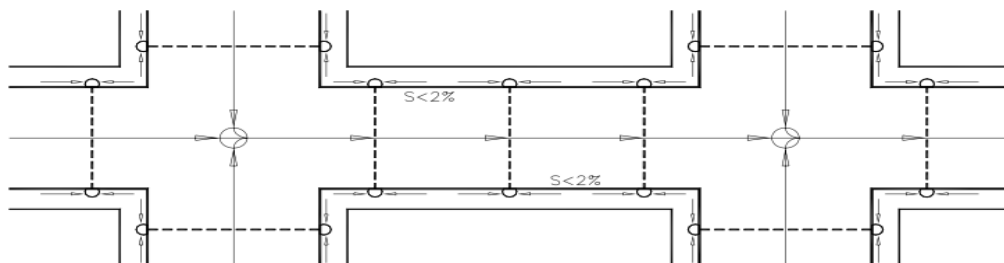
Para que la capacidad de captación de un tragante sea eficiente, este debe de depender de muchos factores como:

- Tipo de tragante
- Localización
- Pendiente del terreno
- Características del flujo
- Sedimentos arrastrados por el flujo

4.8.1. Localización de tragantes

Los tragantes son parte fundamental dentro del sistema de drenaje pluvial, es por eso que su localización es muy importante de determinar.

Figura 11. **Planta de distribución tragantes**

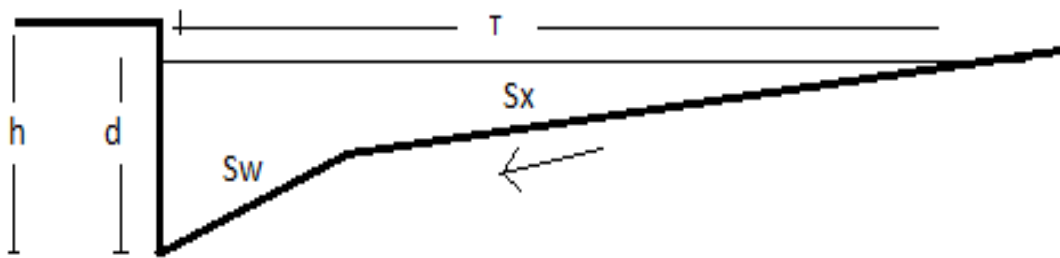


Fuente: HINDMAN, Paul. *Obras accesorias drenaje pluvial*. p. 45.

4.8.2. Geometría de tragante

Para determinar las características geométricas de un tragante, se deben calcular varios factores, como: el espejo de agua, el tirante de agua, el tirante máximo, el radio de flujo, la longitud efectiva, longitud propuesta y la eficiencia de captación.

Figura 12. Características geométricas del tragante



Fuente: elaboración propia, empleando Paint.

4.8.3. Espejo de agua (T)

Es el ancho de la superficie libre de agua y está en función de las características geométricas de la superficie.

Para el cálculo de el espejo de agua se utiliza la siguiente fórmula:

$$T = [(Q_n)/K_u S_x^{167} S_L^{0,5}]^{0,375}$$

Donde

Q = caudal metros cúbicos por segundo

$K_U = 0,376$ cte

S_x = pendiente transversal

n = coeficiente de rugosidad de la superficie

S_L = pendiente longitudinal

4.8.4. Tirante de agua parcial (d)

Es la altura parcial de un flujo en un determinado evento tal como se muestra en la figura y está en función del espejo de agua y la pendiente transversal.

Para el cálculo del tirante de agua se utiliza la siguiente fórmula:

$$d = T S_x$$

Donde

d = tirante de flujo en metros

T = espejo de agua en metros

S_x = pendiente transversal

4.8.5. Tirante de agua máximo (d_m)

Es la altura máxima a la que el flujo puede llegar en un determinado evento y está en función de la sección de la superficie y la pendiente transversal.

Para el cálculo del tirante máximo de agua se utiliza la siguiente fórmula:

$$d = \frac{\text{ancho de calle}}{2} S_x$$

Donde

d = tirante máximo (m)

S_x = pendiente transversal

4.8.6. Radio de flujo

Es la relación del flujo frontal al flujo total dentro del canal y la pendiente transversal. Este factor es adimensional y se utiliza para la pendiente equivalente (S_e).

Para el cálculo del radio de flujo se utiliza la siguiente fórmula:

$$E_o = 1 - \left(1 - \frac{W}{T}\right)^{2,67}$$

Donde

E_o = radio de flujo

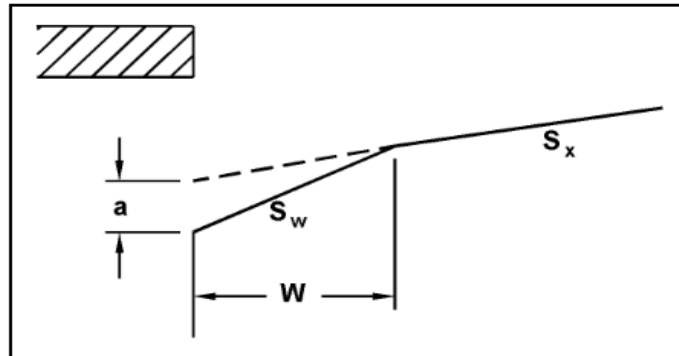
W = ancho de inclinación entre 0,40-0,60 metros

T = espejo de agua metros

4.8.7. Pendiente de inclinación

Es la pendiente que le da dirección al flujo hacia el tragante y está en función del ancho de inclinación (W) y altura del canal de depresión (a).

Figura 13. **Perfil de tragante**



Fuente: elaboración propia, empleando Paint.

$$S_w = \frac{a}{W}$$

Donde

W = ancho de cuenta poder ser entre 0,40 m – 0,60 metros

a = canal de depresión puede ser entre 0,025 m – 0,050 metros

S_w = pendiente dentro del tragante

4.8.8. **Pendiente equivalente**

Es la relación entre la pendiente transversal y la pendiente de inclinación con el radio de flujo.

$$S_e = S_x + S_w E_o$$

Donde

S_e = pendiente equivalente

E_o = radio de flujo

S_w = pendiente dentro del tragante

S_x = pendiente transversal

4.8.9. Longitud efectiva

Es la longitud que debe de tener el tragante para captar el 100 % del flujo superficial y está en función del caudal, la pendiente longitudinal, la pendiente equivalente (S_e) y un factor K_T .

$$L_T = K_T Q^{0,42} S_L^{0,3} [1/(S_e)]^{0,6}$$

Donde

L_T = longitud efectiva para captar el 100 % del flujo

$K_T = 0,817$

Q = caudal en metros cúbicos por segundo según el número de tragantes

S_L = pendiente longitudinal

S_e = pendiente equivalente

4.8.10. Eficiencia

Determina la cantidad de flujo que es captado por el tragante y está en función de la longitud efectiva y la longitud propuesta.

El porcentaje de captación puede estar entre 80 – 100 %, ya que está en función de las dimensiones del tragante y estas pueden variar según el diseñador, además, se debe recordar que el período de retorno es 20 años y la probabilidad de que ocurra el evento es impredecible.

$$E\% = 1 - \left[1 - \left(\frac{L}{L_T} \right) \right]^{1,8} \times 100$$

Donde

L = longitud propuesta según el diseñador en metros

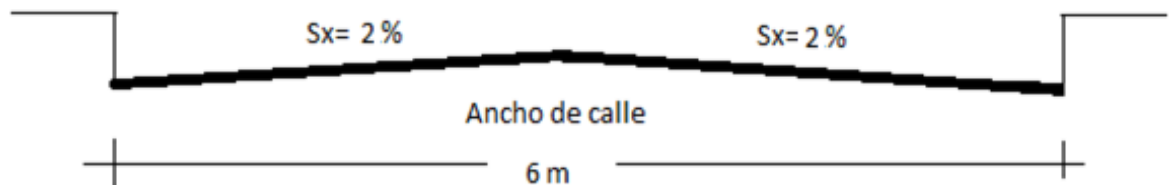
L_T = longitud efectiva en metros

4.8.11. Cálculo de tragante

Tragante 83

Para el cálculo de un tragante, primero es necesario determinar las características geométricas de la superficie, como la sección de la calle, la pendiente del terreno, la pendiente transversal y el tipo de superficie.

Figura 14. Seccion de calle



Fuente: elaboracion propia, empleando Paint.

Ancho de calle = 6 m

Pendiente transversal de la calle = 2 %

Pendiente longitudinal = según la ubicación del tragante

Caudal 82-83 = $0,007 \text{ m}^3/\text{s}$, dato obtenido del método racional

- Espejo de agua

$$Q = 0,007 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$K_U = 0,376 \text{ cte}$$

$$S_x = 0,02$$

$$n = 0,016$$

$$S_L = 0,081$$

$$T = [(Q_n)/K_u S_x^{1,67} S_L^{0,5}]^{0,375}$$

$$T = \left[\frac{(0,007 \text{ m}^3/\text{s})}{0,376 \times 0,02^{1,67} \times 0,081^{0,5}} \right]^{0,375}$$

-

$$T = 0,84 \text{ m}$$

El espejo de agua cumple con los parametros, ya que este debe ser menor o igual a 3 m.

- Tirante de agua máximo (d_m)

S_x = pendiente transversal

$$d = \frac{\text{ancho de calle}}{2} S_x$$

$$d = \frac{6 \text{ m}}{2} \times 0,02$$

$$d = 0,06$$

- Tirante de agua parcial (d)

$$T = 0,84 \text{ (m)}$$

$$S_x = 0,02$$

$$d = T S_x$$

$$d = 0,84 \times 0,02$$

$$d = 0,02$$

El tirante parcial está dentro de los parametros, ya que el tirante parcial debe de ser menor a tirante máximo.

- Radio de flujo

W = para este diseño se propuso 0,60 (m)

$$T = 0,84 \text{ (m)}$$

$$E_o = 1 - \left(1 - \frac{W}{T}\right)^{2,67}$$

$$E_o = 1 - \left(1 - \frac{0,60 \text{ m}}{0,84 \text{ m}}\right)^{2,67}$$

$$E_o = 0,996$$

- Pendiente de inclinación

W = para este diseño se propuso 0,60 (m)

a = para este diseño canal se propuso 0,050 (m)

$$S_w = \frac{a}{W}$$

$$S_w = \frac{0,050 \text{ m}}{0,60 \text{ m}}$$

$$S_w = 0,083$$

- Pendiente equivalente

$$E_o = 0,996$$

$$S_w = 0,083$$

$$S_x = 0,02$$

$$S_e = S_x + S_w E_o$$

$$S_e = 0,02 + 0,083 * 0,966$$

$$S_e = 0,103$$

- Longitud efectiva

Para dos tragantes en el PV83

$$K_T = 0,817$$

$$Q = 0,007 \text{ m}^3/\text{s} / 2 = 0,0035 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$S_L = 0,081$$

$$S_e = 0,103$$

$$L_T = K_T Q^{0,42} S_L^{0,3} [1/(S_e)]^{0,6}$$

$$L_T = 0,817 * \left(0,0035 \frac{m^3}{s}\right)^{0,42} * 0,081^{0,3} * \left[\frac{1}{(0,103)}\right]^{0,6}$$

$$L_T = 1,69 \text{ m}$$

- Eficiencia

L = 1,50 m longitud propuesta

$L_T = 1,69 \text{ (m)}$

$$E\% = 1 - \left[1 - \left(\frac{L}{L_T}\right)\right]^{1,8} \times 100$$

$$E\% = 1 - \left[1 - \left(\frac{1,50 \text{ m}}{1,69 \text{ m}}\right)\right]^{1,8} \times 100$$

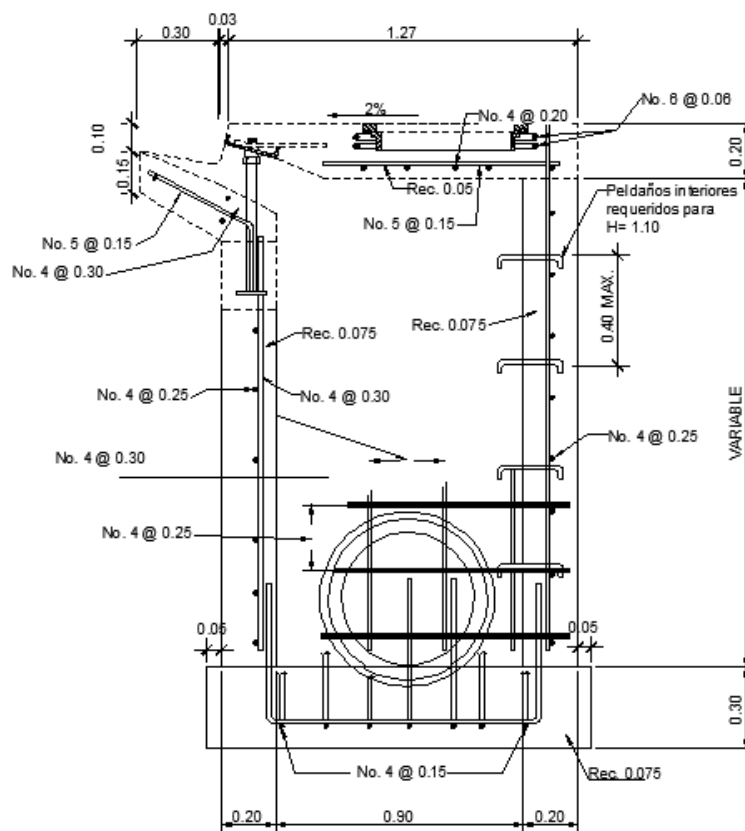
$$E\% = 98,04 \%$$

La eficiencia del tragante si se utilizará la longitud propuesta y se colocaran dos tragantes en el PV83, el tragante estaría dentro de los parámetros, ya que la eficiencia debe de ser mayor o igual a 80 %.

4.9. Detalle de tragantes

Los detalles de los tragantes tipo R fueron establecidos por la Municipalidad de Villa Nueva.

Figura 15. Perfil tragante tipo R



Fuente: criterio de la Municipalidad de Villa Nueva, empleando AutoCAD 2014.

4.10. Presupuesto drenaje pluvial

A continuación se muestra la elaboración de un presupuesto de drenaje sanitario.

Tabla XVII. Presupuesto drenaje pluvial

Núm	DESCRIPCIÓN DE RENGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO RENGLÓN
1,00	TRABAJOS PRELIMINARES				
1.01	Topografía, planimetría y altimetría (Incluye cuadrilla de topografía y equipo)	ml	5000,00	Q 2,88	Q 14 386,33
1.02	Retiro de adoquin existente (incluye demolición, retiro y acarreo)	m ²	1687,00	Q 6,08	Q 10 256,75
SUB TOTAL					Q 24 643,08
2,00	TUBERIA DE CONDUCCION				
2.01	Tubería PVC Ø10" Novafort norma F949 (incluye suministro, colocación, excavación y relleno con material selecto)	ml	1443,05	Q 423,54	Q 611 189,02
2.02	Tubería PVC Ø12" Novafort norma F949 (incluye suministro, colocación, excavación y relleno con material selecto)	ml	514,61	Q 539,32	Q 277 538,53
2.03	Tubería PVC Ø15" Novafort norma F949 (incluye suministro, colocación, excavación y relleno con material selecto)	ml	368,95	Q 748,40	Q 276 123,36
2.04	Tubería PVC Ø18" Novafort norma F949 (incluye suministro, colocación, excavación y relleno con material selecto)	ml	344,20	Q 1 114,23	Q 383 519,63
2.05	Tubería PVC Ø24" Novafort norma M304 (incluye suministro, colocación, excavación y relleno con material selecto)	ml	227,10	Q 1 572,93	Q 357 212,25
2.06	Tubería PVC Ø36" Novafort norma M304 (incluye suministro, colocación, excavación y relleno con material selecto)	ml	390,69	Q 3 316,10	Q 1 295 566,36
2.07	Tubería PVC Ø42" Novafort norma M304 (incluye suministro, colocación, excavación y relleno con material selecto)	ml	804,16	Q 4 417,79	Q 3 552 606,48
SUB TOTAL					Q 6 753 755,63
3,00	POZOS DE VISITA				
3.1	Construcción de pozo de visita para drenaje pluvial, ladrillo tayuyo 0.23x0.11x0.05m + brocal, diámetro interno de 1.25m Profundidad (1.20-2.50) m, sin refuerzo.	Unidad	26,00	Q 7 433,92	Q 193 281,94
3.2	Construcción de pozo de visita para drenaje pluvial, ladrillo tayuyo 0.23x0.11x0.05m + brocal, diámetro interno de 1.25m Profundidad (2.51-4.00) m, sin refuerzo.	Unidad	27,00	Q 12 269,56	Q 331 278,07
3.3	Construcción de pozo de visita para drenaje pluvial, ladrillo tayuyo 0.23x0.11x0.05m + brocal, diámetro interno de 1.25m Profundidad (4.01-5.00) m, con refuerzo.	Unidad	12,00	Q 25 970,97	Q 311 651,59
3.4	Construcción de pozo de visita para drenaje pluvial, ladrillo tayuyo 0.23x0.11x0.05m + brocal, diámetro interno de 1.25m Profundidad (5.01-6.00) m, con refuerzo.	Unidad	1,00	Q 31 144,30	Q 31 144,30
3.5	Construcción de pozo de visita para drenaje pluvial, ladrillo tayuyo 0.23x0.11x0.05m + brocal, diámetro interno de 1.50m Profundidad (2.51-4.00) m, sin refuerzo.	Unidad	2,00	Q 17 158,84	Q 34 317,68
3.6	Construcción de pozo de visita para drenaje pluvial, ladrillo tayuyo 0.23x0.11x0.05m + brocal, diámetro interno de 1.50m Profundidad (4.01-5.00) m, con refuerzo.	Unidad	3,00	Q 27 509,08	Q 82 527,24
3.7	Construcción de pozo de visita para drenaje pluvial, ladrillo tayuyo 0.23x0.11x0.05m + brocal, diámetro interno de 1.50m Profundidad (5.01-6.00) m, con refuerzo.	Unidad	2,00	Q 36 396,89	Q 72 793,77
3.8	Construcción de pozo de visita para drenaje pluvial, ladrillo tayuyo 0.23x0.11x0.05m + brocal, diámetro interno de 1.75m Profundidad (2.51-4.00) m, con refuerzo.	Unidad	2,00	Q 19 247,81	Q 38 495,61
3.9	Construcción de pozo de visita para drenaje pluvial, ladrillo tayuyo 0.23x0.11x0.05m + brocal, diámetro interno de 1.75m Profundidad (4.01-5.00) m, con refuerzo.	Unidad	3,00	Q 34 866,90	Q 104 600,71
3.1	Construcción de pozo de visita para drenaje pluvial, ladrillo tayuyo 0.23x0.11x0.05m + brocal, diámetro interno de 1.75m Profundidad (5.01-6.00) m, con refuerzo.	Unidad	2,00	Q 40 480,45	Q 80 960,89
3.11	Construcción de pozo de visita para drenaje pluvial, ladrillo tayuyo 0.23x0.11x0.05m + brocal, diámetro interno de 2.00m Profundidad (1.20-4.00) m, con refuerzo.	Unidad	5,00	Q 34 215,84	Q 171 079,22
3.12	Construcción de pozo de visita para drenaje pluvial, ladrillo tayuyo 0.23x0.11x0.05m + brocal, diámetro interno de 2.00m Profundidad (4.01-6.00) m, con refuerzo.	Unidad	10,00	Q 43 036,39	Q 430 363,93
SUB TOTAL					Q 1 882 494,95
4,00	TRABAJOS FINALES				
4.01	Colocación de adoquin 0.20x0.20x0.08	m ²	1687,00	Q 16,74	Q 28 246,67
SUB TOTAL					Q 28 246,67
5,00	TRAGANTES TIPO R				
5.01	TRAGANTES TIPO R	Unidad	139,00	Q 7 278,71	Q 1 011 740,69
SUB TOTAL					Q 1 011 740,69
COSTO TOTAL ESTIMADO					Q 9 700 881,02

Fuente: elaboración propia.

5. VULNERABILIDAD DEL PROYECTO

Vulnerabilidad es el grado de daños susceptibles de experimentar por las personas, edificaciones, instalaciones, sistemas cuando están expuestos a la ocurrencia de un fenómeno natural.

Guatemala, por su ubicación geográfica y características geológicas es un país que está sujeto a amenazas naturales de tipo geológico, tales como terremotos, erupciones volcánicas, derrumbes y deslizamientos de tierras, y las de tipo climático tales como huracanes que producen inundaciones, derrumbes y deslaves, así como también en una pequeña parte de Guatemala sufre de sequías.

La Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres (Conred) clasifica las amenazas naturales que afectan Guatemala de la forma siguiente:

- Sismos
- Vulcanismo
- Colapso de suelos
- Deslizamientos
- Derrumbes
- Hundimientos
- Maremotos
- Flujo de lodos
- Hidrometeorológico
- Huracanes
- Inundaciones

- Sequías

5.1. Riesgos

A continuación se describen los riesgos y daños que ocasionan a los sistemas de saneamiento los diferentes fenómenos naturales.

5.1.1. Terremotos

- Destrucción parcial o total de las conexiones domiciliarias, pozos de visita, tuberías y unidades de tratamiento.
- Rotura de tubería por hundimientos de terrenos.
- Contaminación del agua subterránea o del sistema de agua por fugas.
- Daños a la propiedad privada y pública por fugas.

5.1.2. Actividad volcánica

- Rotura de tubería, fisuras en pozos de visita y unidades de tratamiento.
- Riesgo de contaminación del agua potable.
- Obstrucción parcial o total de las unidades por la ceniza.
- Riesgo de taponamiento de la red pluvial por la cantidad de lodos y cenizas.
- Taponamiento de las descargas cercanas a los cuerpos de agua por la cantidad de lodos.

5.1.3. Deslizamientos hundimientos

- Rotura de tubería, fisuras en pozos de visita, conexiones domiciliarias y unidades de tratamiento.
- Riesgo de contaminación del agua potable así como del agua subterránea.
- Pérdidas de sistemas de infiltración domiciliar.

5.1.4. Huracanes e inundaciones

- Destrucción parcial de la red de conducción, pozos de visita y conexiones domiciliarias.
- Inundación de calles, avenidas y propiedad privada.
- Destrucción parcial total de las unidades de tratamiento.
- Pérdidas de sistemas de infiltración domiciliar.

5.1.5. Sequías

- Abandono del sistema por falta de agua.
- Generación de malos olores en la red por sedimentación de materia orgánica.

5.2. Medidas de contingencia

Ante estas amenazas, si no se cuenta con un plan para atender las emergencias que las fuerzas de la naturaleza puedan provocar, la mayoría de ellas se transforman en desastres regionales o nacionales, que no solo afectan a las personas que viven en las áreas vulnerables sino que también afecta a

toda la infraestructura social existente, sobresaliendo entre ellos los sistemas de agua y saneamiento.

En Guatemala no existe un plan unificado para atender a los sistemas de saneamiento básico que permita reducir los daños a dichos sistemas en caso de desastre y, las instituciones nacionales se ven en la necesidad de crear un plan de emergencia durante o inmediatamente después de ocurrido el fenómeno, lo que conduce a pérdida de recursos, duplicación de esfuerzos y amenaza de epidemias si los sistemas de saneamiento no son restablecidos lo antes posible.

Es necesario evaluar el 100 % de los sistemas de saneamiento con que se cuenta, así como hacer una descripción de los mismos, sus componentes, población atendida, año de ejecución y otros datos importantes así como un croquis de los mismos.

Capacitar a los habitantes en la inspección y mantenimiento de los sistemas de saneamiento y realizar dichas tareas para detectar posibles obstrucciones dentro de las tuberías.

CONCLUSIONES

1. La realización del proyecto de drenaje sanitario beneficiará a las colonias de San José Villa Nueva de múltiples maneras, de las cuales se pueden mencionar: la eliminación de focos de contaminación y proliferación de enfermedades y se mejorará el ornato del municipio.
2. La implementación del drenaje pluvial evitará la formación de avenidas y solucionará el problema de deterioro de calle y transitabilidad.
3. Se diseñó un sistema de drenaje separativo, porque las instituciones que invierten en este tipo de proyectos no autorizan la construcción de sistemas combinados, además se presenta la posibilidad de construir el drenaje sanitario y pluvial en diferentes etapas y por la economía que se obtiene en el tratamiento de las aguas residuales.
4. Con la ejecución del diseño de drenaje sanitario y pluvial se beneficiará a más de 8 000 personas, con un tiempo de vida útil de 25 años.
5. El Ejercicio Profesional Supervisado permite aplicar los conocimientos adquiridos durante la formación académica, en la solución de problemas reales que se presentan frecuentemente en áreas urbanas y rurales, dando lugar a que se adquiriera experiencia, madurez y criterio.

RECOMENDACIONES

1. El drenaje pluvial es factible únicamente si se implementa la pavimentación de las calles.
2. Una vez finalizada la construcción de dichos proyectos, se brinde el mantenimiento de limpieza, supervisión y cuidado correspondiente, con el objetivo de obtener obras durables y en buen estado.
3. Se deberá garantizar la supervisión de los trabajos, por parte de un profesional durante el proceso de construcción.
4. Si hay tardanza en la ejecución de la obra se recomienda revisar los presupuestos porque los costos varían.
5. Utilizar los materiales de construcción con las calidades establecidas en las especificaciones y los planos, y que el ejecutor sea calificado para realizar un trabajo de óptima calidad.
6. Implementar el sistema con planta de tratamiento es más eficiente en comparación del sistema de fosa séptica y pozo de absorción, dado el número de habitantes a servir.

BIBLIOGRAFÍA

1. CABRERA RIPIELE, Ricardo A. *Apuntes de Ingeniería Sanitaria 2*. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 1989. 135. p.
2. COMPORT, Brendan E.; THORNTON, Cristopher. *Hydraulic efficiency of grate and curb inlets for urban storm drainage*. Journal of Hydraulic Engineering, October 2012, vol. 138, No. 10 pp. 878-884.
3. CONTRERAS ÁLVAREZ, Ismael. *Diseño de alcantarillado sanitario y pluvial de las colonias Monte Carlo y Las Brisas I Y II, del municipio de Villa Nueva, departamento de Guatemala*. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2007. 71. p.
4. CHOW, Ven Te. *Hidrología Aplicada*. 4a ed. México: McGraw-Hill, 1994. 584. p.
5. GÁLVEZ ÁLVAREZ, Hugo Alejandro. *Planificación y diseño de los sistemas de drenaje sanitario y pluvial de la cabecera municipal de Pasaco, Jutiapa*. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2004. 77. p.

6. HINDMAN, Paul. *Obras accesorias drenaje pluvial*. Perú: UNI, 2007. 150. p.

7. MARTÍN GONZÁLEZ, Eduardo Antonio de la Trinidad. *Diseño de la red de drenaje sanitario para la aldea de San José, municipio de Villa Nueva*. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Ingeniería. 1998. 66. p.

APÉNDICES

APÉNDICE 1. CALCULO DE DRENAJE SANITARIO Y PLUVIAL DE SAN JOSÉ VILLA NUEVA.

- Hojas de cálculo
 - Diseño de drenaje sanitario
 - Diseño de drenaje pluvial
 - Diseño de tragante

APÉNDICE 2. PLANOS DE DRENAJE SANITARIO DE SAN JOSÉ VILLA NUEVA

- Listado de planos de drenaje sanitario
 - Planta curvas de nivel
 - Planta densidad de vivienda
 - Planta general del sistema
 - Planta perfil tramo 1
 - Planta perfil tramo 2, 3, 4, 5
 - Planta perfil tramo 6
 - Planta perfil tramo 7
 - Planta perfil tramo 8
 - Planta perfil tramo 8 continuación
 - Planta perfil tramo 9, 10
 - Planta perfil tramo 11
 - Planta perfil tramo 12, 13, 14
 - Planta perfil tramo 15

- Planta perfil tramo 16
- Planta perfil tramo 17
- Planta perfil tramo 18, 19, 20
- Planta perfil tramo 21
- Planta perfil tramo 22
- Planta perfil tramo 23, 24, 25
- Planta perfil tramo 26
- Planta perfil tramo 27
- Planta perfil tramo 27 continuación
- Planta perfil tramo 27 continuación
- Planta perfil tramo 27 continuación
- Planta perfil tramo 28
- Detalle de pozo de visita y caja de registro

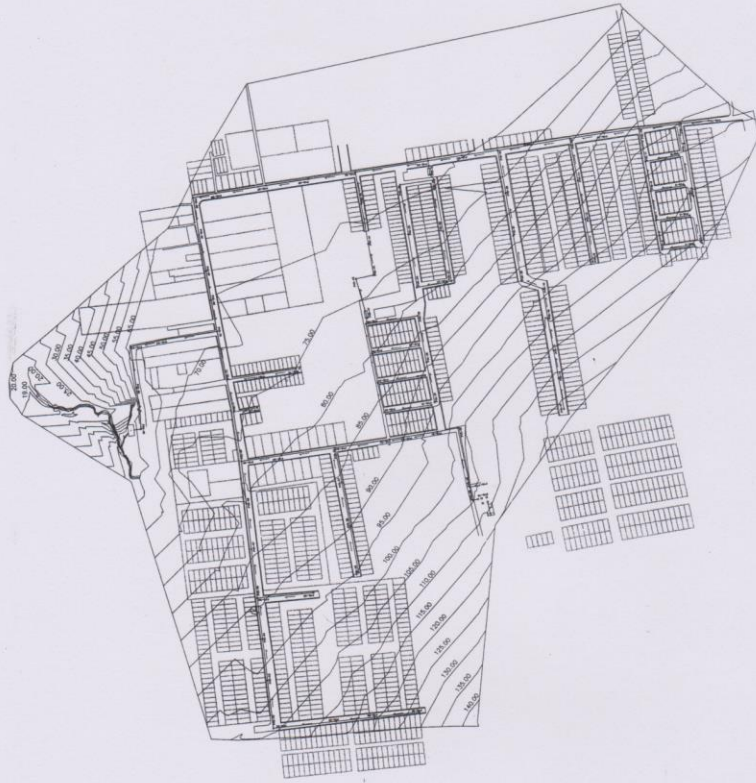
APÉNDICE 3. PLANOS DE DRENAJE PLUVIAL DE SAN JOSÉ VILLA NUEVA

- Listado de planos de drenaje pluvial
 - Planta curvas de nivel
 - Planta general del sistema
 - Planta perfil tramo 1
 - Planta perfil tramo 2, 3, 4, 5
 - Planta perfil tramo 6
 - Planta perfil tramo 7
 - Planta perfil tramo 8
 - Planta perfil tramo 8 continuación
 - Planta perfil tramo 9, 10
 - Planta perfil tramo 11
 - Planta perfil tramo 12, 13, 14

- Planta perfil tramo 15
- Planta perfil tramo 16
- Planta perfil tramo 17, 18
- Planta perfil tramo 18, 19
- Planta perfil tramo 19
- Planta perfil tramo 19
- Planta perfil tramo 19, 20
- Planta perfil tramo 20
- Planta perfil tramo 20
- Planta perfil tramo 20
- Planta perfil tramo 20, 21, 22
- Planta perfil tramo 23, 24
- Detalle de pozo de visita
- Detalle de pozo de visita y tragante



NOMENCLATURA	
○	POZO DE AGUA
—	RED DE AGUA
—	RED DE SANEAMIENTO
○	CONEXION DOMICILIAR
—	CONEXION INDUSTRIAL
—	CONEXION DE TRATAMIENTO
—	NO



Universidad de San Carlos de Guatemala
Ing. Jorge Rodríguez Serrano
COORDINADOR DE EPS
Catedra de Ingenieria y EPS
Escuela de Ingenieria y EPS
Facultad de Ingenieria y Arquitectura

PLANTA GENERAL

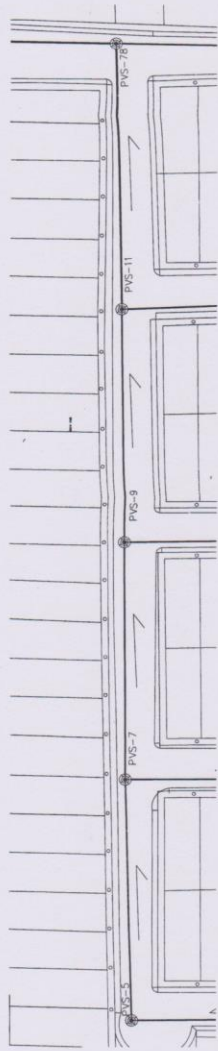
NO. DE PLANOS: 25

NO. DE PLANOS: 2

NO. DE PLANOS: 03

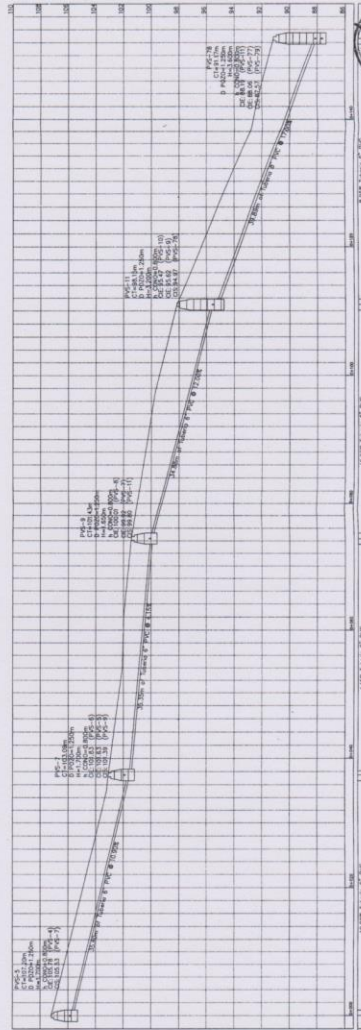
NO. DE PLANOS: 25

PLANTA GENERAL
EPS - 1000



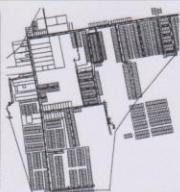
NOMENCLATURA	
PVS	POZO DE CITA SANITARIO
CT	COTA DE TERRENO
H	ALTURA POZO
H	CONO ALTURA DE CONO
DE	COTA INVERT ENTRADA
DS	COTA INVERT SALIDA
D	POZO (DIAMETRO DE POZO)
S	SUPERFICIE DE TERRENO
D	DIRECCION DE FLUJO
T	TUBERIA PVC
P	POZO DE VISTA
O	CONCENOM DOMICLIAM
□	DOMICLIO
■	PLANTA DE TRATAMIENTO

PLANTA PV-DS-5 A PV-DS-78
Escala: 1:1000
TRAMO 5



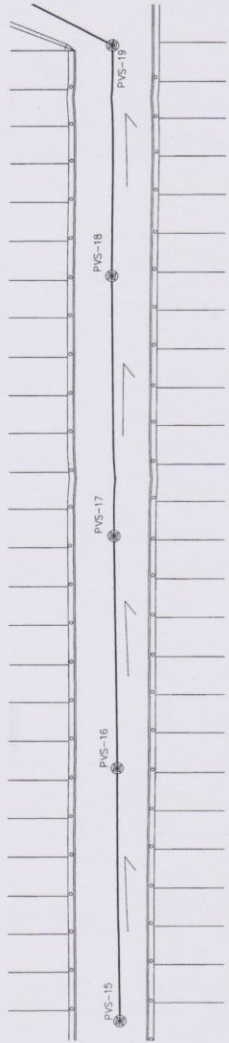
PERFIL PV-DS-5 A PV-DS-78
Escala: 1:1000
TRAMO 5

PLANTA DE REFERENCIA



INFORMACION DEL PROYECTO	
PROYECTO	PROYECTO DE RECONSTRUCCION DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE LA COMUNIDAD DE SAN CARLOS DE GUAYAMA
FECHA	15/08/2018
PROYECTANTE	ING. JUAN CARLOS GONZALEZ
PROYECTO	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE LA COMUNIDAD DE SAN CARLOS DE GUAYAMA
FECHA	15/08/2018
PROYECTANTE	ING. JUAN CARLOS GONZALEZ

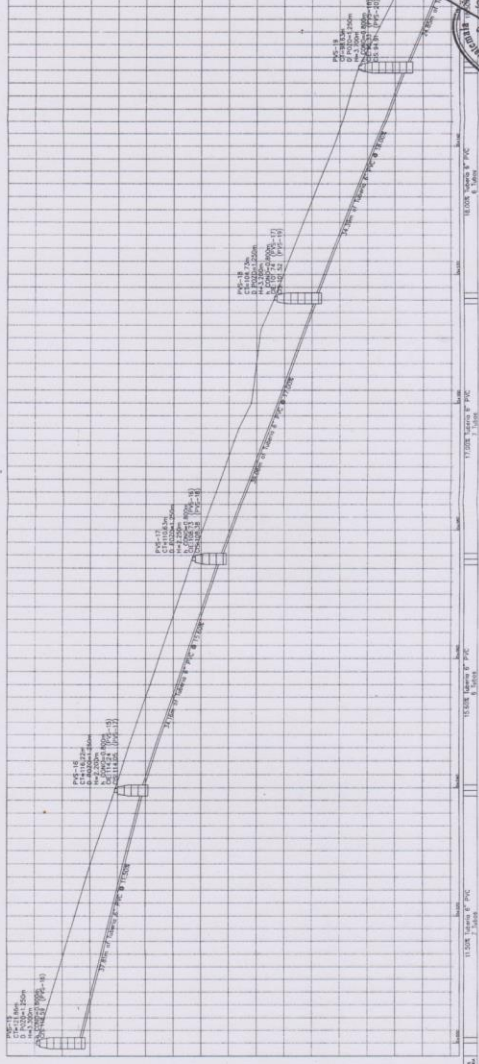




PLANTA PV-DS-15 A PV-DS-19
 ESC. 1/500
 TRAMO 1

NOMENCLATURA	
PVS	POZO DE VISITA SANEADO
CT	COTA DE TERRENO
M	ALTURA POZO
A	ALCANTARILLA DE CORPO
DE	COTA INVERT ENTRADA
DS	COTA INVERT SALIDA
D	POZO DIAMETRO DE POZO
→	DIRECCION DE FLUJO
—	TUBERIA PVC
○	POZO DE VISITA
○	CONEXION DOMICILIAR
□	DOMICILIO
■	PLANTA DE TRATAMIENTO

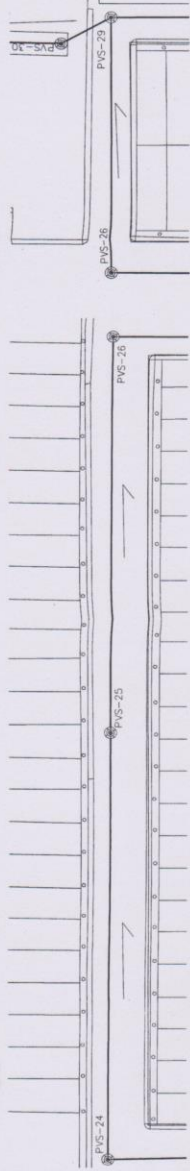
PLANTA DE REFERENCIA



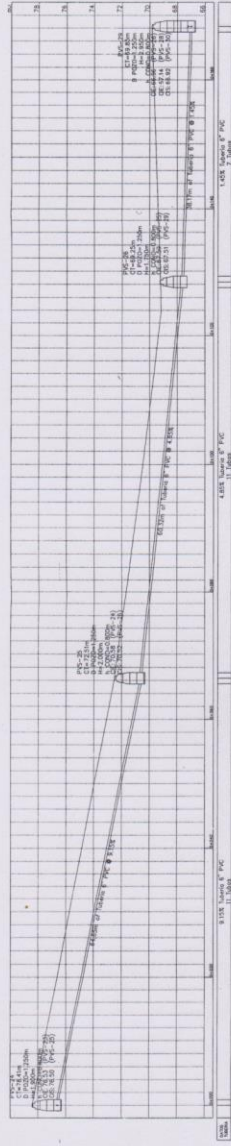
PERFIL PV-DS-15 A PV-DS-19
 ESC. 1/100
 TRAMO 1

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
 INGENIERIA EN SISTEMAS DE AGUAS Y SANEAMIENTO
 PLANEA, PERFILES PV-DS-15 A PV-DS-19
 AREA 4 - 2018
 AREA DE INGENIERIA CIVIL
 DR. EDUARDO GONZALEZ

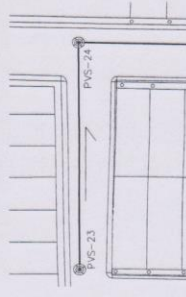
FECHA DE ENTREGA	2018
FECHA DE CALIFICACION	2018
FECHA DE DEFENSA	2018
FECHA DE GRADUACION	2018



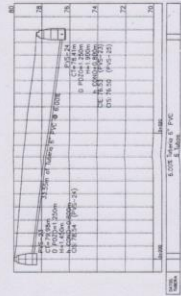
PLANTA PV-DS-24 A PV-DS-29
 ESC. 1/100
 TRAMO 18



PERFIL PV-DS-24 A PV-DS-29
 ESC. 1/100
 TRAMO 18

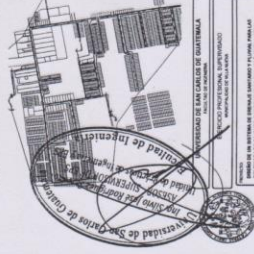


PLANTA PV-DS-23 A PV-DS-24
 ESC. 1/100
 TRAMO 5



PERFIL PV-DS-23 A PV-DS-24
 ESC. 1/100
 TRAMO 5

PLANTA DE REFERENCIA



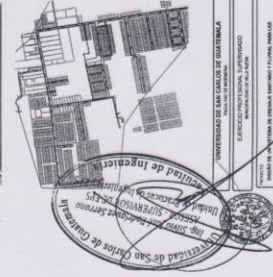
NOMENCLATURA	
PVS	POZO DE VISITA SANITARIO
CT	COTA DE TERRENO
H	ALTIURA POZO
N	COMO ALTIURA DE CONGO
CE	COTA INVERT ENTADA
CS	COTA INVERT SALIDA
D	POZO DIAMETRO DE POZO
—	SUPERFICIE DE TERRENO
—	DIRECCION DE FLUJO
—	TUBERIA PVC
—	POZO DE VISITA
—	SECCION TORQUILAR
—	DOMICILIO
—	PLANTA DE TRATAMIENTO

INSTITUCION: INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICA Y CENSOS (INEC) PROYECTO: PROYECTO DE OBRAS DE RECONSTRUCCION DE LA RED DE AGUAS SANITARIAS DE LA CIUDAD DE GUATEMALA AREA DE INTERES: AREA DE INTERES DE LA CIUDAD DE GUATEMALA LOCALIDAD: GUATEMALA	
AUTOR: ING. JUAN CARLOS GONZALEZ FECHA: 10/05/2018	REVISOR: ING. JUAN CARLOS GONZALEZ FECHA: 10/05/2018
CLIENTE: INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICA Y CENSOS (INEC) PROYECTO: PROYECTO DE OBRAS DE RECONSTRUCCION DE LA RED DE AGUAS SANITARIAS DE LA CIUDAD DE GUATEMALA	ESCALA: 1/100 HOJA: 2 TOTAL: 10
DISEÑADOR: ING. JUAN CARLOS GONZALEZ FECHA: 10/05/2018	REVISOR: ING. JUAN CARLOS GONZALEZ FECHA: 10/05/2018

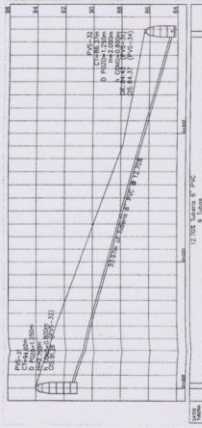


NOMENCLATURA	
PVS	POZOS DE VISITA SANTIAGO
CT	COTA DE TERRENO
H	ALTIMETRIA POZO
h	CONO ALTIMETRIA DE CONO
CE	COTA INVERT ENTRADA
CS	COTA INVERT SALIDA
D	DIAMETRO DE POZO
S	SUPERFICIE DE TERRENO
DIRECCION	DIRECCION DE FLUJO
TUBERIA	PVC
POZO DE VISITA	
CONEXION DOMICILIAR	
DOMICILIO	
PLANTA DE TRATAMIENTO	

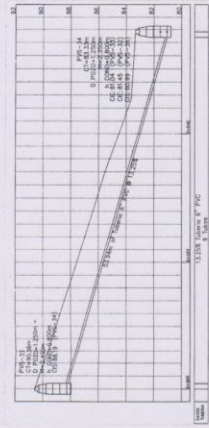
PLANTA DE REFERENCIA



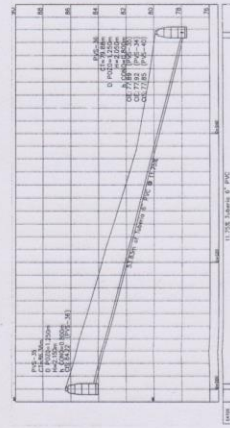
UNIVERSIDAD DE SAO CARLOS DE GUATEMALA	
INSTITUTO DE ENGENHARIA DE SANEAMIENTO AMBIENTAL	
EQUIPO DE INVESTIGACION EN SANEAMIENTO AMBIENTAL	
PROYECTO DE INVESTIGACION EN SANEAMIENTO AMBIENTAL	
TITULO DE LA INVESTIGACION: PLAN DE MANEJO DE LAS AGUAS RESIDUALES	
AUTOR: ING. ESTEBAN RODRIGUEZ	
FECHA: 2010	
Escala: 1:250	



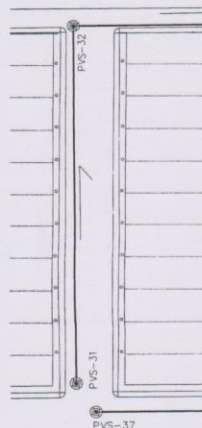
PERFIL PV-DS-31 A PV-DS-32
Escala: 1:500



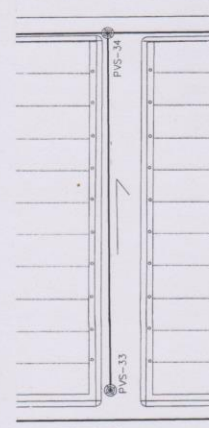
PERFIL PV-DS-32 A PV-DS-33
Escala: 1:500



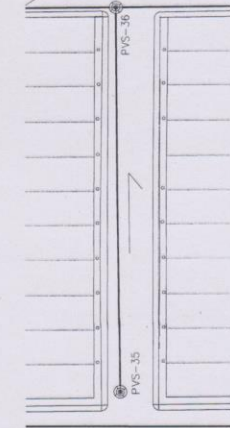
PERFIL PV-DS-34 A PV-DS-35
Escala: 1:500



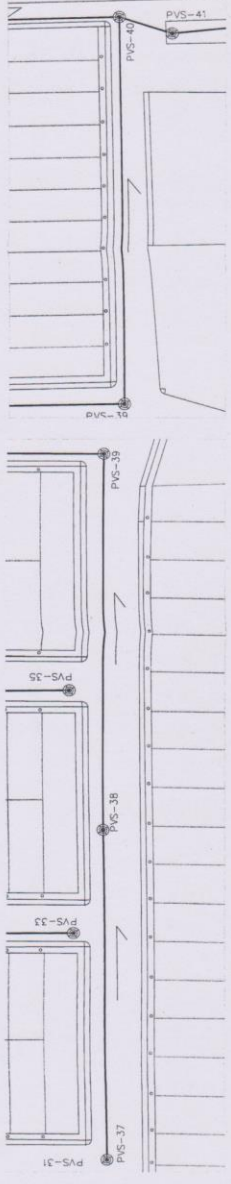
PLANTA PV-DS-31 A PV-DS-32
Escala: 1:500



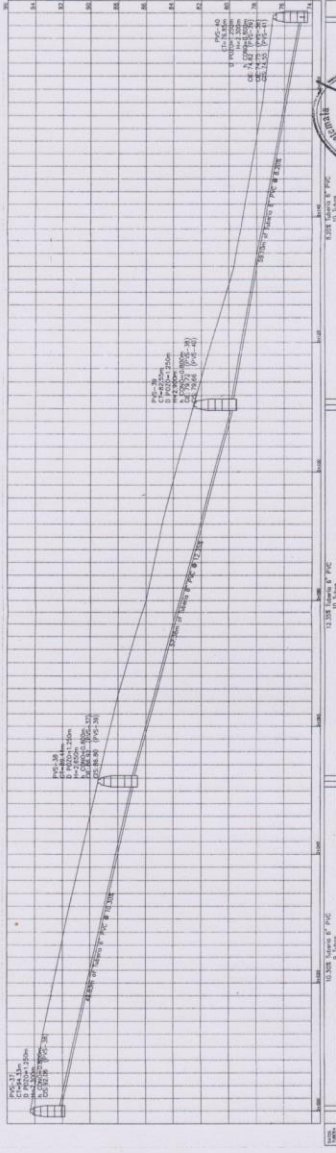
PLANTA PV-DS-32 A PV-DS-33
Escala: 1:500



PLANTA PV-DS-34 A PV-DS-35
Escala: 1:500



PLANTA PV-DS-37 A PV-DS-40
 TAMAÑO 15
 ESC. 1/50

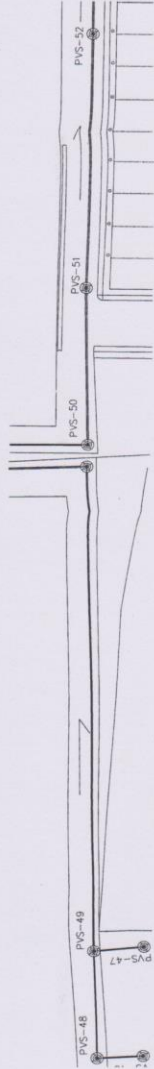


PERFIL PV-DS-37 A PV-DS-40
 TAMAÑO 15
 ESC. 1/50

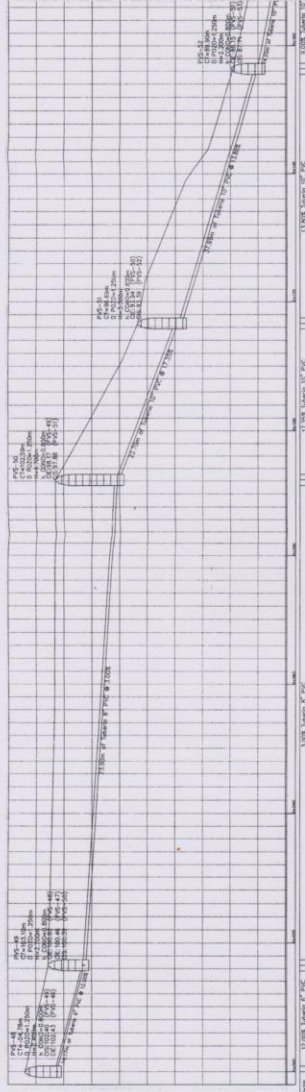
NOMENCLATURA	
PVS	POZO DE VISTA SANITARIO
CT	COTA DE TORREDO
H	ALTURA POZO
h	COND. ALTURA DE COND.
DE	COTA INVERT ENTRADA
DS	COTA INVERT SALIDA
Ø	DIAMETRO DE POZO
—	SUPERFICIE DE TERRENO
—	DIRECCION DE FLUJO
—	TUBERIA PVC
—	POZO DE RESA
—	CONEXION PARTICULAR
—	DOMICILIO
—	PLANTA DE TRATAMIENTO



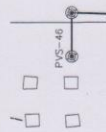
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	
FACULTAD DE INGENIERIA	
CARRERA DE INGENIERIA EN OBRAS PUBLICAS	
CATEDRA DE DISEÑO DE REDES DE AGUAS SANITARIAS	
TRABAJO DE GRUPO	
TÍTULO: PLANTA Y PERFIL PV-DS A PV-DS	
FECHA	2013
GRUPO	2
PROFESOR	ING. ENRIQUE RAMÍREZ
ALUMNO	ING. ENRIQUE RAMÍREZ
NOTA	25



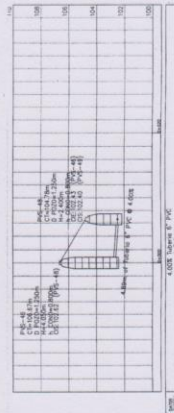
PLANTIA PV-DS-48 A PV-DS-52
Escala: 1:500



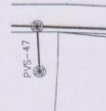
PERFIL PV-DS-48 A PV-DS-52
Escala: 1:500



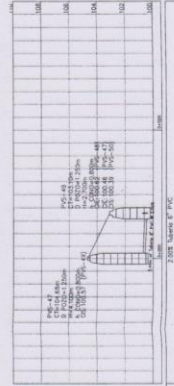
PLANTIA PV-DS-46 A PV-DS-48
Escala: 1:500



PERFIL PV-DS-46 A PV-DS-48
Escala: 1:500

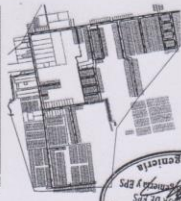


PLANTIA PV-DS-47 A PV-DS-49
Escala: 1:500

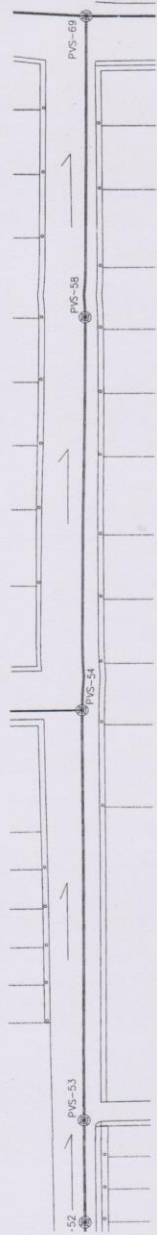


PLANTIA PV-DS-47 A PV-DS-49
Escala: 1:500

NOMENCLATURA	
PVS	POZO DE VISTA SANITARIO
CT	COTA DE TERRENO
H	ALUBRA POZO
N	ALUBRA DE CODO
CE	COTA INVERT ENTRADA
CS	COTA INVERT SALIDA
D	DIAMETRO DE POZO
→	DIRECCION DE FLUJO
—	TUBERIA PVC
○	POZO DE VISTA
○	CONEXION DOMICULAR
○	DOMICILIO
○	PLANTA DE TRATAMIENTO

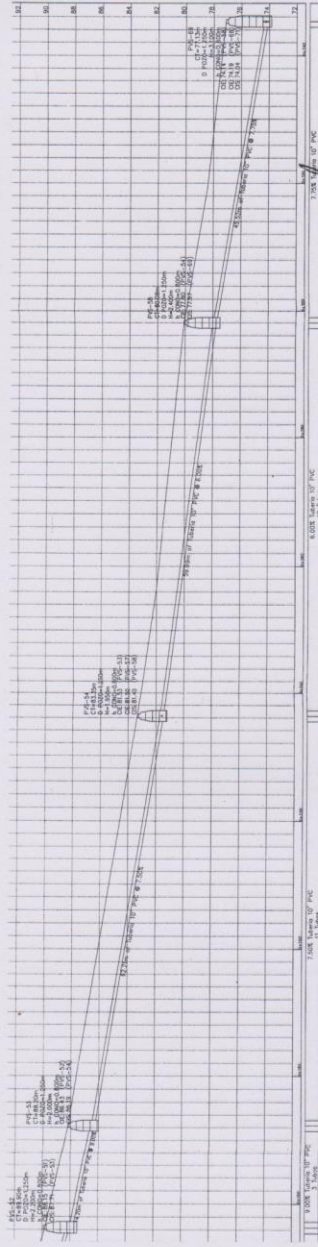


PROYECTO	PLANTA A VISTA DE POZO
FECHA	16
HOJA	2
HOJA TOTAL	22



PLANTA PV-DS-52 A PV-DS-69

TRAMO 21



PERFIL PV-DS-52 A PV-DS-69

TRAMO 21

NOMENCLATURA	
PVS	POZO DE VISITA SANITARIO
CT	COTA DE TERRENO
H	ALBURA POZO
AL	ALBURA DE CONDO
CE	COTA INVERT ENTRADA
CS	COTA INVERT SALIDA
D	DIAMETRO DE POZO
S	SUPERFICIE DE TERRENO
→	DIRECCION DE FLUJO
T	TUBERIA PVC
P	POZO DE VISITA
O	CONEXION CONJUNTA
□	DOMICILIO
▭	PLANTA DE TRATAMIENTO



Escuela de Ingeniería de Sanitaria
Escuela de Ingeniería de Sanitaria
Escuela de Ingeniería de Sanitaria

INSTITUTO VENEZOLANO DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS
 INSTITUTO VENEZOLANO DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS
 INSTITUTO VENEZOLANO DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS

PLANTA - PVDS-52 A PV-DS-69

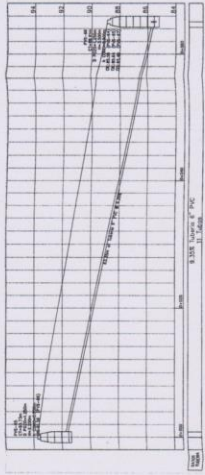
PROYECTISTA: PVS. RAFAEL RODRIGUEZ

FECHA: 17/02/2017

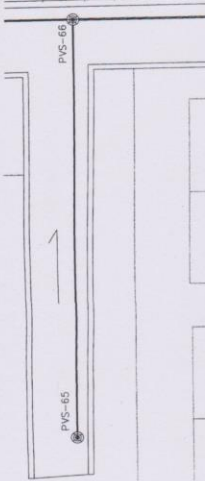
HOJA: 2

TOTAL: 17

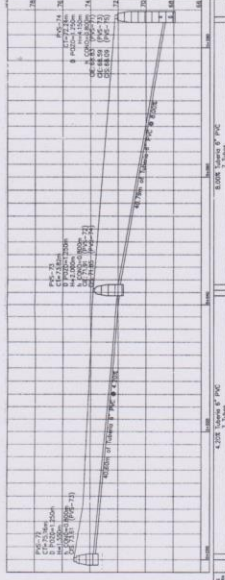
28



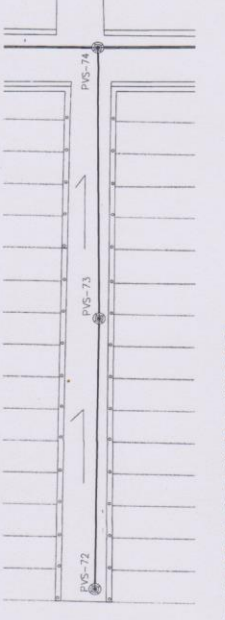
PLANTA PV-DS-65 A PV-DS-66
 ESCR. 1000
 TRAMO 21



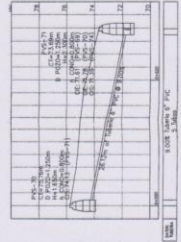
PLANTA PV-DS-65 A PV-DS-66
 ESCR. 1000
 TRAMO 21



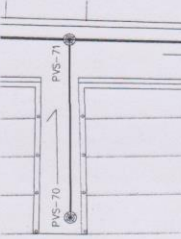
PERFIL PV-DS-72 A PV-DS-74
 ESCR. 1000
 TRAMO 25



PLANTA PV-DS-72 A PV-DS-74
 ESCR. 1000
 TRAMO 25



PERFIL PV-DS-70 A PV-DS-71
 ESCR. 1000
 TRAMO 24

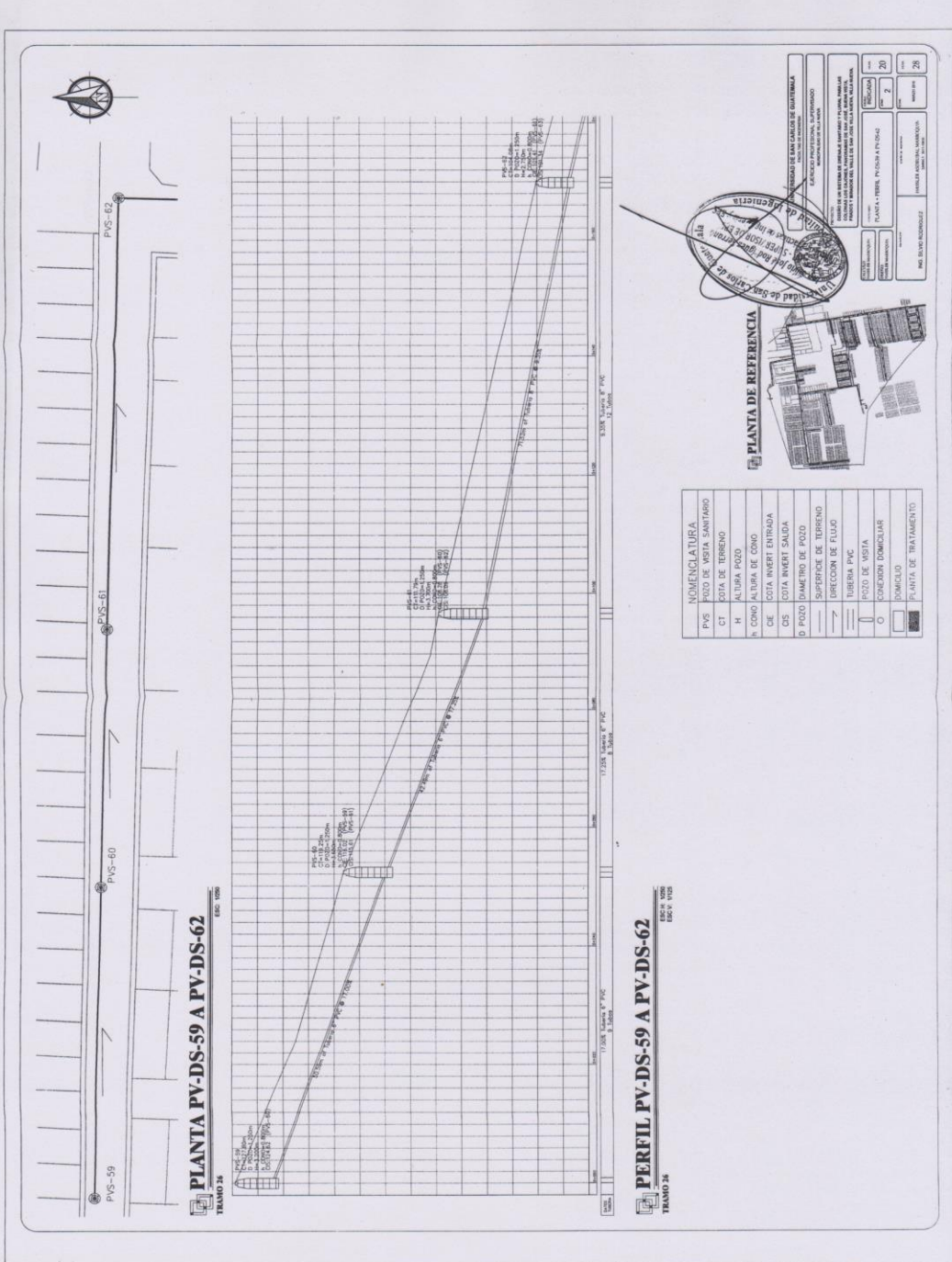


PLANTA PV-DS-70 A PV-DS-71
 ESCR. 1000
 TRAMO 24

NOMENCLATURA	
PVS	POZO DE VISITA SANTUARIO
CT	COTA DE TERRENO
H	ALTURA POZO
H	COMO ALTURA DE COMO
DE	COTA INVERT ENTRADA
DE	COTA INVERT SALIDA
D	DIAMETRO DE POZO
	SUPERFICIE DE TERRENO
	DIRECCION DE FLUJO
	TIPO DE TUBERIA PVC
	POZO DE VISITA
	EN CONJELAR
	AREA DE TRATAMIENTO



PROYECTO	SEWER LINE
FECHA	19
ESCALA	2
HOJA	28



PLANTA PV-DS-59 A PV-DS-62
 TRAMO 3B
 ECU VIB

PERFIL PV-DS-59 A PV-DS-62
 TRAMO 3B
 ECU VIB

NOMENCLATURA	
PVS	POZO DE VISTA SANITARIO
CT	COTA DE TERRENO
H	ALTEZA POZO
AL	ALTEZA DE CONO
CE	COTA INVERT ENTRADA
DE	COTA INVERT SALIDA
D	DIAMETRO DE POZO
S	SUPERFICIE DE TERRENO
→	DIRECCION DE FLUJO
—	TUBERIA PVC
○	POZO DE VISTA
□	CONEXION DOMICILIAR
■	POZOS DE TRATAMIENTO



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

PROYECTO DE: **PLANTA + TUBERIA + POZOS A PRESION**

FECHA DE ENTREGA DE INFORMACION: **20**

FECHA DE ENTREGA DE PROYECTO: **20**

FECHA DE ENTREGA DE PLANOS: **20**

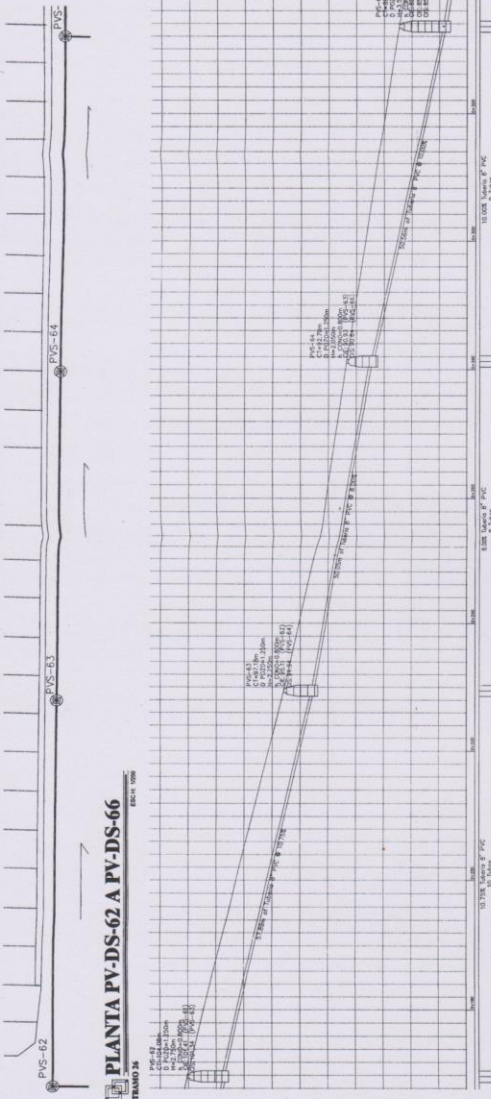
FECHA DE ENTREGA DE MEMORIA: **20**

FECHA DE ENTREGA DE INFORMACION: **20**

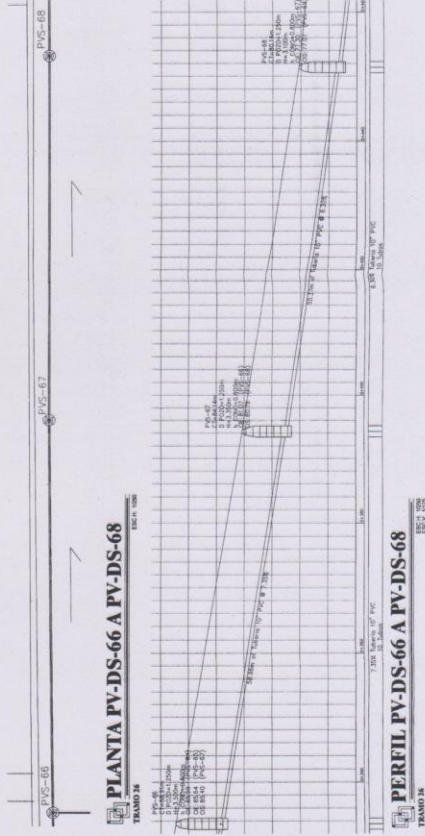
FECHA DE ENTREGA DE PROYECTO: **20**

FECHA DE ENTREGA DE PLANOS: **20**

FECHA DE ENTREGA DE MEMORIA: **20**

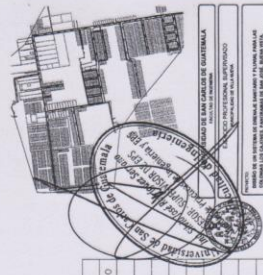


PERFIL PV-DS-62 A PV-DS-66
Escala 1:500



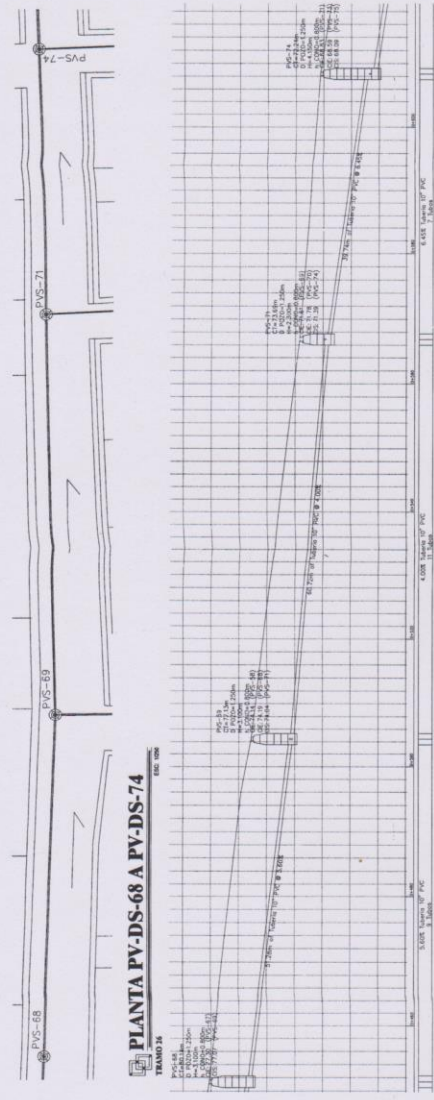
PERFIL PV-DS-66 A PV-DS-68
Escala 1:500

PLANTA DE REFERENCIA

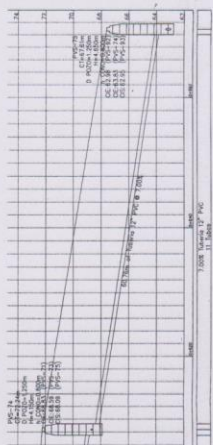


NOMENCLATURA	
PVS	POZO DE VISTA SANITARIO
CT	COTA DE TUBERÍA
H	ALTIMETRIA
COMO	ALTIMETRIA DE COMO
CE	COTA INVERT ENTRADA
CS	COTA INVERT SALIDA
D	DIÁMETRO DE TUBERÍA
S	SUPERFICIE DE TERRENO
F	DIRECCIÓN DE FLUJO
T	TUBERÍA PVC
P	POZO DE VISTA
O	CONEXIÓN DOMICILIAR
M	MANEJO
PLANTA DE TRATAMIENTO	

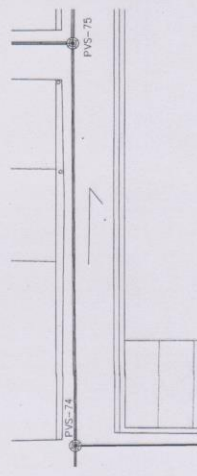
PROYECTO	RECONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA DE SANEAMIENTO BÁSICO DE LA ZONA URBANA DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FECHA DE ELABORACIÓN	15/05/2014
ESCALA	1:500
HOJA	2
TOTAL	28



PLANTA PV-DS-68 A PV-DS-74
E.C. 1/2000
TRAMO 24



PLANTA PV-DS-68 A PV-DS-74
E.C. 1/2000
TRAMO 25



PLANTA PV-DS-74 A PV-DS-75
E.C. 1/2000
TRAMO 26

NOMENCLATURA	
PVS	POZO DE VISTA SANTIAGO
CT	DOTA DE TERRENO
H	ALTURA POZO
CC	COND. ALTURA DE CONO
CE	COTA INVERT ENTRADA
CS	COTA INVERT SALIDA
F	POZO (DIAMETRO DE POZO)
D	SUPERFICIE DE TERRENO
DIR	DIRECCION DE FLUJO
T	TUBERIA PVC
P	POZO DE VISTA
CD	CAJON DOMICULAR
CC	CONDUCCION
PT	PLANTA DE TRATAMIENTO

PLANTA PV-DS-68 A PV-DS-74
E.C. 1/2000
TRAMO 24

PLANTA DE REFERENCIA



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL
CATEDRA DE SISTEMAS DE SANEAMIENTO

PROYECTO: PLAN DE SANEAMIENTO PARA LA ZONA DE LA VILLA DE LA VENTA, MUNICIPIO DE SAN ANTONIO, DEPARTAMENTO DE SAN CARLOS, GUATEMALA

FECHA: 2018

PROFESOR: DR. JOSÉ ANTONIO GONZÁLEZ

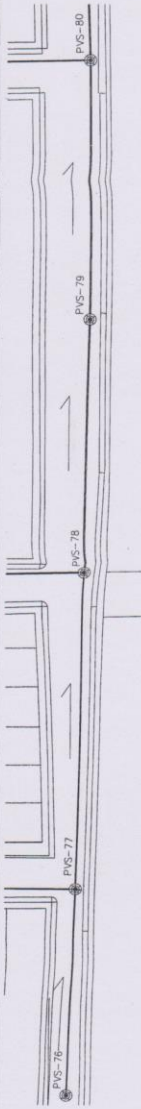
ESTUDIANTE: MARIO RAMÍREZ

GRUPO: 2

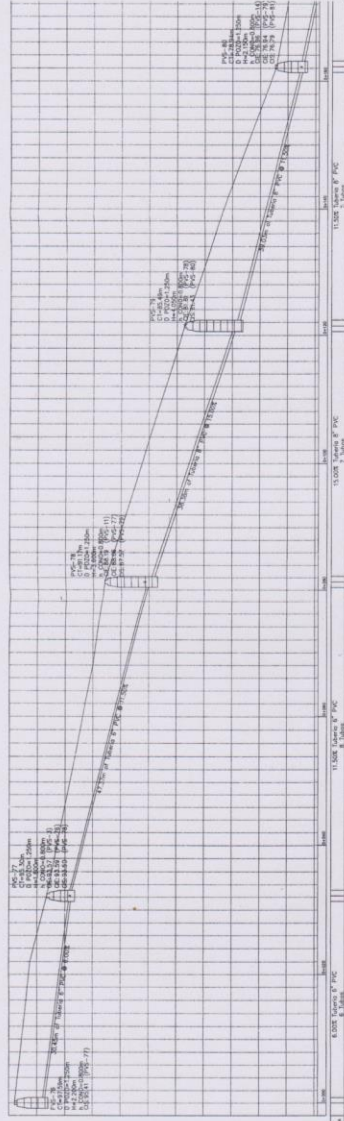
FECHA DE ENTREGA: 2018

FECHA DE CALIFICACIÓN: 2018

NOTA: 29

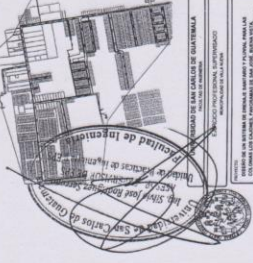


PLANTA PV-DS-76 A PV-DS-80
 TAMAÑO 27
 ESC. 1/500



PERFIL PV-DS-76 A PV-DS-80
 TAMAÑO 27
 ESC. 1/500

PLANTA DE REFERENCIA



NOMENCLATURA	PVS	POZO DE VISTA SANTIAGO
CT	COTA DE TERRENO	
IN	ALTURA POZO	
P. CONJ.	ALTIMETRIA DE CONDU	
CE	COTA INVERT ENTRADA	
CS	COTA INVERT SALIDA	
D	DIAMETRO DE POZO	
—	SUPERFICIE DE TERRENO	
—	DIRECCION DE FLUJO	
—	TUBERIA PVC	
—	POZO DE VISTA	
○	CONEXION DOMICULAR	
□	DOMICILIO	
■	PLANTA DE TRATAMIENTO	

PROYECTO: []

CLIENTE: []

FECHA: []

PLANTA - FICHA: PV-DS-76 A PV-DS-80

HOJA: 2

TOTAL: 25

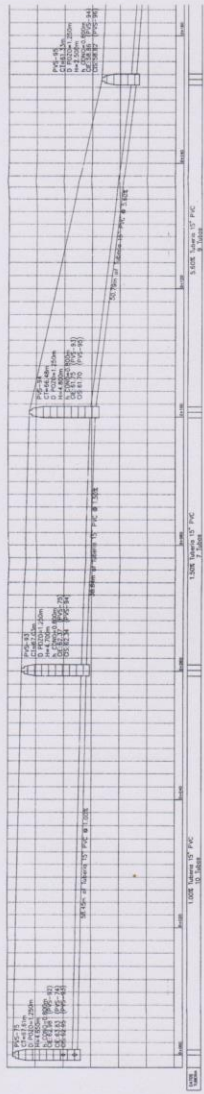
PROYECTISTA: []

REVISOR: []

APROBADO: []



PLANTA PV-DS-75 A PV-DS-95
EBC 1000
TRAMO 21



PLANTA PV-DS-75 A PV-DS-95
EBC 1000
TRAMO 21



PLANTA PV-DS-95 A PV-DS-96
EBC 1000
TRAMO 21



PERFIL PV-DS-95 A PV-DS-96
EBC 1000
TRAMO 21



1	ISOMECILATURA
2	PVS
3	POZO DE AGUA CONTAMINADA
4	POZO DE AGUA LIMPIA
5	ALBARRA
6	ALBARRA POZO
7	ALBARRA POZO
8	CONDUCCION DE CONCRETO
9	CONDUCCION DE CONCRETO
10	CONDUCCION DE CONCRETO
11	CONDUCCION DE CONCRETO
12	CONDUCCION DE CONCRETO
13	CONDUCCION DE CONCRETO
14	CONDUCCION DE CONCRETO
15	CONDUCCION DE CONCRETO
16	CONDUCCION DE CONCRETO
17	CONDUCCION DE CONCRETO
18	CONDUCCION DE CONCRETO
19	CONDUCCION DE CONCRETO
20	CONDUCCION DE CONCRETO
21	CONDUCCION DE CONCRETO
22	CONDUCCION DE CONCRETO
23	CONDUCCION DE CONCRETO
24	CONDUCCION DE CONCRETO
25	CONDUCCION DE CONCRETO
26	CONDUCCION DE CONCRETO
27	CONDUCCION DE CONCRETO
28	CONDUCCION DE CONCRETO
29	CONDUCCION DE CONCRETO
30	CONDUCCION DE CONCRETO

PLANTA DE REFERENCIA

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

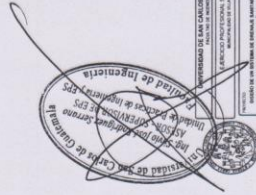
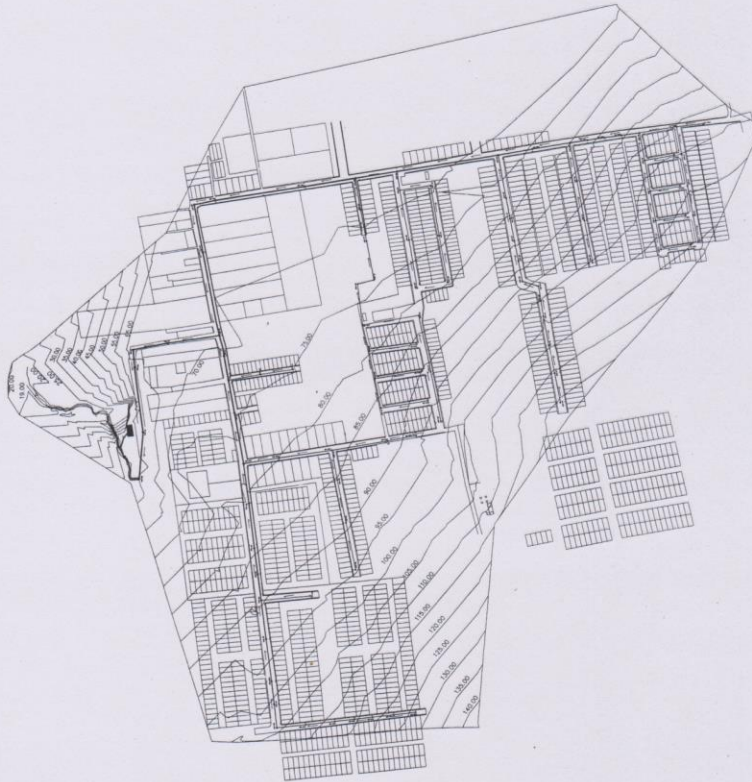
PROYECTO: ...
FECHA: ...

INGENIERO RESPONSABLE: ...
INGENIERO AUXILIAR: ...

PLANTA: ...
HOJA: ...
TOTAL: ...



NOMENCLATURA	
○	POSO DE AGUA
○	SEÑAL DE AGUA
—	DIRECCION DE FLUJO
—	TRAMAYE
□	DOMICILIO
□	PLANTA DE TRATAMIENTO
□	POZO



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA

INFORME DE TRABAJO DE GRUPO PARA EL CURSO DE PLANTA GENERAL
CATEDRA DE PLANTA GENERAL
GRUPO DE TRABAJO: 02

PLANTA GENERAL

PROFESOR: DR. JUAN CARLOS GONZALEZ

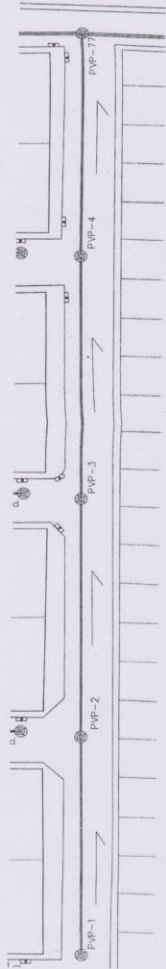
ALUMNOS: DR. JUAN CARLOS GONZALEZ

FECHA: 25

PLANTA GENERAL
ESC. 0000

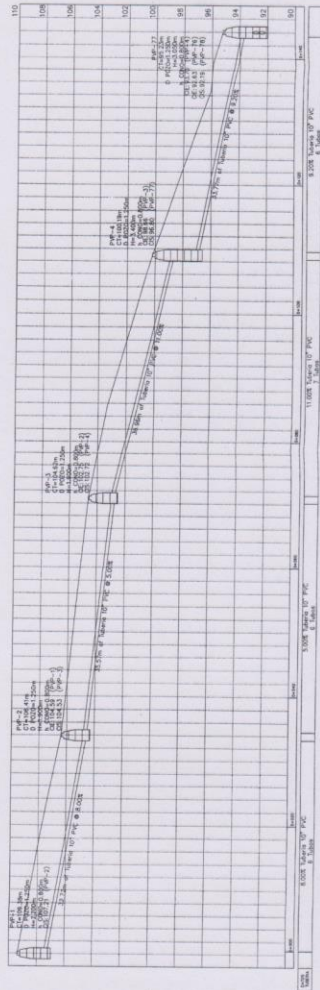


NOMENCLATURA	
PVP	POZO DE VISTA ALUVAL
CT	COTA DE TERRENO
H	ALZADA POZO
P	CONDICION ALZADA DE CONDO
DE	COTA INVERT ENTRADA
DS	COTA INVERT SALIDA
D	POZO (DIAMETRO DE POZO)
→	SUPERFICIE DE TERRENO
→	DIRECCION DE TALUZO
—	TIUBERIA PVC
—	TRAYANTE
—	POZO DE VISTA



PLANTA PV-DP-1 A PV-DP-77

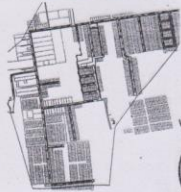
TRAMO 1
ESC. 1/500



PERFIL PV-DP-1 A PV-DP-77

TRAMO 1
ESC. 1/1000

PLANTA DE REFERENCIA



PROYECTO	REVISADO	FECHA	HOJA
PLANTAS DE PV-DP-1 A PV-DP-77		2018	2

INGENIERO	PROYECTISTA	PROYECTISTA
INGENIERO	PROYECTISTA	PROYECTISTA

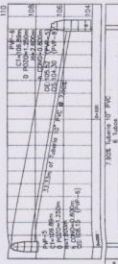


NOMENCLATURA	
PVP	POZO DE VISTA PUVIAL
CT	COTA DE TERRENO
H	ALUBA POZO
H	COMO ALUBA DE CONO
DE	COTA INVERT ENTRADA
DS	COTA INVERT SALIDA
D	DIAMETRO DE POZO
---	SUPERFICIE DE TERRENO
---	DIRECCION DE FLUJO
---	TUBERIA PVC
---	TRAGANTE
---	POZO DE VISTA

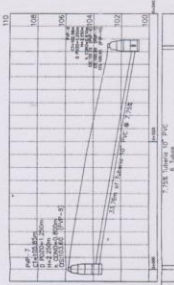
PLANTA DE REFERENCIA



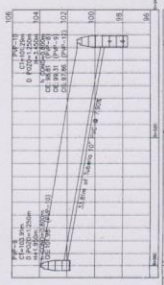
UNIVERSIDAD DE CACHO DE GUATEMALA	
ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERIA	
CARRERA DE INGENIERIA EN SISTEMAS DE AGUAS SANITARIAS	
PROYECTO: PLAN DE REDES PUVIAL A PV-DE	
TÍTULO: PLAN DE REDES PUVIAL A PV-DE	
AUTOR: ING. JUAN CARLOS GONZALEZ	
FECHA: 2014	
Escala: 1:100	
Hoja: 2	
Total: 04	
Escala: 1:100	
Hoja: 23	



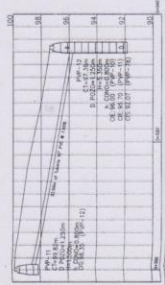
PERFIL PV-DP-5 A PV-DP-6
TRAMO 2
Escala: 1:100



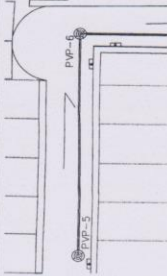
PERFIL PV-DP-7 A PV-DP-8
TRAMO 3
Escala: 1:100



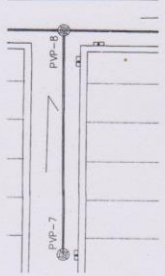
PERFIL PV-DP-9 A PV-DP-10
TRAMO 4
Escala: 1:100



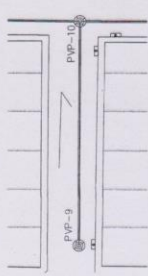
PERFIL PV-DP-11 A PV-DP-12
TRAMO 5
Escala: 1:100



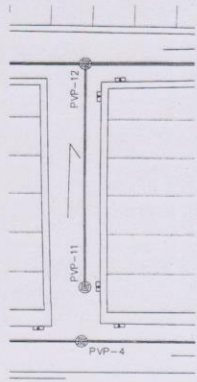
PLANTA PV-DP-5 A PV-DP-6
TRAMO 2
Escala: 1:100



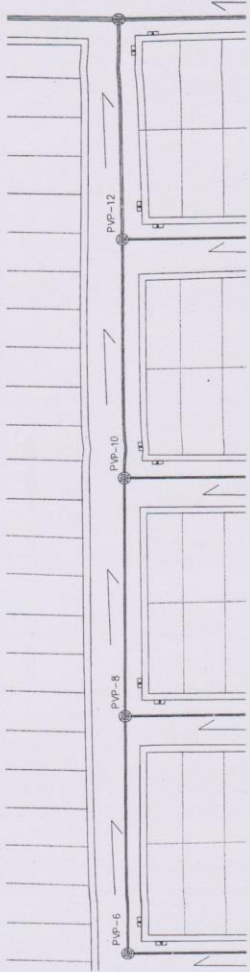
PLANTA PV-DP-7 A PV-DP-8
TRAMO 3
Escala: 1:100



PLANTA PV-DP-9 A PV-DP-10
TRAMO 4
Escala: 1:100

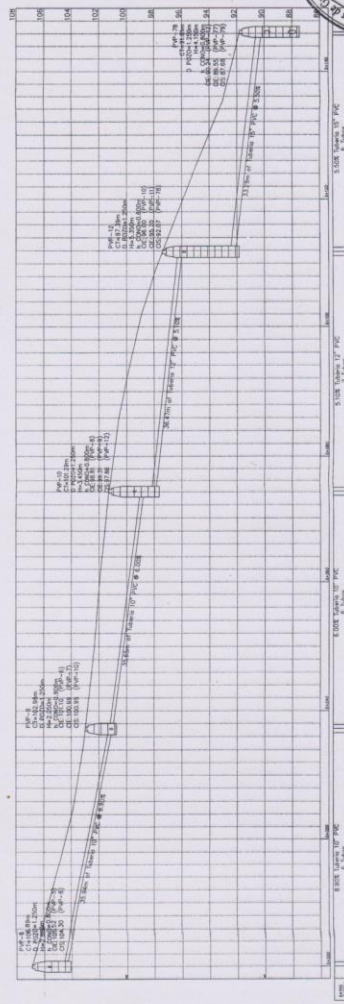


PLANTA PV-DP-11 A PV-DP-12
TRAMO 5
Escala: 1:100



PLANTA PV-DP-6 A PV-DP-78
TRAMO 6
ESC. 1:200

NOMENCLATURA	
PVP	POZO DE VISTA PLUVIAL
CT	COTA DE TERRENO
H	ALTURA POZO
H	CONO ALTURA DE CONO
CE	COTA INVERT ENTRADA
CS	COTA INVERT SALIDA
D	DIAMETRO DE POZO
—	SUPERFICIE DE TERRENO
—	DIRECCION DE FLUJO
—	TUBERIA PVC
—	IRISGIANTE
—	POZO DE VISTA

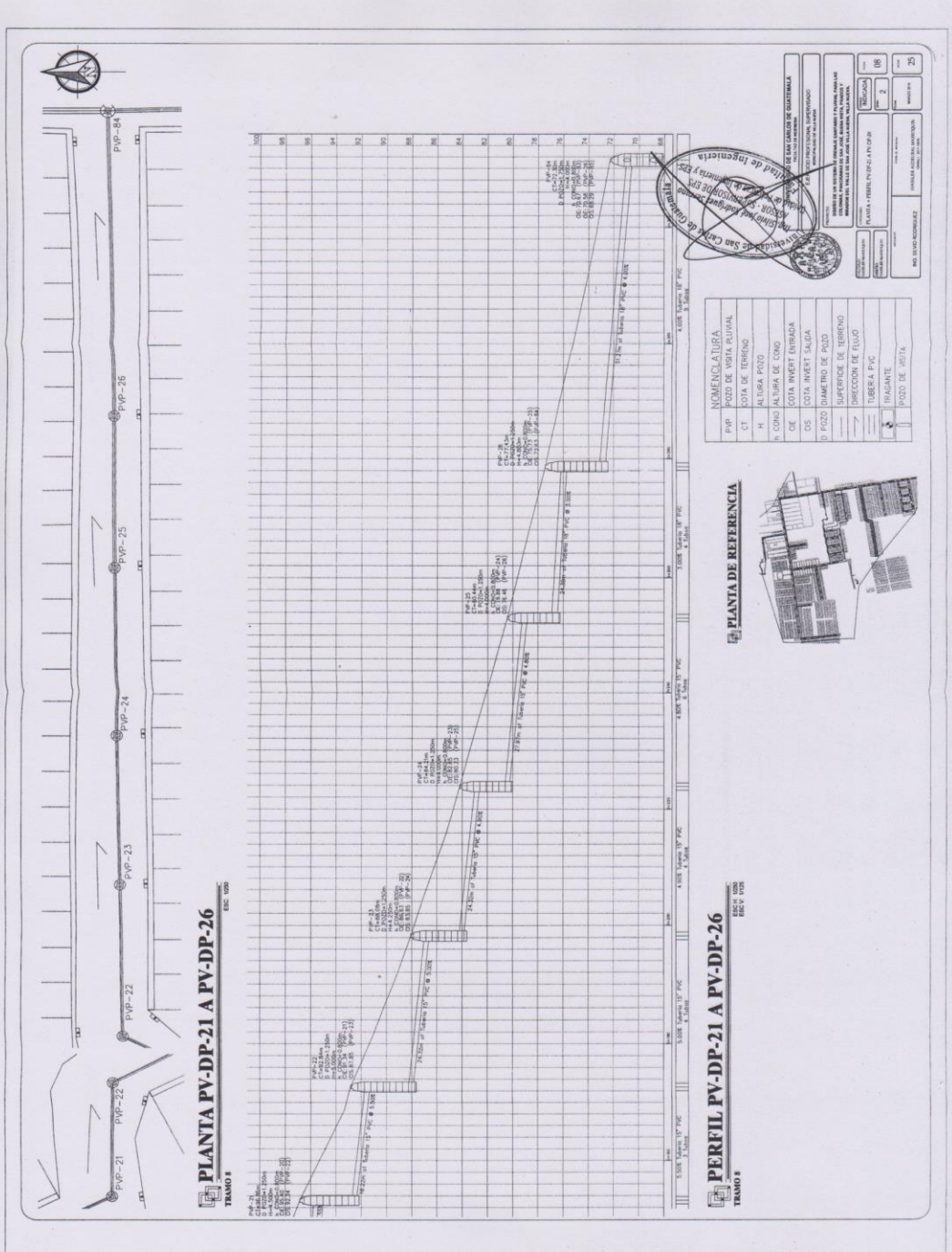


PERFIL PV-DP-6 A PV-DP-78
TRAMO 6
ESC. 1:100

PLANTA DE REFERENCIA



UNIVERSIDAD DE LAS AMÉRICAS DE GUATEMALA	
FACULTAD DE INGENIERÍA	
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA	
CARRERA DE INGENIERÍA EN OBRAS CIVILES	
CATEDRÁTICO: DR. JOSÉ ANTONIO GONZÁLEZ	
ALUMNO: JUAN JOSÉ PÉREZ	
GRUPO:	06
FECHA:	2
HOJA:	25



PLANTA PV-DP-21 A PV-DP-26
 ESC. 1:200

PERFIL PV-DP-21 A PV-DP-26
 ESC. 1:200

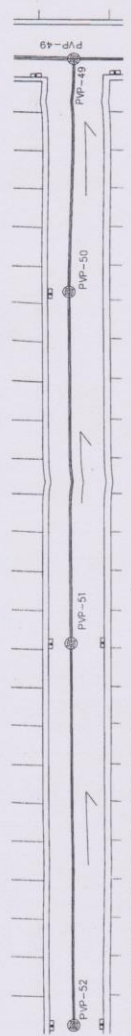
NOMENCLATURA

FVP	POZO DE VISTA FUJIVAL
CT	COTA DE TERRENO
H	ALTEZA PICO
A	COMO ALTEZA DE CARGO
DE	COTA INVERT ENTRADA
DS	COTA INVERT SALIDA
D	DIAMETRO DE POZO
S	SUPERFICIE DE TERRENO
DIRECCION DE FLUJO	TUBERIA PVC
FRAGANTE	POZO DE VISTA

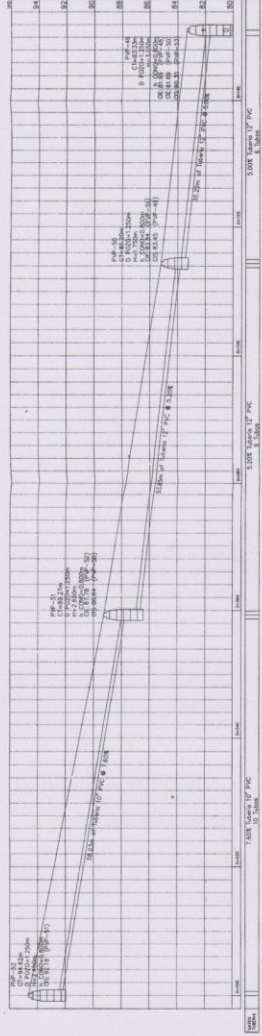
PLANTA DE REFERENCIA



INSTITUCION: **UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE GUATEMALA**
 ESCUELA: **ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL**
 CARRERA: **INGENIERIA CIVIL**
 TITULO: **PLANTA Y PERFIL PV-DP-21 A PV-DP-26**
 NOMBRE DEL ALUMNO: **ANDRÉS SANCHEZ**
 NOMBRE DEL TUTOR: **INGENIERO CARLOS GONZALEZ**
 FECHA DE ENTREGA: **2018**
 FECHA DE CALIFICACION: **2018**
 CALIFICACION: **2**
 NOMBRE DEL CALIFICADOR: **INGENIERO CARLOS GONZALEZ**



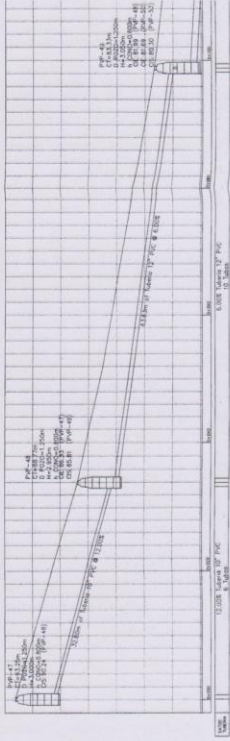
PLANTIA PV-DP-52 A PV-DP-49
Escala: 1:500



PERFIL PV-DP-52 A PV-DP-49
Escala: 1:500



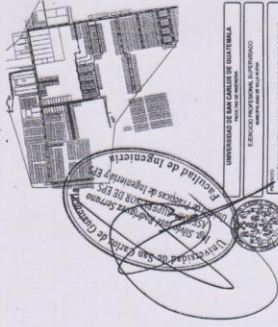
PLANTIA PV-DP-47 A PV-DP-49
Escala: 1:500



PERFIL PV-DP-47 A PV-DP-49
Escala: 1:500

NOMENCLATURA	
PIP	POZO DE VISITA FLUJAL
CT	COTA DE TERRENO
H	ALUBIA POZO
h	CONO ALUBIA DE CONO
CE	COTA INVERT ENTRADA
CS	COTA INVERT SALIDA
D	DIAMETRO DE POZO
→	DIRECCION DE TERRENO
—	SUPERFICIE DE FLUJO
—	TUBERIA PVC
⊕	BOCANEJE
⊕	POZO DE VISITA

PLANTIA DE REFERENCIA



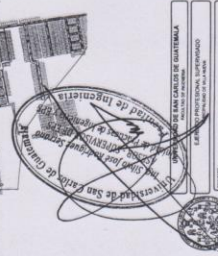
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA EN SISTEMAS DE AGUAS
CARRERA DE INGENIERIA EN SISTEMAS DE AGUAS
PLANTIA DE REFERENCIA

PROYECTO: ...
FECHA: ...
AUTOR: ...
REVISOR: ...



NOMENCLATURA	
PVP	POZO DE VISTA PLUMAL
CT	COTA DE TERRENO
H	ALTURA POZO
H. CONC	ALTURA DE CONO
CE	COTA INVERT ENTRADA
CS	COTA INVERT SALIDA
D	DIAMETRO DE POZO
S	SUPERFICIE DE TERRENO
→	DIRECCION DE FLUJO
—	TUBERIA P.C
⊥	TRAGANTE
○	POZO DE VISTA

PLANTA DE REFERENCIA



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

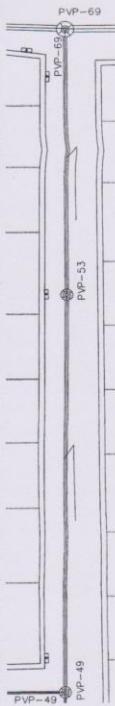
PROYECTO: **PLANTA Y PERFILES DE UN POZO DE VISTA PLUMAL**

FECHA: 15/05/2018

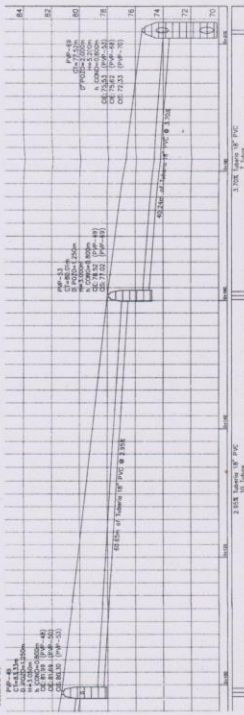
ALUMNO: **PAUL IVAN RODRIGUEZ**

GRUPO: **2**

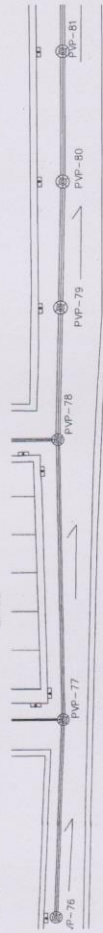
SECCION: **15**



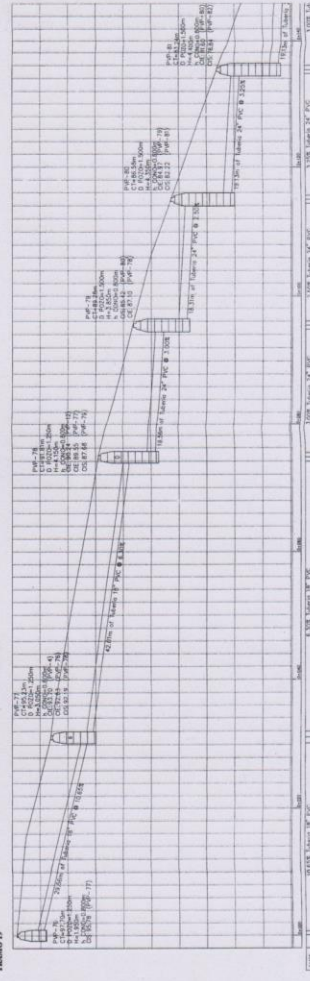
PLANTA PV-DP-49 A PV-DP-69
SECCION 15



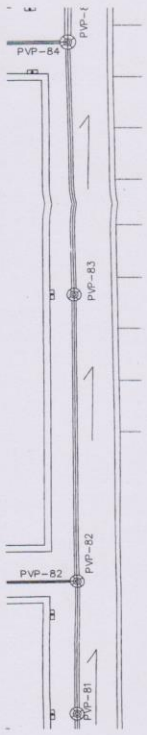
PERFIL PV-DP-49 A PV-DP-69
SECCION 15



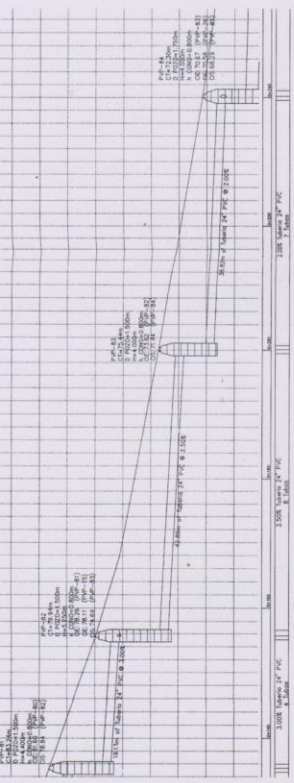
PLANTA PV-DP-76 A PV-DP-81
SECCION 19



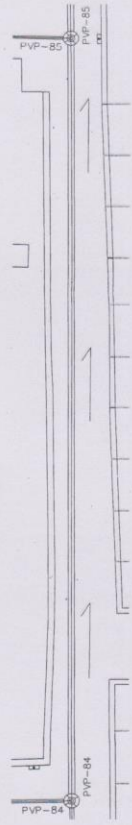
PERFIL PV-DP-76 A PV-DP-81
SECCION 19



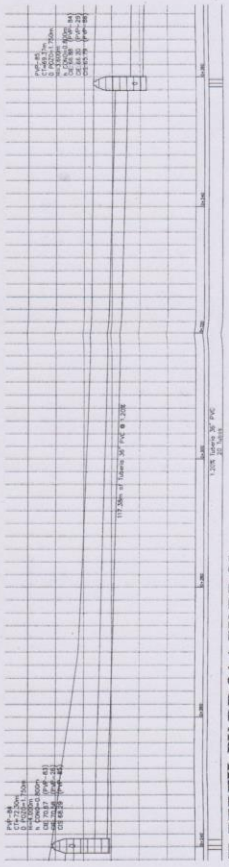
PLANTA PV-DP-81 A PV-DP-84
 TRAMO 19
 ESC: 1:500



PERFIL PV-DP-81 A PV-DP-84
 TRAMO 19
 ESC: 1:500



PLANTA PV-DP-84 A PV-DP-85
 TRAMO 19
 ESC: 1:500



PERFIL PV-DP-84 A PV-DP-85
 TRAMO 19
 ESC: 1:500

NOMENCLATURA

PVP	POZO DE ESTIA PLURAL
CT	COTA DE TERRENO
H	ALTURA POZO
P	COMO ALIUNA DE COMO
DE	COTA INVERT ENTRADA
DS	COTA INVERT SALIDA
D	DIAMETRO DE POZO
S	SUPERFICIE DE TERRENO
D	DIRECCION DE FLUJO
T	TUBERIA PVC
TR	TRAGANTE
P	POZO DE VISTA

PLANTA DE REFERENCIA



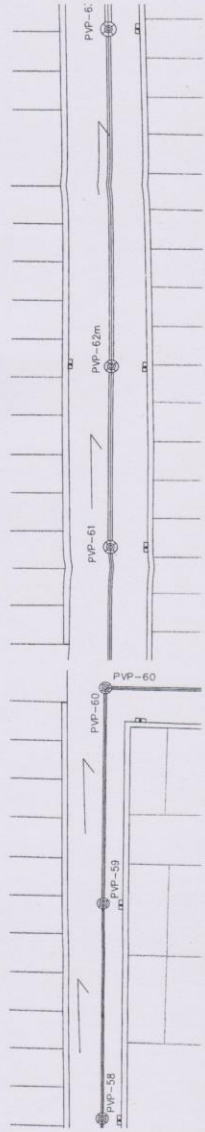
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERIA
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL

PROYECTO DE TUBERIA DE AGUA POTABLE

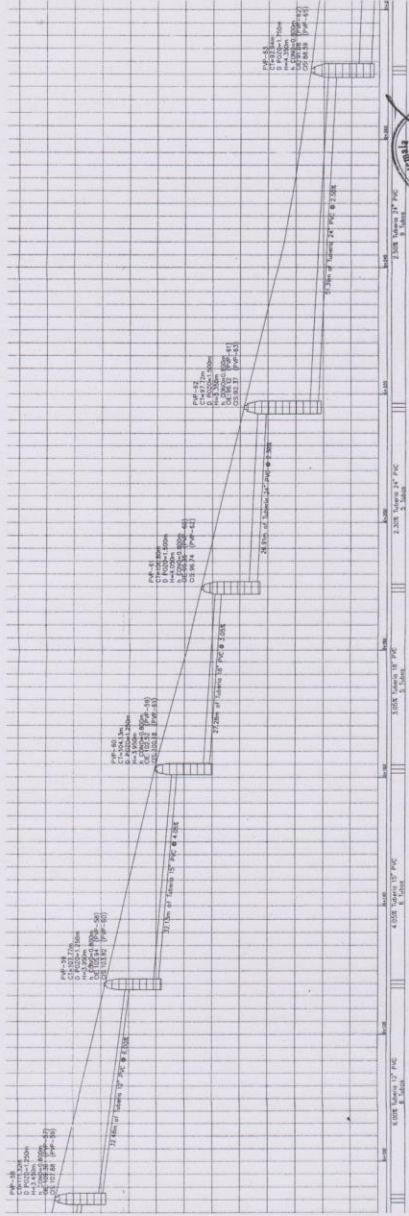
PLAN DE VISTA DE ESTIA PLURAL A PV-DP-84

FECHA DE ELABORACION: 10/05/2017
 FECHA DE APROBACION: 10/05/2017

PROFESOR: ING. JUAN CARLOS GONZALEZ
 ALUMNO: ING. JUAN CARLOS GONZALEZ



PLANTA PV-DP-58 A PV-DP-63
E.C. 1008



PERFIL PV-DP-58 A PV-DP-63
E.C. 1008

NOMENCLATURA	
PVP	POZO DE DOTA PUVIAL
CT	DOTA DE TERRENO
H	ALUBRA POZO
N	CONO ALUBRA DE CONO
DE	DOTA INVERT ENTRADA
DS	DOTA INVERT SALIDA
D	POZO (DIAMETRO DE POZO)
—	SUPERFICIE DE TERRENO
—	DIRECCION DE FLUJO
—	TUBERIA PVC
—	TRACANTE
—	POZO DE VENTA

PLANTA DE REFERENCIA



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
CARRERA DE INGENIERIA EN SISTEMAS DE AGUAS
SECCION DE AGUAS SANITARIAS

PROYECTO: PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES
CANTON DE SAN JUAN CANTON DE SAN JUAN

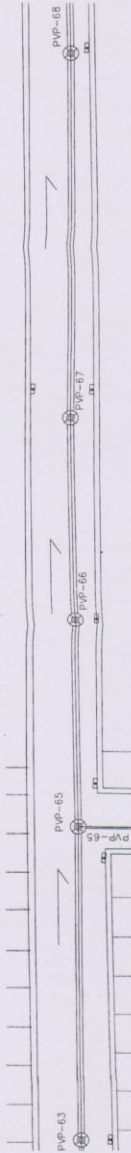
FECHA: 2018

ESTADO: 2

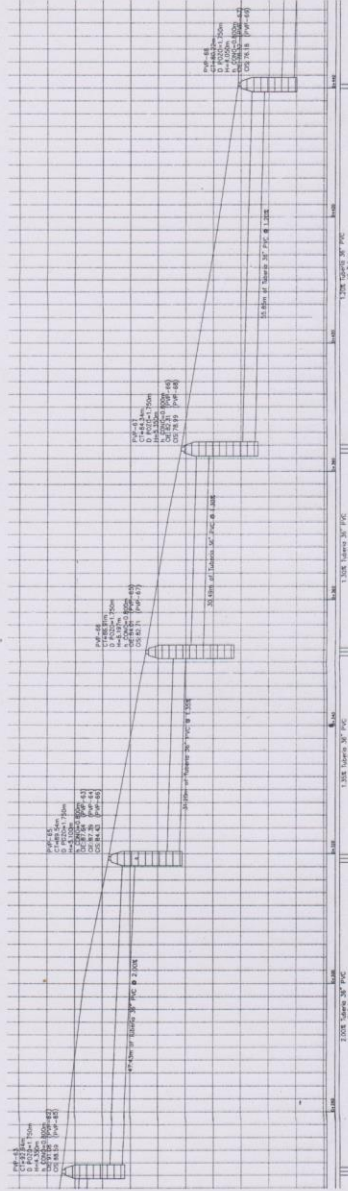
HOJA: 19

PROFESOR: ING. RICARDO GONZALEZ

ESTUDIANTE: ING. RICARDO GONZALEZ



PLANTA PV-DP-63 A PV-DP-68
ESC. 1:500



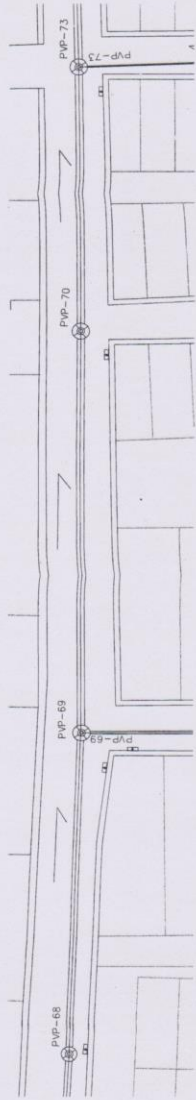
PERFIL PV-DP-63 A PV-DP-68
ESC. 1:500

NOMENCLATURA	
PVP	POZO DE VISTA FLUVAL
CT	COTA DE TERRENO
H	ALTURA POZO
N	CONTO ALTURA DE CORDA
CE	COTA INVERT DORTADA
CS	COTA INVERT CAUCA
D	POZO (DIAMETRO DE POZO)
—	SUPERFICIE DE TERRINO
—	DIRECCION DE FLUIDO
—	TUBERIA PVC
—	TRAGANTE
—	POZO DE VISTA

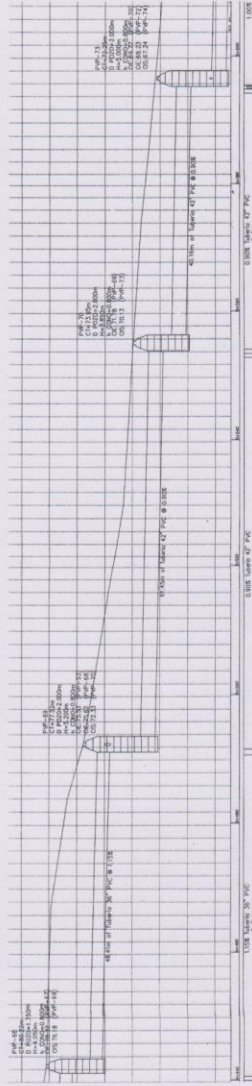
PLANTA DE REFERENCIA



INSTITUCIÓN: UNIVERSIDAD DE GUATEMALA
 ESCUELA: ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
 CARRERA: INGENIERÍA CIVIL
 ASIGNATURA: HIDRÁULICA DE AGUAS CALIENTES
 TÍTULO: PLANTA Y PERFIL PARA PV-DP-68
 AUTOR: MARCO ANTONIO GONZÁLEZ
 FECHA: 2018
 PÁGINA: 2 DE 25



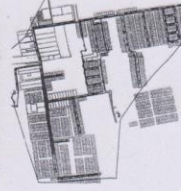
PLANTA PV-DP-68 A PV-DP-73
Escala: 1:500



PERFIL PV-DP-68 A PV-DP-73
Escala: 1:500

NOMENCLATURA	VALOR
PVP	POZO DE VISITA FLUYVAL
CT	COTA DE TERRENO
H	ALTEZA POZO
R	CONO
CE	ALTEZA DE CONO
CS	COTA INVERT ENTRADA
CS'	COTA INVERT SALIDA
D	DIAMETRO DE POZO
S	SUPERFICIE DE TERRENO
D	DIRECCION DE FLUJO
T	TUBERIA PVC
+	TRAZANTE
+	POZO DE VISITA

PLANTA DE REFERENCIA



Universidad de San Martín de Porres
Facultad de Ingeniería
Escuela Académica de Ingeniería

PROYECTO DE DISEÑO DE UN SISTEMA DE DRENAJE PARA EL TERRENO DE LA PLANTA DE REFERENCIA

ESTUDIANTE: **MOISÉS RODRÍGUEZ**

FECHA: **20/05/2023**

PLANTA: **1**

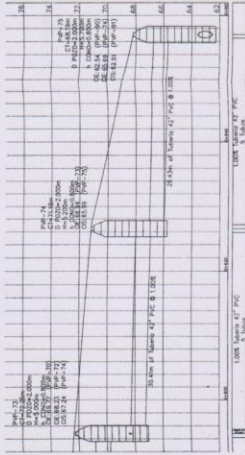
HOJA: **2**

TOTAL: **25**

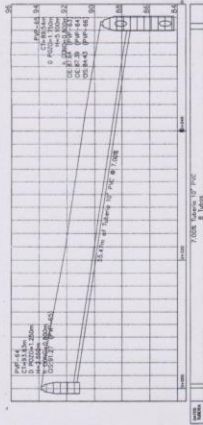


NOMENCLATURA	
PVP	POZO DE VISIA PLUVIAL
CT	KOTA DE TERRENO
H	ALTIMETRIA POZO
A	COMO ALTIMETRIA DE COMO
DE	COTA INVERT ENTRADA
OS	COTA INVERT SALIDA
D	DIAMETRO DE POZO
	SUPERFICIE DE TERRENO
	DIRECCION DE FLUJO
	TUBERIA PVC
	TEJAMANTE
	POZO DE VISIA

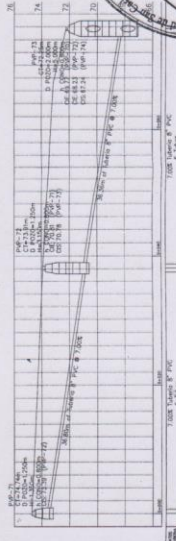
PLANTA DE REFERENCIA



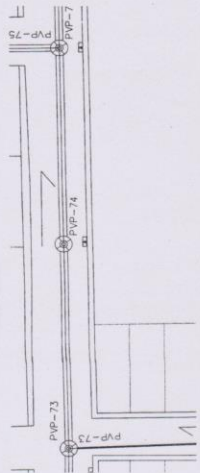
PERFIL PV-DP-73 A PV-DP-75
TRAMO 20
ESC. 1:500



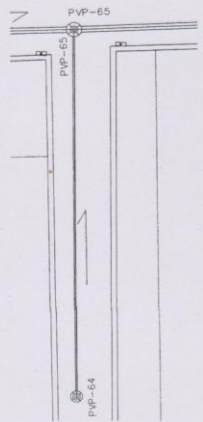
PERFIL PV-DP-64 A PV-DP-65
TRAMO 21
ESC. 1:500



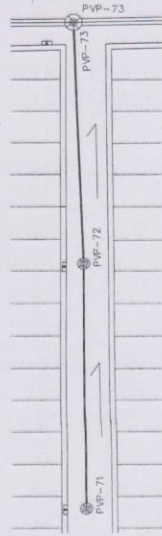
PERFIL PV-DP-71 A PV-DP-73
TRAMO 22
ESC. 1:500



PLANTA PV-DP-73 A PV-DP-75
TRAMO 20
ESC. 1000



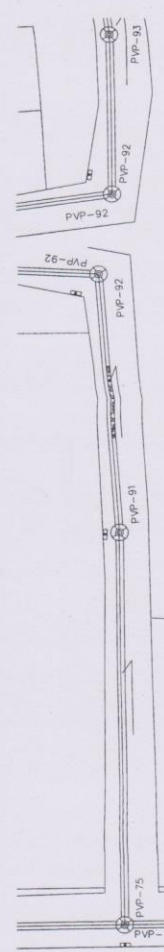
PLANTA PV-DP-64 A PV-DP-65
TRAMO 21
ESC. 1000



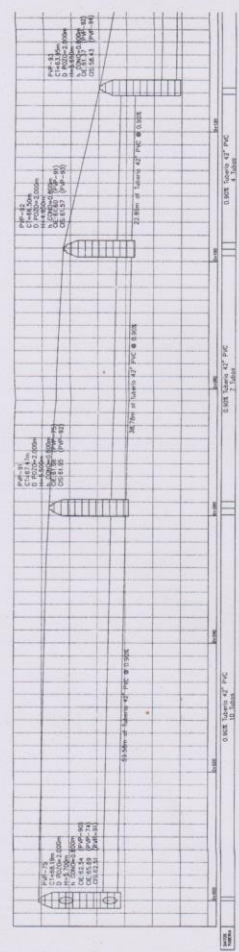
PLANTA PV-DP-71 A PV-DP-73
TRAMO 22
ESC. 1000

INGENIERO EN SISTEMAS DE AGUAS Y SANEAMIENTO
 NOMBRE: [Name]
 N.º DE IDENTIFICACION: [ID Number]
 FIRMA: [Signature]
 FECHA: [Date]

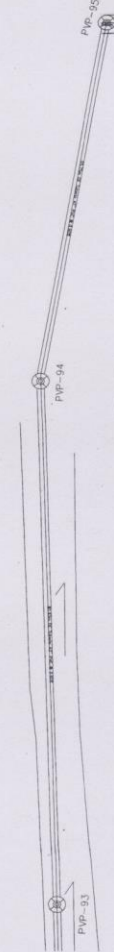
NO. DE PLANOS	25
NO. DE PLANOS EN ESTE PLAN	2
NO. DE PLANOS EN ESTE TRAMO	2
NO. DE PLANOS EN ESTE PROYECTO	25



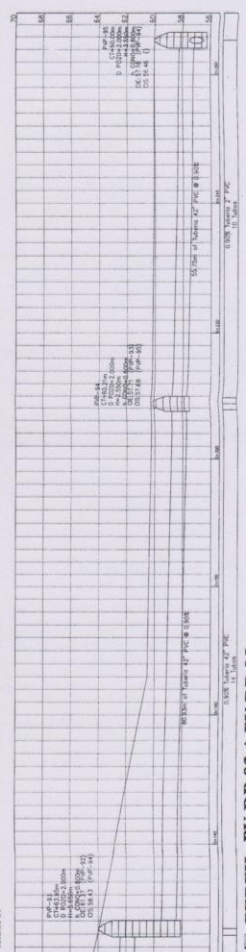
PLANTA PV-DP-75 A PV-DP-93
Escala: 1:500



PERFIL PV-DP-75 A PV-DP-93
Escala: 1:500



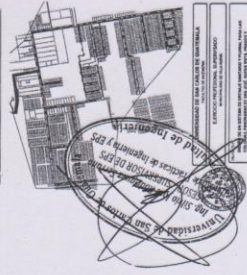
PLANTA PV-DP-93 A PV-DP-95
Escala: 1:500



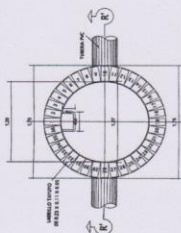
PERFIL PV-DP-93 A PV-DP-95
Escala: 1:500

NOMENCLATURA	
PVP	POZO DE VISTA PLUMAL
CT	COTA DE TERRENO
H	ALTURA POZO
H COMO	ALTURA DE COMO
DE	COTA INVERTI ENTRADA
DES	COTA INVERTI SALIDA
D	DIAMETRO DE POZO
S	SUPERFICIE DE TORRENO
DIRECCION DE FLUJO	
TUBERIA PVC	
TRAGANTE	
POZO DE VISTA	

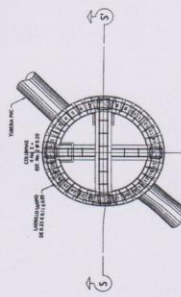
PLANTA DE REFERENCIA



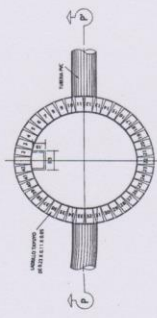
PROYECTO	RECONSTRUCCION DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE LA COMUNIDAD DE SUELOS DE LA UNIVERSIDAD DE SEVILLA
FECHA	15/05/2008
ESCALA	1:500
HOJA	3
TOTAL	25
ELABORADO	
REVISADO	
APROBADO	



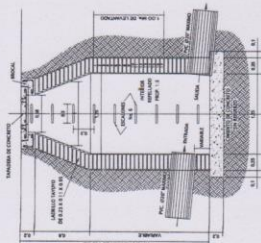
PLANTA POZO (1.25 MTS) H = 0.4 MTS.



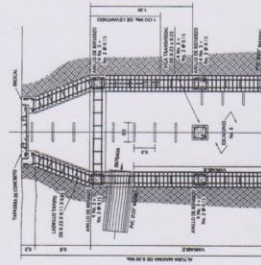
PLANTA POZO (1.25 MTS) H = 4.6 MTS.



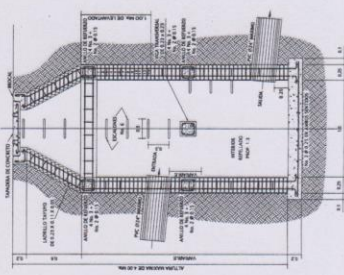
PLANTA POZO (1.50 MTS) H = 0.4 MTS.



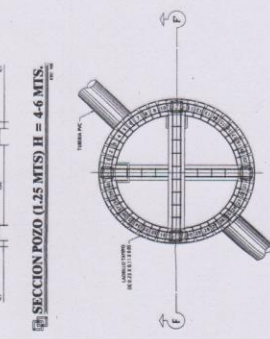
SECCION POZO (1.25 MTS) H = 0.4 MTS.



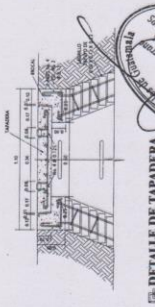
SECCION POZO (1.25 MTS) H = 4.6 MTS.



SECCION POZO (1.25 MTS) H = 4.6 MTS.



PLANTA POZO (1.50 MTS) H = 4.6 MTS.

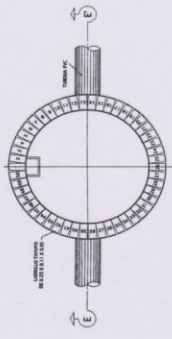


DETALLE DE TAPADERA

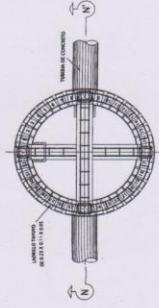
INSTITUTO VICEPRESIDENCIAL DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS Y TECNOLÓGICAS

PROYECTO	OPERA DE RECONSTRUCCION DEL POZO DE AGUA
FECHA	2014
HOJA	2
TOTAL	23

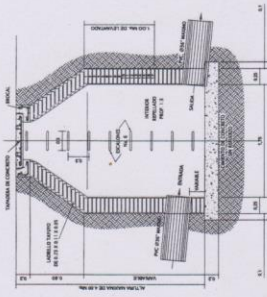
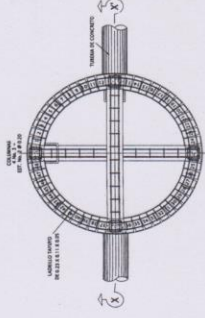
ING. EN SISTEMAS DE AGUA
 ING. EN SISTEMAS DE SANEAMIENTO



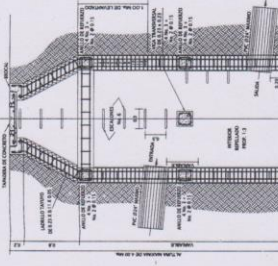
PLANTA POZO (1.75 MTS) H = 0.4 MTS.



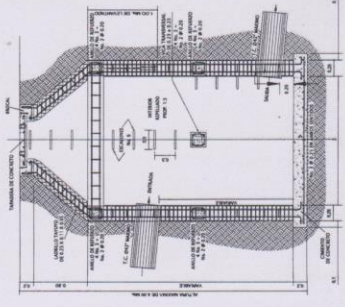
PLANTA POZO (1.75 MTS) H = 4.6 MTS.



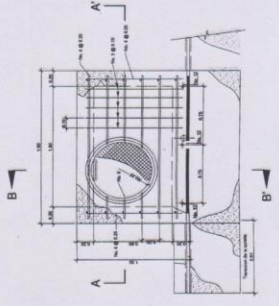
SECCION A-A (1.75 MTS) H = 0.4 MTS.



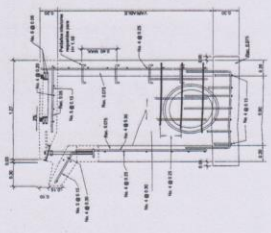
SECCION A-A (1.75 MTS) H = 4.6 MTS.



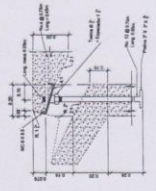
SECCION A-A (2.00 MTS) H = 4.6 MTS.



PLANTA TRAGANTE TIPO R



SECCION A-A



CORTE B-B

SECCION POZO (2.00 MTS) H = 4.6 MTS.

Logo: *Asociación de Ingenieros de Chile*

INGENIERO EN CARTELERA: *[Signature]*

PROYECTO	DETALLE (FOTO)	HOJA	25
FECHA	2	DE	25
PROYECTANTE		REVISOR	
PROYECTO		PROYECTANTE	

