



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

**DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO, PLUVIAL Y
PAVIMENTACIÓN PARA EL ASENTAMIENTO CARMEN DEL MONTE, ZONA
2, BÁRCENA, VILLA NUEVA**

Nestor Ferdinando Mérida Santizo

Asesorado por la Inga. Mayra Rebeca García Soria

Guatemala, septiembre del 2019

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO, PLUVIAL Y
PAVIMENTACIÓN PARA EL ASENTAMIENTO CARMEN DEL MONTE, ZONA
2, BÁRCENA, VILLA NUEVA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

NESTOR FERDINANDO MÉRIDA SANTIZO
ASESORADO POR LA INGA. MAYRA REBECA GARCÍA SORIA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO CIVIL

GUATEMALA, SEPTIEMBRE DE 2019

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANA	Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
VOCAL I	Ing. José Francisco Gómez Rivera
VOCAL II	Ing. Mario Renato Escobedo Martínez
VOCAL III	Ing. José Milton de León Bran
VOCAL IV	Br. Luis Diego Aguilar Ralón
VOCAL V	Br. Christian Daniel Estrada Santizo
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO


DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
EXAMINADOR	Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco
EXAMINADORA	Inga. Christa del Rosario Classon de Pinto
EXAMINADORA	Inga. Mayra Rebeca García Soria
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO, PLUVIAL Y PAVIMENTACIÓN PARA EL ASENTAMIENTO CARMEN DEL MONTE, ZONA 2, BÁRCENA, VILLA NUEVA

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil, con fecha 7 de mayo de 2018.



Nestor Ferdinando Mérida Santizo

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA
UNIDAD DE EPS

Guatemala, 16 de enero de 2019
REF.EPS.DOC.16.01.2019

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

Estimado Ingeniero Argueta Hernández:


Por este medio atentamente le informo que como Asesor-Supervisor de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), del estudiante universitario **Nestor Ferdinando Mérida Santizo**, Registro Académico 201314411 y CUI 2691 72386 0101 de la Carrera de Ingeniería Civil, procedí a revisar el informe final, cuyo título es: **DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO, PLUVIAL Y PAVIMENTACIÓN PARA EL ASENTAMIENTO CARMEN DEL MONTE, ZONA 2, BÁRCENA, VILLA NUEVA.**

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

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"


Inga. Mayra Rebeca Soria de Sierra
Asesora-Supervisora de EPS
Área de Ingeniería Civil

c.c. Archivo
MRGSdS/ra

Edificio de EPS, Facultad de Ingeniería, Ciudad Universitaria, zona 12.
Teléfono directo: 2442-3509



Guatemala,
28 de enero de 2019

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

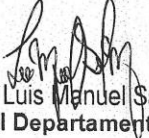
Ingeniero Montenegro.

Le informo que he revisado el trabajo de graduación **DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO, PLUVIAL Y PAVIMENTACIÓN PARA EL ASENTAMIENTO CARMEN DEL MONTE, ZONA 2, BÁRCENA, VILLA NUEVA** desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Nestor Ferdinando Merida Santizo con CUI 2691723860101 Registro Académico No. 201314411, quien contó con la asesoría de la Inga. Mayra Rebeca García Soria de Sierra.

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

Atentamente,

ID Y ENSEÑAD A TODOS



Ing. civil, Luis Manuel Sandoval Mendoza
Jefe Del Departamento de Hidráulica



FACULTAD DE INGENIERIA
DEPARTAMENTO
DE
HIDRAULICA
USAC

/mrrm.





Guatemala,
01 de abril de 2019

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 DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO, PLUVIAL Y PAVIMENTACIÓN PARA EL ASENTAMIENTO CARMEN DEL MONTE, ZONA 2, BÁRCENA, VILLA NUEVA** desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Nestor Ferdinando Merida Santizo, con Registro académico No. 201314411 y CUI 2691723860101 quien contó con la asesoría de la Inga. Mayra Rebeca García Soria de Sierra.

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

Atentamente,

ID Y ENSEÑAD A TODOS



Ing. Mario Estuardo Arriola Ávila
Coordinador del Área de Topografía y Transportes



FACULTAD DE INGENIERÍA
ÁREA
DE TOPOGRAFÍA
Y TRANSPORTES
COORDINACIÓN

mrrm.



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA
UNIDAD DE EPS

Guatemala, 10 de abril de 2019
Ref.EPS.D.137.04.19

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

Estimado Ingeniero Montenegro Franco:

Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO, PLUVIAL Y PAVIMENTACIÓN PARA EL ASENTAMIENTO CARMEN DEL MONTE, ZONA 2, BÁRCENA, VILLA NUEVA**, que fue desarrollado por el estudiante universitario **Nestor Ferdinando Mérida Santizo, CUI 2691 72386 0101 y Registro Académico 201314411**, quien fue debidamente asesorado y supervisado por la Inga. Mayra Rebeca García Soria de Sierra.

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

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,
"Id y Enseñad a Todos"

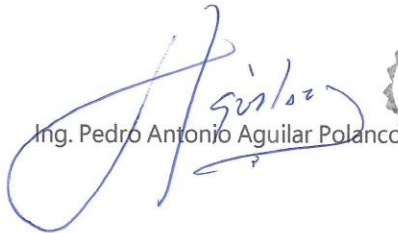
Ing. Oscar Argueta Hernández
Director Unidad de EPS

OAH/ra





El director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen de la Asesora Inga. Mayra Rebeca García Soria y del Coordinador de E.P.S. Ing. Oscar Argueta Hernández, al trabajo de graduación del estudiante Nestor Ferdinando Mérida Santizo titulado **DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO, PLUVIAL Y PAVIMENTACIÓN PARA EL ASENTAMIENTO CARMEN DEL MONTE, ZONA 2, BÁRCENA, VILLA NUEVA** da por este medio su aprobación a dicho trabajo.


Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco



Guatemala, julio 2019
/mrrm.



Universidad de San Carlos
de Guatemala

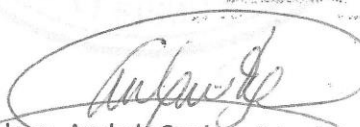


Facultad de Ingeniería
Decanato

DTG. 322.2019

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Civil, al Trabajo de Graduación titulado: **DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO, PLUVIAL Y PAVIMENTACIÓN PARA EL ASENTAMIENTO CARMEN DEL MONTE, ZONA 2, BARCENA, VILLA NUEVA**, presentado por el estudiante universitario: **Nestor Ferdinando Mérida Santizo**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:


Inga Anabela Cordova Estrada
Decana

Guatemala, septiembre de 2019



/gdech

ACTO QUE DEDICO A:

Dios

Por regalarme la vida, dándome sabiduría para poder cumplir esta meta, cuidando siempre mis pasos y ayudándome a superar los obstáculos que se presentaron en esta etapa de mi vida.

Mis padres

Por los esfuerzos que realizaron, el apoyo incondicional, comprensión, motivación para luchar por una mejor educación y sobre todo por su amor.

Familia y amigos

Por su aporte que fue necesario para poder llegar a este momento tan especial.

AGRADECIMIENTOS A:

**Universidad de San
Carlos de Guatemala**

Por ser la casa de estudios donde se me impartieron los conocimientos para formarme como un profesional.

Facultad de Ingeniería

Por darme tan maravillosos conocimientos, ayudando así a la educación en esta etapa de mi vida.

**Mis amigos de la
Facultad**

A todos los que de una u otra manera han estado presentes durante mi carrera, forjando lazos de amistad y superando esta fase académica.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	IX
LISTA DE SÍMBOLOS	XIII
GLOSARIO	XVII
RESUMEN	XXI
OBJETIVOS.....	XXIII
INTRODUCCIÓN	XXV
1. FASE DE INVESTIGACIÓN	1
1.1. Monografía del lugar.....	1
1.1.1. Ubicación y localización.....	1
1.1.2. Límites y colindancias.....	5
1.1.3. Clima	6
1.1.4. Suelo y topografía.....	7
1.1.5. Economía.....	7
1.1.6. Población y demografía	9
1.2. Servicios públicos del lugar	10
1.2.1. Educación.....	10
1.2.2. Comunicación	10
1.2.3. Salud	11
1.2.4. Agua potable.....	11
1.2.5. Drenajes	11
1.2.6. Transporte	12
1.3. Diagnóstico sobre necesidades de servicios básicos e infraestructura del lugar	12
1.4. Vías de acceso	13

1.5.	Evaluación y priorización de necesidades.....	14
2.	DISEÑO DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLUVIAL PARA EL ASENTAMIENTO CARMEN DEL MONTE, ZONA 2, BÁRCENA, VILLA NUEVA.....	15
2.1.	Descripción del proyecto.....	15
2.1.1.	Levantamiento topográfico.....	15
2.1.1.1.	Planimetría.....	15
2.1.1.2.	Altimetría.....	16
2.1.2.	Alcantarillado sanitario, diseño de la red.....	16
2.1.2.1.	Periodo de diseño.....	17
2.1.2.2.	Población.....	18
2.1.2.3.	Dotación.....	19
2.1.2.4.	Factor de Hardmon.....	19
2.1.2.5.	Factor de retorno.....	20
2.1.2.6.	Caudal sanitario.....	20
2.1.2.6.1.	Caudal domiciliar.....	21
2.1.2.6.2.	Caudal comercial.....	21
2.1.2.6.3.	Caudal de infiltración...	22
2.1.2.6.4.	Caudal de conexiones ilícitas.....	22
2.1.2.6.5.	Factor de caudal medio.....	23
2.1.2.7.	Caudal de diseño.....	24
2.1.2.7.1.	Velocidades máximas y mínimas.....	25
2.1.2.7.2.	Separaciones mínimas entre redes de alcantarillado.....	26

	2.1.2.7.3.	Cotas invert	26
	2.1.2.7.4.	Diámetro de tuberías ..	29
	2.1.2.7.5.	Profundidades mínimas de la tubería .	29
	2.1.2.7.6.	Ancho de zanja de tubería	30
2.1.2.8.		Pozos de visita	31
	2.1.2.8.1.	Especificaciones de colocación	33
	2.1.2.8.2.	Especificaciones físicas	34
2.1.2.9.		Acometida domiciliar.....	40
2.1.2.10.		Ubicación de desfogue	42
2.1.2.11.		Calculo hidráulico	44
	2.1.2.11.1.	Relaciones hidráulicas	44
	2.1.2.11.2.	Disipador de energía ..	49
	2.1.2.11.3.	Ejemplo de un tramo ..	50
2.1.3.		Evaluación de impacto ambiental	56
	2.1.3.1.	Identificación de riesgos y amenazas	56
	2.1.3.2.	Impactos negativos.....	57
	2.1.3.3.	Impactos positivos	59
2.1.4.		Planos finales	74
2.1.5.		Presupuesto del proyecto de drenaje sanitario.....	74
	2.1.5.1.	Costo del proyecto.....	74
2.1.6.		Alcantarillado pluvial, diseño de la red.....	77
	2.1.6.1.	Caudal de diseño.....	77
	2.1.6.1.1.	Periodo de diseño	78

2.1.6.1.2.	Determinación de coeficiente de escorrentía	78
2.1.6.1.3.	Intensidad de lluvia	80
2.1.6.1.4.	Tiempo de concentración.....	81
2.1.6.1.5.	Área tributaria de drenajes	82
2.1.6.1.6.	Velocidades de caudales máxima y mínimas	82
2.1.6.1.7.	Cotas invert.....	83
2.1.6.1.8.	Diámetro de tubería	83
2.1.6.1.9.	Profundidades mínimas de tubería	83
2.1.6.1.10.	Ancho de zanja para tubería.....	83
2.1.6.1.11	Pozos de visita	84
2.1.6.2.	Calculo hidráulico	84
2.1.6.2.1.	Ejemplo de un tramo...	84
2.1.6.3.	Tragante de ventana o acera	90
2.1.6.3.1.	Cálculo de tragantes ...	91
2.1.7.	Evaluación de impacto ambiental.....	99
2.1.7.1.	Impactos negativos	99
2.1.7.2.	Impactos positivos.....	100
2.1.8.	Planos finales.....	115
2.1.9.	Presupuesto del proyecto de drenaje pluvial.....	115
2.1.9.1.	Costo del proyecto	115

2.2.	Diseño de pavimento para el asentamiento Carmen del Monte, zona 2, Barcena, Villa Nueva	119
2.2.1.	Descripción del proyecto	119
2.2.2.	Levantamiento topográfico	119
2.2.2.1.	Planimetría	119
2.2.2.2.	Altimetría	120
2.2.3.	Tipos de pavimentos.....	120
2.2.3.1.	Pavimentos flexibles	120
2.2.3.2.	Pavimentos rígidos	121
2.2.4.	Ensayo de suelos	122
2.2.4.1.	Ensayo de granulometría.....	122
2.2.4.2.	Límites de Atterberg	123
2.2.4.2.1.	Límite líquido	124
2.2.4.2.2.	Límite plástico	124
2.2.4.2.3.	Índice plástico.....	125
2.2.4.3.	Ensayo de compactación o proctor modificado	125
2.2.4.4.	Ensayo de valor soporte (C.B.R.)	126
2.2.4.5.	Análisis de resultados del laboratorio	126
2.2.1.	Diseño geométrico.....	127
2.2.1.1.	Diseño de localización.....	128
2.2.1.2.	Alineamiento horizontal	128
2.2.1.3.	Alineamiento vertical.....	130
2.2.2.	Movimiento de Tierras	134
2.2.2.1.	Cálculo de áreas de secciones transversales	134
2.2.2.2.	Cálculo de volúmenes de movimiento de tierras	136

2.2.3.	Consideraciones de diseño en pavimentos	139
2.2.3.1.	Subrasante	139
2.2.3.2.	Subbase	141
2.2.3.3.	Base	142
2.2.3.4.	Carpeta de rodadura	143
2.2.4.	Diseño de la carpeta de rodadura (pavimento flexible)	144
2.2.4.1.	Período de diseño	144
2.2.4.2.	Análisis de tránsito	145
2.2.4.2.1.	Volúmenes de tránsito	146
2.2.4.3.	Serviciabilidad	146
2.2.4.4.	Confiabilidad	147
2.2.4.5.	Diseño de carpeta asfáltica	148
2.2.4.5.1.	Cálculo de ESAL´S ...	150
2.2.4.5.1.1.	Factor de distribución por dirección.	155
2.2.4.5.1.2.	Factor de distribución por carril.	155
2.2.4.5.2.	Drenajes de pavimentos.....	158
2.2.4.5.2.1.	Método del tiempo para drenar.....	159
2.2.4.5.3.	Espesores de capas..	166
2.2.5.	Ubicación de tragantes.....	177

2.2.6.	Consideraciones de operación y mantenimiento del pavimento flexible	177
2.2.7.	Estudio de impacto ambiental.....	177
2.2.7.1.	Impactos negativos en el estudio	178
2.2.7.2.	Impactos positivos	179
2.2.8.	Planos finales	181
2.2.9.	Presupuesto del proyecto	181
2.2.9.1.	Costo del proyecto.....	181
CONCLUSIONES		185
RECOMENDACIONES.....		187
BIBLIOGRAFÍA.....		189
APÉNDICES		191
ANEXOS.....		285

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Diferentes zonas de Villa Nueva	2
2.	Ubicación municipio de Villa Nueva	3
3.	Mapa de Villa Nueva	3
4.	Mapa de zona 2 de Villa Nueva	4
5.	Mapa del proyecto	5
6.	Esquematación de cotas invert entre dos pozos de visita	28
7.	Detalle de cotas invert de entrada y salida de un pozo de visita	28
8.	Sección transversal de un pozo de visita	32
9.	Pozo de visita caso 1	35
10.	Pozo de visita caso 2	36
11.	Pozo de visita caso 3	37
12.	Pozo de visita caso 4	38
13.	Pozo de visita caso 5	39
14.	Detalle en sección de una caja de registro	41
15.	Detalle en sección de colector domiciliario	42
16.	Tragante de ventana o acera	90
17.	Esquema planta de calle a calcular	91
18.	Sección tragante 11	93
19.	Sección tragante 12	93
20.	Sección de calle	95
21.	Tragante calculado	99
22.	Esquema del comportamiento de pavimentos rígidos y flexibles	121
23.	Elementos de curva horizontal	130

24.	Tipos de curvas verticales	131
25.	Secciones transversales típicas	135
26.	Representación geométrica de cálculo de volúmenes de tierra con áreas diferentes	137
27.	Diagrama de masas de volumen de tierra	138
28.	Ejemplo de factores de equivalencia de la carga	153
29.	Geometría de una base permeable	160
30.	Factor de tiempo para un drenaje del 50 %.....	163
31.	Diseño de número estructural.....	169
32.	Coefficiente estructural a partir del módulo elástico del concreto asfáltico.....	170
33.	Variación en el coeficiente estructural de la capa subbase	171
34.	Variación en el coeficiente estructural de la capa base	172

TABLAS

I.	Coordenadas geográficas del proyecto	4
II.	Parámetros climáticos promedio de Bárcena, Villa Nueva, Guatemala	6
III.	Valores permitidos de factor de caudal medio	24
IV.	Velocidades mínimas y máximas permitidas	25
V.	Separación mínima entre redes de alcantarillado.....	26
VI.	Profundidad mínima tubería PVC	29
VII.	Profundidad mínima tubería cemento	30
VIII.	Ancho de zanja	30
IX.	Diámetros de pozos de visitas en función del diámetro de la tubería.	33
X.	Refuerzo pozos de visita en función de la altura	34
XI.	Relaciones hidráulicas para sección circular	47
XII.	Matriz de Leopold para drenaje sanitario	60
XIII.	Evaluación de impacto ambiental, MARN.....	61

XIV.	Cuadro de resumen	75
XV.	Cronograma de ejecución drenaje sanitario.....	76
XVI.	Coeficiente de escorrentía	79
XVII.	Parámetros A, B Y N para la estación insivumeh.....	80
XVIII.	Tiempos de concentración según Empagua	82
XIX.	Datos factor de absorción	98
XX.	Matriz de leopold para alcantarillado pluvial.....	101
XXI.	Evaluación de Impacto Ambiental, MARN.....	102
XXII.	Cuadro de resumen	116
XXIII.	Cronograma ejecución drenaje pluvial	118
XXIV.	Clasificación de subrasante	127
XXV.	Valores k para curvas verticales	132
XXVI.	Inclinación de taludes.....	135
XXVII.	Períodos de diseño para pavimento.....	145
XXVIII.	Valores de R de confiabilidad con diferentes clasificaciones funcionales	147
XXIX.	Características geométricas de la carretera en estado final.....	149
XXX.	Límite de peso por eje.....	151
XXXI.	Factores de crecimiento de tránsito	152
XXXII.	Tipo de vehículo.....	154
XXXIII.	Factor de distribución por dirección	155
XXXIV.	Factor de distribución por carril	156
XXXV.	Cálculo de ejes equivalentes de 18 kips, en carga simple	156
XXXVI.	Factores equivalentes de carga para pavimentos flexibles, ejes simples, pt = 2,0	158
XXXVII.	Cantidad de agua que puede drenar por gravedad.....	162
XXXVIII.	Tiempos de drenaje para capas granulares	164
XXXIX.	Coeficientes de drenaje para pavimentos flexibles (mx)	165
XL.	Valor del módulo de resiliencia de los materiales	168

XLI.	Tabla de valor del número estructural.....	170
XLII.	Resumen de datos.....	172
XLIII.	Espesores mínimos sugeridos.....	175
XLIV.	Espesores finales.....	175
XLV.	Espesores del pavimento.....	176
XLVI.	Grados de asfalto de acuerdo con el tipo de clima	176
XLVII.	Matriz de leopold para el diseño de la pavimentación	180
XLVIII.	Cuadro de resumen	182
XLIX.	Cronograma de ejecución.....	183

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
A	Área
AN	Ancho normal
Q	Caudal a sección llena
q	Caudal a sección parcialmente llena
Q com	Caudal comercial
QC.Ilicitas	Caudal de conexiones ilícitas
Q dis	Caudal de diseño
Q inf	Caudal de infiltración
Q dom	Caudal domiciliar
Q Ind	Caudal industrial
Q med	Caudal medio
Q san	Caudal sanitario
Mx	Coeficiente de drenaje para pavimento flexible
C	Coeficiente de escorrentía
Cg	Coeficiente de graduación
Cu	Coeficiente de uniformidad
k	Constante que depende de la velocidad de diseño
CTF	Cota final de terreno
CTI	Cota inicial de terreno
CIE	Cota invert de entrada
CIS	Cota invert de salida
CM	Cuerda máxima
Δ	Deflexión

So	Desviación estándar
Ø	Diámetro
D	Diámetro de tubería
DH	Distancia horizontal
Dot	Dotación
E%	Eficiencia
T	Espejo de agua
E	Externa
LEF	Factor equivalente de carga
FQM	Factor de caudal medio
F.H.	Factor de Harmon
S1	Factor de talud
G	Grado de curvatura
=	Igual a
Po	Índice de serviciabilidad inicial
Pt	Índice de serviciabilidad final
I	Intensidad de lluvia
PSI	Libras por pulgada cuadrada
Lts./hab./día	Litros por habitante por día
L	Longitud de tubería
LCV	Longitud de curva vertical
Ls	Longitud de curva
L_T	Longitud efectiva
>	Mayor que
Mpa	Mega pascales
<	Menor que
m	Metro
m²	Metro cuadrado
m³	Metro cúbico

m³/s	Metro cúbico por segundo
m/s	Metro por segundo
msnm	Metros sobre el nivel del mar
Mr	Módulo de resiliencia
No. Casas	Número de casas
No. Hab	Número de habitantes
SN	Número estructural
OM	Ordenada media
S_x	Pendiente transversal
S_L	Pendiente longitudinal
S	Pendiente
Pe	Pendiente de entrada
Ps	Pendiente de salida
e%	Peralte
ΔPSI	Pérdida de serviciabilidad
Ws	Peso específico de los sólidos
P	Población
Pa	Población actual
Pf	Población futura
Nc	Porosidad efectiva
PV	Pozo de visita
PC	Principio de curva
PCV	Principio de curva vertical
PT	Principio de tangente
PTV	Principio de tangente vertical
PI	Punto de intersección
PIV	Punto de intersección vertical
M	Punto medio u ordenada media
R	Radio

Eo	Radio de flujo
q/Q	Relación de caudales
d/D	Relación de diámetros
v/V	Relación de velocidades
TE	Tangente de entrada
TS	Tangente de salida
TC	Tiempo de concentración
d	Tirante de agua
ST	Subtangente
Sa	Sobreancho
V	Velocidad del flujo a sección llena
v	Velocidad del flujo dentro del drenaje
N_{max}	Volumen de agua que llena completamente vacíos del material
V_s	Volumen total de los sólidos

GLOSARIO

AASHTO	Asociación Americana de Oficiales de Carreteras Estatales y Transportes (American Association of State Highway and Transportation Officials).
Agua pluvial	Agua que se origina durante los fenómenos meteorológicos con precipitación.
Agua residual	Tipo de agua que está contaminada con sustancias fecales y orina, procedentes de desechos orgánicos humanos o animales.
Acometida domiciliar	Receptáculo donde se reciben las aguas negras provenientes del interior de una vivienda y que conduce al sistema de drenaje.
ASTM	Asociación Americana de Ensayo de Materiales (American Society of Testing Materials.).
AutoCAD	Software en programas de diseño, dibujo, modelado, dibujo arquitectónico e ingeniería en 2d y 3d.
Caudal	Volumen de agua por unidad de tiempo que en un punto observado en un instante determinado fluye dentro de una tubería.

CBR	<i>Californian Bearing Ratio.</i> (Ensayo de relación de soporte de California).
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.
DGC	Dirección General de Caminos.
DG0P	Dirección General de Obras Públicas.
EIA	Estudio de impacto ambiental.
EMPAGUA	Empresa Municipal de Agua
ESAL´s	<i>Equivalent single axial load.</i> (Carga equivalente de un solo eje).
Factor de caudal medio	Relación entre la suma de los caudales y los habitantes a servir.

Factor de Harmon	Factor de seguridad para las horas pico, está en relación con la población.
Factor de Manning	Ecuación 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.
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.
INFOM	Instituto de Fomento Municipal
INSIVUMEH	Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología.
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.
Tabulador	Tecla que se presiona para separar concepto de significado.
Tirante	Altura de las aguas residuales y pluviales dentro de un drenaje.

TPPD	Tráfico pesado promedio diario
TPD	Tráfico promedio diario
TPD	Tránsito promedio diario
TPDA	Tráfico promedio diario anual
VAS	Vías Alternas del Sur

RESUMEN

En este trabajo se presenta una propuesta el diseño del sistema de alcantarillado sanitario, pluvial y pavimentación, para el asentamiento Carmen del Monte, zona 2, Bárcena, Villa Nueva, con el objetivo de mejorar las condiciones sanitarias y visuales de la comunidad.

En el capítulo I se encuentra la fase de investigación donde se describen aspectos monográficos y de carácter socioeconómico del municipio de Villa Nueva y la aldea Bárcena.

En el capítulo II se describen todos los parámetros de diseño que se utilizaron para el diseño del sistema de alcantarillado sanitario y pluvial, y la pavimentación.

El diseño y planificación de los sistemas de alcantarillado sanitario cuenta con un largo de 3 245 metros de tubería de PVC, 99 pozos de visita, donde se tiene contemplado que haya unas 521 viviendas a futuro. El alcantarillado pluvial cuenta con 3 510 metro de tubería PVC, 104 pozos de visita y 172 tragantes de agua pluvial, asimismo, se realizó el presupuesto y evaluación ambiental para cada uno de los sistemas de drenaje.

Además, continua con el diseño, planificación, presupuesto y evaluación ambiental de la pavimentación que cuenta con un largo de 3,8 kilómetros, fue diseñado con pavimento flexible con 6 cm de espesor y sus diferentes secciones típicas con su respectiva banquetización dependiendo de las calles, donde en algunas se tuvo que dejar un carril debido que las calles son angostas

y no cumplen el ancho mínimo de 2 carriles, y teniendo en cuenta la topografía del lugar, asimismo, se realizó el presupuesto y evaluación ambiental para la pavimentación.

OBJETIVOS

General:

Diseñar los sistemas de alcantarillado sanitario, pluvial y pavimentación para el asentamiento Carmen del Monte, zona 2, Bárcena, Villa Nueva.

Específicos:

1. Realizar una monografía del lugar para verificar las necesidades de saneamiento e infraestructura.
2. Diseñar aplicando las normas y especificaciones del INFOM, EMPAGUA y ASTM, para los sistemas de alcantarillado.
3. Diseñar la pavimentación por el método AASHTO 1993 y basado en las Especificaciones Generales para la Construcción de Carreteras y Puentes de Caminos.
4. Realizar las memorias de cálculo, los planos, presupuesto, cronograma de ejecución y elaboración de un estudio de impacto ambiental del sistema de alcantarillado sanitario, pluvial y pavimentación.

INTRODUCCIÓN

La problemática que se analizará es la falta de una red de alcantarillado sanitario y pluvial y calles pavimentadas que afecta a los habitantes del asentamiento Carmen del Monte, zona 2, Bárcena, Villa Nueva.

Debido a este problema se ve afectada la salud de los pobladores y daño al medio ambiente debido a inundaciones y corrientes de agua pluvial, ya que la región tiene pendientes fuertes, la incorrecta evacuación de aguas negras causa enfermedades gastrointestinales en la población debido a que se contamina el agua que consumen.

La falta de pavimentación de diversas calles del municipio expone a los habitantes de los distintos sectores del municipio a un serio problema de salud, ya que durante el verano, cuando el suelo se encuentra seco por la falta de lluvia, el paso de vehículos sobre su superficie y los vientos frecuentes en la zona, provoca que las partículas más finas de suelo permanezcan en el aire y se conviertan en foco potencial de enfermedades de las vías respiratorias y alergias, principalmente entre la población infantil y personas de avanzada edad. Se producen encharcamiento de agua en la superficie del terreno, convirtiéndose en foco de infecciones de la piel, principalmente por el contacto con el agua contaminada. Además, la interrupción de la circulación de vecinos y automóviles.

Debido a estos problemas por medio del trabajo de EPS se propone hacer el diseño de alcantarillado sanitario con longitud aproximada de 3,35 kilómetros y alcantarillado pluvial con longitud de 3,67 kilómetros y pavimentación de una

longitud aproximada de 3,8 kilómetros esperando resolver la problemática que afecta a esta comunidad.

1. FASE DE INVESTIGACIÓN

1.1. Monografía del lugar

Villa Nueva surge como un poblado en el período hispánico, por decreto de la Asamblea Constituyente del Estado de Guatemala del 8 de noviembre del año 1839, cuando se formó el distrito de Amatitlán, en cuyo artículo 1º se mencionó a Villa Nueva.

El municipio de Villa Nueva fue fundado el 17 de abril de 1763 y en la actualidad gracias a su ubicación estratégica cercana a la ciudad capital y a una de las principales rutas comerciales del país, como lo es la CA-9, se ha colocado como uno de los principales municipios en el desarrollo de proyectos habitacionales y en el establecimiento de industrias sólo detrás de los municipios de Guatemala y Mixco.

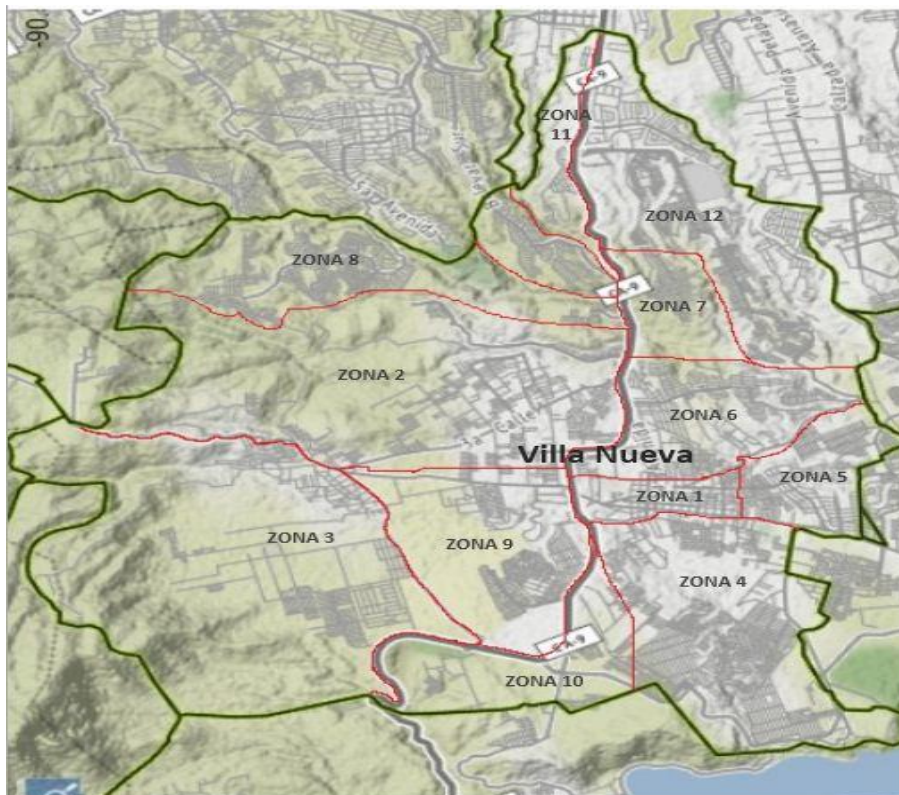
La fiesta titular se celebra en la segunda semana de diciembre, en honor de la Virgen de Concepción, patrona del pueblo. El día principal es el 8, cuando la iglesia conmemora la Purísima Concepción de María.

1.1.1. Ubicación y localización

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 17 kilómetros al suroccidente de la ciudad capital. Se sitúa en la carretera CA-9 sur, en dirección al Pacífico. El municipio de Villa Nueva está conformado por las zonas 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9,

10,11 y 12. Entre sus colonias más pobladas están: Villa Nueva-Centro, Bárcena, San José, Ciudad Peronia, Proyectos-Sonora, Mario Alioto, Eterna Primavera, Ciudad Real, Villa Lobos, El Búcaro, Castañas, Santa Isabel, Linda vista y Enriqueta. Y las colonias residenciales dentro del municipio son: El Frutal, Naciones Unidas, Monte María, Condado Catalina, Colinas de Monte María, Viñas del Sur, Condado El Carmen, Planes de Bárcenas, La Toscana, Fuentes, Hacienda de las Flores, Catalina Linda Vista, Villa Romana, El Tabacal, Ciudad del Sol, Celajes de San José, Luminella, TerraNova, Altos de Bárcenas, Verona, Ciudad Santa Clara, El Paraíso, Vila Nova, Llano Alto, Santa Catalina.

Figura 1. **Diferentes zonas de Villa Nueva**



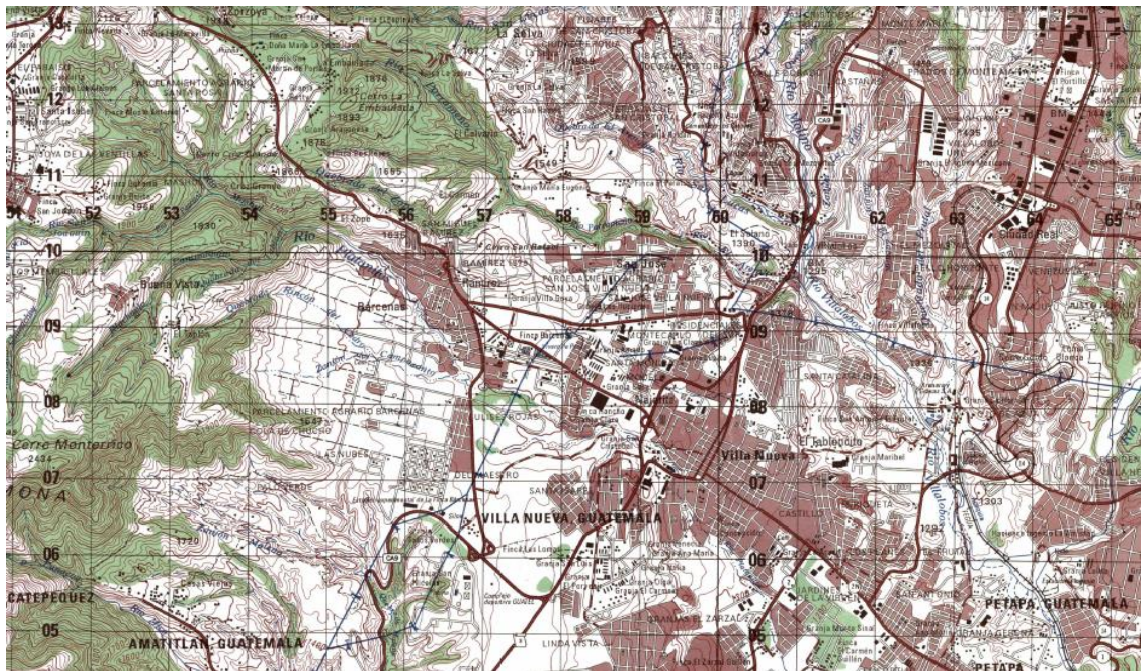
Fuente: Municipalidad de Villa Nueva.

Figura 2. **Ubicación municipio de Villa Nueva**



Fuente: Municipalidad de Villa Nueva

Figura 3. **Mapa de Villa Nueva**



Fuente: Instituto Geográfico Nacional.

Figura 4. **Mapa de zona 2 de Villa Nueva**



Fuente: Instituto Geográfico Nacional.

La ubicación específica del proyecto es el asentamiento Carmen del Monte, zona 2, Bárcena del municipio de Villa Nueva, Guatemala. Está al sureste del valle de la Virgen con una distancia de 4 kilómetros del centro de la cabecera municipal de Villa Nueva y a 19 kilómetro del centro de la ciudad capital aldea Bárcena se encuentra a una altitud de 1 440 msnm; se encuentra asentada en el Cerro de la Virgen.

Tabla I. **Coordenadas geográficas del proyecto**

Geográfica	UTM	GTM
Latitud: 14° 33' 26.7"N	757219,7 m E	431575,2
Longitud: 90° 37' 13.7"W	1610722,6 m N	-10632998407929,7

Fuente: elaboración propia.

Figura 5. **Mapa del proyecto**



Fuente: Google Earth.

1.1.2. Límites y colindancias

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. Bárcena, constituyen parte de la zona 3 del municipio de Villa Nueva, colinda al este con la zona 2 del municipio, al sur con el municipio de Amatitlán, y al oeste y norte con el departamento de Sacatepéquez, en los últimos años se han construido a sus alrededores un sinnúmero de colonias, caseríos y colonias residenciales, como colonia Ulises Rojas, Residenciales Altos de Bárcena I, II y III, Los tanques, entre otras.

1.1.3. Clima

El clima que prevalece en este lugar se puede decir que es tropical a subtropical, alcanzando durante todo el año, temperaturas máximas de 28 °C y mínimas de 12 °C. Esto debido a las cercanías con el área sur del país, ya que en un tiempo relativamente corto se puede llegar a Palín, Escuintla, y otros, también cuenta con varios meses de lluvia lo que es bueno para la agricultura que es un medio de vida con un porcentaje alto en esta localidad.

Tabla II. **Parámetros climáticos promedio de Bárcena, Villa Nueva, Guatemala**

Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Anu al
Temp. máx. abs. (°C)	27	29	30	33	31	30	29	29	29	28	28	28	29
Temp. máx. media (°C)	21	23	25	25	25	23	23	23	22	22	22	21	22
Temp. mín. media (°C)	8	10	13	15	16	16	16	15	15	13	11	9	13
Temp. mín. abs. (°C)	-3	2	4	7	9	10	11	10	7	6	3	-1	6
Precipita ción total (mm)	2,0	1,1	11,7	50,9	141,9	211,8	415,1	278,3	220,2	165,9	32,0	2,5	1533,4

Fuente: Insivumeh.

1.1.4. Suelo y topografía

En lo que se refiere a condiciones del suelo en el 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. Cuenta con una extensión territorial de 114 kilómetros cuadrados. Su terreno es generalmente plano y se pueden encontrar algunas montañas y accidentes orográficos menores.

El suelo superficial es de color café claro, con una textura y consistencia arcillosa o franco arcillosa y con un espesor de 20 a 30 centímetros, en las partes altas de Villa Nueva el suelo es arenoso limoso con poca cantidad de grava. El subsuelo es de color café amarillento, de consistencia friable y textura franco arcillosa, cuenta con un espesor de 40 a 50 centímetros tomando como parámetro los ensayos de suelos realizados.

1.1.5. Economía

La economía de Villa Nueva se basa en la producción agrícola de: maíz, frijol, café, verduras, tabaco y heno; existen varias industrias como fábricas de hilados, tejidos de plástico y cerámica; además de la ganadería con crianza de bovinos, granjas avícolas y en menor escala la crianza de ganado porcino; el comercio en esta región es intenso; y en el cauce y bancos del río Villa López, se encuentran gravas y arena que son explotadas comercialmente, lo mismo que en los afluentes del mencionado río.

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 puede 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.

Los habitantes de aldea Bárcena como muchos villanovanos y guatemaltecos, se dedican a la economía informal, desde tortillerías, pequeñas panaderías, farmacias, e incluso ventas ambulantes de comida, verduras, granos básicos.

Otra de las ocupaciones de los vecinos, es la agricultura y ganadería, y en maquilas un porcentaje bajo tiene un empleo formal con prestaciones de ley.

La aldea Bárcena también está cercana a centros comerciales como Santa Clara, supermercado Walmart y en los últimos años se ha conformado colonias residenciales en sus alrededores. Lo que ha generado aumento en la economía formal e informal, el flujo de transporte se ve afectado porque la carretera principal, conduce al departamento de Sacatepéquez y al sur con el departamento de Escuintla.

1.1.6. Población y demografía

Según el censo realizado en el 2002 por el Instituto Nacional de Estadística, se dio un crecimiento de población en un 80 %. La densidad poblacional es de 300 habitantes por hectárea y se cuenta con una tasa de crecimiento poblacional de un 2,5 %.

Se estima que su población oscila entre 800 mil y 1 millón de personas. Villa Nueva ha sido considerada como un municipio dormitorio y muchos de sus habitantes no se encuentran avocindados en los registros correspondientes. Algunos se encuentran temporalmente dentro del municipio, sobre todo en horas inhábiles según municipalidad de Villa Nueva.

Los habitantes de la aldea Bárcena son de costumbres muy arraigadas a la cultura ladina, y en los últimos años ha aumentado la delincuencia, muchos vecinos han manifestado que es debido al aumento de migración interna hacia la aldea, y los asentamientos humanos, que han aumentado la población.

El 59,0 % de personas trabajan como empleados privados, el 23,3 % por cuenta propia; 6,8 % patronos. La mayor parte de la población trabajadora se desempeña como operaria y oficios no calificados 52,7 % seguidamente se encuentra los trabajadores por cuenta propia que representan el 18,09 % y luego, los operarios de instalaciones 10,2 %. Que en su conjunto suman el 80,1 % de la población económicamente activa.

Según información del COCODE el asentamiento Carmen del Monte cuenta con 496 familias aproximadamente, con crecimiento constante debido a las invasiones que ocurren en el lugar.

1.2. Servicios públicos del lugar

Es muy importante analizar previo a realizar el diseño cuáles son los servicios públicos, como educación, agua potable, comunicación, salud, drenajes, transporte, entre otros.

1.2.1. Educación

Tiene un gran número de establecimientos educativos, públicos y privados que ya ofrecen educación que va desde preprimaria hasta diversificado. Actualmente cuentan con un campus universitario y algunas universidades privadas que utilizan las instalaciones de los colegios del área para impartir clases. En un futuro se pretende construir un campus de la Universidad San Carlos de Guatemala dentro del municipio. Entre otros establecimientos se encuentra la ENCA, Escuela Nacional Central de Agricultura que atiende a jóvenes estudiantes de todos los departamentos del país.

1.2.2. Comunicación

En el municipio de Villa Nueva se han ejecutado varias obras de ingeniería civil, entre las cuales se encuentran la introducción de vías de comunicación y pavimentación, tal como: la carretera que conduce de la aldea Bárcenas a la Antigua Guatemala, el boulevard Reformadores y la autopista privada VAS que conecta la CA-9 con Boca del Monte. Bárcena cuenta con servicios de telefonía celular y domiciliar donde principalmente dominan las empresas de telefonía Tigo y Claro.

1.2.3. Salud

Se cuenta con dos centros de salud ubicados en el parque central y en la zona 12 del municipio, en la actualidad se realiza la construcción del hospital nacional del municipio ubicado en el kilómetro 22 sobre la CA-9. En la aldea de Bárcena se cuenta con farmacias, un dispensario de medicinas y un centro comunitario CECOMSAL que brinda consulta de medicina general para adultos, adulto mayor y pediatría.

1.2.4. Agua potable

En el municipio de Villa Nueva se cuenta con un déficit del servicio de un 18,5 %. Están los nacederos de agua: Ojo de Agua, El Granizo y Agua Tibia, además, del pozo de agua municipal, las cuales sirven para dotar de agua potable a los habitantes datos obtenidos de la municipalidad de Villa Nueva.

1.2.5. Drenajes

El sistema de drenaje sanitario es deficiente, carece de plantas de tratamiento de aguas residuales y las existentes ya no cumplen con su función, esto es necesario para realizar un desfogue correctamente y sin aumentar el grado de contaminación del río Villa Lobos, lago de Amatitlán y río Platanito que son los principales desfogues del municipio según información de municipalidad de Villa Nueva.

Se cuentan con drenajes que vienen por las vías principales de Bárcena de los diferentes asentamientos y colonias del alrededor, los cuales se desfogan en el río Villa Lobos, los límites de estos drenajes llegan al redondel del c.c. Santa Clara. Se realizan trabajos de limpieza cuando ocurren daños por

fuertes lluvias, esto debido a la gran cantidad de basura que se recoge de la vía pública un promedio de 65 toneladas de basura según la municipalidad de Villa Nueva.

1.2.6. Transporte

En el municipio actualmente se planea la introducción de una línea de transporte municipal llamada Transur la cual arrancará con un tramo que se dirige del mercado Concepción al Centrasur.

Bárcena cuenta con buses extraurbanos, que van de Bárcena a Villa Nueva, de Villa Nueva a la Choza, carretera a Antigua Guatemala, al CENMA y viceversa, cuenta además con otra ruta de buses van de la colonia Ulises Rojas al Centro Comercial Santa Clara.

1.3. Diagnóstico sobre necesidades de servicios básicos e infraestructura del lugar

En Villa Nueva existen ineficiencias en diferentes servicios que se ofrecen en el lugar, para empezar, se tiene en malas condiciones escuelas y falta de espacios para estudiar, contar con una biblioteca o un establecimiento educativo sin los insumos necesarios como espacio, infraestructura, tecnología hoy en día no colaboran de la manera necesaria en la educación de los estudiantes. Existe un problema con la falta de centros de salud en buenas condiciones, los vecinos de Villa Nueva que no cuentan con una institución para atender una emergencia, y que, debido a la falta de equipo, personal y mala atención por el número de pobladores que se acercan a estos centros. Por lo que se evidencia que cuando los vecinos tienen una emergencia médica, tienen que trasladarse a hospitales privados o centros de salud de otros municipios.

En aldeas y asentamientos hay falta de dotación de agua potable debido a que cada año crece el número de habitantes por lo cual solo tienen servicio de agua potable a ciertas horas del día, la falta de alcantarillas en buen estado afecta ya que se producen inundaciones en época de invierno dañando las viviendas de los pobladores debido que se tira basura en las calles topando los tragantes de agua pluvial, hay deficiencias para manejar las agua negras comerciales y domiciliarias desfogando en ríos y que desembocan en el lago de Amatlán todo esto debido a la falta de plantas de tratamiento. También se puede ver el deterioro de las calles con numerosos baches donde se producen encharcamientos de agua que generan enfermedades como el dengue, en muchos lugares aún existen calles de terracería en los cuales hay mucho polvo con el suelo seco y se forma lodo cuando llueve dificultando la circulación de los vehículos, hay peligro latente de caer sobre cuneta profunda por la mala construcción de banquetas causando reducción del paso peatonal.

1.4. Vías de acceso

Entre las vías de acceso hacia Bárcena, Villa Nueva se puede entrar por San José, Villa Nueva, también en el camino que lleva hacia la colonia Eulises Rojas entrando por la carretera CA-9, hay acceso por el camino que viene de la ruta nacional 10, por último, se tiene un acceso viniendo desde el túnel de Santa Clara pasando por la carretera CA-9. Las vías de acceso hacia el asentamiento Carmen del Monte, está la entrada por la arenera la cual no permite paso libre de automóviles a partir de las 10 pm. y también, está la entrada por el asentamiento Aníbal Archila donde se hizo la pavimentación por parte de la municipalidad de Villa Nueva para conectar los dos lugares.

1.5. Evaluación y priorización de necesidades

En Villa Nueva se deben de priorizar las calles ya que es un problema que afecta a todo el municipio principalmente a los conductores de vehículos y peatones ya que se ven muchas inundaciones por la falta de tragantes o se llegan a obstruir por la basura que tiran los vecinos. El pavimento en mal estado por los baches hace que la fluidez del tráfico sea lenta y se produzcan daños al vehículo, en la banquetización hay un deterioro evidente en la mayoría de calles públicas ya que su tiempo de vida útil a acabado, donde incluso las personas tienen que caminar sobre el pavimento exponiéndose a ser atropelladas por los automóviles. En las calles de terracería existen problemas de circulación donde en la mayoría de casos no llega el transporte público a los asentamientos o aldeas, también se produce polvo causando enfermedades respiratorias y lodo cuando llueve.

Otra necesidad que se debe priorizar son las redes de alcantarillado ya que en muchas comunidades no se cuenta con este servicio por falta de un plan de infraestructura o no hay un plan adecuado para manejar las aguas negras, donde se desfoga en los ríos que contaminan directamente el lago de Amatitlán, también se puede contaminar el agua potable que consumen los habitantes por los que genera enfermedades gastrointestinales o parásitos, se generan malos olores, contaminación ambiental y visual. En algunos sectores del municipio las tuberías de agua pluvial están en malas condiciones ya que no soportan la intensidad de lluvia por lo que se inundan calles dañando la infraestructura del lugar, en comunidades donde no se tienen servicio de drenajes pluviales se producen encharcamientos de agua los cuales causan enfermedades como el dengue y zika, en algunos casos se tienen corrientes de agua sobre toda la vía pública el cual dificulta o bloquea el paso vehicular.

2. DISEÑO DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLUVIAL PARA EL ASENTAMIENTO CARMEN DEL MONTE, ZONA 2, BÁRCENA, VILLA NUEVA

2.1. Descripción del proyecto

En esta red de drenaje se propone un sistema separativo debido a que se planea darle tratamiento a las aguas negras que provengan de las viviendas, mientras el agua pluvial tendrá un desfogue en una ya construido anteriormente por la municipalidad, mientras los otros desfogues de la red serán hacia el barranco que se indica en los planos del diseño. El sistema de alcantarillado sanitario cuenta con 3,35 km de longitud que abarca todo el asentamiento, mientras el sistema de alcantarillado pluvial cuenta con 3,67 km de longitud. Se utilizará tubería PVC para los dos sistemas de alcantarillado y diámetros, según como se indica en el diseño.

2.1.1. Levantamiento topográfico

Para el levantamiento topográfico de un terreno nunca se toma en cuenta la curvatura de la esfera terrestre, desde este principio se efectúan toda clase de trazos topográficos.

2.1.1.1. Planimetría

La planimetría se utiliza para localizar la red de alcantarillado sanitario y pluvial sobre las calles, ubicar los pozos de visita y la tubería. Para el

levantamiento planimétrico se utilizó el método de conservación del azimut, con una poligonal cerrada, y con el uso del siguiente equipo:

- Estación total de laser
- Un estadal con espejo
- Estacas de madera

2.1.1.2. Altimetría

La altimetría tiene por objetivo determinar las diferencias de alturas entre los puntos del terreno. Las alturas de los puntos se toman sobre planos de comparación diversos, el más común de estos es el nivel del mar. A estas alturas, los puntos sobre esos planos de comparación se llaman cotas, elevaciones o alturas y, a veces, niveles. Para el levantamiento altimétrico se trabajó con el método compuesto y con el siguiente equipo:

- Estación total de laser
- Un estadal con espejo
- Estacas de madera

2.1.2. Alcantarillado sanitario, diseño de la red

Para el diseño del sistema de drenaje sanitario se toman como base las Normas ASTM 3034 y las que establece la Dirección General de Obras Públicas. Normas utilizadas y actualizadas por el Instituto de Fomento Municipal (INFOM) actual ente coordinador de las políticas de agua y saneamiento a nivel nacional. De acuerdo con su finalidad, existen tres tipos básicos de alcantarillado. La selección o adopción de cada uno de estos sistemas

dependerá de un estudio minucioso de factores, tanto topográficos como funcionales, pero el más importante es el económico.

- Sistema sanitario

Consiste en una tubería para recolección y conducción de las aguas negras, quedando de esa forma excluidos los caudales de aguas de lluvia provenientes de calles, techos y otras superficies.

- Sistema separativo

Este consiste en dos líneas de tuberías, una para las aguas negras y otra para las de lluvia, recolectadas y transportadas independientemente. Para proyectar un alcantarillado de este tipo es necesario que también existan drenajes separativos en el interior de las edificaciones a servir.

- Sistema combinado

Se diseñará un sistema de drenajes combinado en aquellas poblaciones en que las viviendas existentes tengan una salida única para las aguas negras y de lluvia, el cual consiste en una sola línea para la recolección y transportación de las mismas.

2.1.2.1. Período de diseño

El período de diseño de un sistema de alcantarillado es el tiempo durante el cual este dará un servicio con una eficiencia aceptable. El período varía de acuerdo con el crecimiento de la población, capacidad de la administración, operación y mantenimiento. Criterios de instituciones como el del INFOM,

EMPAGUA y el Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia (UNICEF), recomiendan que las alcantarillas se diseñen para un período de 15 a 40 años.

Para determinar qué período utilizar, es necesario tomar en cuenta lo siguiente:

- Vida útil de las estructuras, tomando en cuenta: antigüedad, desgaste y daño en el sistema.
- Crecimiento poblacional.
- Desarrollo de la obra en sus primeros años.

Dentro de las recomendaciones de período de diseño que se dan para las diferentes partes que componen un sistema de alcantarillado sanitario están:

- | | |
|--------------------------|--------------|
| • Colector principal | 30 - 40 años |
| • Planta de tratamiento | 20 - 30 años |
| • Línea de descarga | 10 - 15 años |
| • Equipo electromecánico | 8 - 10 años |

El período de diseño del proyecto en estudio será de 25 años, por lo que pasado este tiempo será necesario rehabilitarlo. Se adoptó este período de tiempo, tomando en cuenta los recursos económicos con los que cuenta el municipio, la vida útil de los materiales y las Normas del INFOM.

2.1.2.2. Población

El estudio de la población se efectúa con el objetivo de estimar la población futura, para lo cual se hace necesario determinar el período de diseño y hacer un análisis de los censos existentes. El crecimiento de una población es

afectado por factores como: nacimientos, anexiones, muertes y migración. Para obtener la proyección del crecimiento de la población se pueden utilizar distintos métodos, y se hace según los datos estadísticos de censos de población realizados en el pasado.

Incremento geométrico:

$$Pf = pa + (1 + R)^n$$

Donde:

Pf = población futura

Pa = población actual

n = período de diseño

R = tasa de crecimiento

2.1.2.3. Dotación

Cantidad de agua necesaria para satisfacer la demanda de la población en un día medio anual. Es el cociente de la demanda entre la población de proyecto. Volumen asignado de agua en fuentes al día por habitante, considerando todos los usuarios. Según el reglamento municipal de Villa Nueva se deberá usar una dotación de 150 lt/hab/día.

2.1.2.4. Factor de Hardmon

El factor de Hardmon o de flujo instantáneo, es un factor de seguridad que involucra a la población para servir en un tramo determinado, actúa en las horas pico o de mayor utilización del drenaje. La fórmula del factor de Hardmon es adimensional y viene dada por:

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

Donde:

P=población acumulada en un tramo en miles de habitantes (p/1 000).

El factor de Hardmon se encuentra entre los valores de 1,5 a 4,5 según sea el tamaño de la población a la que se piensa atender.

2.1.2.5. Factor de retorno

Se determina mediante la consideración de que, del 100 % de agua potable que ingresa a un domicilio, entre el 20 % y el 30 % se utilizan en actividades en las cuales se consume, se evapora o se desvía a otros puntos, distinta al 70 % u 80 % restante, que después de ser utilizada por las personas es desfogada al sistema de alcantarillado. Por ello, a este porcentaje que retorna se le denomina factor de retorno. En este caso el Factor usado es el 80 %.

2.1.2.6. Caudal sanitario

Está compuesto por la integración de los diferentes caudales del sistema. Estos caudales son los siguientes:

$$Q_{san} = Q_{dom} + Q_{com} + Q_{ind} + Q_{inf} + Q_{C.Ilicitas}$$

2.1.2.6.1. Caudal domiciliar

El agua tiene diferentes usos dentro del hogar. Depende de muchos factores como el clima, el nivel de vida o las condiciones socioeconómicas, el tipo de población, si se cuenta o no con medición, la presión en la red, la calidad y el costo del agua. Estos usos se han cuantificado por diferentes entidades como son la Asociación Guatemalteca de Ingeniería Sanitaria y Ambiental y la Escuela Regional de Ingeniería Sanitaria y Recursos Hidráulicos.

Se establecen los datos en lo referente a: bebidas, preparación de alimentos, lavado de utensilios, abluciones, baño, lavado de ropa, descarga de inodoros, pérdidas, ente otros. Con lo anterior, se ha estimado que del total de agua que se consume, aproximadamente entre un 70 % a un 90 % se descarga al drenaje, lo cual constituye el caudal domiciliar. El porcentaje de agua que se envía a la alcantarilla es el factor de retorno.

$$Q_{dom} = \frac{\text{núm. Hab.} * \text{Dot.} * \text{FR}}{86\ 400}$$

Donde:

Q_{dom} = caudal doméstico (lts / seg)

Núm. hab = número de habitantes

Dot = dotación (lts / hab / día)

FR = factor de retorno

2.1.2.6.2. Caudal comercial

Se calcula de la siguiente manera:

$$Q_{com} = \frac{\text{Núm.comercios} * \text{Dot}}{86\ 400}$$

Donde:

Núm. comercios = número de comercios

Dot = dotación (Lts / hab / dia)

2.1.2.6.3. Caudal de infiltración

Es el caudal que se infiltra en el alcantarillado, el cual depende de la profundidad del nivel freático del agua, de la profundidad de la tubería y de la permeabilidad del terreno; en el caso del alcantarillado de PVC es despreciable.

$$Q_{inf} = \frac{\text{Dot.} * (\text{m.tubo} + \text{Núm.casa} * 6\text{m.}) * \left(\frac{1}{100}\right)}{86\ 400}$$

Donde:

Qinf = caudal de infiltración

Dot = dotación de infiltración (lts/kilómetro/día)

Núm. Casas = número de casas

Se puede utilizar el factor de infiltración dado por el INFOM que es 0.01 por el diámetro de la tubería utilizada.

2.1.2.6.4. Caudal de conexiones ilícitas

Es producido por las viviendas que conectan las tuberías del sistema del agua pluvial al alcantarillado sanitario. Se estima un porcentaje de viviendas que pueden realizar conexiones ilícitas que varía de 0,5 a 2,5 %. El caudal de conexiones ilícitas está directamente relacionado con el caudal producido por las lluvias. Se calcula por el método racional:

$$QC.Ilicitas = \frac{C*I*A}{360}$$

Donde:

C = coeficiente de escorrentía (este depende de las condiciones del suelo y topografía del área a integrar)

I = intensidad de lluvia (mm / hr)

A = área que es factible de conectar (hectáreas).

2.1.2.6.5. Factor de caudal medio

El valor del factor de caudal medio se calcula de la siguiente manera:

$$FQM = \frac{Q_{san}}{\text{No.de habitantes futura}}$$

Donde:

FQM = factor de caudal medio

Q san. = caudal sanitario

Para facilitar la obtención del factor de caudal medio, las instituciones que se dedican al diseño de sistemas de alcantarillado sanitario, han establecido valores de este factor, con base en la experiencia.

Tabla III. **Valores permitidos de factor de caudal medio**

FQM	INSTITUCCION
0,0046	INFOM
0,0030	Municipalidad de Guatemala
0,0020-0,0050	DG0P

Fuente: elaboración propia.

Este factor se utilizará entre 0,002 y 0,005, para el diseño del alcantarillado sanitario.

2.1.2.7. Caudal de diseño

Para realizar la estimación de la cantidad de agua negra que transportará el alcantarillado en los diferentes puntos donde aquella fluya, primero se tendrán que integrar los valores que se describen en la siguiente ecuación:

$$Q_{dis} = \text{Núm. hab} * FH * FQM$$

Donde:

Núm hab = número de habitantes futuros acumulados

FH = factor de Harmon

FQM = factor de caudal medio

2.1.2.7.1. Velocidades máximas y mínimas

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

Basándose en la Norma ASTM 3034, v debe ser mayor de 0,60 metros por segundo, para que no exista sedimentación en la tubería y, por lo tanto, evitar taponamiento y menor o igual que 3,0 metros por segundo, para que no exista erosión o desgaste; estos datos son aplicables para tubería de PVC. Para la tubería de pared corrugada de doble pared Norma ASTM F 949, se permiten velocidades máximas de 5,0 metros por segundo, ya que tiene una mayor resistencia a la erosión y desgaste.

Tabla IV. Velocidades mínimas y máximas permitidas

Tipo de alcantarillado	Tubería PVC		Tubería de cemento	
	Vel. Mínima	Vel. Máxima	Vel. Mínima	Vel. Máxima
Sanitario	0.6 m/s	4 m/s	0.6 m/s	3 m/s
Pluvial	0.75 m/s	5 m/s	0.6 m/s	3 m/s

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

2.1.2.7.2. Separaciones mínimas entre redes de alcantarillado

Debe de existir una distancia mínima entre los sistemas de alcantarillado para evitar que se mezclen las aguas negras con las residuales en caso de una ruptura de algún tubo.

Tabla V. **Separación mínima entre redes de alcantarillado**

Separación	
0.5 cm	Horizontal
0.2 cm	Vertical

Fuente: Municipalidad de Villa Nueva.

2.1.2.7.3. Cotas invert

La cota invert es la distancia que existe entre el nivel de la rasante del suelo y el nivel inferior interior de la tubería; se debe verificar que la cota invert sea, al menos, igual al recubrimiento mínimo necesario de la tubería. Las cotas invert se calculan con base en la pendiente del terreno y la distancia entre un pozo y otro. Se deben seguir las siguientes reglas para el cálculo de cotas invert:

La cota invert de salida de un pozo se coloca, al menos, tres centímetros más bajan que la cota invert de llegada de la tubería más baja. Cuando el diámetro de la tubería que entra a un pozo, es mayor que el diámetro de la tubería que sale, la cota invert de salida estará, debajo de la tubería de entrada al menos, a una altura igual al diámetro de la tubería que entra.

$$Ct.f = Ct. i - (DH * S \text{ terreno } \%)$$

$$S \% = \frac{(Ct.i - Ct.f) * 100}{D}$$

$$CIS = CTI - (H \text{ min} + E \text{ tubo} + \emptyset)$$

$$CIE = CIS - (DH * S \text{ tubo } \%)$$

$$H \text{ pozo} = CTi - CIS$$

Donde:

H min. = altura mínima que depende del tráfico que circule por las calles

CTI = cota invert inicial

Ct i = cota del terreno inicial

Ct f = cota del terreno final

CIS = cota invert de la tubería de salida

CIE = cota invert de la tubería de entrada

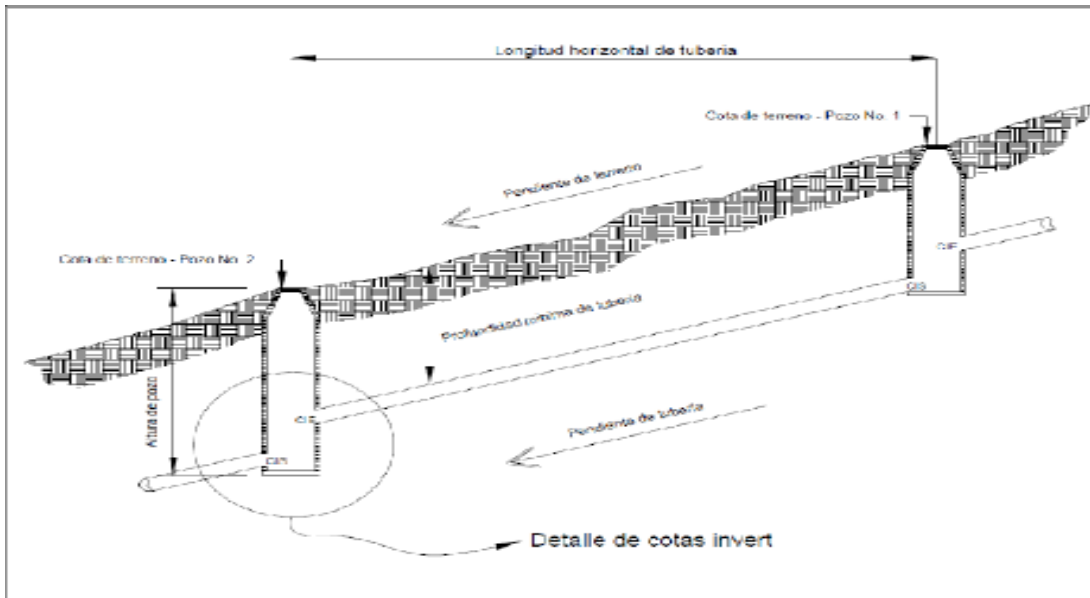
DH = distancia horizontal

S% = pendiente del terreno o tubería

E tubo = espesor de la tubería

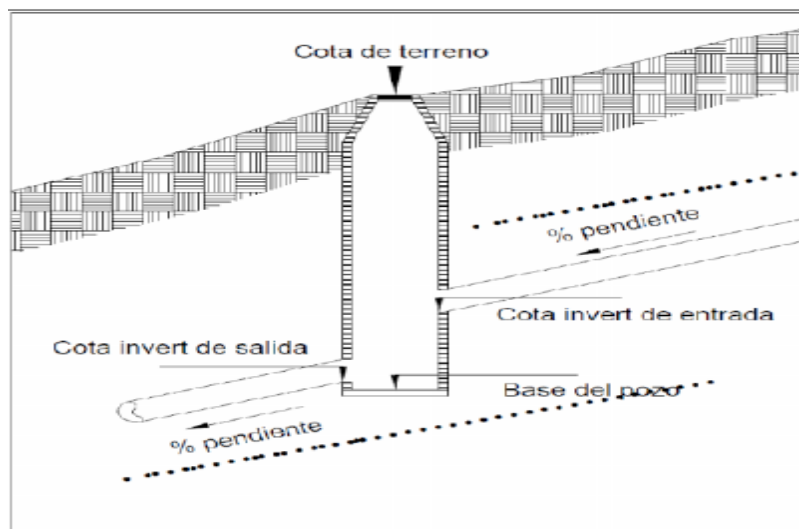
Un caso especial se presenta cuando se calcula la cota invert de salida, de acuerdo con los lineamientos anteriores, y aun utilizando la profundidad mínima de la tubería en el pozo al final del tramo se tiene una pendiente demasiado elevada, que provoca velocidades mayores a las permitidas.

Figura 6. **Esquematzación de cotas invert entre dos pozos de visita**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2018.

Figura 7. **Detalle de cotas invert de entrada y salida de un pozo de visita**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2018.

2.1.2.7.4. Diámetro de tuberías

Las tuberías evacúan las aguas provenientes del centro de calles y cuencas definidas, las cuales pueden ser permanentes, riachuelos o variables como las aguas de lluvia. Los diámetros se dispondrán según los caudales que circularán a través de ellos y las pendientes del terreno, por lo que un sistema en conjunto puede poseer distintos diámetros en un sólo tramo. El diámetro mínimo a utilizar en los sistemas de alcantarillado sanitario es 6" para tubería pvc y 8" para tubería de concreto. Para los proyectos del drenaje se diseñaron con tubería PVC. El diseño para el alcantarillado sanitario se utilizó la Norma ASTM-D3034. Se utilizaron estos parámetros debido a que fueron solicitados por la municipalidad de Villa Nueva.

2.1.2.7.5. Profundidades mínimas de la tubería

La profundidad se determina en función de las cotas invert. Se debe chequear que la tubería tenga un recubrimiento mínimo y adecuado para no ser dañada por el paso de vehículos y peatones.

Tabla VI. **Profundidad mínima tubería PVC**

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

Fuente: Norma ASTM F-949.

Tabla VII. **Profundidad mínima tubería cemento**

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

Fuente: INFOM.

2.1.2.7.6. Ancho de zanja de tubería

Para la instalación de tuberías se debe conocer que ancho de zanja se utilizará, el cual está en función del diámetro de tubería. Se utiliza para determinar cuánto será la excavación para su instalación.

Tabla VIII. **Ancho de zanja**

Ø Tubería (pulg.)	Ancho (m)
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

Continuación de la tabla VIII.

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

2.1.2.8. Pozos de visita

Forman parte del sistema de alcantarillado y proporcionan acceso a este, con el fin de realizar trabajos de inspección y limpieza. Están contruidos de concreto o mampostería.

La forma en la cual se construyen está establecida por algunas instituciones que tienen a su cargo las construcciones de sistemas de alcantarillas. Un pozo de visita está constituido por las siguientes partes:

La forma como se construyen es de la siguiente manera:

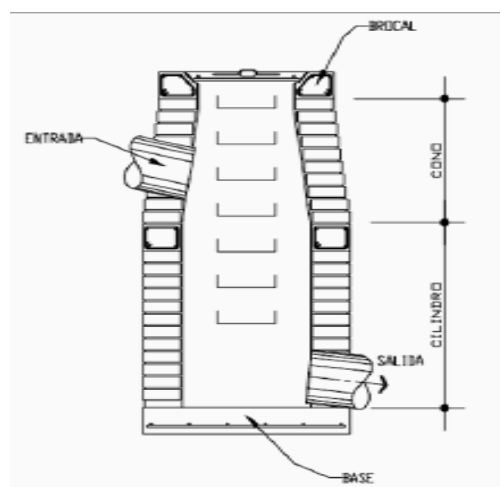
- El ingreso es circular y tiene un diámetro entre 0,60 a 0,75 metros.
- La tapadera descansa sobre un brocal; ambos contruidos de concreto reforzado.

- Las paredes del pozo están impermeabilizadas por repello más un cernido liso.
- El fondo está formado de concreto, que deja la pendiente necesaria para que corra el agua; la dirección en que se dirigirá estará determinada por medio de canales, constituidos por tubería cortada transversalmente.
- Para realizar la inspección o limpieza de pozos profundos se deben dejar escalones, los cuales serán de hierro y estarán empotrados a las paredes del pozo.

Un pozo de visita debe:

- Proporcionar un control de flujo hidráulico en cambios de dirección, gravedad y consolidación de flujos convergentes.
- Proporcionar acceso a la tubería para mantenimiento e inspección.
- Proporcionar ingreso de oxígeno al sistema.

Figura 8. **Sección transversal de un pozo de visita**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2018.

2.1.2.8.1. Especificaciones de colocación

- Se colocarán pozos de visita en los siguientes puntos
 - En tramos iniciales
 - En cambios de diámetro de tubería
 - En cambios de pendiente
 - En intersecciones de dos o más tuberías
 - En separaciones no mayores de 70 metros según parámetros de la municipalidad de Villa Nueva.

Tabla IX. **Diámetros de pozos de visitas en función del diámetro de la tubería**

Diámetro de tubería	Diámetro de pozo (m)
10"	1.50
12"	1.50
14"	1.50
16"	1.50
18"	1.50
20"	1.50
22"	1.50
24"	1.50
26"	1.50
28"	1.50
30"	1.75
36"	1.75

Continuación de la tabla IX.

40"	2.00
42"	2.00
48"	2.00
52"	2.00
60"	2.00

Fuente: Municipalidad de Villa Nueva.

Tabla X. **Refuerzo pozos de visita en función de la altura**

Altura de pozo (m)		Ø Pozo	Clasificación estructural
A			
0	4	1,,25	Sin refuerzo
4	6	1,25	Con refuerzo
0	4	1,50	Sin refuerzo
4	6	1,52	Con refuerzo
0	4	1,75	Sin refuerzo
4	6	1,75	Con refuerzo
0	6	2,00	Con refuerzo

Fuente: Municipalidad de Villa Nueva.

2.1.2.8.2. Especificaciones físicas

Al diseñar el sistema de alcantarillado sanitario se deben considerar los siguientes aspectos que se refieren a la cota invert de entrada y salida de las

tuberías en los pozos de visita, así como a una serie de especificaciones que deben tomarse en cuenta.

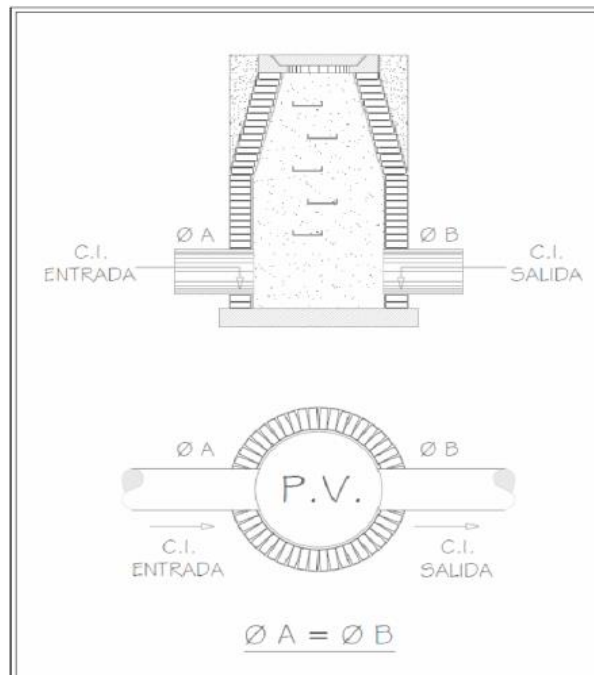
- Caso 1

Cuando en 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.

$$\varnothing A = \varnothing B$$

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

Figura 9. Pozo de visita caso 1



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2018.

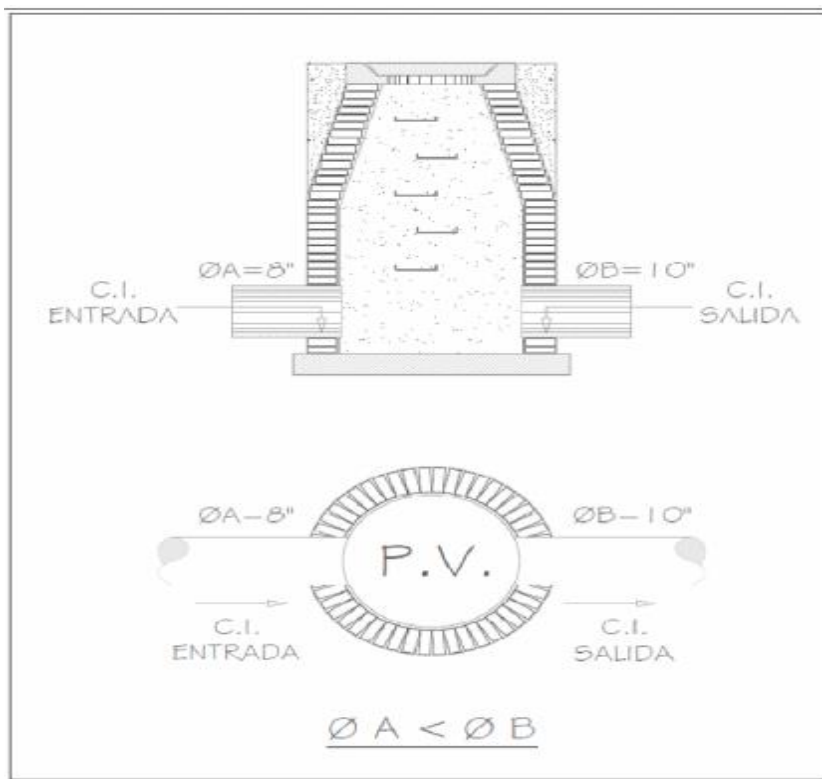
- Caso 2

Cuando en 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.

$$\varnothing A < \varnothing B$$

$$\text{Cota invert de salida} = \text{cota invert de entrada} + ((\varnothing B - \varnothing A) * 0,0254)$$

Figura 10. **Pozo de visita caso 2**



Fuente: elaboración propia, empleado AutoCAD 2018.

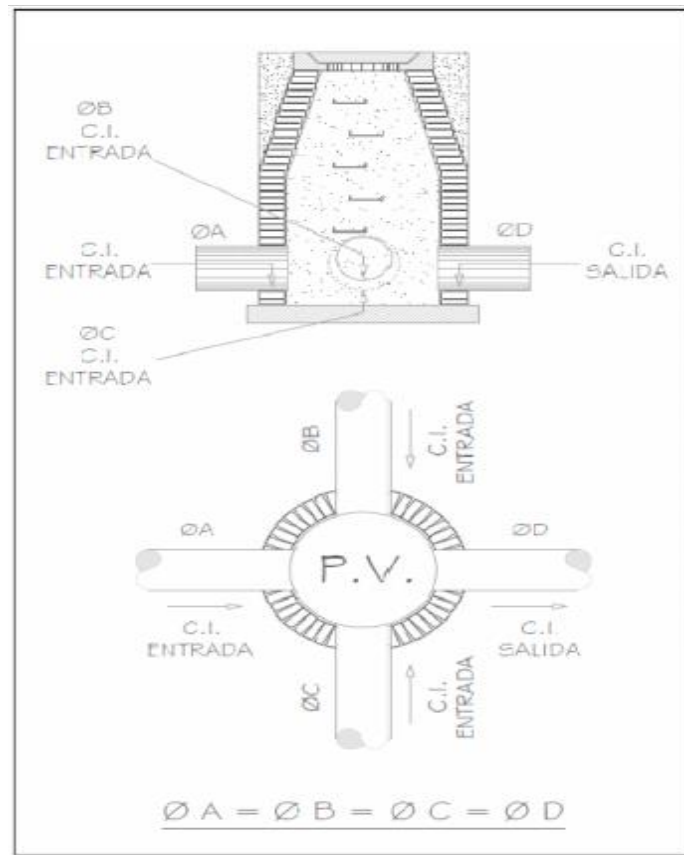
- Caso 3

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

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

$$\text{Cota invert de salida} = \text{cota invert de entrada más baja} + 0,03$$

Figura 11. Pozo de visita caso 3



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2018.

- Caso 4

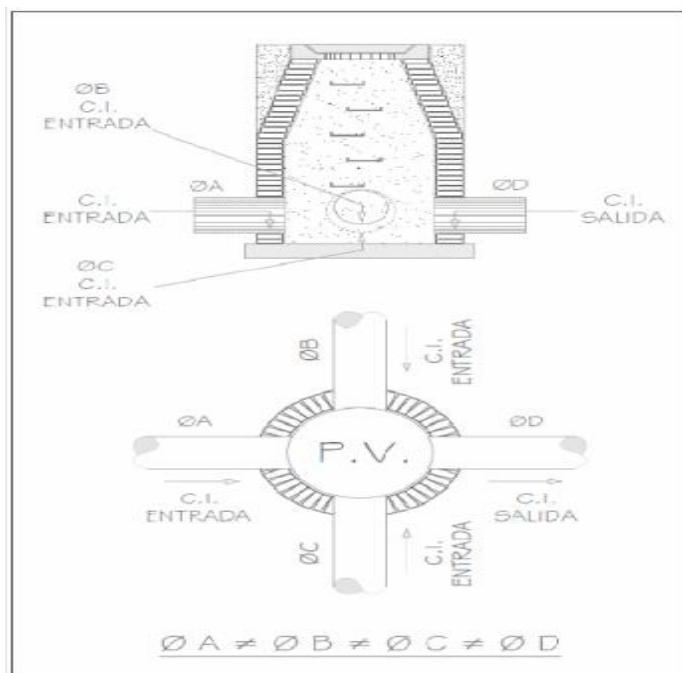
Cuando en un pozo de visita la tubería de salida es de diferente diámetro que las que ingresan en este, la cota invert de salida deberá cumplir con las especificaciones anteriores y se tomará el valor menor.

$$\varnothing A \neq \varnothing B \neq \varnothing C \neq \varnothing D$$

La cota invert se calcula:

- 3 cms. por debajo de tuberías de igual diámetro
- La diferencia de diámetros, cota invert más baja

Figura 12. **Pozo de visita caso 4**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2018.

- Caso 5

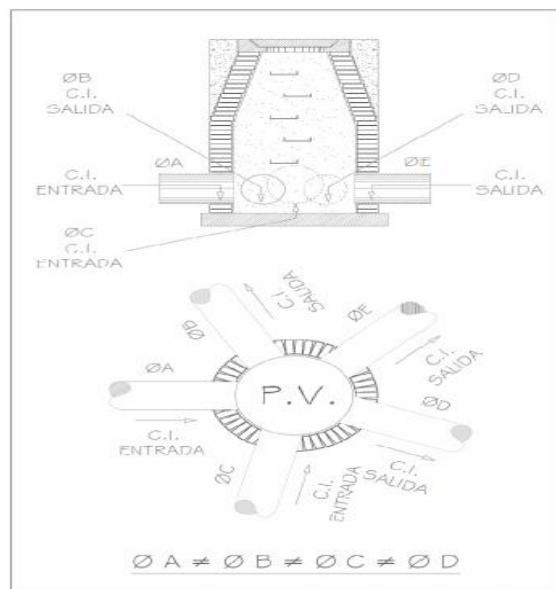
Cuando a un pozo de visita llegan más de una tubería y salen más de una tubería:

- Sólo una de las tuberías que sale es de seguimiento o continuidad y todas las demás serán ramales iniciales.
- La cota invert de las tuberías de ramales iniciales deben ser como mínimo:

$$H = \text{altura por tránsito} + \text{espesor de tubo} + \text{diámetro de tubo}$$

- La cota invert de salida de la tubería de seguimiento se calcula de acuerdo a los incisos anteriores.

Figura 13. **Pozo de visita caso 5**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2018.

- Profundidad mínima de pozos de visita:

La profundidad del pozo de visita al inicio del tramo está definida por la cota invert de salida previamente determinada.

$$H = \text{cota del terreno al inicio} - \text{cota invert de salida del tramo} + 0,25$$

Es necesario comprender que una cota Invert menor indica mayor profundidad, y una cota invert mayor indica menor profundidad; mientras en lo que respecta a que la profundidad de pozo sea menor o viceversa, es precisamente lo que indica (si la profundidad del pozo es menor, este es menor y si la profundidad del pozo es mayor, este es mayor).

2.1.2.9. Acometida domiciliar

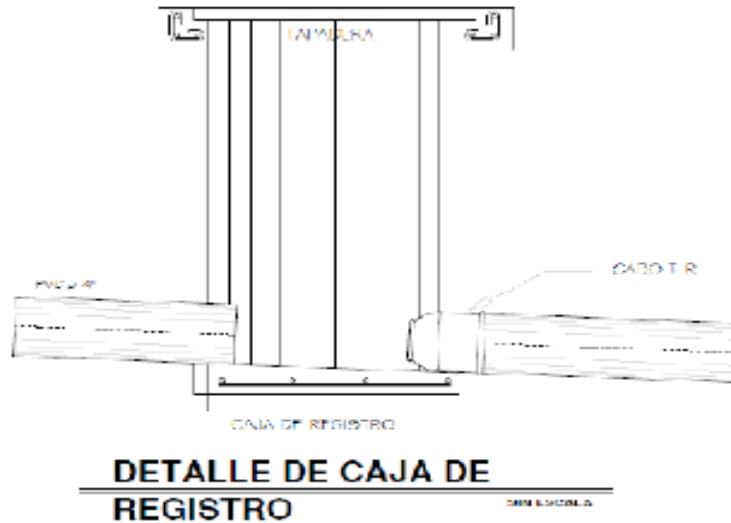
Tienen la finalidad de descargar las aguas provenientes de las casas o edificios y llevarlas al alcantarillado central. Consta de las siguientes partes:

- Caja o candela domiciliar

La conexión se realiza por medio de una caja de inspección, construida de mampostería o con tubos de concreto colocados verticalmente. El lado menor de la caja será de 45 centímetros, si fuese circular, tendrá un diámetro no menor de 12 pulgadas. Estos deben estar impermeabilizados por dentro y tener una tapadera para realizar inspecciones.

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

Figura 14. **Detalle en sección de una caja de registro**



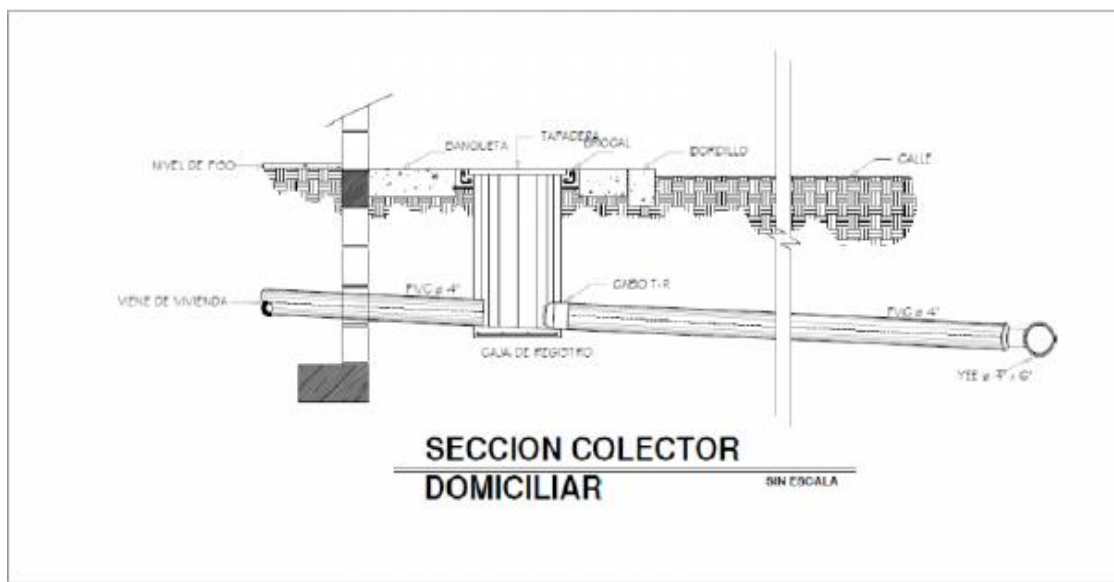
Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2018.

- Tubería secundaria

La conexión de la candela domiciliar con el colector central se hará por medio de la tubería secundaria, la cual debe tener un diámetro mínimo de 6 pulgadas en tubería de concreto y de 4 pulgadas en tubería de PVC, con una pendiente mínima de 2 % y una máxima de 6 %, a efecto de evacuar adecuadamente el agua. La conexión con el colector central se hará en el medio diámetro superior, a un ángulo entre 30 y 60 grados.

La utilización de sistemas que permiten un mejor funcionamiento del drenaje se empleará en situaciones en las cuales el diseñador lo considere conveniente, derivado de las características del sistema que se diseñe y de las condiciones físicas donde se construya. Algunos de estos sistemas son tubería de ventilación, tanques de lavado, sifones invertidos, disipadores de energía, pozos de luz, derivadores de caudal y otros.

Figura 15. **Detalle en sección de colector domiciliario**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2018.

2.1.2.10. **Ubicación de desfogue**

En el desfogue de las aguas sanitarias es totalmente indispensable el debido tratamiento de las mismas, cumpliendo las normas establecidas por el Ministerio de Medio Ambiente, para lograr mitigar daños al ambiente y a los pobladores cercanos al lugar de desfogue, debido a que el sistema sanitario existente no cuenta con dicho tratamiento. Para el diseño del sistema de

alcantarillado sanitario, se tomaron como base las Normas ASTM F 949 y las normas utilizadas por el INFOM.

Con el tratamiento se obtiene una sensible separación de sólidos, se disminuye la demanda bioquímica de oxígeno y hay una reducción de organismos coniformes. Esto provoca los siguientes beneficios:

- Conservación de fuentes de abastecimiento de agua potable.
- Se evitan enfermedades infecciosas.
- No se contaminan centros de recreación como lagos, ríos y playas.

Proceso de tratamiento de las aguas servidas:

Como información indispensable para poder formular la propuesta de la planta de tratamiento, aquí se presentan las definiciones y características de los sistemas de tratamiento de las aguas residuales municipales, aplicables a los desechos domésticos. En el complejo sistema de una planta de tratamiento se pueden identificar tres procesos fundamentales para el buen funcionamiento de la planta:

- Los procesos físicos: los cuales consisten en la separación de sólidos sedimentables presentes en las aguas residuales y su estabilización, la remoción de partículas flotantes, la retención de partículas de gran tamaño, entre otros.
- Los procesos químicos: los cuales consisten en la separación o transformación de las sustancias sedimentables, flotantes y disueltas mediante el uso de sustancias químicas, por ejemplo, la utilización de algún desinfectante.

- Los procesos biológicos: en donde intervienen ciertos microorganismos para la oxidación y mineralización de sustancias orgánicas presentes en las aguas residuales.

La municipalidad de Villa Nueva se compromete a la construcción de las 3 plantas de tratamiento como se indica en los planos del diseño de sistema sanitario y también se busca el modo de no afectar a los vecinos con malos olores y contaminación que pueda producir la misma.

2.1.2.11. Cálculo hidráulico

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

La sección del canal puede ser abierta o cerrada. En el caso de los sistemas de alcantarillado se emplean canales cerrados circulares, en donde la superficie del agua está sometida a la presión atmosférica y, eventualmente, a presiones producidas por los gases que se forman en el canal.

2.1.2.11.1. 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 y caudal, perímetro mojado y radio hidráulico, se relacionaron los términos de la sección totalmente llena con los de la sección parcial. De los resultados obtenidos se construyeron el gráfico y las tablas para lo cual se utilizó la fórmula de Manning.

Se deberá determinar los valores de la velocidad y caudal a sección llena, por medio de las ecuaciones ya establecidas; se procederá a obtener la relación de caudales (q/Q), caudal de diseño entre caudal de sección llena; cuyo resultado se busca en la gráfica en el eje de las abscisas; desde allí se levanta una vertical hasta la curva de relaciones de caudales.

El valor de la relación (d/D) se obtiene en la intersección de la curva con la vertical, leyendo sobre el eje de las ordenadas. La profundidad del flujo (tirante) se obtiene multiplicando el valor por el diámetro de la tubería.

Para el valor de la relación (v/V), velocidad parcial entre velocidad a sección llena, se debe ubicar el punto de intersección entre la vertical y la curva de relación de caudales que se estableció anteriormente. Entonces se traza una horizontal hasta llegar a interceptar la gráfica de velocidades. En este nuevo punto se traza una vertical hacia el eje de las abscisas y se toma la lectura de la relación de velocidades, la cual se multiplica por la velocidad a sección llena, para obtener la velocidad a sección parcial. De igual manera, se calculan las otras características de la sección.

La utilización de la tabla I se realiza determinando primero, la relación (q/Q). El valor se busca en las tablas, y si no está el valor exacto, se busca uno que sea aproximado; en la columna de la izquierda se ubica la relación (v/V), y se procede de la misma forma. Se debe multiplicar el valor obtenido por la velocidad a sección llena, para obtener la velocidad a sección parcial.

Se han de considerar las siguientes relaciones hidráulicas:

- Que $Q_{\text{diseño}} < Q_{\text{sección llena}}$

- La velocidad debe estar comprendida entre:
 - $0,60 \leq v \leq 3,00$ (m/seg)
 - $0,60 \leq v$ para que existan fuerzas de atracción y arrastre de los sólidos.
 - $V \leq 3,00$ (m/seg) para evitar deterioro de la tubería, debido a la fricción.

- El tirante debe estar entre:
 - $0,10 \leq d/D \leq 0,75$ con los anteriores parámetros, se evita que la tubería trabaje a presión.

Tabla XI. **Relaciones hidráulicas para sección circular**

d/D	a/A	v/V	q/Q
0,01000	0,00170	0,08800	0,00015
0,01250	0,02370	0,10300	0,00024
0,01500	0,00310	0,11600	0,00036
0,01750	0,00390	0,12900	0,00050
0,02000	0,00480	0,14100	0,00067
0,02250	0,00570	0,15200	0,00087
0,02500	0,00670	0,16300	0,00108
0,02750	0,00770	0,17400	0,00134
0,03000	0,00870	0,18400	0,00161
0,03250	0,00990	0,19400	0,00191
0,03500	0,01100	0,20300	0,00223
0,03750	0,01220	0,21200	0,00258
0,04000	0,01340	0,22100	0,00223
0,04250	0,01470	0,23000	0,00338
0,04500	0,01600	0,23900	0,00382
0,04750	0,01730	0,24800	0,00430
0,05000	0,01870	0,25600	0,00479
0,05250	0,02010	0,26400	0,00531
0,05500	0,02150	0,27300	0,00588
0,05750	0,02300	0,27100	0,00646
0,06000	0,02450	0,28900	0,00708
0,06250	0,02600	0,29700	0,00773
0,06500	0,02760	0,30500	0,00841
0,06750	0,02920	0,31200	0,00910
0,07000	0,03080	0,32000	0,00985
0,07250	0,03230	0,32700	0,01057
0,07500	0,03410	0,33400	0,01138
0,07750	0,03580	0,34100	0,01219
0,08000	0,03750	0,34800	0,01304
0,08250	0,03920	0,35500	0,01392
0,08500	0,04100	0,36100	0,01479
0,08750	0,04280	0,36800	0,01574
0,09000	0,04460	0,37500	0,01672
0,09250	0,04640	0,38100	0,01792

Continuación de la tabla XI.

d/D	a/A	v/V	q/Q
0,10250	0,05400	0,40800	0,02202
0,10500	0,05580	0,41400	0,02312
0,10750	0,05780	0,42000	0,02429
0,11000	0,05990	0,42600	0,02550
0,11250	0,06190	0,43200	0,02672
0,11500	0,06390	0,43900	0,02804
0,11750	0,06590	0,44400	0,02926
0,12000	0,06800	0,45000	0,03059
0,12250	0,07010	0,45600	0,03194
0,12500	0,07210	0,46300	0,03340
0,12750	0,07430	0,46800	0,03475
0,13000	0,07640	0,47300	0,03614
0,13250	0,07860	0,47900	0,03763
0,13500	0,08070	0,48400	0,03906
0,13750	0,08290	0,49000	0,04062
0,14000	0,08510	0,49500	0,04212
0,14250	0,08730	0,50100	0,04375
0,14500	0,08950	0,50700	0,04570
0,14750	0,09130	0,51100	0,04665
0,15000	0,09410	0,51700	0,04863
0,15250	0,09640	0,52200	0,05031
0,15500	0,09860	0,52800	0,05208
0,15750	0,10100	0,53300	0,05381
0,16000	0,10330	0,53800	0,05556
0,16500	0,10800	0,54800	0,05916
0,17000	0,11360	0,56000	0,06359
0,17500	0,11750	0,56800	0,06677
0,18000	0,12240	0,57700	0,07063
0,18500	0,12730	0,58700	0,07474
0,19000	0,13230	0,69600	0,07885
0,19500	0,13730	0,60500	0,08304
0,20000	0,14240	0,61500	0,08756
0,20500	0,14750	0,62400	0,09104
0,21000	0,15270	0,63300	0,09663

Fuente: INFOM.

2.1.2.11.2. Disipador de energía

Los disipadores de energía se colocan cuando generan una pérdida importante de energía cinética en el flujo y de esta manera reducir la erosión que esta podría ocasionar al impactar con la estructura. Dependiendo de la diferencia entre la cota invert de entrada con cota invert de salida, se define si es necesario colocar un artefacto de disipación y de que tipo como se indica a continuación:

- Pozo de visita sin artefacto disipador

Cuando la diferencia de alturas entre la cota invert de entrada de una tubería y la cota invert de salida de la siguiente tubería se encuentra en los siguientes valores, no se coloca ningún disipador.

$$0,03 \text{ m} \leq \text{Cota invert entrada} - \text{Cota invert salida} \leq 0,25 \text{ m}$$

- Colchón de agua

Cuando la diferencia de alturas entre la cota invert de entrada de una tubería y la cota invert de salida de la siguiente tubería se encuentra en los siguientes valores, se coloca un colchón de agua.

$$0,26 \text{ m} \leq \text{Cota invert entrada} - \text{Cota invert salida} \leq 0,75 \text{ m}$$

- Codo disipador

Cuando la diferencia de alturas entre la cota invert de entrada de una tubería y la cota invert de salida de la siguiente tubería se encuentra en los

siguientes valores, se coloca 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.

$$0,76 \text{ m} \leq \text{Cota invert entrada} - \text{Cota invert salida} \leq 2,00 \text{ m}$$

- **Bandejas disipadoras**

Cuando la diferencia de alturas entre la cota invert de entrada de una tubería y la cota invert de salida de la siguiente tubería se encuentra en los siguientes valores, se debe colocar bandejas cuadradas las cuales están separadas en función del caudal de entrada.

$$2,00 \text{ m} \leq \text{Cota invert entrada} - \text{Cota invert salida} \leq 6,00 \text{ m}$$

2.1.2.11.3. Ejemplo de un tramo

Cálculo del tramo PVP – 35 a PVP – 36

Cota inicial (CI) = 99,39 m

Cota final (CF) = 96,76 m

Distancia horizontal (DH) = 41,18m

Casas acumuladas: 18

Casas propias de tramo: 9

Habitantes = 6/casa

Factor de flujo=0,8

Dotación=150lt/hab/dia (Según inciso 2.1.3.1.3)

- Cálculo de la pendiente del terreno:

$$S \% = \frac{(CI-CF)}{D.H} * 100 = \frac{(99.39-96.76)}{41,18} * 100 = 6,39 \%$$

- Incremento geométrico:

$$Pf = pa + (1 + R)^n$$

Donde:

Pf = población futura

Pa = población actual

N = período de diseño

R = tasa de crecimiento

$$Pf = 108 + (1 + 2,5 \%)^{30} = 227 \text{ hab.}$$

- Caudal domiciliar:

$$Q_{\text{dom}} = \frac{\text{No.Hab.} * \text{Dot.} * \text{FR}}{86\ 400}$$

$$Q_{\text{dom}} = \frac{277 * 150 * 0.8}{86\ 400} = 0,314635 \text{ l/s}$$

- Caudal infiltración:

Factor de infiltracion= 0.01

$$\text{Infiltracion} = 0.01 * D$$

$$\text{Infiltracion} = 0.01 * 6 = 0,06$$

- Caudal ilícito:

Conexiones ilícitas=0,1

$$\text{Conex. Ilícitas} = 0,1 * Q_{\text{dom}}$$

$$\text{Conex. Ilícitas} = 0,1 * 0,314635 = 0,031463514$$

- Caudal sanitario:

$$Q_{\text{san}} = Q_{\text{dom}} + Q_{\text{com}} + Q_{\text{ind}} + Q_{\text{inf}} + Q_{\text{C. Ilícitas}}$$

$$Q_{\text{san}} = 0,314635 + 0,06 + 0,031463514 = 0,4061 \text{ l/s}$$

- Factor de Harmon:

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

Donde:

P = población acumulada en un tramo en miles de habitantes (p/1 000).

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

$$FH = 4,12782$$

- Factor de caudal medio:

$$FQM = \frac{Q_{\text{san}}}{\text{No. de habitantes futura}}$$

$$FQM = \frac{0,4061}{277} = 0,002 \text{ l/s}$$

- Caudal de diseño:

$$Q_{dis} = No. \text{ hab} * FH * FQM$$

$$Q_{dis} = 277 * 4,12782 * 0,002 = 1,87021$$

Velocidad a sección llena:

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

$$V = \left(\frac{0,03429}{0,01} \right) x (6'' * 0,025)^{2/3} x 0,056^{1/2}$$

$$V = 2,679347225 \frac{m}{s}$$

D = 6"

S tubería = 5.6 %

V = 5.6496 m/s

- Capacidad a sección llena:

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

$$A = \frac{\pi x (6'' * 0.025)^2}{4}$$

$$A = 0.01824 \text{ m}^2$$

$$Q = V x A$$

$$Q = 2.679347225 \frac{m}{s} x 1000 x 0.01824 \text{ m}^2$$

$$Q = 48.8752 \frac{l}{s}$$

- Relaciones hidráulicas:

$$\frac{q}{Q} = \frac{1,87021 \frac{1}{s}}{48,8752 \frac{1}{s}}$$

$$\frac{q}{Q} = 0,038265$$

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

$$\frac{v}{V} = 0,47977 \quad y \quad \frac{d}{D} = 0,133$$

- Velocidad de diseño

$$v = 0,47977 \times 2,679347225 \frac{m}{s}$$

$$v = 1,28547 \frac{m}{s}$$

Si cumple con los parámetros de velocidad.

$$0,6 \frac{m}{s} \leq 1,28547 \frac{m}{s} \leq \frac{m}{s}$$

- Tirante

$$\frac{d}{D} = 0,133$$

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

$$0,10 \leq 0,133 \leq 0,75$$

- Cotas invert

Cota invert de salida del PVP - 35

CIS = 96 703m

Cota Invert de entrada al PV - 36

CIE = 94,481m

La diferencia entre altura entre la cota invert de entrada a la tubería del PVP-35 a la cota invert de salida a la tubería de PVP - 36 es de 0,03 m, por lo tanto, no se debe utilizar ningún método de disipación.

- Profundidad del pozo de visita

- o PVP – 15

- Cota invert de salida= 96,703 m
- Cota de terreno inicial= 99,39 m
- Altura de pozo= 99,39 – 96,703 = 2,69 m

- o PVP – 16

- Cota invert de salida= 94,451m
- Cota de terreno inicial= 96,76 m
- Altura de pozo= 96,76 – 94,451 = 2,31 m

- Excavación

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

$$Ex = \left(\frac{2,69 \text{ m} + 2,31 \text{ m}}{2} \right) \times 0,6 \text{ m} \times 41,88 \text{ m}$$

$$Ex = 61,34107 \text{ m}^3$$

- Relleno

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

$$R = 24,54 \text{ m}^3 - \left(\frac{\pi}{4} \times 6^2 \times 0,0254 \right) \times 41,88 \text{ m}$$

$$R = 60,5899 \text{ m}^3$$

2.1.3. Evaluación de impacto ambiental

El estudio de impacto ambiental (EIA), es un proceso formal empleado para predecir las consecuencias ambientales de una propuesta o la ejecución de un proyecto. Este se ha empleado a diversos proyectos y ha dado lugar a la aparición de numerables técnicas nuevas, como los estudios de impacto sanitario y social.

2.1.3.1. Identificación de riesgos y amenazas

- El agua: debido a que existen fuentes superficiales pequeñas, quebradas, ríos, que pueden contaminarse con el movimiento de tierra, al momento del zanjeo.
- El suelo: si impactaran negativamente el mismo, si no se verifica la etapa del zanjeo porque habrá movimientos de tierra por el mismo, solamente se dará en la etapa de construcción y sus efectos son fácilmente prevenibles.
- El aire: si no se verifican las fugas de aguas negras rápidamente hay peligro en el ambiente con malos olores.

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

2.1.3.2. Impactos negativos

El impacto negativo se producirá al momento de las excavaciones del suelo porque se hace un cambio físico a la compactación del suelo, también el ruido puede provocar malestar en los vecinos por la maquinaria que se llegue a emplear.

Las medidas de mitigación que pueden evitar los impactos negativos del Proyecto:

- Para evitar las polvaredas, será necesario programar adecuadamente el horario de las labores de zanjeo las que deberán llenarse en el tiempo más corto posible, compactándose, adecuadamente, las mismas para evitar; el arrastre de partículas por el viento.
- Deberá de capacitarse al o las personas responsables de darle mantenimiento al sistema, referente al manejo de las aguas servidas y reparaciones menores.
- Capacitar a las amas de casa sobre el adecuado uso del sistema para evitar que los mismos sean depositarios de basura producidas en el hogar.

El plan de contingencia que en épocas de lluvia ocurren inundaciones con el arrastre de fango y otros materiales que pueden dañar el proyecto son los siguientes:

- Integrar un comité de emergencia contra inundaciones, azolvamiento en la comunidad beneficiada y además deben velar, porque los lugares en donde se ubican las obras civiles se encuentren lo más despejado posible.
- Elaborar un programa de capacitación para prevención de accidentes.
- Capacitar a los trabajadores que se encargarán de darle mantenimiento al sistema, especialmente sobre aspectos de limpieza de pozos de visita.
- Velar porque los comunitarios no depositen su basura en las aguas negras, para evitar obstaculizaciones al sistema.
- Para la disposición de desechos generados por las familias se debe contar con depósitos, distribuidos en lugares estratégicos.
- Capacitar al personal que laborará en el proyecto en el momento de entrar en operación, para su mantenimiento y limpieza, así evitar la creación de basurereros clandestinos.

El plan de seguridad humana trabajará con:

- El personal que trabajará en la ejecución del proyecto debe contar con el equipo adecuado: mascarillas, guantes, overoles, botas, casco, entre otros que minimicen los riesgos de accidentes de salud.
- Plan de capacitación al personal que laborará en la ejecución del proyecto sobre aspectos de salud y manejo del sistema, y del equipo a utilizar.

- Mantener un lugar de fácil acceso, un botiquín con medicamentos de primeros auxilios.

El plan de seguridad ambiental se analizará con:

- El análisis de los impactos se observa que el proyecto tiene aspectos negativos al ambiente, solamente en la etapa de construcción, pero estos son fácilmente manejables mediante la implementación de las medidas de mitigación que se explicaron en el apartado de alternativas, de ahí en adelante no se visualizan impactos que dañen el ambiente.

2.1.3.3. Impactos positivos

Se evitará la contaminación de acuíferos ya que las agua servidas ya no podrán contaminar el nivel freático así evitando enfermedades gastrointestinales por la proliferación de bacterias en el ambiente. Otro impacto positivo es que mejorará visualmente y no habrá malos olores debido a las aguas contaminadas que recorren las calles del asentamiento.

Tabla XII. Matriz de Leopold para drenaje sanitario

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL															
FASES DEL PROYECTO															
		Antes			Durante			Despues		NO. INTERACCIONES		SUMATORIAS			
		MOVILIZACION DE TIERRAS	INSTALACION DE OBRAS	LIMPIEZA	EXCAVACION	CONSTRUCCION	OPERACION	MANTENIMIENTO	RECONSTRUCCION	NEGATIVAS	POSITIVAS	NEGATIVAS	POSITIVAS		
Alcantarillado sanitario del asentamiento Carmen del monte															
FACTORES AMBIENTALES	FISICOS	AIRE	POLVO	-2/1	-2/1	-1/1	-5/3	-1/1	-1/1	-1/1	5/7	7	1	13/9	5/7
			RUIDO	-3/1		-1/1		-1/1	-1/1	2/4	4/6	4	6	5/4	6/10
		SUELO	EROSION	-1/1		-2/2		-2/1	2/1	1/1	1/1	3	3	5/4	4/3
			COMPACTACION	1/1			-1/2	2/5	3/3	2/1	1/1	1	5	1/2	7/11
			REVISION DE TIERRA	1/1				-3/2	-3/2	1/1	1/1	2	3	6/4	3/3
		AGUA	INUNDACION				-5/2	1/1	1/1		8/9	1	3	5/2	10/11
	CAIDA DE AGUA						1/1	1/1	5/6	9/9	0	4	0	18/17	
	BIOLOGICOS	FLORA	CUBIERTA VEGETAL				1/1	-1/1	1/1	1/1	1	3	1/1	3/3	
			TALAO DE SERBOCE	-1/1	-1/1	-1/1					-1/1	4	0	4/4	0
		FAUNA	DIVERSIDAD BIOLÓGICA									0	0	0	0
			ESPECIES EN PELIGRO				-1/1				1/1	1	1	1/1	1/1
	SOCIO	ECONOMIA	USO ACTUAL DEL SUELO							3/3	4/3	0	2	0	7/6
			RIESGOS SANITARIOS	-1/1			2/3				8/9	1	2	1/1	10/12
POBLACION ECONOMICAMENTE ACTIVA										9/9	0	1	0	9/9	
Total										25	34	42/32	81/93		
Promedio												1.7/1.4	2.4/2.7		

Fuente: elaboración propia.

Tabla XIII. Evaluación impacto ambiental MARN

ACTIVIDADES DE BAJO IMPACTO AMBIENTAL

**(ACUERDO GUBERNATIVO 137-2016, REGLAMENTO DE EVALUACIÓN,
CONTROL Y SEGUIMIENTO AMBIENTAL Y SU REFORMA)**

INSTRUCCIONES	PARA USO INTERNO DEL MARN
<p>El formato debe proporcionar toda la información solicitada en los apartados, de lo contrario ventanilla única no lo aceptará.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Completar el siguiente formato de Evaluación Ambiental Inicial, colocando una X en las casillas donde corresponda y debe ampliar con información escrita en cada uno de los espacios del documento, en donde se requiera. • Si necesita más espacio para completar la información, puede utilizar hojas adicionales e indicar el inciso o subinciso a que corresponde la información. • La información debe ser completada, utilizando letra de molde legible o a máquina de escribir. • Este formato también puede completarlo de forma digital, el MARN puede proporcionar copia electrónica si se le facilita el disquete, CD, USB; o bien puede solicitarlo a la siguiente dirección: yunica@marn.gob.gt • Todos los espacios deben ser completados, incluso el de aquellas interrogantes en que no sean aplicables a su actividad (explicar la razón o las razones por lo que usted lo considera de esa manera). • Por ningún motivo, puede modificarse el formato y/o agregarle los datos del proponente o logo(s) que no sean del MARN. 	<p>No. Expediente:</p> <p>Clasificación del listado taxativo</p> <p>Firma y sello de recibido</p>
I. INFORMACION LEGAL	
<p>I.1. Nombre del proyecto, obra, industria o actividad (OBLIGATORIAMENTE que tenga relación con la actividad a realizar): Diseño del sistema de alcantarillado sanitario, pluvial y pavimentación para el asentamiento Carmen del monte, zona 2, Bárcena, Villa Nueva.</p>	
<p>1.1.2 Descripción del proyecto, obra o actividad para lo que se solicita aprobación de este instrumento. Construcción del del sistema de alcantarillado sanitario para el asentamiento Carmen del monte, zona 2, Bárcena, Villa Nueva.</p>	

Continuación de la tabla XIII.

I.2. Información legal:

A) Persona Individual:

A.1. Representante Legal: Nestor Ferdinando Merida Santizo

A.2. No. de CUI del Documento Personal de Identificación (DPI):2691723860101

B) De la empresa:

Razón social: Estado de

Guatemala

Nombre Comercial: Municipalidad de Villa

Nueva

No. _____ De _____ Escritura _____ Constitutiva:

Fecha _____ de _____ constitución:

Patente de Sociedad Registro No. _____ Folio No. _____ Libro No. _____

Patente de Comercio Registro No. _____ Folio No. _____ Libro No. _____

C) De la Propiedad:

No. De Finca _____ 490 _____ Folio No. _____ 14 _____ Libro No. _____

_____ 24 _____ de

_____ Amatlán _____ dónde se ubica el proyecto, obra, industria o actividad.

D) De la Empresa y/o persona individual:

Número de Identificación Tributaria (NIT): _____ 349824-

5 _____

Continuación de la tabla XIII.

INSTRUCCIONES		PARA USO INTERNO DEL MARN
I.3 Teléfono <u>46192187</u>		Correo electrónico: <u>nestorfms@hotmail.com</u>
I.4 Dirección de donde se ubica la actividad: (identificando calles, avenidas, número de casa, zona, aldea, cantón, barrio o similar, así como otras delimitaciones territoriales; OBLIGATORIAMENTE indicar el municipio y departamento)		
19 calle A 9-50 zona 2 Asentamiento Carmen del Monte, Villa Nueva, Guatemala		
Especificar Coordenadas Geográficas		
Coordenadas Geográficas Datum WGS84		
Latitud: 14° 33' 26,7" N		
Longitud: 90° 37' 13,7" W		
I.5 Dirección para recibir notificaciones (dirección fiscal) (identificando calles, avenidas, número de casa, zona, aldea, cantón, barrio o similar, así como otras delimitaciones territoriales; OBLIGATORIAMENTE indicar el municipio y departamento)		
05 Avenida 4-45 zona 1 de Villa Nueva.		
I.6 Si para consignar la información en este formato, fue apoyado por un profesional, por favor anote el nombre, profesión, número de teléfono y correo electrónico del mismo		
Nestor Fernando Merida Santizo, tel:46192187 , nestorfms@hotmail.com		
II. INFORMACION GENERAL		
Se debe proporcionar una descripción de las actividades que serán efectuadas en el proyecto, obra, industria o actividad según etapas siguientes:		
II.1 Etapa de Construcción	Operación	Abandono
<ul style="list-style-type: none"> • Actividades a realizar 1. Limpieza del terreno. 2. Topografía 3. Trazo para zanjeo. 4. Zanjeo de terreno. 5. Camas para tubería. 6. Construcción de pozos de visita 	<ul style="list-style-type: none"> • Actividades o procesos 1. Limpieza del terreno. 2. Topografía 3. Trazo para zanjeo. 4. Zanjeo de terreno. 5. Camas para tubería. 6. Construcción de pozos de visita 	<ul style="list-style-type: none"> • Acciones a tomar en caso de cierre 1. Desalojo de maquinaria y equipo 2. Señalización en caso de dejar zanjas. 3. Limpieza del lugar de trabajo

Continuación de la tabla XIII.

II.1 Etapa de Construcción	Operación	Abandono
<p>7. Colocación y alineación de tubería.</p> <p>8. Compactación material de relleno en tubería.</p> <p>9. Construcción de candelas domiciliarias.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Insumos necesarios <ol style="list-style-type: none"> 1. Palas, piochas, carretillas 2. Materiales de construcción. 3. 170 galones de gasolina 4. 1070 galones de Diesel 5. 45 galones lubricante 6. Tubería PVC <ul style="list-style-type: none"> • Maquinaria <ol style="list-style-type: none"> 1. Retroexcavadora 2. Concretera 3. Camión de volteo 4. Plato vibratorio <ul style="list-style-type: none"> • Otros de relevancia 	<p>7. Colocación y alineación de tubería.</p> <p>8. Compactación material de relleno en tubería.</p> <p>9. Construcción de candelas domiciliarias.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Materia prima e insumos <ol style="list-style-type: none"> 1. Palas, piochas, carretillas 2. 170 galones de gasolina 3. 1070 galones de Diesel 4. 45 galones lubricante 5. Tubería PVC 6. Cal hidratada 7. Material selecto(relleno) 8. Cemento 9. Arena 10. Piedrín 11. Ladrillo tayuyo 12. Alambre amarre 13. Madera 14. Hierro corrugado 15. Clavos 16. Parales de madera <ul style="list-style-type: none"> • Maquinaria <ol style="list-style-type: none"> 1. Retroexcavadora 2. Concretera 3. Camión de volteo 4. Plato vibratorio <ul style="list-style-type: none"> • Productos y Subproductos (bienes y servicios) • Horario de Trabajo De 8:00 a 16:00 hrs. de lunes a viernes • Otros de relevancia 	

Continuación de la tabla XIII.

Área	
a)	Área total de terreno en metros cuadrados: _____ 69,873 _____
b)	Área de ocupación del proyecto en metros cuadrados: _____ 20,024.60 _____
	Área total de construcción en metros cuadrados: _____ 20,024.60 _____

INSTRUCCIONES	PARA USO INTERNO DEL MARN
<p>II.4 Actividades colindantes al proyecto:</p> <p style="text-align: center;">NORTE _____ Barranco _____ SUR _____ Desfogue de agua pluvial _____</p> <p style="text-align: center;">ESTE _____ Carretera hacia Bárcena _____</p> <p style="text-align: center;">OESTE _____ Arenera _____</p> <p>Describir detalladamente las características del entorno (viviendas, barrancos, ríos, basureros, iglesias, centros educativos, centros culturales, entre otros.):</p>	
DESCRIPCIÓN	DIRECCION (NORTE, SUR, ESTE, OESTE)
Barranco y basurero	Norte
Barranco, desfogue de agua pluvial y árboles	Sur
Barranco y carretera hacia Bárcena	Este
Arenera, barranco y entrada al lugar	Oeste
<p>II.5 Dirección del viento:</p> <p style="text-align: center;">Norte y oeste</p>	
<p>II.6 ¿En el área donde se ubica la actividad, a qué tipo de riesgo ha estado o está expuesto?</p> <p>a) inundación (X) b) explosión () c) deslizamientos (X)</p> <p>d) derrame de combustible () e) fuga de combustible () d) Incendio () e) Otro ()</p>	

Continuación de la tabla XIII.

<p>II.6 ¿En el área donde se ubica la actividad, a qué tipo de riesgo ha estado o está expuesto?</p> <p>a) inundación (X) b) explosión () c) deslizamientos (X)</p> <p>d) derrame de combustible () e) fuga de combustible () d) Incendio () e) Otro ()</p> <p>Detalle la información _____ Existe el riesgo de inundación debido a la falta de alcantarillado pluvial y defectuoso desfogue de aguas pluviales, y también deslizamientos debido a que hay barrancos cercanos al proyecto</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p>		
<p>II.7 Datos laborales</p> <p>a) Jornada de trabajo: Diurna (X) Nocturna () Mixta () Horas Extras _____ No _____</p> <p>b) Número de empleados por jornada _____ 25 _____ Total empleados _____ 25 _____</p>		
<p>II.8 USO Y CONSUMO DE AGUA, COMBUSTIBLES, LUBRICANTES, REFRIGERANTES, OTRO...</p>		
<p>INSTRUCCIONES</p>		<p>PARA USO INTERNO DEL MARN</p>

CONSUMO DE AGUA, COMBUSTIBLES, LUBRICANTES, REFRIGERANTES, OTROS...							
	Tipo	Si/No	Cantidad/(mes día y hora)	Proveedor	Uso	Especificaciones u observaciones	Forma de almacenamiento
Agu a	Servicio publico	Si	10 L/hora	Municipalidad	Fundición		Deposito agua
	Pozo	No					
	Agua especial	No					

Continuación de la tabla XIII.

	Superficial	No					
Combustible	Otro	No					
	Gasolina	Si	2 gal/día	Municipalidad	Maquinaria		Deposito
	Diesel	Si	8 gal/día	Municipalidad	Maquinaria		Deposito
	Bunker	No					
	Glp	No					
	Otro	No					
Lubricantes	Solubles	No					
	No solubles	No					
Refrigerantes		No					
Otros		No					

NOTA: si se cuenta con licencia extendida por la Dirección General de Hidrocarburos del Ministerio de Energía y Minas, para comercialización o almacenaje de combustible. Adjuntar copia

III. IMPACTO AL AIRE

GASES Y PARTICULAS

III.1 Las acciones u operaciones de la Actividad, producen gases o partículas (Ejemplo: ¿polvo, vapores, humo, niebla, material particulado, etc.) que se dispersan en el aire? ¿Ampliar la información e indicar la fuente de donde se generan?
Se genera polvo debido a la excavación del terreno y el aire del lugar, y la maquinaria utilizada genera humo

MITIGACION

III.2 ¿Qué se está haciendo o qué se hará para evitar que los gases o partículas impacten el aire, el vecindario o a los trabajadores?

Se tratará de brindar mascarillas a los trabajadores y se advertirá a los vecinos para que tomen sus precauciones debido al humo y polvo

Continuación de la tabla XIII.

INSTRUCCIONES	PARA USO INTERNO DEL MARN
RUIDO Y VIBRACIONES	
<p>III.3 ¿Las operaciones de la empresa producen sonidos fuertes (ruido), o vibraciones?</p> <p style="text-align: center;">Si</p> <p>III.4 En donde se genera el sonido o las vibraciones (maquinaria, equipo, instrumentos musicales, vehículos, entre otros.)</p> <p style="text-align: center;">En las calles donde se construirá</p> <p>III.5 ¿Qué se está haciendo o que acciones se tomarán para evitar que el ruido o las vibraciones afecten al vecindario y a los trabajadores?</p> <p style="text-align: center;">Se trabajará con maquinaria en horarios donde no afecten el sueño de los vecinos del lugar</p>	
OLORES	
<p>III.6 Si como resultado de sus actividades se emiten olores (ejemplo: cocción de alimentos, aromáticos, solventes, etc.), explicar con detalles la</p> <p style="text-align: center;">fuente de generación y el tipo o características del o los olores:</p> <p style="text-align: center;">No se generaran olores</p> <p>III.7 Explicar que se está haciendo o se hará para evitar que los olores se dispersen en el ambiente?</p>	
IV. EFECTOS DE LA ACTIVIDAD EN EL AGUA	
AGUAS RESIDUALES	
CARACTERIZACION DE LAS AGUAS RESIDUALES	
<p>IV.1 Con base en el Acuerdo Gubernativo 236-2006, Reglamento de las Descargas y Re-uso de Aguas Residuales y de la Disposición de Lodos,</p> <p>qué tipo de aguas residuales (aguas negras) se generan?</p> <p>a) <u>Ordinarias</u> (aguas residuales generadas por las actividades domésticas)</p> <p>b) <u>Especiales</u> (aguas residuales generadas por servicios públicos municipales, actividades de servicios, industriales, agrícolas, pecuarias, hospitalarias)</p> <p>c) <u>Mezcla</u> de las anteriores</p> <p>d) Otro;</p> <p>Cualquiera que fuera el caso, explicar la información, indicando el caudal (cantidad) de aguas residuales generado ____ Se maneja una mezcla de agua ya que proviene de viviendas y comercios dentro del asentamiento se genera un caudal actualmente _____ de _____ 24 _____ L/s aproximadamente _____</p> <p>IV.2 Indicar _____ el _____ número _____ de _____ servicios sanitarios _____ 531 _____</p>	

Continuación de la tabla XIII.

INSTRUCCIONES	PARA USO INTERNO DEL MARN
<u>TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES</u>	
<p>IV.3 Describir que tipo de tratamiento se da o se propone dar a las aguas residuales generadas por la actividad. (usar hojas adicionales)</p> <p>a) sistema de tratamiento Se tratarán las aguas negras por medios físicos para ser desfogados hacia los barrancos que rodean el asentamiento</p> <p>b) Capacidad Se contará con 3 plantas de tratamiento con capacidad para 1 000 personas</p> <p>c) Operación y mantenimiento Se dará revisión de la planta anualmente para que tenga un periodo de vida las extenso</p> <p>d) Caudal a tratar Aguas negras</p> <p>e) Etc.</p>	
<u>DESCARGA FINAL DE AGUAS RESIDUALES</u>	
<p>IV. 4 Indique el punto de descarga de las aguas residuales, por ejemplo, en pozo de absorción, colector municipal, río, lago, mar u otro e indicar si se le efectuó tratamiento de acuerdo con el numeral anterior</p> <p>Actualmente las aguas residuales se descargan hacia los barrancos que rodean el asentamiento, no se efectúa como el numeral anterior</p>	
<u>AGUA DE LLUVIA (AGUAS PLUVIALES)</u>	
<p>IV.5 Explicar la forma de captación de agua de lluvia y el punto de descarga de la misma (zanjones, ríos, pozos de absorción, alcantarillado, entre otros.)</p> <p>No existe un alcantarillado en el lugar por lo que corre por las calles libremente hasta dar hacia las partes más bajas del terreno y los barrancos, existe un desfogue construido por la municipalidad anteriormente que de hacia un barranco, un solo cuenta con una cuneta en la orilla de la calle que transporte el agua hacia el desfogue.</p>	
<u>V. EFECTOS DE LA ACTIVIDAD SOBRE EL SUELO (Sistema edáfico y lítico)</u>	
<u>DESECHOS SÓLIDOS</u>	
<u>VOLUMEN DE DESECHOS</u>	
V.1 Especifique el volumen de desechos o desperdicios genera la actividad desarrollada:	
<input checked="" type="checkbox"/> a) Similar al de una residencia 11 libras/día	
<input type="checkbox"/> b) Generación entre 11 a 222 libras/día	
<input type="checkbox"/> c) Generación entre 222 libras y 1000 libras/día	
<input type="checkbox"/> d) Generación mayor a 1000 libras por día	
<p>V.2 Además de establecer la cantidad generada de desechos sólidos, se deben caracterizar e indicar el tipo de desecho (basura común, desechos de tipo industrial o de proceso, desechos hospitalarios, orgánicos, entre otros.):</p> <p>Se generará basura común</p>	

Continuación de la tabla XIII.

V.3. Partiendo de la base que todos los Desechos Peligrosos, son todos aquellos que posean una o más de las características siguientes: corrosivos, reactivos, explosivos, tóxicos, inflamables, biológico infecciosos, se genera en su actividad algún tipo de desecho con estas características y en qué cantidad?
Desechos inflamables como combustible

V.4 Se efectúa algún tipo de tratamiento de los desechos (comunes o peligrosos), Explicar el método y/o equipo utilizado
No

V.5 Si los desechos se trasladan a otro lugar, para tratamiento o disposición final, indicar el tipo de transporte utilizado
Recipientes o galones

V.6 Contempla la empresa algún mecanismo o actividad para disminuir la cantidad o el tipo de desechos generados, o bien evitar que
estos sean dispuestos en un botadero?
No

V.7 Indicar el sitio de disposición final de los desechos generados (comunes y peligrosos)

INSTRUCCIONES	PARA USO INTERNO DEL MARN
VI. DEMANDA Y CONSUMO DE ENERGIA	
CONSUMO	
VI.1 Consumo de energía por unidad de tiempo (kW/hr o kW/mes) _____ No _____	
VI. 2 Forma de suministro de energía	
a) Sistema público _____	
b) Sistema privado _____	
c) generación propia _____	
VI.3 Dentro de los sistemas eléctricos de la empresa se utilizan transformadores, condensadores, capacitores o inyectores eléctricos? SI _____ NO _____ X _____	

Continuación de la tabla XIII.

VI.4 Qué medidas propone para disminuir el consumo de energía o promover el ahorro de energía?
VII. POSIBILIDAD DE AFECTAR LA BIODIVERSIDAD (ANIMALES, PLANTAS, BOSQUES, ENTRE OTROS.)
<p>VII.1 En el sitio donde se ubica la empresa o actividad, existen:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Bosques - Animales - Otros _____ <p>Especificar información _____ Existen plantas y árboles _____</p>
<p>VII.2 La operación de la empresa requiere efectuar corte de árboles?</p> <p style="text-align: center;">Si</p>
<p>VII.3 ¿Las actividades de la empresa, pueden afectar la biodiversidad del área? SI (X) NO () Por qué?</p> <p style="text-align: center;">Debido a la tala de árboles se pueden perder animales</p>
VIII. TRANSPORTE
<p>VIII.1 En cuanto a aspectos relacionados con el transporte y parqueo de los vehículos de la empresa, proporcionar los datos siguientes:</p> <p>a) Número de vehículos _____ 4 _____</p> <p>b) Tipo _____ de _____ vehículo _____ Camiones _____ y _____ pick up _____</p> <p>c) sitio para estacionamiento y área que ocupa _____ A las orillas de las calles _____</p> <p>d) Horario de circulación vehicular _____ 8:00 a 16:00 hrs _____</p> <p>e) Vías alternas _____ No _____</p>
IX. EFECTOS SOCIALES, CULTURALES Y PAISAJÍSTICOS
<p>ASPECTOS CULTURALES</p> <p>IX.1 En el área donde funciona la actividad, existe alguna (s) etnia (s) predominante, ¿cuál?</p> <p style="text-align: center;">Ladina</p>

Continuación de la tabla XIII.

INSTRUCCIONES	PARA USO INTERNO DEL MARN
RECURSOS ARQUEOLÓGICOS Y CULTURALES	
<p>IX.2 Con respecto de la actividad y los recursos culturales, naturales y arqueológicos, Indicar lo siguiente:</p> <p>a) <input type="checkbox"/> La actividad no afecta a ningún recurso cultural, natural o arqueológico. No _____</p> <p>b) <input type="checkbox"/> La actividad se encuentra adyacente a un sitio cultural, natural o arqueológico. No _____</p> <p>c) <input type="checkbox"/> La actividad afecta significativamente un recurso cultural, natural o arqueológico. No _____</p> <p>Ampliar información de la respuesta seleccionada</p>	
ASPECTOS SOCIAL	
<p>IX.3. ¿En algún momento se han percibido molestias con respecto a las operaciones de la empresa, por parte del vecindario? SI (X) NO ()</p> <p>IX.4 Qué tipo de molestias? Debido al polvo y ruido que provocan las actividades de la construcción</p> <p>IX.5 Qué se ha hecho o se propone realizar para no afectar al vecindario? Dialogar con los encargados del COCODE para que hablen con los vecinos del asentamiento</p>	
PAISAJE	
<p>IX.6 Cree usted que la actividad afecta de alguna manera el paisaje? ¿Explicar por qué?</p> <p>Si, ya que habrá un cambio brusco en el aspecto físico de las calles debido a la construcción de los pozos de visita</p>	
X. EFECTOS Y RIESGOS DERIVADOS DE LA ACTIVIDAD	
<p>X.1 Efectos en la salud humana de la población circunvecina:</p> <p>a) <input type="checkbox"/> la actividad no representa riesgo a la salud de pobladores cercanos al sitio</p> <p>b) <input checked="" type="checkbox"/> la actividad provoca un grado leve de molestia y riesgo a la salud de pobladores</p> <p>c) <input type="checkbox"/> la actividad provoca grandes molestias y gran riesgo a la salud de pobladores</p> <p>Del inciso marcado explique las razones de su respuesta, identificar que o cuales serían las actividades riesgosas: Puede afectar con enfermedades respiratorias debido al polvo que se generara en el trabajo</p>	

Continuación de la tabla XIII.

<p>X.3 riesgos ocupacionales:</p> <p><input type="checkbox"/> Existe alguna actividad que representa riesgo para la salud de los trabajadores</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> La actividad provoca un grado leve de molestia y riesgo a la salud de los trabajadores</p> <p><input type="checkbox"/> La actividad provoca grandes molestias y gran riesgo a la salud de los trabajadores</p> <p><input type="checkbox"/> No existen riesgos para los trabajadores</p> <p>Ampliar información:</p> <p>Pueden existir el riesgo que provoquen enfermedades respiratorias debido al polvo del lugar</p>
<p>Equipo de protección personal</p> <p>X.4 Se provee de algún equipo de protección para los trabajadores? SI (X) NO ()</p> <p>X.5 Detallar que clase de equipo de protección se proporciona:</p> <p>Casco, botas, guantes y mascarilla</p> <p>X.6 ¿Qué medidas ha realizado o que medidas propone para evitar las molestias o daños a la salud de la población y/o trabajadores?</p> <p>Proporcionar mascarilla a los trabajadores y hablar con los vecinos que mantengan las puertas y ventanas cerradas para evitar polvo</p>

Fuente: elaboración propia.

2.1.4. Planos finales

Los planos finales del diseño se encontrarán en los anexos.

2.1.5. Presupuesto del proyecto de drenaje sanitario

El detalle del cálculo del presupuesto se describe en los siguientes subtítulos.

2.1.5.1. Costo del proyecto

El costo total del proyecto será de tres millones novecientos veintiséis mil setecientos setenta y tres quetzales con 38/100 centavos (Q 3 926 773,38).

Tabla XIV. Cuadro de resumen

DESCRIPCIÓN DE RENGLÓN		UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO RENGLÓN	
1.00 TRABAJOS PRELIMINARES						
1.1	Topografía, (Incluye cuadrilla de topografía y equipo)	km	3.39	Q 23,042.09	Q	78,204.86
					SUB TOTAL	Q 78,204.86
2.00 TUBERIA DE CONDUCCION						
2.1	Suministro e instalación de Tubería PVC Ø6" norma F-949, de 1.20 a 2.20 metros de profundida	ml	1013.41	Q 242.28	Q	245,528.97
2.2	Suministro e instalación de Tubería PVC Ø6" norma F-949, de 2.2 a 3.2 metros de profundida	ml	751.42	Q 266.96	Q	200,599.08
2.3	Suministro e instalación de Tubería PVC Ø6" norma F-949, de 3.2 a 4 metros de profundida	ml	670.31	Q 381.28	Q	255,575.80
2.4	Suministro e instalación de Tubería PVC Ø6" norma F-949, de 4 a 5 metros de profundida	ml	462.40	Q 563.54	Q	260,580.90
2.5	Suministro e instalación de Tubería PVC Ø6" norma F-949, de 5 a 6 metros de profundida	ml	348.21	Q 638.20	Q	222,227.62
					SUB TOTAL	Q 1,184,512.37
3.00 POZOS DE VISITA						
3.1	Construcción de pozo de visita para drenaje sanitario, ladrillo tayuyo 0.23x0.11x0.065m + brocal, diámetro interno de 1.50m, sin refuerzo altura de 1.20 a 2.20 m.	unidad	31.00	Q 14,053.83	Q	435,668.73
3.2	Construcción de pozo de visita para drenaje sanitario, ladrillo tayuyo 0.23x0.11x0.065m + brocal, diámetro interno de 1.50m, sin refuerzo altura de 2.20 a 3.20 m.	unidad	22.00	Q 18,989.95	Q	417,778.90
3.3	Construcción de pozo de visita para drenaje sanitario, ladrillo tayuyo 0.23x0.11x0.065m + brocal, diámetro interno de 1.50m, sin refuerzo altura de 3.2 a 4 m.	unidad	20.00	Q 23,337.11	Q	466,742.20
3.4	Construcción de pozo de visita para drenaje sanitraio, ladrillo tayuyo 0.23x0.11x0.065m + brocal, diámetro interno de 1.50m, con refuerzo altura de 4 a 5 m.	unidad	16.00	Q 32,233.57	Q	515,737.12
3.5	Construcción de pozo de visita para drenaje sanitraio, ladrillo tayuyo 0.23x0.11x0.065m + brocal, diámetro interno de 1.50m, con refuerzo altura de 5 a 6 m.	unidad	10.00	Q 38,166.49	Q	381,664.90
					SUB TOTAL	Q 2,217,591.85
4.00 CANDELAS						
4.1	Construcción de candelas para drenaje sanitario, diámetro de 12", profundidad (1,15m).+ pozos de concreto de 12"	unidad	521.00	Q 735.90	Q	383,403.90
4.2	Suministro e instalación de Tubería PVC Ø4" norma F949 (incluye excavación y relleno con material selecto)	ml	260.00	Q 242.54	Q	63,060.40
					SUB TOTAL	Q 446,464.30
					COSTO TOTAL ESTIMADO	Q 3,926,773.38

Presupuesto realizado por: Nestor Merida	En letras: tres millones novecientos veintiseis mil setecientos setenta y tres quetzales con 38/100
--	--

Fuente: elaboración propia.

Tabla XV. Cronograma de ejecución de drenaje sanitario

No.	DESCRIPCIÓN DE RENGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	Mes								
				Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6	Mes 7		
1.00	TRABAJOS PRELIMINARES											
1.10	Topografía, (Incluye cuadrilla de topografía y equipo)	km	3.39	3.39								
2.00	TUBERIA DE CONDUCCION											
2.10	Suministro e instalación de Tubería PVC Ø6" norma F-949	ml	3245.75	811.44	811.44	811.44	811.44	811.44				
3.00	POZOS DE VISITA											
3.10	Construcción de pozo de visita para drenaje sanitario, ladrillo tajujo 0.23x0.11x0.065m + brocal, diámetro interno de 1.50m, sin refuerzo altura de 1.20 a 2.20 m.	unidad	31.00	7.75	7.75	7.75	7.75	7.75				
3.20	Construcción de pozo de visita para drenaje sanitario, ladrillo tajujo 0.23x0.11x0.065m + brocal, diámetro interno de 1.50m, sin refuerzo altura de 2.20 a 3.20 m.	unidad	22.00	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5				
3.30	Construcción de pozo de visita para drenaje sanitario, ladrillo tajujo 0.23x0.11x0.065m + brocal, diámetro interno de 1.50m, sin refuerzo altura de 3.2 a 4 m.	unidad	20.00	5	5	5	5	5				
3.40	Construcción de pozo de visita para drenaje sanitario, ladrillo tajujo 0.23x0.11x0.065m + brocal, diámetro interno de 1.50m, con refuerzo altura de 4 a 5 m.	unidad	16.00	4	4	4	4	4				
3.50	Construcción de pozo de visita para drenaje sanitario, ladrillo tajujo 0.23x0.11x0.065m + brocal, diámetro interno de 1.50m, con refuerzo altura de 5 a 6 m.	unidad	10.00	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5				
4.00	FUNDICIÓN											
4.10	Construcción de candelas para drenaje sanitario, diámetro de 12" , profundidad (1,15m) + pozos de concreto de 12"	unidad	521.00								260.50	260.50
4.20	Suministro e instalación de Tubería PVC Ø4" norma F949 (incluye excavación y relleno con material selecto)	ml	260.00								130.00	130.00

Fuente: elaboración propia.

2.1.6. Alcantarillado pluvial, diseño de la red

Para el diseño de la red de alcantarillado pluvial se tomarán las normas utilizadas para el alcantarillado sanitario, conociendo ya que se usará un sistema separativo para el diseño del sistema pluvial. En el diseño de un sistema de drenaje de agua pluvial, el principal objetivo que se persigue es la determinación, lo más exacta posible de los caudales máximos que provocarán las lluvias y que el sistema deberá evacue el agua con eficiencia del área que se pretende drenar. Estos caudales dependen de muchos factores, tanto físicos, geográficos, meteorológicos, entre otros., que en la práctica presentan gran dificultad para su evaluación debido a su variabilidad.

Se utilizará tubería de PVC en base a la norma F-794, y los tragantes serán tipo ventana construidos en las orillas de las banquetas.

2.1.6.1. Caudal de diseño

Para la determinación del caudal pluvial se usará el Método Racional; cuya ecuación general es la siguiente:

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

Donde:

Q = caudal en m³ / seg.

C = relación entre la escorrentía y la cantidad de lluvia caída

I = intensidad de lluvia en mm / hora

A = área en hectáreas

2.1.6.1.1. Período de diseño

Para el periodo de diseño se siguen los mismos criterios especificados en el sistema de alcantarillado sanitario.

El período de diseño del proyecto en estudio será de 25 años, por lo que pasado este tiempo será necesario rehabilitarlo. Se adoptó este período de tiempo, tomando en cuenta los recursos económicos con los que cuenta el municipio, la vida útil de los materiales y las Normas del INFOM.

2.1.6.1.2. Determinación de coeficiente de escorrentía

Gran cantidad del agua de lluvia que cae sobre el suelo se evapora, o infiltra, el coeficiente de escorrentía mide el porcentaje del volumen precipitado que circula sobre la superficie analizada. Es diferente para cada tipo de suelo, a mayor impermeabilidad, mayor será este coeficiente, el cual se calcula así:

$$C = \frac{\sum(C*a)}{A}$$

Donde:

c = coeficiente de escorrentía en un área parcial

a = área parcial drenada

A= área total a drenar

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 XVI. **Coficiente 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. 32.

2.1.6.1.3. Intensidad de lluvia

La intensidad de lluvia es el espesor de la capa de agua llovida durante cierta cantidad de tiempo suponiendo que toda el agua permanece en su sitio.

En este trabajo, la intensidad de lluvia se determinó de acuerdo a las curvas de intensidad de lluvia del Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología (INSIVUMEH).

Tabla XVII. **Parámetros A, B y N para la estación Insivumeh**

Tr	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	0,647

Fuente: Insivumeh.

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

Donde:

Tr = probabilidad de ocurrencia

I = intensidad de lluvia en milímetros por hora

t = tiempo de concentración en minutos

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

La probabilidad de ocurrencia se tomará en 2 años para el diseño actual y de 25 años para el diseño futuro, dada la fórmula proporcionada por el Insivumeh para el departamento de Guatemala

2.1.6.1.4. Tiempo de concentración

El tiempo de concentración es el tiempo en minutos que tarda una gota de agua en escurrir desde el punto más lejano de la cuenca hasta el punto en estudio. En tramos iniciales, el tiempo de concentración será de 12 minutos.

Cuando varios ramales lleguen a un punto se tomará el tiempo de concentración mayor. En los siguientes tramos, el tiempo de concentración se estima por la fórmula siguiente:

$$T_c = T_1 + \left(\frac{L}{60 \cdot V_1} \right)$$

Donde:

TC = tiempo de concentración hasta el tramo considerado

T1 = tiempo de concentración hasta el tramo anterior

L = longitud del tramo anterior

V1 = velocidad a sección llena en el tramo anterior

Para esta ocasión se determinó el tiempo de concentración por medio de la iteración de la tabla de EMPAGUA que utiliza la pendiente y la impermeabilidad del terreno para definir el tiempo de concentración, utilizando como tiempo de concentración mínimo para zonas rurales de 5 minutos.

Tabla XIII. **Tiempos de concentración según Empagua**

		Tiempo de concentracion								
P e n d i e n t e	< 0.01	20	19	18	17	16	15	14	13	12
	0.01	19	18	17	16	15	14	13	12	11
	0.02	18	17	16	15	14	13	12	11	10
	0.03	17	16	15	14	13	12	11	10	9
	0.04	16	15	14	13	12	11	10	9	8
	0.05	15	14	13	12	11	10	9	8	7
	0.06	14.5	13.5	12.5	11.5	10.5	9.5	8.5	7.5	6.5
	0.07	14	13	12	11	10	9	8	7	6
	0.08	13.5	12.5	11.5	10.5	9.5	8.5	7.5	6.5	5.5
	0.09	13	12	11	10	9	8	7	6	5
	0.1	12.5	11.5	10.5	9.5	8.5	7.5	6.5	5.5	5
> 0.10	12	11	10	9	8	7	6	5	5	
		10	20	30	40	50	60	70	80	90
		impermeabilidad								

Fuente: elaboración propia.

2.1.6.1.5. Área tributaria de drenajes

Área total que contribuye a que la precipitación escurra superficialmente sobre el suelo desde la divisoria de aguas hasta el punto en estudio, es decir, que contribuye a formar la escorrentía, se toma en hectáreas. El área a drenar de las calles se distribuye en los tragantes. Este se calculó por medio del programa Civil 3D.

2.1.6.1.6. Velocidades de caudales máxima y mínimas

Para las velocidades de caudales máximas y mínimas se siguen los mismos criterios especificados en el sistema de alcantarillado sanitario.

2.1.6.1.7. Cotas invert

Para las cotas invert se siguen los mismos criterios especificados en el sistema de alcantarillado sanitario.

2.1.6.1.8. Diámetro de tubería

Las tuberías evacúan las aguas provenientes del centro de calles y cuencas definidas, las cuales pueden ser permanentes, riachuelos o variables como las aguas de lluvia. Los diámetros se dispondrán según los caudales que circularán a través de ellos y las pendientes del terreno, por lo que un sistema en conjunto puede poseer distintos diámetros en un sólo tramo. El diámetro mínimo a utilizar en los sistemas de alcantarillado pluvial es de 8" para tubería PVC y 10" para tubería concreto según parámetros de EMPAGUA y parámetros dados por la municipalidad de Villa Nueva.

2.1.6.1.9. Profundidades mínimas de tubería

Para profundidades mínimas de tubería se siguen los mismos criterios especificados en los sistemas de alcantarillado sanitario.

2.1.6.1.10. Ancho de zanja para tubería

Para el ancho de zanja para tubería se siguen los mismos criterios especificados en los sistemas de alcantarillado sanitario.

2.1.6.1.11 Pozos de visita

Para los pozos de visita se siguen los mismos criterios especificados en los sistemas de alcantarillado sanitario.

2.1.6.2. Cálculo hidráulico

A continuación, se empleará el cálculo hidráulico tomando desde el Pozo 75 al Pozo 76.

2.1.6.2.1. Ejemplo de un tramo

Cálculo del tramo PVP – 75 a PVP – 76

Cota inicial (CI) = 88.91m

Cota final (CF) = 87,7m

Distancia horizontal (DH) = 22,38m

- Cálculo de la pendiente del terreno

$$S \% = \frac{(CI - CF)}{D.H} * 100 = \frac{(88,91 - 87,7)}{22,38} * 100 = 5,41 \%$$

- Cálculo de área tributaria

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

Área tributaria = 0,0274678 Ha

Área tributaria acumulada = 2,4155175 Ha

- Tiempo de concentración

Tiempo de concentración de tramo anterior = 9,94 min

Longitud del tramo anterior = 43,26 m

Velocidad del tramo anterior = 6,1889 m/s

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

$$T2 = 9,94 + \frac{43,26}{60 * 6,1889}$$

$$T2 = 10 \text{ min}$$

- Intensidad de lluvia

Por medio de los parámetros dados por la estación Insivumeh, se obtuvieron los valores de A, B y n. (Inciso 2.1.8.1.1.3).

Tiempo de concentración = 10 min

A = 820

B = 2

N = 0,656

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

$$I = \frac{820}{(10 + 2)^{0,656}}$$

$$I = 160,62 \text{ mm/hr}$$

- Coeficiente de escorrentía

Por medio de la tabla de coeficiente de escorrentía se determinó el coeficiente C en función de la superficie el cual es concreto y asfalto haciendo un promedio entre estos dos. Para este tramo se determinó un coeficiente de escorrentía a 25 años de 0,87.

- Caudal de diseño

Coeficiente de escorrentía = 0,87

Área tributaria acumulada = 2,4155175 Ha

Intensidad de lluvia = 160,62 mm/hr

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

$$Q = \frac{0,87 * 2,4155 * 160,62}{360}$$

$$Q = 9,37 \frac{m^3}{s}$$

$$Q = 937,6107316 \frac{Lt}{s}$$

- Diseño hidráulico

Diámetro de tubería 20"

Pendiente de tubería propuesta = 5 %

- Velocidad a sección llena

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

$$V = \left(\frac{0,03429}{0,01} \right) x 0,508^{2/3} x 0,05^{1/2}$$

$$V = 5,6496 \frac{m}{s}$$

D=0,508 m

S tubería= 5 %

V= 5,6496 m/s

- Capacidad a sección llena

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

$$A = \frac{\pi x (0,508)^2}{4}$$

$$A = 0,2027 m^2$$

$$Q = V x A$$

$$Q = 5,6496 \frac{m}{s} x 0,2027 m^2$$

$$Q = 1,145 \frac{m^3}{s}$$

- Relaciones hidráulicas

$$\frac{q}{Q} = \frac{937,62 \frac{1}{s}}{1145,06 \frac{1}{s}}$$

$$\frac{q}{Q} = 0,818824555$$

Como $q < Q$, de las tablas de relaciones hidráulicas se obtiene los siguientes valores.

$$\frac{v}{V} = 1,115461 \text{ y } \frac{d}{D} = 0,688$$

- Velocidad de diseño

$$v = 1,115461 \times 5,6496 \frac{m}{s}$$

$$v = 6,3020 \frac{m}{s}$$

La velocidad de diseño no se encuentra dentro de los valores establecidos como se indica en los parámetros, pero debido a que la velocidad no traspasa por mucho los límites y al aumentar diámetro de tubería esta no baja su velocidad de una manera considerable y al disminuir pendiente el tirante se eleva, para esto el fabricante indica que la tubería de la norma utilizada ASTM-F-794 resiste velocidades hasta de 10 m/s.

$$0,75 \frac{m}{s} \leq 6,302 \text{ m/s} \leq 10 \text{ m/s}$$

- Tirante

$$\frac{d}{D} = 0,727$$

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

$$0,10 \leq 0,688 \leq 0,75$$

- Cotas invert

Cota invert de salida del PVP - 75

CIS = 86,9996 m

Cota Invert de entrada al PV - 76

CIE = 85,9556 m

La diferencia entre altura entre la cota invert de entrada a la tubería del PVP-15 a la cota invert de salida a la tubería de PVP - 16 es de 0,03 m, por lo tanto, no se debe utilizar ningún método de disipación.

- Profundidad del pozo de visita
 - o PVP - 15
 - Cota invert de salida= 86,9996 m
 - Cota de terreno inicial= 88,91 m
 - Altura de pozo= 88.91 – 86,9996 = 1,91 m
 - o PVP - 16
 - Cota invert de salida= 85,8540 m
 - Cota de terreno inicial= 87,7m
 - Altura de pozo= 87,7 – 85,854 = 1,85 m

- Excavación

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

$$Ex = \left(\frac{1,91 \text{ m} + 1,85 \text{ m}}{2} \right) \times 0,6 \text{ m} \times 22,38 \text{ m}$$

$$Ex = 24,54 \text{ m}^3$$

- Relleno

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

$$R = 24,54 \text{ m}^3 - \left(\frac{\pi}{4} \times 20^2 \times 0,0254 \right) \times 22,38 \text{ m}$$

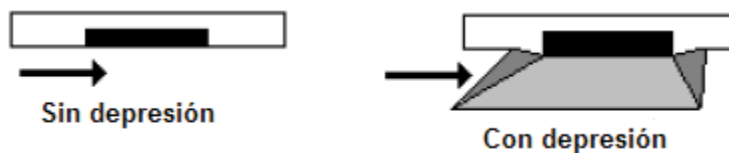
$$R = 20 \text{ m}^3$$

2.1.6.3. Tragante de ventana o acera

Tragante con un sistema de captación lateral al flujo superficial de las calles por medio de una abertura vertical en el bordillo de la acera, de manera que funcione como un vertedero lateral de la calle. La ventana puede estar posicionada al mismo nivel de la calle, o bien, estar a un nivel inferior de la rasante de la calle; a esta última se le conoce como ventana deprimida. La eficiencia de la captación está directamente relacionada con la depresión, ya que se ha comprobado una mayor eficiencia en ventanas deprimidas y esto no es de gran asombro, debido al funcionamiento de la captación a través de la gravedad.

La longitud mínima de la ventana no está normalizada en Guatemala, esta dependerá de la estética y capacidad de captación, en caso de estar deprimida, el ancho de la zona con depresión debe ser entre 0,30 y 0,60 m, con una pendiente no mayor al 8 % hacia la ventana.

Figura 16. Tragante de ventana o acera



Fuente: Ministerio del Agua Viceministro de Servicios Básicos. *Reglamento técnico de diseño de cunetas y sumideros*. p. 68.

2.1.6.3.1. Cálculo de tragantes

Cálculo tragante 12 (derecho)

Se debe definir la geometría del tragante.

Ancho de calle = 5,8 m

Distancia de tragante 11 = 49,86m

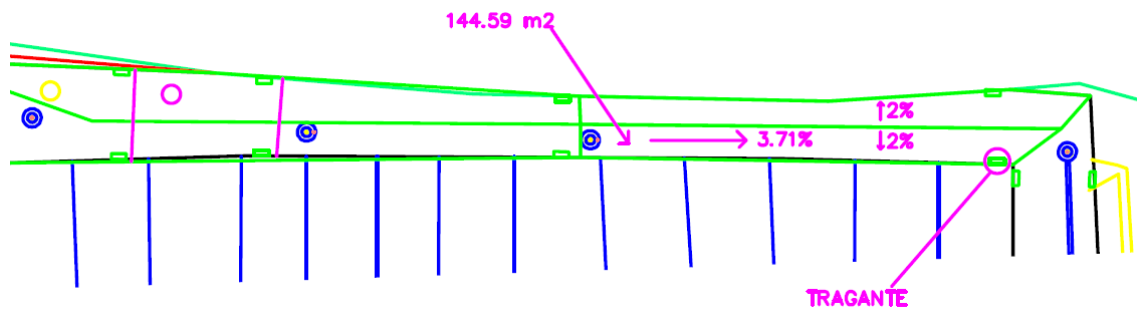
Pendiente transversal de la calle = 2 %

Pendiente longitudinal = 3,71 %

Area tributaria = 144,59 m² = 0,0145 Ha

Se propone colocar 1 tragante en la esquina de la calle hacia donde el agua pluvial recorre por gravedad.

Figura 17. Esquema planta de calle a calcular



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2018.

- Intensidad de lluvia

Por medio de los parámetros dados por la estación Insivumeh, se obtuvieron los valores de A, B y n. (Inciso 2.1.8.1.1.3).

Tiempo de concentración = 9 min

A = 820

$$B = 2$$

$$n = 0,656$$

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

$$I = \frac{820}{(9 + 2)^{0.656}}$$

$$I = 170,08 \text{ mm/hr}$$

- Coeficiente de escorrentía

Se utilizó un coeficiente de 0,8

- Caudal de diseño

Coeficiente de escorrentía = 0,8

Área tributaria acumulada = 0,0145 Ha

Intensidad de lluvia = 170,08 mm/hr

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

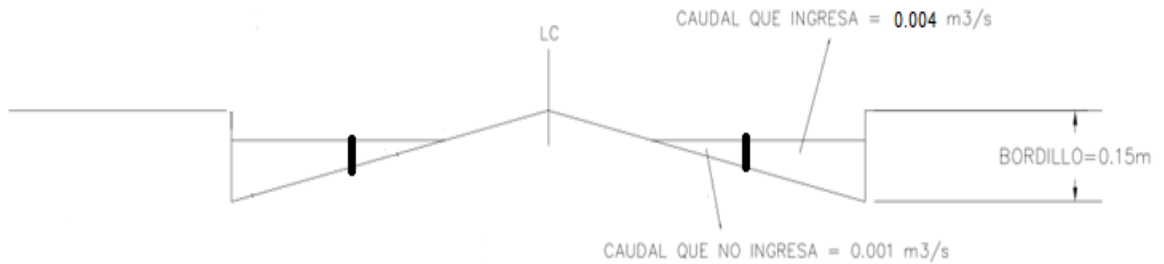
$$Q = \frac{0.8 * 0.0145 * 170.08}{360}$$

$$Q = 0.005 \frac{m^3}{s}$$

$$Q = 5 \frac{Lt}{s}$$

Este caudal es el que se produce solamente en ese tramo de la calle, en el tragante 11 se tuvo una eficiencia de captación de 87 % con un caudal de 0,005 m³/s por lo que solo ingreso 0,004m³/s y el caudal restante es de 0,001 m³/s el cual se suma al caudal que pasa por el tragante 12.

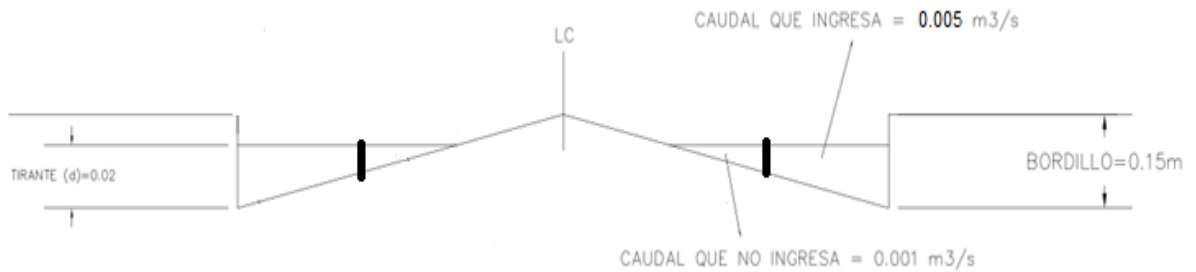
Figura 18. **Sección tragante 11**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2018.

Caudal final = caudal restante tramo anterior + caudal de diseño = 0,001 + 0,005 = 0,006 m³/s

Figura 19. **Sección tragante 12**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2018.

- Espejo de agua.

Es el ancho de la superficie libre de agua y está en función de las características geométricas de la superficie. Se calcula de la siguiente manera:

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

Donde Q es el caudal en metros cúbicos por segundo, K_u es una constante cuyo valor es 0,376, S_x es la pendiente transversal, n es el coeficiente de rugosidad y S_L es la pendiente longitudinal.

$$Q = 0,006 \text{ m}^3/\text{s}$$

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

$$S_x = 0,02$$

$$n = 0,015$$

$$S_L = 0,0371$$

$$T = \left[\frac{(0,006 \text{ m}^3/\text{s})}{0,376 \times 0,02^{1,67} \times 0,0371^{0,5}} \right]^{0,375}$$

$$T = 0,82 \text{ m}$$

El espejo de agua cumple con los parametros, ya que este debe ser menor o igual a 2,9 m.

- Tirante de agua parcial.

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.

$$d = T S_x$$

Donde:

S_x = es la pendiente transversal

T = es el espejo de agua.

$$d = 0,82 \times 0,02$$

$$d = 0,020$$

- Tirante de agua máximo.

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.

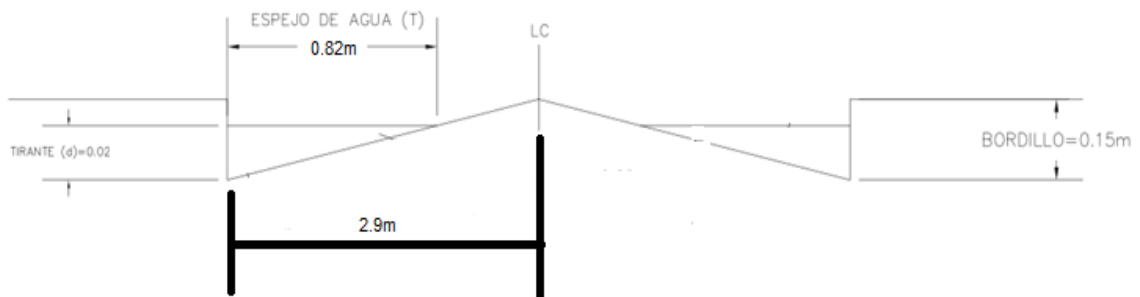
$$d = \frac{\text{Ancho de calle}}{2} S_x$$

Se tomó un ancho de calle de 5.8 metros.

$$d = \frac{5,8 \text{ m}}{2} \times 0,02$$

$$d = 0,058$$

Figura 20. **Sección de calle**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2018.

- 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 ecuación:

$$E_o = 1 / \left\{ 1 + \frac{S_w / S_x}{\left[1 + \frac{S_w / S_x}{\frac{T}{W} - 1} \right]^{2.67} - 1} \right\}$$

Donde:

W = es el ancho de inclinación de ingreso al tragante entre 0,40 y 0,60 metros, según los detalles del tragante es 0,30m

T = es el espejo de agua.

$$E_o = 0,70$$

- 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).

$$S'_w = \frac{a}{W} + S_x$$

Donde W es el ancho de inclinación y a es la altura del canal de depresión.

$$S'_w = \frac{0,025 \text{ m}}{0,3 \text{ m}} + 0,02$$

$$S'_w = 0,083$$

- Pendiente equivalente.

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

$$S_e = S_x + S_w E_o$$

$$S_e = 0,02 + 0,083 * 0,70$$

$$S_e = 0,083$$

- 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 = es la longitud efectiva para captar el 100 % del flujo

K_T = es una constante cuyo valor es 0,817

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

S_e = es la pendiente equivalente, S_L es la pendiente longitudinal.

$$L_T = 0,817 * \left(0,006 \frac{m^3}{s}\right)^{0,42} * 0,0371^{0,3} * \left[\frac{1}{(0,083)}\right]^{0,6}$$

$$L_T = 1,97 m$$

Aquí L_e es la longitud que se disminuye dependiendo del número del tragante en el tramo donde C_g está dada por factores de obstrucción en este caso 0,12 ya que solo existe 1 tragante y L longitud de la ventana del tragante propuesta por el diseñador en este caso 1,5m.

$$L_e = L(1 - Cg)$$

$$L_e = 1,5 * (1 - 0,12)$$

$$L_e = 1,32$$

Tabla XIX. **Datos factor de absorción**

Factor de obstrucción	
No. Tragantes	Factor
1	0.12
2	0.08
3	0.05
>4	0.04

Fuente: Municipalidad de Villa Nueva.

- Eficiencia.

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

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

Donde:

Le = está en metros

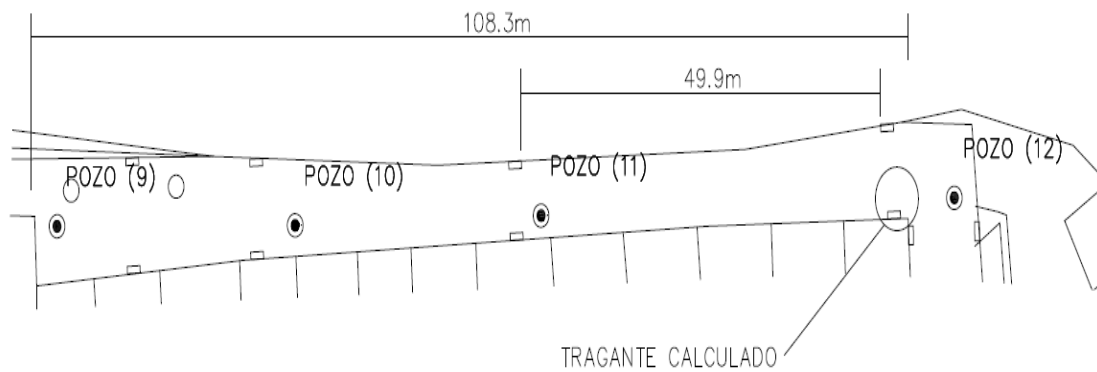
L_T = es la longitud efectiva en metros

$$E\% = 1 - \left[1 - \left(\frac{1,32 \text{ m}}{1,97 \text{ m}} \right) \right]^{1,8} \times 100$$

$$E\% = 86 \%$$

La eficiencia del tragante si se utilizará la longitud propuesta y se colocarán 1 tragante entre el PVP - 11 a PVP - 12 lado derecho tendrá una distancia de 49,9m con respecto al tragante entre el PVP - 10 a PVP - 11, el tragante estaría dentro de los parámetros, ya que la eficiencia debe de ser mayor o igual a 75 %. La longitud total de la calle es de 108.3 m y por lo tanto, contará con 4 tragantes por lado según los cálculos del diseño.

Figura 21. **Tragante calculado**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2018.

2.1.7. Evaluación de impacto ambiental

Se utilizará el mismo criterio de impacto ambiental que en el sistema de alcantarillado sanitario.

2.1.7.1. Impactos negativos

El impacto negativo se producirá al momento de las excavaciones del suelo porque se hace un cambio físico a la compactación del suelo, también el ruido puede provocar malestar en los vecinos por la maquinaria que se llegue a

emplear. También se verá afectada la parte donde se encontrarán los desfuegos del agua pluvial ya que puede haber grandes caudales de agua provocando pequeñas inundaciones si fuera mucha precipitación.

Las medidas para mitigar los impactos negativos son los mismos criterios que en el sistema sanitario.

2.1.7.2. Impactos positivos

Se disminuyen los riesgos de inundaciones en las calles ocasionado por el agua de lluvia, también se evitarán enfermedades por bacterias o por bichos que infecten a los vecinos debido a empozamientos de agua después de llover, además que se mejorara visualmente el lugar.

Tabla XX. Matriz de Leopold para alcantarillado pluvial

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL															
FASES DEL PROYECTO															
		Antes			Durante			Despues			NO. INTERACCIONES		SUMATORIAS		
		MODIFICACION	INSTALACION	LIMPIEZA	EXCAVACION	CONSTRUCCION	CONTAMINACION	RESTRICCIONES	FUENTES	NEGATIVAS	POSITIVAS	NEGATIVAS	POSITIVAS		
Alcantarillado pluvial del asentamiento Carmen del Monte															
FACTORES AMBIENTALES	FISICOS	AI R E	POLVO	-2/1	-2/1	-1/1	-5/3	-1/1	-1/1	-1/1	5/7	7	1	13/9	5/7
			RUIDO	-3/1		-1/1		-1/1	-1/1	2/4	4/6	4	6	5/4	6/10
			EROSION	-1/1		-2/2		-2/1	2/1	1/1	1/1	3	3	5/4	4/3
			SUELO												
			COMPACTACION	1/1			-1/2	2/5	3/3	2/1	1/1	1	5	1/2	7/11
			REVISION DE TIERRA	1/1				-3/2	-3/2	1/1	1/1	2	3	6/4	3/3
	MEDIO AGUA		INUNDACION				-5/2	1/1	1/1	2/10	9/10	1	4	5/2	13/22
			CAIDA DE AGUA					1/1	1/1	5/6	9/9	0	4	0	16/17
	BIOLOGICOS		CUBIERTA VEGETAL					1/1	-1/1	1/1	1/1	1	3	1/1	3/3
			TALADO DE SERROES	-1/1	-1/1	-1/1					-1/1	4	0	4/4	0
			DIVERSIDAD BIOLOGICA									0	0	0	0
			ESPECIES EN PELIGRO					-1/1			1/1	1	1	1/1	1/1
	SOCIOECONOMICO		USO ACTUAL DEL SUELO							3/3	4/3	0	2	0	7/6
			RIESGOS SANITARIOS	-1/1			2/3				6/7	1	2	1/1	8/10
		POBLACION ECONOMICAMENTE ACTIVA							9/9	0	1	0	0	9/9	
Total										25	32	42/31	82/102		
Promedio												1.7/1.2	2.6/3.2		

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXI. **Evaluación impacto ambiental MARN**

ACTIVIDADES DE BAJO IMPACTO AMBIENTAL

**(ACUERDO GUBERNATIVO 137-2016, REGLAMENTO DE EVALUACIÓN,
CONTROL Y SEGUIMIENTO AMBIENTAL Y SU REFORMA)**

INSTRUCCIONES	PARA USO INTERNO DEL MARN
<p>El formato debe proporcionar toda la información solicitada en los apartados, de lo contrario ventanilla única no lo aceptará.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Completar el siguiente formato de Evaluación Ambiental Inicial, colocando una X en las casillas donde corresponda y debe ampliar con información escrita en cada uno de los espacios del documento, en donde se requiera. • Si necesita más espacio para completar la información, puede utilizar hojas adicionales e indicar el inciso o subinciso a que corresponde la información. • La información debe ser completada, utilizando letra de molde legible o a máquina de escribir. • Este formato también puede completarlo de forma digital, el MARN puede proporcionar copia electrónica si se le facilita el disquete, CD, USB; o bien puede solicitarlo a la siguiente dirección: vunica@marn.gob.gt • Todos los espacios deben ser completados, incluso el de aquellas interrogantes en que no sean aplicables a su actividad (explicar la razón o las razones por lo que usted lo considera de esa manera). • Por ningún motivo, puede modificarse el formato y/o agregarle los datos del proponente o logo(s) que no sean del MARN. 	<p>No. Expediente:</p> <p>Clasificación del Listado Taxativo</p> <p>Firma y Sello de Recibido</p>
<p>I. INFORMACION LEGAL</p>	
<p>1.1. Nombre del proyecto, obra, industria o actividad (OBLIGATORIAMENTE que tenga relación con la actividad a realizar): Diseño del sistema de alcantarillado sanitario, pluvial y pavimentación para el asentamiento Carmen del monte, zona 2, Bárcena, Villa Nueva.</p>	
<p>1.1.2 Descripción del proyecto, obra o actividad para lo que se solicita aprobación de este instrumento. Construcción del del sistema de alcantarillado pluvial para el asentamiento Carmen del monte, zona 2, Bárcena, Villa Nueva.</p>	

Continuación de la tabla XXI.

I.2. Información legal:

A) Persona Individual:

A.1. Representante Legal: Nestor Ferdinando Merida Santizo

A.2. No. de CUI del Documento Personal de Identificación (DPI):2691723860101

B) De la empresa:

Razón social: Estado de
Guatemala_____

—

Nombre Comercial: Municipalidad de Villa
Nueva_____

No. _____ De _____ Escritura _____ Constitutiva: _____

Fecha _____ de _____ constitución: _____

Patente de Sociedad Registro No. _____ Folio No. _____ Libro No. _____

Patente de Comercio Registro No. _____ Folio No. _____ Libro No. _____

C) De la Propiedad:

No. De Finca _____ 490 _____ Folio No. _____ 14 _____ Libro No. _____

_____ 24 _____ de _____

_____ Amatitlán _____ dónde se ubica el proyecto, obra, industria o actividad.

D) De la Empresa y/o persona individual:

Número de Identificación Tributaria (NIT): _____ 349824-5 _____

INSTRUCCIONES		PARA USO INTERNO DEL MARN
I.3 Teléfono <u>46192187</u>	Correo	electrónico:
<u>nestorfms@hotmail.com</u>		

Continuación de la tabla XXI.

<p>I.4 Dirección de donde se ubica la actividad: (identificando calles, avenidas, número de casa, zona, aldea, cantón, barrio o similar, así como otras delimitaciones territoriales; OBLIGATORIAMENTE indicar el municipio y departamento)</p> <p style="text-align: center;">19 calle A 9-50 zona 2 Asentamiento Carmen del Monte, Villa Nueva, Guatemala</p> <p>Especificar Coordenadas Geográficas</p> <p style="text-align: center;">Coordenadas Geográficas Datum WGS84</p> <p style="text-align: center;">Latitud: 14°33'26.7"N</p> <p style="text-align: center;">Longitud: 90°37'13.7"W</p>		
<p>I.5 Dirección para recibir notificaciones (dirección fiscal) (identificando calles, avenidas, número de casa, zona, aldea, cantón, barrio o similar, así como otras delimitaciones territoriales; OBLIGATORIAMENTE indicar el municipio y departamento)</p> <p style="text-align: center;">05 avenida 4-45 zona 1 de Villa Nueva.</p>		
<p>I.6 Si para consignar la información en este formato, fue apoyado por un profesional, por favor anote el nombre, profesión, número de teléfono y correo electrónico del mismo</p> <p style="text-align: center;">Nestor Ferdinando Merida Santizo, tel:46192187, nestorfms@hotmail.com</p>		
<p>II. INFORMACION GENERAL</p>		
<p>Se debe proporcionar una descripción de las actividades que serán efectuadas en el proyecto, obra, industria o actividad según etapas siguientes:</p>		
<p>II.1 Etapa de Construcción</p>	<p>Operación</p>	<p>Abandono</p>
<ul style="list-style-type: none"> • Actividades a realizar 1. Limpieza del terreno. 2. Topografía 3. Trazo para zanjeo. 4. Zanjeo de terreno. 5. Camas para tubería. 6. Construcción de pozos de visita 7. Colocación y alineación de tubería. 8. Compactación material de relleno en tubería. 9. Construcción de 	<ul style="list-style-type: none"> • Actividades o procesos 1. Limpieza del terreno. 2. Topografía 3. Trazo para zanjeo. 4. Zanjeo de terreno. 5. Camas para tubería. 6. Construcción de pozos de visita 7. Colocación y alineación de tubería. 8. Compactación material de relleno en tubería. 9. Construcción de candelas 	<ul style="list-style-type: none"> • Acciones a tomar en caso de cierre 4. Desalojo de maquinaria y equipo 5. Señalización en caso de dejar zanjas. 6. Limpieza del lugar de trabajo

Continuación de la tabla XXI.

tragantes	domiciliares.	
<ul style="list-style-type: none"> • Insumos necesarios 10. Palas, piochas, carretillas 11. Materiales de construcción. 12. 170 galones de gasolina 13. 2500 galones de Diesel 14. 60 galones lubricante 15. Tubería PVC • Maquinaria 16. Retroexcavadora 17. Concretera 18. Camión de volteo 19. Plato vibratorio • Otros de relevancia 	<ul style="list-style-type: none"> • Materia prima e insumos 10. Palas, piochas, carretillas 11. 170 galones de gasolina 12. 2500 galones de Diesel 13. 60 galones lubricante 14. Tubería PVC 15. Cal hidratada 16. Material selecto(relleno) 17. Cemento 18. Arena 19. Piedrín 20. Ladrillo tayuyo 21. Alambre amarre 22. Madera 23. Hierro corrugado 24. Clavos 25. Parales de madera • Maquinaria 26. Retroexcavadora 27. Concretera 28. Camión de volteo 29. Plato vibratorio • Productos y Subproductos (bienes y servicios) • Horario de Trabajo De 8:00 a 16:00 hrs. de lunes a viernes • Otros de relevancia 	

Continuación de la tabla XXI.

II.3 Área	
a)	Área total de terreno en metros cuadrados: _____ 69,873 _____
b)	Área de ocupación del proyecto en metros cuadrados: _____ 21,996.00 _____
	Área total de construcción en metros cuadrados: _____ 21,996.00 _____

INSTRUCCIONES		PARA USO INTERNO DEL MARN
II.4 Actividades colindantes al proyecto: NORTE _____ Barranco _____ SUR _____ Desfogue de agua pluvial _____ ESTE _____ Carretera hacia Bárcena _____ _____ OESTE _____ Arenera _____ Describir detalladamente las características del entorno (viviendas, barrancos, ríos, basureros, iglesias, centros educativos, centros culturales, etc.):		
DESCRIPCION	DIRECCION (NORTE, SUR, ESTE, OESTE)	DISTANCIA AL PROYECTO
Barranco y basurero	Norte	10m
Barranco, desfogue de agua pluvial y árboles	Sur	5m
Barranco y carretera hacia Bárcena	Este	2m
Carretera, Barranco y entrada al lugar	Oeste	5m
II.5 Dirección del viento: <p style="text-align: center;">Norte y oeste</p>		
II.6 ¿En el área donde se ubica la actividad, a qué tipo de riesgo ha estado o está expuesto? a) inundación (X) b) explosión () c) deslizamientos (X) d) derrame de combustible () e) fuga de combustible () d) Incendio () e) Otro ()		

Continuación de la tabla XXI.

Detalle la información Existe el riesgo de inundación debido a la falta de alcantarillado pluvial y defectuoso desfogue de aguas pluviales, y también deslizamientos debido a que hay barrancos cercanos al proyecto

II.7 Datos laborales

a) Jornada de trabajo: Diurna (X) Nocturna () Mixta () Horas Extras _____ No _____

b) Número de empleados por jornada _____ 25 _____ Total empleados _____ 25 _____

II.8 USO Y CONSUMO DE AGUA, COMBUSTIBLES, LUBRICANTES, REFRIGERANTES, OTRO...

INSTRUCCIONES	PARA USO INTERNO DEL MARN
----------------------	----------------------------------

CONSUMO DE AGUA, COMBUSTIBLES, LUBRICANTES, REFRIGERANTES, OTROS...							
	Tipo	Si/No	Cantidad/(mes día y hora)	Proveedor	Uso	Especificaciones u observaciones	Forma de almacenamiento
Agua	Servicio publico	Si	10 L/hora	Municipalidad	Fundición		Deposito agua
	Pozo	No					
	Agua especial	No					
	Superficial	No					
Combustible	Otro	No					
	Gasolina	Si	2 gal/día	Municipalidad	Maquinaria		Deposito
	Diesel	Si	15 gal/día	Municipalidad	Maquinaria		Deposito

Continuación de la tabla XXI.

	Bunker	No					
	Glp	No					
	Otro	No					
Lubricantes	Solubles	No					
	No solubles	No					
Refrigerantes		No					
Otros		No					

NOTA: si se cuenta con licencia extendida por la Dirección General de Hidrocarburos del Ministerio de Energía y Minas, para comercialización o almacenaje de combustible. Adjuntar copia

III. IMPACTO AL AIRE

GASES Y PARTICULAS

III.1 Las acciones u operaciones de la Actividad, producen gases o partículas (Ejemplo: ¿polvo, vapores, humo, niebla, material particulado, etc.) que se dispersan en el aire? ¿Ampliar la información e indicar la fuente de donde se generan?

Se genera polvo debido a la excavación del terreno y el aire del lugar, y la maquinaria utilizada genera humo

MITIGACION

III.2 ¿Qué se está haciendo o qué se hará para evitar que los gases o partículas impacten el aire, el vecindario o a los trabajadores?

Se tratará de brindar mascarillas a los trabajadores y se advertirá a los vecinos para que tomen sus precauciones debido al humo y polvo

Continuación de la tabla XXI.

INSTRUCCIONES	PARA USO INTERNO DEL MARN
RUIDO Y VIBRACIONES	
<p>III.3 ¿Las operaciones de la empresa producen sonidos fuertes (ruido), o vibraciones?</p> <p style="text-align: center;">Si</p> <p>III.4 En donde se genera el sonido y/o las vibraciones (maquinaria, equipo, instrumentos musicales, vehículos, entre otros.)</p> <p style="text-align: center;">En las calles donde se construirá</p> <p>III.5 ¿Qué se está haciendo o que acciones se tomarán para evitar que el ruido o las vibraciones afecten al vecindario y a los trabajadores?</p> <p style="text-align: center;">Se trabajará con maquinaria en horarios donde no afecten el sueño de los vecinos del lugar</p>	
OLORES	
<p>III.6 Si como resultado de sus actividades se emiten olores (ejemplo: cocción de alimentos, aromáticos, solventes, etc.), explicar con detalles la fuente de generación y el tipo o características del o los olores:</p> <p style="text-align: center;">No se generarán olores</p> <p>III.7 Explicar que se está haciendo o se hará para evitar que los olores se dispersen en el ambiente?</p>	
IV. EFECTOS DE LA ACTIVIDAD EN EL AGUA	
AGUAS RESIDUALES	
CARACTERIZACIÓN DE LAS AGUAS RESIDUALES	
<p>IV.1 Con base en el Acuerdo Gubernativo 236-2006, Reglamento de las Descargas y Re-uso de Aguas Residuales y de la Disposición de Lodos, qué tipo de aguas residuales (aguas negras) se generan?</p> <ul style="list-style-type: none"> e) <u>Ordinarias</u> (aguas residuales generadas por las actividades domésticas) f) <u>Especiales</u> (aguas residuales generadas por servicios públicos municipales, actividades de servicios, industriales, agrícolas, pecuarias, hospitalarias) g) <u>Mezcla</u> de las anteriores h) Otro; 	

Continuación de la tabla XXI.

Cualquiera que fuera el caso, explicar la información, indicando el caudal (cantidad) de aguas residuales generado. Se maneja una mezcla de agua ya que proviene de viviendas y comercios dentro del asentamiento se genera un caudal actualmente _____ de _____ 24 _____ L/s aproximadamente _____				
IV.2	Indicar	el	número	de servicios sanitarios _____ 531 _____

INSTRUCCIONES	PARA USO INTERNO DEL MARN
<u>TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES</u>	
<p>IV.3 Describir que tipo de tratamiento se da o se propone dar a las aguas residuales generadas por la actividad. (usar hojas adicionales)</p> <p>f) sistema de tratamiento Se tratarán las aguas negras por medios físicos para ser desfogados hacia los barrancos que rodean el asentamiento</p> <p>g) Capacidad Se contará con 3 plantas de tratamiento con capacidad para 1 000 personas</p> <p>h) Operación y mantenimiento Se dará revisión de la planta anualmente para que tenga un periodo de vida las extenso</p> <p>i) Caudal a tratar Aguas negras</p> <p>j) Etc.</p>	
<u>DESCARGA FINAL DE AGUAS RESIDUALES</u>	
<p>IV. 4 Indique el punto de descarga de las aguas residuales, por ejemplo, en pozo de absorción, colector municipal, río, lago, mar u otro e indicar si se le efectuó tratamiento de acuerdo con el numeral anterior. Actualmente las aguas residuales se descargan hacia los barrancos que rodean el asentamiento, no se efectúa como el numeral anterior</p>	
<u>AGUA DE LLUVIA (AGUAS PLUVIALES)</u>	
<p>IV.5 <u>Explicar la forma de captación de agua de lluvia y el punto de descarga de la misma (zanjones, ríos, pozos de absorción, alcantarillado, entre otros.)</u></p> <p>No existe un alcantarillado en el lugar por lo que corre por las calles libremente hasta dar hacia las partes más bajas del terreno y los barrancos, existe un desfogue construido por la municipalidad anteriormente que de hacia un barranco, un solo cuenta con una cuneta en la orilla de la calle que transporte el agua hacia el desfogue.</p>	

Continuación de la tabla XXI.

V. EFECTOS DE LA ACTIVIDAD SOBRE EL SUELO (Sistema edáfico y lítico)	
DESECHOS SÓLIDOS	
VOLUMEN DE DESECHOS	
V.1 Especifique el volumen de desechos o desperdicios genera la actividad desarrollada:	
<input checked="" type="checkbox"/>	a) Similar al de una residencia 11 libras/día
<input type="checkbox"/>	b) Generación entre 11 a 222 libras/día
<input type="checkbox"/>	c) Generación entre 222 libras y 1000 libras/día
<input type="checkbox"/>	d) Generación mayor a 1000 libras por día
V.2 Además de establecer la cantidad generada de desechos sólidos, se deben caracterizar e indicar el tipo de desecho (basura común, desechos de tipo industrial o de proceso, desechos hospitalarios, orgánicos, entre otros.):	
Se generará basura común	
V.3. Partiendo de la base que todos los desechos peligrosos, son todos aquellos que posean una o más de las características siguientes: corrosivos, reactivos, explosivos, tóxicos, inflamables, biológico infecciosos, se genera en su actividad algún tipo de desecho con estas características y en qué cantidad?	
Desechos inflamables como combustible	
V.4 Se efectúa algún tipo de tratamiento de los desechos (comunes o peligrosos), explicar el método y/o equipo utilizado	
No	
V.5 Si los desechos se trasladan a otro lugar, para tratamiento o disposición final, indicar el tipo de transporte utilizado	
Recipientes o galones	
V.6 Contempla la empresa algún mecanismo o actividad para disminuir la cantidad o el tipo de desechos generados, o bien evitar que estos sean dispuestos en un botadero?	
No	
V.7 Indicar el sitio de disposición final de los desechos generados (comunes y peligrosos)	

Continuación de la tabla XXI.

INSTRUCCIONES	PARA USO INTERNO DEL MARN
VI. DEMANDA Y CONSUMO DE ENERGIA	
CONSUMO	
VI.1 Consumo de energía por unidad de tiempo (kW/hr o kW/mes) _____ No _____	
VI.2 Forma de suministro de energía a) Sistema público _____ b) Sistema privado _____ c) generación propia _____	
VI.3 Dentro de los sistemas eléctricos de la empresa se utilizan transformadores, condensadores, capacitores o inyectores eléctricos? SI _____ NO _____ X _____	
VI.4 Qué medidas propone para disminuir el consumo de energía o promover el ahorro de energía? _____	
VII. POSIBILIDAD DE AFECTAR LA BIODIVERSIDAD (ANIMALES, PLANTAS, BOSQUES, ENTRE OTROS.)	
VII.1 En el sitio donde se ubica la empresa o actividad, existen: - Bosques _____ - Animales _____ - Otros _____ Especificar información _____ Existen plantas y árboles _____	
VII.2 La operación de la empresa requiere efectuar corte de árboles? Si _____	
VII.3 ¿Las actividades de la empresa, pueden afectar la biodiversidad del área? SI (X) NO () Por qué? Debido a la tala de árboles se pueden perder animales	
VIII. TRANSPORTE	
VIII.1 En cuanto a aspectos relacionados con el transporte y parqueo de los vehículos de la empresa, proporcionar los datos siguientes: f) Número de vehículos _____ 4 _____ g) Tipo de vehículo _____ Camiones y pick up _____ h) sitio para estacionamiento y área que ocupa _____ A las orillas de las calles _____	

Continuación de la tabla XXI.

Horario de circulación vehicular _____ 8:00 a 16:00 hrs _____	
a) Vías alternas _____ No _____	
IX. EFECTOS SOCIALES, CULTURALES Y PAISAJÍSTICOS	
ASPECTOS CULTURALES	
IX.1 En el área donde funciona la actividad, existe alguna (s) etnia (s) predominante, ¿cuál? Ladina	
INSTRUCCIONES	PARA USO INTERNO DEL MARN
RECURSOS ARQUEOLOGICOS Y CULTURALES	
IX.2 Con respecto de la actividad y los recursos culturales, naturales y arqueológicos, Indicar lo siguiente:	
d) <input type="checkbox"/> La actividad no afecta a ningún recurso cultural, natural o arqueológico _____ No _____	
e) <input type="checkbox"/> La actividad se encuentra adyacente a un sitio cultural, natural o arqueológico _____ No _____	
f) <input type="checkbox"/> La actividad afecta significativamente un recurso cultural, natural o arqueológico _____ No _____	
Ampliar información de la respuesta seleccionada	
ASPECTOS SOCIAL	
IX.3. ¿En algún momento se han percibido molestias con respecto a las operaciones de la empresa, por parte del vecindario? SI (X) NO ()	
IX.4 Qué tipo de molestias? Debido al polvo y ruido que provocan las actividades de la construcción	
IX.5 Qué se ha hecho o se propone realizar para no afectar al vecindario? Dialogar con los encargados del COCODE para que hablen con los vecinos del asentamiento	
PAISAJE	
IX.6 Cree usted que la actividad afecta de alguna manera el paisaje? ¿Explicar por qué? Si, ya que habrá un cambio brusco en el aspecto físico de las calles debido a la construcción de los pozos de visita	

Continuación de la tabla XXI.

X. EFECTOS Y RIESGOS DERIVADOS DE LA ACTIVIDAD
<p>X.1 Efectos en la salud humana de la población circunvecina:</p> <p>a) <input type="checkbox"/> la actividad no representa riesgo a la salud de pobladores cercanos al sitio</p> <p>b) <input checked="" type="checkbox"/> la actividad provoca un grado leve de molestia y riesgo a la salud de pobladores</p> <p>c) <input type="checkbox"/> la actividad provoca grandes molestias y gran riesgo a la salud de pobladores</p> <p>Del inciso marcado explique las razones de su respuesta, identificar que o cuales serían las actividades riesgosas:</p> <p>Puede afectar con enfermedades respiratorias debido al polvo que se generara en el trabajo</p>
<p>X.3 riesgos ocupacionales:</p> <p><input type="checkbox"/> Existe alguna actividad que representa riesgo para la salud de los trabajadores</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> La actividad provoca un grado leve de molestia y riesgo a la salud de los trabajadores</p> <p><input type="checkbox"/> La actividad provoca grandes molestias y gran riesgo a la salud de los trabajadores</p> <p><input type="checkbox"/> No existen riesgos para los trabajadores</p> <p>Ampliar información:</p> <p>Pueden existir el riesgo que provoquen enfermedades respiratorias debido al polvo del lugar</p>
<p>Equipo de protección personal</p> <p>X.4 Se provee de algún equipo de protección para los trabajadores? SI (X) NO ()</p> <p>X.5 Detallar que clase de equipo de protección se proporciona:</p> <p>Casco, botas, guantes y mascarilla</p> <p>X.6 ¿Qué medidas ha realizado o que medidas propone para evitar las molestias o daños a la salud de la población y/o trabajadores?</p> <p>Proporcionar mascarilla a los trabajadores y hablar con los vecinos que mantengan las puertas y ventanas cerradas para evitar polvo</p>

Fuente: elaboración propia.

2.1.8. Planos finales

Los planos finales del diseño se encontrarán en los apéndices


2.1.9. Presupuesto del proyecto de drenaje pluvial

En los siguientes subtítulos se detalla el presupuesto para la ejecución del proyecto.

2.1.9.1. Costo del proyecto

El costo total del proyecto será de ocho millones doscientos veinticinco mil cuatrocientos cincuenta y nueve quetzales con 03/100 centavos (Q. 8 225 459,03).

Tabla XXII. Cuadro de resumen

		UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS Guatemala, C.A.			
PRESUPUESTO DE CUADRO DE RENGLONES DE TRABAJO DEL PROYECTO					
IDENTIFICACIÓN PROYECTO: DISEÑO DE UN SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL PARA EL ASENTAMIENTO CARMEN DEL MONTE					
UBICACIÓN Y LOCALIZACIÓN: ZONA 2, VILLA NUEVA, GUATEMALA					
NOMBRE DE SOLICITANTE: MUNICIPALIDAD DE VILLA NUEVA					
ÁREA DE CONSTRUCCIÓN: 21,996.00 ANCHO (m) 6.00 LARGO (m) 3,666.00		FECHA PROYECTO: oct-18			
No.	DESCRIPCIÓN DE RENGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO RENGLÓN
1.00	TRABAJOS PRELIMINARES				
1.1	Topografía, (Incluye cuadrilla de topografía y equipo)	km	3.67	Q 23,042.09	Q 84,472.31
SUB TOTAL					Q 84,472.31
2.00	TUBERÍA DE CONDUCCIÓN				
2.10	Suministro e instalación de Tubería PVC Ø10" norma F-794, altura de 1.20 a 2.20 m.	ml	1049.93	Q 526.05	Q 552,315.68
2.11	Suministro e instalación de Tubería PVC Ø10" norma F-794, altura de 2.20 a 3.20 m.	ml	580.36	Q 552.79	Q 320,817.20
2.12	Suministro e instalación de Tubería PVC Ø10" norma F-794, altura de 3.20 a 4 m.	ml	261.59	Q 676.65	Q 177,004.87
2.13	Suministro e instalación de Tubería PVC Ø10" norma F-794, altura de 4 a 5 m.	ml	14.37	Q 873.54	Q 12,552.77
2.20	Suministro e instalación de Tubería PVC Ø12" norma F-791, altura de 2.20 a 3.20 m.	ml	175.11	Q 672.27	Q 117,721.20
2.21	Suministro e instalación de Tubería PVC Ø12" norma F-792, altura de 3.20 a 4 m.	ml	69.36	Q 834.41	Q 57,874.68
2.22	Suministro e instalación de Tubería PVC Ø12" norma F-793, altura de 4 a 5 m.	ml	106.63	Q 1,045.20	Q 111,449.68
2.23	Suministro e instalación de Tubería PVC Ø12" norma F-794, altura de 5 a 6 m.	ml	74.62	Q 1,132.02	Q 84,471.33
2.30	Suministro e instalación de Tubería PVC Ø15" norma F-794, altura de 1.20 a 2.20 m.	ml	47.05	Q 936.69	Q 44,071.26
2.31	Suministro e instalación de Tubería PVC Ø15" norma F-795, altura de 2.20 a 3.20 m.	ml	42.81	Q 967.51	Q 41,419.10
2.32	Suministro e instalación de Tubería PVC Ø15" norma F-796, altura de 3.20 a 4 m.	ml	42.16	Q 1,110.40	Q 46,814.46
2.33	Suministro e instalación de Tubería PVC Ø15" norma F-797, altura de 4 a 5 m.	ml	37.60	Q 1,296.24	Q 48,738.62
2.40	Suministro e instalación de Tubería PVC Ø16" norma F-794, altura de 2.20 a 3.20 m.	ml	84.29	Q 1,117.31	Q 94,178.06
2.41	Suministro e instalación de Tubería PVC Ø16" norma F-794, altura de 4 a 5 m.	ml	53.50	Q 1,508.28	Q 80,692.98
2.42	Suministro e instalación de Tubería PVC Ø16" norma F-794, altura de 5 a 6 m.	ml	83.89	Q 1,607.11	Q 134,820.46
2.50	Suministro e instalación de Tubería PVC Ø18" norma F-794, altura de 3.20 a 4 m.	ml	101.18	Q 1,580.81	Q 159,946.36
2.51	Suministro e instalación de Tubería PVC Ø18" norma F-794, altura de 5 a 6 m.	ml	36.01	Q 1,937.07	Q 69,753.89
2.60	Suministro e instalación de Tubería PVC Ø20" norma F-793, altura de 1.20 a 2.20 m.	ml	20.88	Q 1,968.97	Q 41,112.09
2.61	Suministro e instalación de Tubería PVC Ø20" norma F-793, altura de 2.20 a 3.20 m.	ml	146.42	Q 2,183.59	Q 319,721.25
2.62	Suministro e instalación de Tubería PVC Ø20" norma F-793, altura de 3.20 a 4 m.	ml	154.24	Q 2,355.27	Q 363,276.84
2.63	Suministro e instalación de Tubería PVC Ø20" norma F-793, altura de 4 a 5 m.	ml	37.41	Q 2,509.49	Q 93,880.02
2.64	Suministro e instalación de Tubería PVC Ø20" norma F-793, altura de 5 a 6 m.	ml	39.11	Q 3,238.02	Q 126,638.96
2.70	Suministro e instalación de Tubería PVC Ø24" norma F-794, altura de 1.20 a 2.20 m.	ml	45.28	Q 2,426.33	Q 109,864.22
2.71	Suministro e instalación de Tubería PVC Ø24" norma F-794, altura de 2.20 a 3.20 m.	ml	96.35	Q 2,664.78	Q 256,751.55
2.72	Suministro e instalación de Tubería PVC Ø24" norma F-794, altura de 3.20 a 4 m.	ml	44.49	Q 2,855.57	Q 127,044.31
2.73	Suministro e instalación de Tubería PVC Ø24" norma F-794, altura de 4 a 5 m.	ml	31.10	Q 3,025.15	Q 94,082.17
2.74	Suministro e instalación de Tubería PVC Ø24" norma F-794, altura de 5 a 6 m.	ml	34.85	Q 3,181.67	Q 110,881.20
SUB TOTAL					Q 3,797,895.23

Continuación de la tabla XXII.

3.00 POZOS DE VISITA						
3.1	Construcción de pozo de visita para drenaje sanitario, ladrillo tayuyo 0.23x0.11x0.065m + brocal, diámetro interno de 1.50m, sin refuerzo altura de 1.20 a 2.20 m.	unidad	53.00	Q	14,053.83	Q 744,853.14
3.2	Construcción de pozo de visita para drenaje sanitario, ladrillo tayuyo 0.23x0.11x0.065m + brocal, diámetro interno de 1.50m, sin refuerzo altura de 2.20 a 3.20 m.	unidad	29.00	Q	18,989.95	Q 550,708.65
3.3	Construcción de pozo de visita para drenaje sanitario, ladrillo tayuyo 0.23x0.11x0.065m + brocal, diámetro interno de 1.50m, sin refuerzo altura de 3.2 a 4 m.	unidad	13.00	Q	23,337.11	Q 303,382.48
3.4	Construcción de pozo de visita para drenaje sanitario, ladrillo tayuyo 0.23x0.11x0.065m + brocal, diámetro interno de 1.50m, con refuerzo altura de 4 a 5 m.	unidad	5.00	Q	32,233.57	Q 161,167.83
3.5	Construcción de pozo de visita para drenaje sanitario, ladrillo tayuyo 0.23x0.11x0.065m + brocal, diámetro interno de 1.50m, con refuerzo altura de 5 a 6 m.	unidad	4.00	Q	38,166.49	Q 152,665.94
SUB TOTAL						Q 1,912,778.04
4.00 TRAGANTES						
4.1	Construcción de Tragante Tipo R (episo=0.30 m + No.4 @ 0.15 m ambos sentidos, epared=0.20 m + No.4 @ 0.25 m y @ 0.30 m, elosa=0.20 m + No.4 @ 0.20 + No.5 @ 0.15 m, f'c 210 kg/cm ² y fy Grado 40)	Unidad	172.00	Q	14,129.73	Q 2,430,313.56
SUB TOTAL						Q 2,430,313.56
COSTO TOTAL ESTIMADO						Q 8,225,459.14

Presupuesto realizado por: Nestor Merida

En letras:

ocho millones doscientos veinticinco mil cuatrocientos cincuenta y nueve quetzales con 03/100 centavos

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXIII. Cronograma de ejecución de drenaje pluvial

No.	DESCRIPCIÓN DE RENGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	Mes							
				Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6	Mes 7	
1.00 TRABAJOS PREPARATORIOS											
1.10	Topografía. (Incluye cuadrilla de topografía y equipo)	km	3.37	3.37							
2.00 TUBERIA DE CONDUCCION											
2.10	Suministro e instalación de Tubería PVC Ø10" norma F-794	ml	1,906.25	476.56	476.56	476.56	476.56	476.56			
2.20	Suministro e instalación de Tubería PVC Ø12" norma F-791	ml	425.72	106.43	106.43	106.43	106.43	106.43			
2.30	Suministro e instalación de Tubería PVC Ø15" norma F-794	ml	169.62	42.41	42.41	42.41	42.41	42.41			
2.40	Suministro e instalación de Tubería PVC Ø16" norma F-794	ml	221.68	55.42	55.42	55.42	55.42	55.42			
2.50	Suministro e instalación de Tubería PVC Ø18" norma F-794	ml	137.19	34.30	34.30	34.30	34.30	34.30			
2.60	Suministro e instalación de Tubería PVC Ø20" norma F-793	ml	398.06	99.52	99.52	99.52	99.52	99.52			
2.70	Suministro e instalación de Tubería PVC Ø24" norma F-794	ml	252.07	63.02	63.02	63.02	63.02	63.02			
3.00 POZOS DE VISITA											
3.10	Construcción de pozo de visita para drenaje sanitario, ladrillo tayuyo 0.23x0.11x0.065m ++ brocal, diámetro interno de 1.50m, sin refuerzo altura de 1.20 a 2.20 m.	unidad	53.00	13.25	13.25	13.25	13.25	13.25			
3.20	Construcción de pozo de visita para drenaje sanitario, ladrillo tayuyo 0.23x0.11x0.065m ++ brocal, diámetro interno de 1.50m, sin refuerzo altura de 2.20 a 3.20 m.	unidad	29.00	7.25	7.25	7.25	7.25	7.25			
3.30	Construcción de pozo de visita para drenaje sanitario, ladrillo tayuyo 0.23x0.11x0.065m ++ brocal, diámetro interno de 1.50m, sin refuerzo altura de 3.2 a 4 m.	unidad	13.00	3.25	3.25	3.25	3.25	3.25			
3.40	Construcción de pozo de visita para drenaje sanitario, ladrillo tayuyo 0.23x0.11x0.065m ++ brocal, diámetro interno de 1.50m, con refuerzo altura de 4 a 5 m.	unidad	5.00	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25			
3.50	Construcción de pozo de visita para drenaje sanitario, ladrillo tayuyo 0.23x0.11x0.065m ++ brocal, diámetro interno de 1.50m, con refuerzo altura de 5 a 6 m.	unidad	4.00	1	1	1	1	1			
4.00 FUNDICIÓN											
4.10	Construcción de Tragante Tipo R (episo=0.30 m + No.4 @ 0.15 m ambos sentidos, epared=0.20 m + No.4 @ 0.25 m y @ 0.30 m, ebsa=0.20 m + No.4 @ 0.20 + No.5 @ 0.15 m, fc 210 kg/cm² y fy Grado 40)	unidad	172.00							86.00	86.00

Fuente: elaboración propia.

2.2. Diseño de pavimento para el asentamiento Carmen del Monte, zona 2, Bárcena, Villa Nueva

El proyecto de pavimentación contará con 3.8 km de longitud el cual cubrirá el asentamiento por completo.

2.2.1. Descripción del proyecto

Se propone un movimiento flexible, ya que es más económico para la municipalidad de Villa Nueva y tendrá un periodo de vida de 20 años pudiendo alargar dependiendo del cuidado que se dé al asfalto, también contara con banquetización para la movilidad de los vecinos dentro del lugar.

2.2.2. Levantamiento topográfico

Los levantamientos para vías terrestres se hacen, comúnmente por deflexiones medidas hacia la derecha o hacia la izquierda, desde la prolongación de las líneas, para ello se utiliza el método de doble deflexión, que generalmente es usado en los levantamientos para curvas circulares, como el presente caso, lo que se busca es el ángulo que se forma entre un alineamiento y la prolongación del alineamiento anterior.

2.2.2.1. Planimetría

Los levantamientos planimétricos tienen por objetivo determinar las coordenadas planas de puntos en el espacio, para representarlos en una superficie plana. Las distancias con que se trabaja y que se marcan en planos, siempre son horizontales. Por tanto, las distancias siempre que se pueda, se

miden horizontales o se convierten a horizontales con datos auxiliares, se usó del siguiente equipo:

- Estación total de laser
- Un estadal con espejo
- Estacas de madera

2.2.2.2. Altimetría

La altimetría se encarga de la medición de las diferencias de nivel o de elevación entre los diferentes puntos del terreno, las cuales representan las distancias verticales medidas a partir de un plano horizontal de referencia. La determinación de las alturas o distancias verticales, también se puede hacer a partir de las mediciones de las pendientes o grado de inclinación del terreno y de la distancia inclinada entre cada dos puntos. Se usó del siguiente equipo:

- Estación total de laser
- Un estadal con espejo
- Estacas de madera

2.2.3. Tipos de pavimentos

Los tipos de pavimentos se describen en los siguientes subtítulos.

2.2.3.1. Pavimentos flexibles

Este tipo de pavimento está constituido por asfaltos en los cuales, la carpeta de rodadura produce una mínima distribución de cargas. Estas se

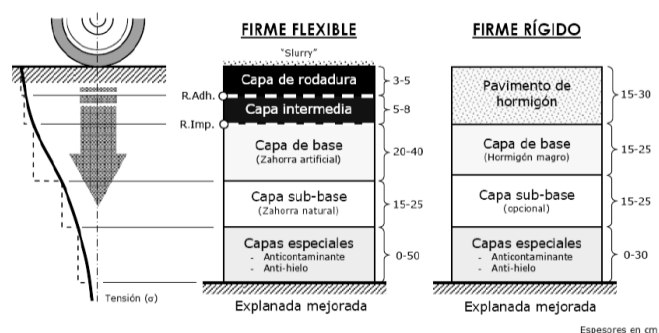
distribuyen por el contacto de partícula a partícula, en todo el espesor del pavimento como una carga puntual.

Aparte de poseer unas notables características resistentes, el pavimento debe ser capaz de aportar otra serie de propiedades que garanticen la seguridad y comodidad de los usuarios de forma duradera. En este sentido, la terminación superficial del pavimento materializada en la capa de rodadura juega un papel fundamental.

2.2.3.2. Pavimentos rígidos

El pavimento rígido está constituido de una losa de concreto de cemento portland que se apoya sobre una subbase se puede omitir esta capa cuando el material es granular. La losa pose características de viga que le permiten extenderse de un lado a otro de las irregularidades en el material subyacente. Cuando se diseña o construye con propiedad, los pavimentos rígidos proporcionan muchos años de servicio con un mantenimiento relativamente bajo.

Figura 22. Esquema del comportamiento de pavimentos rígidos y flexibles



Fuente: SIECA. *Manual Centroamericano de Normas para el diseño geométrico de las carreteras regionales.* p. 123.

2.2.4. Ensayo de suelos

Para diseñar cualquier tipo de pavimento, es necesario hacer un estudio completo de las características del suelo de la subrasante para determinar qué tan bueno o malo es el material que va a soportar el pavimento, cumpliendo con las normas establecidas por la American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO). Los ensayos de suelos deben ejecutarse de acuerdo con la división siguiente:

- Para la clasificación del tipo de suelo
- Para el control de la construcción
- Para determinar la resistencia del suelo

2.2.4.1. Ensayo de granulometría

La granulometría es la propiedad que tienen los suelos naturales de mostrar diferentes tamaños en su composición. Este ensayo se realizó bajo la Norma ASTM D6913-04 consiste en clasificar las partículas de suelo por tamaños, representándolos luego en forma gráfica.

Como tamaño de las partículas puede considerarse el diámetro de ellas, cuando es indivisible bajo la acción de una fuerza moderada, como la producida por un mazo de madera golpeando ligeramente. De los datos se calculan los siguientes coeficientes: coeficiente de uniformidad, que indica la variación del tamaño de las partículas del suelo.

$$C_u = D_{60} / D_{10}$$

Donde:

Cu = coeficiente de uniformidad

D 60 = diámetro máximo del 60 %

D 10 = diámetro máximo del 10 %

Coeficiente de graduación que indica una medida de la forma de la curva entre D 10 y D 60.

$$C_g = (D_{30})^2 / D_{10} * D_{60}$$

Donde:

Cg = coeficiente de graduación

D 30 = diámetro máximo del 30 %

D 10 = diámetro máximo del 10 %

D 60 = diámetro máximo del 60 %

Según resultados obtenidos en el laboratorio, el suelo posee 64,34 % de arena, 9,99 % de grava y 25,67 % de finos. El suelo se clasifica como SCU: SM, y PRA: A-2-4.

2.2.4.2. Límites de Atterberg

Sirven para determinar las propiedades plásticas de suelos arcillosos o limosos. Los límites de Atterberg de los suelos, están representados por su contenido de humedad, se conocen como: límite líquido y límite plástico. Un suelo arcilloso con un alto contenido de humedad posee una consistencia semilíquida.

Al perder agua por evaporación va aumentando su resistencia hasta alcanzar una consistencia plástica. Al continuar el secado, llega a adquirir un estado semisólido y se agrieta o desmorona al ser deformado. Al intervalo de contenido de humedad, en el cual un suelo posee consistencia plástica, se le denomina intervalo plástico.

2.2.4.2.1. Límite líquido

Es el estado del suelo cuando se comporta como una pasta fluida. Se define como el contenido de agua necesario para que, a un determinado número de golpes (normalmente 25 golpes), se cierre a lo largo de una ranura formada en un suelo moldeado, cuya consistencia es la de una pasta dentro de la copa. Para ello se utiliza el aparato propuesto por Artur Casagrande, llamado la copa casa grande.

El límite líquido es una medida de la resistencia al corte del suelo a un determinado contenido de humedad. Las investigaciones muestran que el límite líquido aumenta a medida que el tamaño de los granos o partículas presentes en el suelo disminuyen.

El procedimiento analítico para la determinación de este límite, se basa en la Norma AASHTO T-89, teniendo como obligación hacerlo sobre una muestra preparada en húmedo. El límite líquido fija la división entre el estado casi líquido y el estado plástico.

2.2.4.2.2. Límite plástico

El límite plástico es el contenido de humedad por debajo del cual el suelo se comporta como un material plástico. A este nivel de contenido de humedad,

el suelo está en el vértice de cambiar su comportamiento al dar un fluido viscoso. Para determinar el límite plástico, generalmente se hace uso del material que, mezclado con agua, ha sobrado de la prueba de límite líquido.

2.2.4.2.3. Índice plástico

El índice plástico es el más importante y el más usado. Es simplemente la diferencia numérica entre el límite plástico y el límite líquido según la Norma AASHTO T-90 indica el margen de humedades dentro de las cuales se encuentra en estado plástico, tal como lo definen los ensayos.

Si el límite plástico es mayor que el límite líquido, el índice de plasticidad se considera no plástico. Tanto el límite líquido como el límite plástico, dependen de la calidad y del tipo de arcilla. Sin embargo, el índice de plasticidad depende, generalmente, de la cantidad de arcilla en el suelo.

Cuando un suelo tiene un índice plástico (IP) igual a cero el suelo es no plástico; cuando el índice plástico es menor de 7, el suelo es de baja plasticidad; cuando el índice plástico está comprendido entre 7 y 17 se dice que el suelo es medianamente plástico; y cuando el suelo presenta un índice plástico mayor de 17 se dice que es altamente plástico. Para el resultado obtenido en el laboratorio se tiene que el suelo no cuenta con límite plástico, ni límite líquido, ya que es muy arenoso.

2.2.4.3. Ensayo de compactación o proctor modificado

Se entiende por compactación de los suelos al mejoramiento artificial de sus propiedades mecánicas por medios mecánicos. Se realizaron los ensayos

la Norma AASHTO T-180, la importancia de la compactación de los suelos estriba en el aumento de resistencia y disminución de capacidad de deformación que se obtienen al sujetar al suelo a técnicas convenientes que aumenten su peso específico seco disminuyendo sus vacíos. Se realizaron 3 muestras con diferente grado de humedad, construyéndose la curva humedad-densidad seca.

Los resultados indican que el suelo posee una densidad seca máxima de 1 317,65 Kg/m³ o 82,25 lb/pie³, y una humedad óptima de 26,5 %. La humedad que contenga el suelo, representa la cantidad de agua necesaria para que el suelo pueda alcanzar el grado máximo de resistencia y acomodo de sus partículas.

2.2.4.4. Ensayo de valor soporte (C.B.R.)

El ensayo conocido como Californian Bearing Ratio (CBR) se realiza según la norma según la Norma AASHTO T-193. Es un índice de la resistencia del suelo al esfuerzo cortante, en condiciones determinadas de compactación y humedad. Se expresa como un porcentaje del esfuerzo requerido para hacer penetrar un pistón en el suelo que se ensaya, en relación con el esfuerzo requerido para hacer penetrar el mismo pistón hasta la misma profundidad de una muestra patrón de piedra triturada bien graduada. Los resultados de laboratorio demuestran que la subrasante tiene un valor soporte del 4 % en un 95 % de compactación, la clasificación del suelo es pobre para una subrasante donde se empleara una estabilización con cemento.

2.2.4.5. Análisis de resultados del laboratorio

Resumen de resultados del estudio de suelos:

- Descripción del suelo: arena limosa color café claro
- Limite líquido: N.P.
- Índice plástico: N.P.
- Densidad seca máxima: 1 317,65 Kg/m³ o 82,25 lb/pie³
- Humedad óptima (Hop): 26,5 %
- CBR al 97.2 % de compactación: 6,03 % aproximadamente
- CBR al 95 % es 4 %

Por lo tanto, el CBR de la muestra de suelo, está en el rango de 3 % a 5 % que, por lo que se puede determinar como un suelo pobre y se empleara a dar una estabilización a la subrasante.

Tabla XXIV. **Clasificación de subrasante**

Clasificación	CBR
Subrasante muy pobre	< 3 %
Subrasante pobre	3 % - 5 %
Subrasante regular	6 % - 10 %
Subrasante buena	11 % - 19 %
Subrasante muy buena	>20 %

Fuente: LOMVARDI, Verónica. *Manual para el diseño de carreteras pavimentadas de bajo volumen de tránsito.* p. 32.

2.2.1. **Diseño geométrico**

En los siguientes subtítulos se detalla el diseño geométrico del proyecto.

2.2.1.1. Diseño de localización

Para realizar el diseño de localización de la calle, se deben tener en cuenta las normas o especificaciones, que rigen las características geométricas de los diferentes tipos de carreteras del país.

2.2.1.2. Alineamiento horizontal

La planta de una vía, al igual que el perfil de la misma, está constituida por tramos rectos que se empalman por medio de curvas. Estas curvas deben tener características tales como: la facilidad en el trazo, economía en su construcción y regirse a un diseño acorde a indicaciones técnicas. Estas se calculan y se proyectan según las especificaciones del camino y requerimientos de la topografía. Los elementos para diseñar son:

- Radio (R)

Es la distancia perpendicular al principio de curva (PC), o principio de tangente (PT), hacia el centro.

- Deflexión (Δ)

Entre los dos azimuts de la tangente de entrada y la de salida existe una diferencia angular. (Δ).

$$\Delta = \text{Azimut } (TS) - \text{Azimut } (TE)$$

- Grado de curvatura (G)

Se define como el ángulo central que sobre una circunferencia define un arco de 20 metros de longitud.

$$G = \frac{1145,9156}{R}$$

- Longitud de curva (LC)

Es la distancia sobre el arco o segmento de círculo desde el principio de curva (PC), al principio de tangente (PT).

$$Lc = \frac{20 \Delta}{G}$$

- Subtangente (St)

Es la distancia entre el principio de curva (PC) y el punto de intersección (PI). Debido a que es una curva simétrica la distancia entre el PI y principio de tangente (PT) es la misma.

$$St = R * \tan\left(\frac{\Delta}{2}\right)$$

- Cuerda máxima

Es la distancia en línea recta desde el PC a PT.

$$CM = 2R * \sin\left(\frac{\Delta}{2}\right)$$

- External

Es la distancia desde el PI al punto medio de la curva.

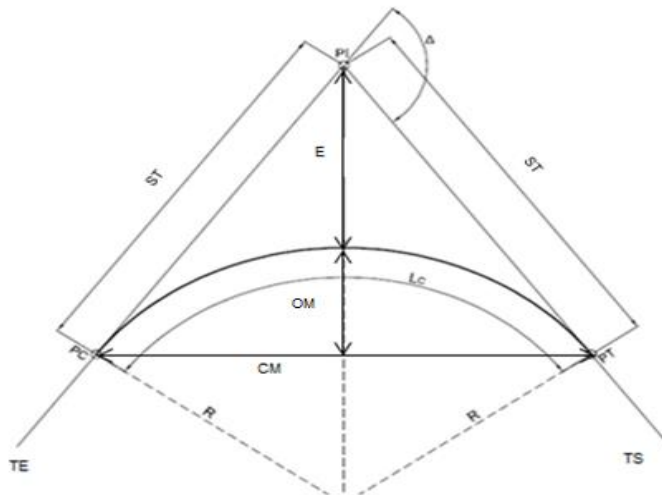
$$E = \frac{R}{\cos\left(\frac{\Delta}{2}\right)}$$

- Ordenada media

Es la distancia dentro del punto medio de la curva y el punto medio de la cuerda máxima.

$$Om = R \left[1 - \cos\frac{\Delta}{2} \right]$$

Figura 23. **Elementos de curva horizontal**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2018.

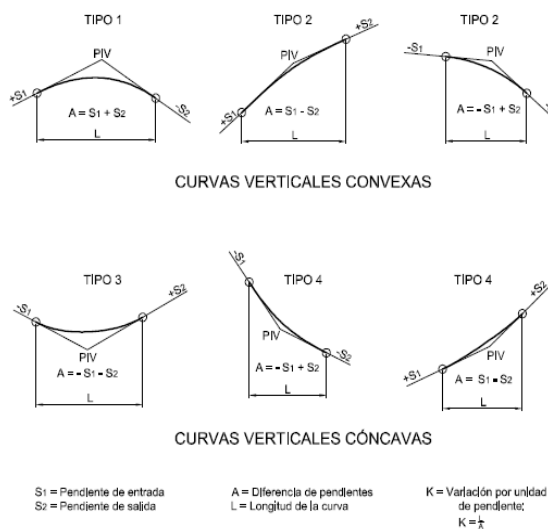
2.2.1.3. Alineamiento vertical

Tiene por objetivo suavizar los cambios en el alineamiento vertical; en su longitud se ha de efectuar el paso gradual de la pendiente de la tangente de entrada, a la de tangente de salida, debiendo dar por resultado un camino de

operación segura y confortable, agradable apariencia y características adecuadas de drenaje.

Generalmente, la curva vertical es el arco de una parábola, ya que se adapta bien al cambio gradual de dirección y permite el cálculo rápido de las elevaciones sobre la curva. Cuando las dos pendientes forman una especie de colina, la curva se llama convexa y cuando forman una depresión se llama cóncava.

Figura 24. Tipos de curvas verticales



Fuente: Ministerio de Transportes, Perú. *Manual de diseño geométrico de carreteras*. p. 25.

Al momento de diseñar curvas verticales se debe tener en cuenta las longitudes mínimas permisibles de curvas verticales, con el objetivo de evitar el traslape y dejando la mejor visibilidad posible a los conductores. La longitud de curva mínima de curvas verticales se calcula de la siguiente manera:

$$LCV = K * A$$

Donde:

LCV = longitud mínima de curvas verticales dada en metros

A = diferencia algebraica de las pendientes dada en porcentaje

K = constante que depende de la velocidad de diseño

Es necesario que las curvas verticales cumplan con la distancia de visibilidad, la longitud deberá calcularse por medio del parámetro K. En la tabla VIII se muestran los valores mínimos de K, según la velocidad de diseño.

Tabla XXV. **Valores K para curvas verticales**

Velocidad (km/h)	K Según tipo de curva	
	Convexa	Cóncava
20	1	2
30	2	4
40	4	6
50	7	9
60	12	12
70	19	17
80	29	23
90	43	29
100	60	36

Fuente: FELIX, Jorge. *Guía teórica práctica del curso de Vías Terrestres 1*. p. 42

Existen criterios los cuales ayudan a determinar la longitud de las curvas verticales los cuales son los siguientes:

- Criterio de seguridad

Establece una longitud mínima que debe tener la curva para que toda su trayectoria la distancia de visibilidad sea mayor o igual a la de parada.

$$LCV = K * A$$

- Criterio de apariencia

Evita al usuario la impresión de un cambio súbito de pendiente.

$$K = \frac{LCV}{A} \geq 30$$

- Criterio de drenaje

Se utiliza para que la pendiente en cualquier punto de la curva sea adecuada para que el agua pueda escurrir fácilmente.

$$K = \frac{LCV}{A} \leq 43$$

- Criterio de comodidad

Para curvas verticales cóncavas en donde la fuerza centrífuga que aparece en el vehículo, al cambiar de dirección sea sumada al peso del mismo.

$$K = \frac{LCV}{A} \geq \frac{V^2}{395}$$

No será necesario el empleo de curvas verticales ya que la diferencia entre pendientes es pequeña tomando como parámetro un 3 % de diferencia, por lo tanto:

$$A = P_s - P_e = 3 \%$$

2.2.2. Movimiento de tierras

Las actividades para la realización del movimiento de tierras se detallan en los siguientes subtítulos.

2.2.2.1. Cálculo de áreas de secciones transversales

Cuando se han determinado las áreas en las secciones transversales, se procede al cálculo de volúmenes de tierra. Para ello es necesario suponer el camino en una serie de prismoides, tanto en corte como en relleno. El volumen de un prismoide está dado por la ecuación:

$$V = \frac{(A1 + A2) * D}{2}$$

Donde:

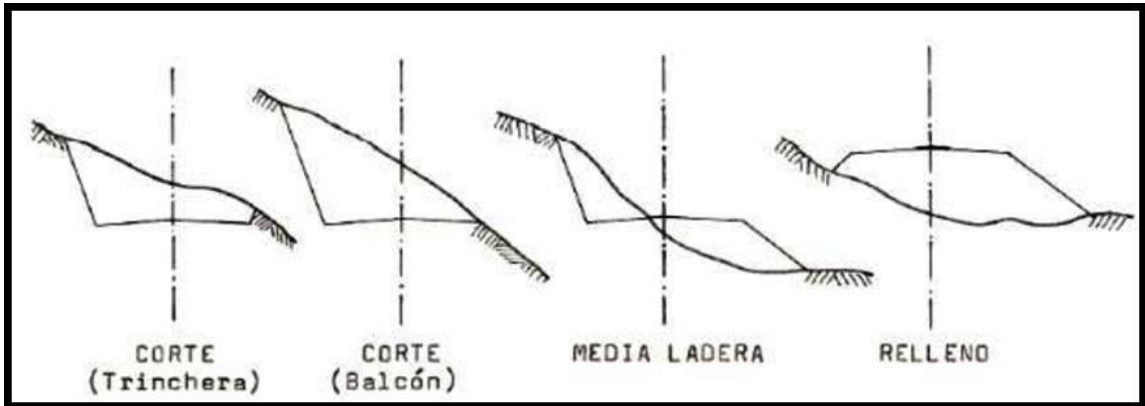
A1 = área superior de la estación

A2 = área inferior de la estación

D = distancia entre estaciones

De acuerdo con la topografía, predominará un tipo de sección transversal que será típica para ese tramo, así, hay carreteras cuya sección está toda en corte y tramo, entonces se dice que está en trinchera; otras veces, el tramo es de relleno y sección, y se dice que está en relleno. Cuando se combina transversalmente el corte y el relleno, la sección es en media ladera, y si está toda en corte, con el borde exterior de la subcorona coincidiendo con el terreno, la sección está en ladera o en balcón.

Figura 25. Secciones transversales típicas



Fuente: CASTELAN SAYAGO, Eduardo. *Trazo y diseño de una carretera*. p. 63.

Tabla XIVVI. **Inclinación de taludes**

TALUD DE CORTE			TALUD DE RELLENO		
h en m	Horizontal	Vertical	h en m	Horizontal	Vertical
0 a 3	1	1	0 a 3	1	1
3 a 7	1	2	+ de 3	1	2
+ de 7	1	3			

Fuente: Dirección General de Caminos. *Especificaciones técnicas para la construcción de caminos*. p. 36.

Los taludes son los planos inclinados de la terracería que delimitan los volúmenes de corte o relleno. El talud es la inclinación del parámetro de los cortes o de los rellenos, se expresa numéricamente por el recíproco de la pendiente.

2.2.2.2. Cálculo de volúmenes de movimiento de tierras

Cuando las áreas consecutivas son de diferente tipo se calcula una distancia de paso para determinar el volumen, y este se realiza de la siguiente manera. El volumen de corte entre el área de corte A_c y el de la línea de paso que es cero, y el volumen de relleno entre el área de relleno A_r y el de la línea de paso, se calculan de la siguiente manera:

$$d_c = \frac{A_c}{A_c + A_r}; V_c = \frac{1}{2} * (A_c + A_o) * d_c$$

$$d_r = \frac{A_r}{A_c + A_r}; V_R = \frac{1}{2} * (A_c + A_o) * d_r$$

Donde:

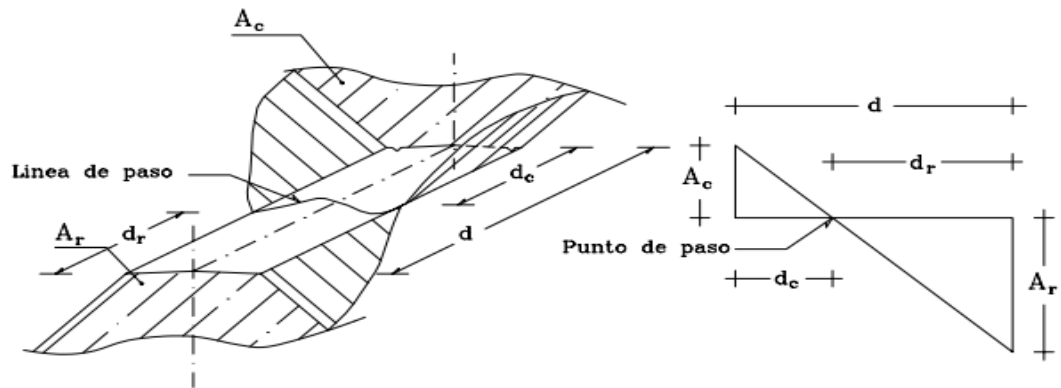
V_c, V_r = volumen de corte y de relleno en metros cúbicos

A_c, A_r = áreas de las secciones en corte y relleno en metros cuadrados

A_o = área de la sección en la línea de paso = 0

d_c, d_r = distancias de corte y relleno en metros

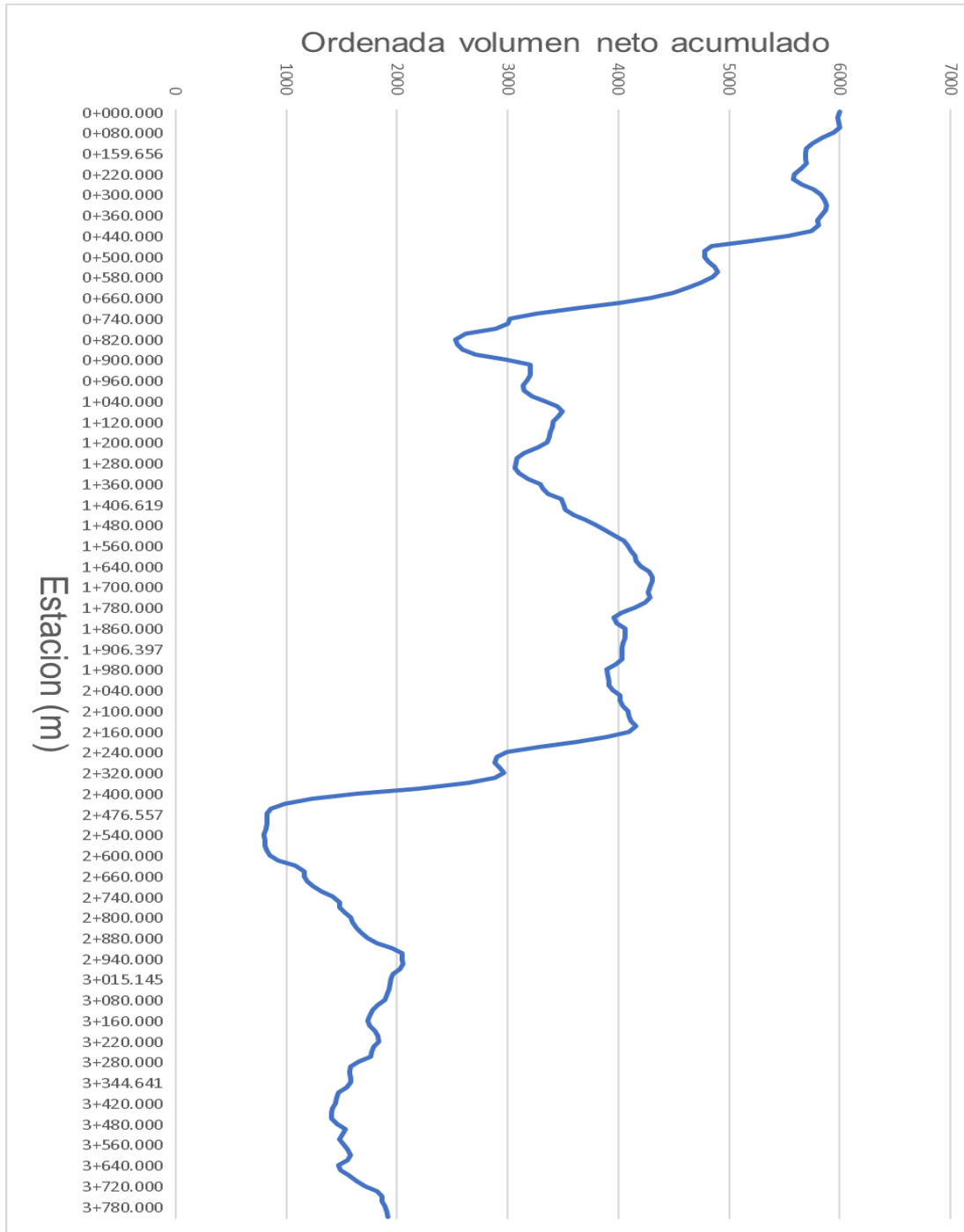
Figura 26. **Representación geométrica de cálculo de volúmenes de tierra con áreas diferentes**



Fuente: CASANOVA, Leonardo. *Topografía Plana*. p. 18.

Para la cubicación del movimiento de tierras se utilizó el programa Civil 3D para uso práctico y más exacto del dato.

Figura 27. Diagrama de masas de volumen de tierra



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2018.

2.2.3. Consideraciones de diseño en pavimentos

En los subtítulos siguientes se describen las consideraciones de diseño en pavimentos.

2.2.3.1. Subrasante

Es la capa de terreno de una carretera que soporta la estructura de pavimento y que se extiende hasta una profundidad que no afecte la carga de diseño que corresponde al tránsito previsto. Esta capa puede tener secciones transversales y pendientes especificadas en los planos finales de diseño.

El espesor del pavimento dependerá, en buena parte, de la calidad de la subrasante, por lo que es recomendable que sea resistente, incompresible e inmune a cambios por humedad. Son ideales los materiales granulares, con porcentajes de hinchamiento que cumplan con AASHTO T 193.

Durante la construcción, un espesor equivalente a la subrasante deberá escarificarse, homogeneizarse, mezclarse, conformarse y compactarse totalmente.

En general, los materiales apropiados para capa de subrasante, son los suelos de preferencia granulares o con porcentajes de hinchamiento según ensayo AASHTO T-193 y que no tengan características inferiores a los suelos que se encuentran en el tramo. Según AASHTO M-145, los suelos clasificados como A-8, son materiales inadecuados para la capa de subrasante, ya que son suelos orgánicos constituidos por materiales vegetales o fangosos. Estos suelos, generalmente tienen textura fibrosa, color café oscuro y olor a podredumbre y son altamente compresibles, con muy baja resistencia.

En las áreas en que se necesita reacondicionar la subrasante, se debe de proceder a escarificar el suelo hasta una profundidad de 0,2m. Los materiales que se van a estabilizar, deben ser los existentes en la subrasante, y no contener partículas mayores de 0,07m, materias vegetales o basura.

Los materiales que deberán utilizarse para la estabilización de la subrasante pueden ser, cal hidratada, cal viva, granza de cal, lechada de cal o compuestos estabilizadores químicos orgánicos e inorgánicos, cemento y otros materiales procedentes de préstamo. La subrasante deberá presentar una superficie uniforme y ajustarse a las rasantes y pendientes establecidas. Se deberá verificar, además, que:

- La distancia entre el eje del proyecto y el borde de la capa no sea inferior a la señalada en los planos o la definida por él.
- La cota de cualquier punto de la subrasante, conformada y compactada, no varíe en más 0,03m de la cota proyectada.

Asimismo, adelantará las siguientes comprobaciones:

- Se debe efectuar un ensayo de valor soporte del suelo por cada quinientos metros cúbicos producidos, al iniciar la explotación de cada banco; hasta llegar a tres mil metros cúbicos, y posteriormente un ensayo por cada tres mil metros cúbicos colocados.
- Después de haberse colocado y tendido el material, cuando no se use maquinaria especial esparcidora y conformadora, debe procederse a su homogenización, mezclando el material en todo su espesor mediante la utilización de equipo apropiado, pudiéndose efectuar con moto niveladora u otro método que produzca una mezcla homogénea.

2.2.3.2. Subbase

Es la capa de la estructura de pavimento destinada, fundamentalmente a soportar, transmitir y distribuir con uniformidad las cargas aplicadas a la superficie de rodadura de pavimento, de tal manera que la capa de subrasante la pueda soportar absorbiendo las variaciones inherentes a dicho suelo que puedan afectar a la subbase. La subbase debe controlar los cambios de volumen y elasticidad que serían dañinos para el pavimento. Se utiliza, además, como capa de drenaje y contralor de ascensión capilar de agua, protegiendo así a la estructura de pavimento, por lo que, generalmente se usan materiales granulares.

La subbase varía de acuerdo con las condiciones y características de los suelos existentes en la subrasante, pero suele considerarse entre 12 a 15 cm. Como la dimensión mínima constructiva.

El material de subbase deberá ser seleccionado y tener mayor valor soporte (CBR) que el material de subrasante; su espesor será variable por tramos, dependiendo de las condiciones y características de los suelos existentes en la subrasante. Los materiales de subbase deben ser suelos del tipo granular que llenen los siguientes requisitos:

- El tamaño de las piedras que contenga el material de subbase no debe ser mayor de $2/3$ del espesor de y los porcentajes que pasan los tamices 40 y 200.
- El material debe estar libre de impurezas tales como: basura, materia orgánica, terrones de arcilla y cualquier otra materia que pueda ocasionar problemas específicos al pavimento.

La subbase se colocará en capas no mayores de 20 cm de espesor, medida antes de la compactación; mantendrá un contenido de humedad cercano al óptimo para compactarse a un mínimo del 95 % de la densidad máxima obtenida en el ensayo próctor modificado Para el diseño del proyecto se encontró por medio de los cálculos un grosor de 0,12m de la capa subbase y la graduación del material debe de ser tipo B-2 con un CBR mínimo del 40 % según la sección 304 del libro azul dirección general de caminos y puentes.

2.2.3.3. Base

Es la capa de pavimento que tiene como función primordial, distribuir y transmitir las cargas ocasionadas por el tránsito, a la subbase y a través de esta a la subrasante; es la capa sobre la cual se coloca la capa de rodadura.

Esta capa permite reducir los espesores de carpeta, dada su función estructural importante al reducir los esfuerzos cortantes que se transmiten hacia las capas inferiores. Además, cumple una función drenante del agua atrapada dentro del cuerpo del pavimento.

El espesor requerido para cada tramo correspondiente es el resultante indicado por el encargado del diseño del pavimento. Los espesores de las bases son muy variables, pero suele considerarse que 12 o 15 centímetros, es el espesor mínimo que conviene aplicar.

La porción de agregado retenida en el tamiz núm. 4 no debe tener un porcentaje de desgaste, por abrasión, mayor de 50 – 500 revoluciones. Y no más del 25 % deben de ser partículas planas o alargadas, con una longitud mayor de cinco veces del espesor promedio de las mismas.

Cuando se necesite agregar material de relleno en adición al que se encuentra naturalmente en el material triturado, para proporcionarle características adecuadas de granulometría y cohesión, este debe ser libre de impurezas y consistir en suelo arenoso, limo orgánico, polvo de roca u otro material con alto porcentaje de partículas que pasen por el tamiz núm. 10.

Se tiene que humedecer la superficie entre capas, para conseguir una mejor adhesión entre las capas y evitar deslizamientos; cuando el espesor de base sea mayor de 20 centímetros, se tendrá que hacer la compactación por capas, siempre que estas no sean mayores de 20 ni menores de 10 centímetros. Cubriendo distancias no mayores de cuatro kilómetros, medidas desde el extremo anterior de la capa terminada. Para el diseño del proyecto se encontró por medio de los cálculos un grosor de 0,11m de la capa base y la graduación del material debe de ser tipo B-1 con un CBR mínimo del 70 % según la sección 304 del libro azul dirección general de caminos y puentes.

2.2.3.4. Carpeta de rodadura

Es la capa sobre la cual se aplican directamente las cargas del tránsito, se coloca encima de la base cuando es un pavimento flexible y muchas veces sobre la subbase cuando es un pavimento rígido y está formada por una mezcla bituminosa si el pavimento es flexible, o por una losa de concreto hidráulico de cemento Portland si es pavimento rígido, y por adoquines si es un pavimento semiflexible. Las funciones de la carpeta de rodadura son las siguientes:

- Proporcionar una superficie de rodamiento que permita un tránsito fácil y cómodo para los vehículos.
- Impedir la infiltración de agua de lluvia hacia las capas inferiores.

- Resistir la acción de los vehículos, las presiones verticales de contacto, las tensiones tangenciales de frenado, las succiones debidas al comportamiento de los neumáticos, entre otros.

2.2.4. Diseño de la carpeta de rodadura (pavimento flexible)

También conocida como carpeta asfáltica, la carpeta de rodadura es la capa de la estructura del pavimento flexible elaborada con material pétreo seleccionado y un producto asfáltico, que protege la base, impermeabilizando la superficie, evitando de esta manera posibles infiltraciones del agua de lluvia, que podría saturar parcial o totalmente las capas inferiores que conforman la estructura del pavimento flexible.

Los materiales pétreos son suelos inertes que se consiguen en ríos, arroyos o depósitos naturales. Para ser empleados en la carpeta asfáltica deben cumplir con ciertas características dadas por la granulometría, dureza, forma de la partícula y adherencia con el asfalto.

2.2.4.1. Período de diseño

Un pavimento debe ser diseñado para soportar los efectos acumulados del tránsito para cualquier período de tiempo; el período seleccionado, en años, se define como período de diseño. Al término de este, se espera que el pavimento requiera alguna acción de rehabilitación mayor, como puede ser una sobrecarpeta de refuerzo para restaurar su condición original. La vida útil del pavimento o período de análisis, puede ser extendida indefinidamente, a través de sobrecarpetas u otras acciones de rehabilitación, hasta que la carretera sea obsoleta por cambios significativos en pendientes, alineamiento geométrico y otros factores.

Es importante hacer notar que la metodología original de AASHTO usualmente consideraba períodos de diseño de 20 años; en la versión actual de 1993, recomienda los siguientes períodos de diseño en función del tipo de carretera.

Tabla XXVII. **Periodos de diseño para pavimento**

Tipo de Carretera	Período de Diseño
Autopista Regional	20 – 40 años
Troncales suburbanas	15 – 30 años
Troncales Rurales	
Colectoras Suburbanas	10 – 20 años
Colectoras Rurales	

Fuente: SIECA, *Manual Centroamericano de Normas para el Diseño Geométrico de las Carreteras Regionales*. p. 86.

Se propone un período de diseño de 20 años para el pavimento.

2.2.4.2. Análisis de tránsito

El método que se utilizaba en Centroamérica para el diseño de estructuras de pavimento con capas finales de rodadura tanto asfálticas como de concreto hidráulico, en este método la información requerida en las ecuaciones de diseño incluye: la carga por eje, la configuración del mismo, así como el número de aplicaciones o paso de este eje sobre la superficie de pavimento.

Los pavimentos se diseñan en función del efecto del daño que produce el paso de un eje con una carga y para que resistan un determinado número de cargas aplicadas durante su vida útil. Un tránsito mixto está compuesto de vehículos de diferente peso y número de ejes y que para efectos de cálculo se

les transforma en un número de ejes equivalentes de 80 kN o 18 kips², por lo que se les denominará *Equivalent simple axial load* o ESAL (ejes equivalentes).

2.2.4.2.1. Volúmenes de tránsito

Para el diseño de estructuras de pavimento es necesario conocer el número de vehículos que pasan por un punto dado. Para el efecto se realizan estudios de volúmenes de tránsito, los cuales pueden variar desde los más amplios en un sistema de caminos, hasta el recuento en lugares específicos tales como: puentes, túneles o intersecciones de carreteras.

2.2.4.3. Serviciabilidad

Es el valor que indica el grado de confort que tiene la superficie para el desplazamiento natural y normal de un vehículo, un pavimento en perfecto estado se le asigna un valor de serviciabilidad inicial que depende del diseño del pavimento y de la calidad de la construcción, de 5 (Perfecto); y un pavimento en franco deterioro o con un índice de serviciabilidad final que depende de la categoría del camino y se adopta con base en esto y al criterio del proyectista, con un valor de 0 (pésimas condiciones).

A la diferencia entre estos dos valores se le conoce como la pérdida de serviciabilidad (Δ PSI) o sea el índice de serviciabilidad presente. Los valores que se recomiendan dependiendo del tipo de pavimento son los siguientes:

- Índice de serviciabilidad inicial:
 - $P_o = 4,5$ para pavimentos rígidos
 - $P_o = 4,2$ para pavimentos flexibles

- Índice de serviciabilidad final:
 - $P_t = 2,5$ o más para caminos muy importantes
 - $P_t = 2,0$ para caminos de tránsito menor

2.2.4.4. Confiabilidad

La confiabilidad está definida como la probabilidad de que un pavimento desarrolle su función durante su vida útil en condiciones adecuadas para su operación. Otra manera de entender la confiabilidad, por ejemplo, es: si se considera una confiabilidad R del 80 %, se estaría permitiendo que el 20 % del pavimento alcance al final de su vida útil una serviciabilidad igual a la final seleccionada en el diseño.

El actual método AASHTO para el diseño de la sección estructural de pavimentos flexibles, recomienda valores desde 50 y hasta 99,9 para el parámetro R de confiabilidad, con diferentes clasificaciones funcionales, notándose que los niveles más altos corresponden a obras que estarán sujetas a un uso intensivo, mientras que los niveles más bajos corresponden a obras o caminos locales y secundarios. El valor de la confiabilidad, siendo la presente pavimentación una red secundaria, es de 80.

Tabla XXVIII. **Valores de R de confiabilidad con diferentes clasificaciones funcionales**

Niveles de confiabilidad	
Clasificación funcional	Nivel recomendado por AASHTO
Carretera interestatal o autopista	80-99,9
Red principal	75-95
Red secundaria	75-95
Red rural	50-80

Fuente: SIECA, *Manual Centroamericano de Normas para el diseño geométrico de las carreteras regionales*.p. 43.

2.2.4.5. Diseño de carpeta asfáltica

Para el diseño de espesores en pavimentos flexibles, en este diseño se usará el Método de AASHTO, 1993 para el cual se utiliza la siguiente ecuación:

$$\text{Log}_{10} W_{18} = Z_r S_o + 9.36 \text{Log}_{10} (\text{SN} + 1) - 0.20 + \frac{\text{Log}_{10} \left(\frac{\Delta \text{PSI}}{4.2 - 1.5} \right)}{\frac{0.40 + 1094}{(\text{SN} + 1)^{5.19}}} + 2.32 \text{Log}_{10} M_r - 8.07$$

Donde:

W18 = número de cargas de ejes simples equivalentes de 18 kips (80 kN) calculadas conforme el tránsito vehicular.

Zr = es el valor de Z (área bajo la curva de distribución) correspondiente a la curva estandarizada para una confiabilidad R.

So = desviación estándar de todas las variables.

ΔPSI = pérdida de serviciabilidad.

Mr = módulo de resiliencia de la subrasante.

SN = número Estructural

Ya que esta ecuación conlleva muchas iteraciones normalmente se utiliza un software especial para resolver la ecuación y con esto se obtiene el número estructural del pavimento (SN) y en función del mismo se determinan los distintos espesores de las capas que conforman el paquete estructural; el diseño está basado en la identificación del número estructural del pavimento flexible y la cantidad de ejes de carga transitando, sin embargo, se puede encontrar el número estructural gráficamente.

Mediante un estudio de tráfico hecho en el asentamiento Carmen del Monte se llegó a que existe un TPDA de 60-100 aproximadamente por lo cual se tiene que encontrar la clasificación de la carretera.

Tabla XXIX. **Características geométricas de la carretera en estado final**

TPD DE	CARRETERA	VELOCIDAD DE DISEÑO	ANCHO DE CALZADA m	ANCHO DE TERRACERIA		Derecho de Via	Radio Minimo m	Pendiente Maxima %	Dist. Visib. de Parada		Dist. Visib. de Paso	
				CORTE m	RELENO m				Minima m	Recomendada m	Minima m	Recomendada m
3000 A 5000	TIPO "A"		2 DE7,20									
	REGIONES											
	LLANAS	100					375	3	175	200	700	750
	ONDULADAS	80					225	4	130	150	500	550
	MONTAÑOSAS	50					110	6	70	100	275	400
1500 A 3000	TIPO "B"		7.2	13	12	25						
	REGIONES											
	LLANAS	80					225	6	130	150	500	550
	ONDULADAS	60					110	7	80	100	350	400
	MONTAÑOSAS	40					47	8	45	50	200	200
900 A 1500	TIPO "C"		6.5	12	11	25						
	REGIONES											
	LLANAS	80					225	6	130	150	500	550
	ONDULADAS	60					110	7	80	100	350	400
	MONTAÑOSAS	40					47	8	45	50	200	200
500 A 900	TIPO "D"		6.00	11	10	25						
	REGIONES											
	LLANAS	80					225	6	130	150	500	550
	ONDULADAS	60					110	7	80	100	350	400
	MONTAÑOSAS	40					47	8	45	50	200	200
100 A 500	TIPO "E"		5.5	9.5	8.5	25						
	REGIONES											
	LLANAS	50					75	8	65	75	275	300
	ONDULADAS	40					47	9	45	50	200	200
	MONTAÑOSAS	30					30	10	35	40	125	150
50 A 100	TIPO "F"		7.00 (c)	9.5	8.5	15						
	REGIONES											
	LLANAS	40					47	10	45	50	200	250
	ONDULADAS	30					30	12	35	40	125	200
	MONTAÑOSAS	20					18	14	20	25	100	150
0 A 50	TIPO "G"		5.50 (c)	7.5	6.5	15						
	REGIONES											
	LLANAS	40					47	10	45	50	200	250
	ONDULADAS	30					30	12	35	40	125	200
	MONTAÑOSAS	20					18	14	20	25	100	150

Fuente: Dirección General de Caminos. *Secciones típicas departamento de carreteras*. p. 78.

Se observa que la carretera tiene clasificación tipo F.

2.2.4.5.1. Cálculo de ESAL'S

El Factor equivalente de carga (LEF), es el valor numérico que expresa la relación entre la pérdida de serviciabilidad causada por la carga de un tipo de eje de 80 kN y la producida por un eje estándar en el mismo eje.

LEF =

$$\frac{\text{núm. de ESAL's de 80 kN que producen una pérdida de serviciabilidad}}{\text{núm. de ejes de 80 kN que producen la misma pérdida de serviciabilidad}}$$

Como cada tipo de pavimento responde de manera diferente a una carga, los LEFs también cambian en función del tipo de pavimento. Por lo que, los pavimentos rígidos y flexibles tienen diferentes LEFs y que también cambia según el SN. Para calcular los ESAL's que se aplicarán a una estructura de pavimento se asumirá, para pavimentos flexibles el número estructural (SN) que se considere adecuado a las cargas y para pavimentos rígidos el espesor de la losa que se necesita para las cargas que se van a imponer; también se tendrá que asumir el índice de serviciabilidad final. Para la determinación y cálculo de los ejes equivalentes se requiere el uso de factores de camión para cada clase particular de vehículo, principalmente para camiones pesados conforme se indica en la tabla XXIV.

Tabla XXX. Límite de peso por eje

Tipo de Vehículo	Tipo de eje del tractor			Tipo de eje del semiremolque			Total Toneladas	
	Eje simple direccional	Eje de tracción			Eje de arrastre			
		Eje Simple	Doble rueda	Triple rueda	Eje Simple	Doble rueda		Triple rueda
C2	5.00	10.00					15.00	
C3	5.00		16.50				21.50	
C4	5.00			20.00			25.00	
T2-S1	5.00	9.00			9.00		23.00	
T2-S2	5.00	9.00				16.00	30.00	
T2-S3	5.00	9.00				20.00	34.00	
T3-S1	5.00		16.00		9.00		30.00	
T3-S2	5.00		16.00			16.00	37.00	
T3-S3	5.00		16.00			20.00	41.00	
Otros	-----	-----	-----	-----	-----	-----	Variable	

Fuente: SIECA. *Acuerdo Centroamericano sobre Circulación por Carreteras*. p. 80.

Luego, se tiene el porcentaje de la tasa anual de crecimiento vehicular, que se usará y el período de diseño de la estructura de pavimento, lo que da el factor de crecimiento de tránsito.

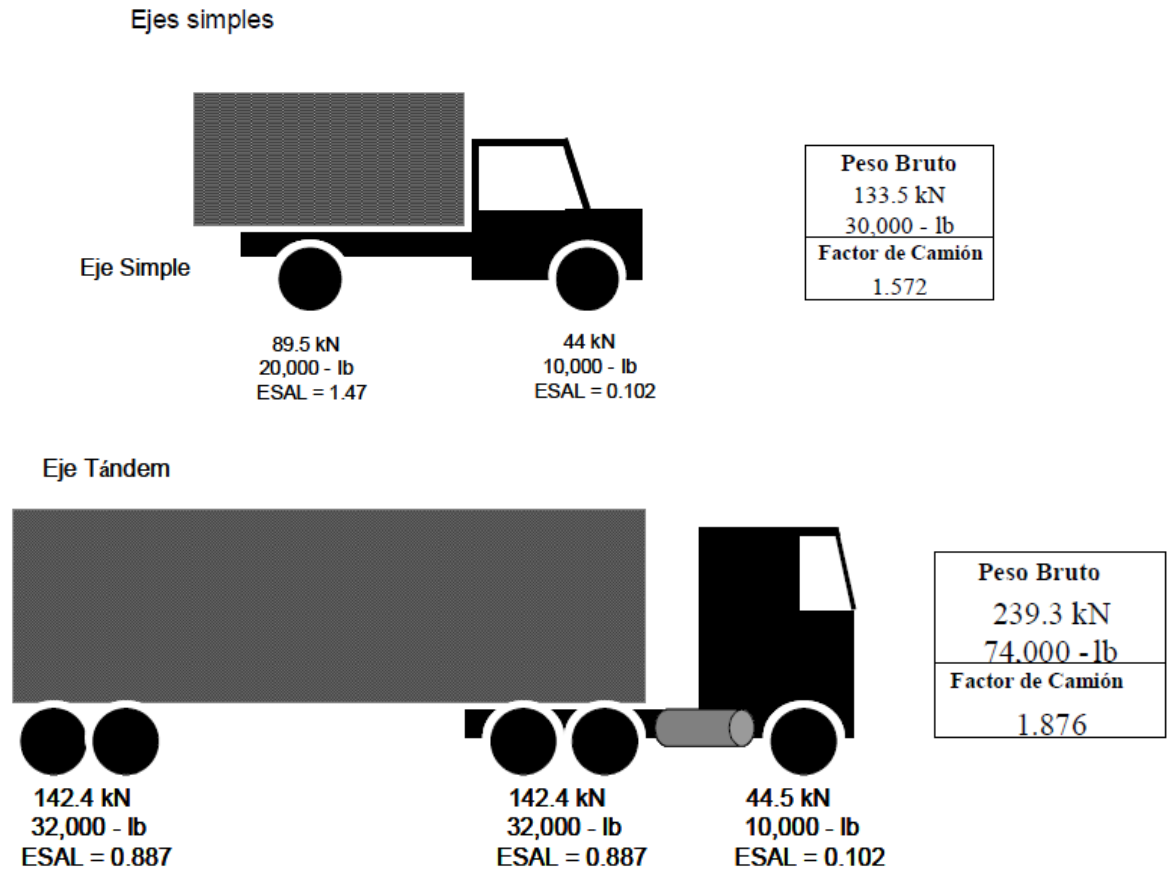
Tabla XXXI. Factores de crecimiento de tránsito

Período de análisis (años)	Factor sin Crecimiento	Tasa de crecimiento anual (g) (en %)						
		2	4	5	6	7	8	10
1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
2	2.0	2.02	2.04	2.05	2.06	2.07	2.08	2.10
3	3.0	3.06	3.12	3.15	3.18	3.21	3.25	3.31
4	4.0	4.12	4.25	4.31	4.37	4.44	4.51	4.64
5	5.0	5.20	5.42	5.53	5.64	5.75	5.87	6.11
6	6.0	6.31	6.63	6.80	6.98	7.15	7.34	7.72
7	7.0	7.43	7.90	8.14	8.39	8.65	8.92	9.49
8	8.0	8.58	9.21	9.55	9.90	10.26	10.64	11.44
9	9.0	9.75	10.58	11.03	11.49	11.98	12.49	13.58
10	10.0	10.95	12.01	12.58	13.18	13.82	14.49	15.94
11	11.0	12.17	13.49	14.21	14.97	15.78	16.65	18.53
12	12.0	13.41	15.03	15.92	16.87	17.89	18.98	21.38
13	13.0	14.68	16.63	17.71	18.88	20.14	21.50	24.52
14	14.0	15.97	18.29	19.16	21.01	22.55	24.21	27.97
15	15.0	17.29	20.02	21.58	23.28	25.13	27.15	31.77
16	16.0	18.64	21.82	23.66	25.67	27.89	30.32	35.95
17	17.0	20.01	23.70	25.84	28.21	30.84	33.75	40.55
18	18.0	21.41	25.65	28.13	30.91	34.00	37.45	45.60
19	19.0	22.84	27.67	30.54	33.76	37.38	41.45	51.16
20	20.0	24.30	29.78	33.06	36.79	41.00	45.76	57.28
25	25.0	32.03	41.65	47.73	54.86	63.25	73.11	98.35
30	30.0	40.57	56.08	66.44	79.06	94.46	113.28	164.49
35	35.0	49.99	73.65	90.32	111.43	138.24	172.32	271.02

Fuente: AASTHO. *Guía para el diseño de estructuras de pavimento*. p. 18.

Se asume una tasa de crecimiento anual del 2 %, el período de análisis es de 20 años de diseño, se trabaja con un factor de crecimiento de tránsito del 24,3 %.

Figura 28. Ejemplo de factores de equivalencia de la carga









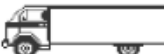











Fuente: AASHTO. *Manual Centroamericano para el diseño de pavimentos*. p. 86.

Distribución de tránsito para el diseño de la carretera:

- Tipo de vehículo = Ap
Peso del vehículo = 2,0 toneladas
- Tipo de vehículo = AC
Peso de vehículo = 4,9 toneladas

- Tipo de vehículo= B
Peso de vehículo= 12,5 toneladas
- Tipo de vehículo = C2
Peso de vehículo= 15,5 toneladas

Tabla XXXII. Tipo de vehículo

TIPO DE VEHICULO		Núm. de Ejes	ESQUEMAS		
			PERFIL	PLANTA	
VEHICULOS LIGEROS	Automoviles	2			Ap
	Camionetas				Ap
VEHICULOS PESADOS	Autobuses	2			B
	Camiones	2			C2
					C3
		3			T2 - S1
					T2 - S2
					T3 - S2
					T2 - S1 R2

Fuente: Dirección General de Caminos. *Secciones típicas departamento de carreteras*. p. 32.

2.2.4.5.1.1. Factor de distribución por dirección

Es el factor del total del flujo vehicular censado, en la mayoría de los casos este valor es de 0.5; ya que la mitad de los vehículos va en una dirección y la otra mitad en la otra dirección.

Tabla XXXIII. **Factor de distribución por dirección**

Número de carriles en ambas direcciones	LD ¹⁰
2	50
4	45
6 o más	40

Fuente: AASHTO. *Guía para el diseño de estructuras de pavimento*. p. 67.

2.2.4.5.1.2. Factor de distribución por carril

Se define por el carril de diseño aquel que recibe el mayor número de ESAL's. Para un camino de dos carriles, cualquiera de las dos puede ser el carril de diseño, ya que el tránsito por dirección forzosamente se canaliza por ese carril.

Tabla XXXIV. **Factor de distribución por carril**

Número de carriles en una sola dirección	LC ¹¹
1	1.00
2	0.80 – 1.00
3	0.60 – 0.80
4	0.50 – 0.75

Fuente: AASHTO. *Guía para el diseño de estructuras de pavimento.* p. 72.

Tabla XXXV. **Cálculo de ejes equivalentes de 18 kips, en carga simple**

tipo de vehículo	Cantidad Vehículos diarios A	Factor de crecimiento B	Tránsito de diseño c	ESALS's Factor D	ESALS's diseño E
vehículos sencillos		4%			
autos	45	24,3	399127,5	0,0002	79,8255
autobuses	10	24,3	88695	0,5735	50866,5825
camiones de eje simple		2 %			
pick ups	30	29,78	326091	0,0004	130,4364
otros vehículos 2 ejes y 4 ruedas (agrícolas)	10	29,78	108697	0,0022	239,1334
camiones de 2 ejes, 6 ruedas	3	29,78	32609,1	1,65	53805,015
Total, vehículos	98		ESAL'S		105120,9928

Fuente: elaboración propia.

Factor de dirección 0,5

Factor de carril: 1

ESAL's por carril de tránsito $0,5 \times 1 \times 105120,9928 = 52560,4964$

- En la columna A se pondrá la cantidad diaria de cada tipo de vehículo especificado y del cual se tenga el conteo correspondiente.
- En la columna B se colocará el correspondiente factor de crecimiento para cada tipo de vehículo, el cual depende de la tasa de crecimiento asumida para cada tipo de vehículo y el período de diseño considerado, cada tipo de vehículo puede tener una tasa de crecimiento distinta, según la tabla.
- En la columna C se coloca el producto de las columnas A y B multiplicado por 365 (días del año).
- En la columna D se coloca el factor de ESAL's, tabla que depende de cada peso y configuración o tipo de camión (ejes simples, tándem o tridem) y los valores asumidos de índice de serviciabilidad final y el número estructural (SN para pavimentos flexibles).
- La columna E es el producto de la C por la D, y la suma de esta columna E es el número total de ESAL's para el diseño del pavimento considerado y el cual debe afectarse por el factor de distribución por dirección y el factor de distribución por carril.

Tabla XXXVI. Factores equivalentes de carga para pavimentos flexibles, ejes simples, Pt = 2,0

Carga p/eje (kips) ⁶	Número estructural SN					
	1	2	3	4	5	6
2	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002
4	0.002	0.003	0.002	0.002	0.002	0.002
6	0.009	0.012	0.011	0.010	0.009	0.009
8	0.03	0.035	0.036	0.033	0.031	0.029
10	0.075	0.085	0.090	0.085	0.079	0.076
12	0.165	0.177	0.189	0.183	0.174	0.168
14	0.325	0.338	0.354	0.350	0.338	0.331
16	0.589	0.598	0.613	0.612	0.603	0.596
18	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
20	1.61	1.59	1.56	1.55	1.57	1.59
22	2.49	2.44	2.35	2.31	2.35	2.41
24	3.71	3.62	3.43	3.33	3.40	3.51
26	5.36	5.21	4.88	4.68	4.77	4.96
28	7.54	7.31	6.78	6.42	6.52	6.83
30	10.4	10.0	9.2	8.6	8.7	9.2
32	14.0	13.5	12.4	11.5	11.5	12.1
34	18.5	17.9	16.3	15.0	14.9	15.6
36	24.2	23.3	21.2	19.3	19.0	19.9
38	31.1	29.9	27.1	24.6	24.0	25.1
40	39.6	38.0	34.3	30.9	30.0	31.2
42	49.7	47.7	43.0	38.6	37.2	38.5
44	61.8	59.3	53.4	47.6	45.7	47.1
46	76.1	73.0	65.6	58.3	55.7	57.0
48	92.9	89.1	80.0	70.9	67.3	68.6
50	113.	108.	97.	86.	81.	82.

Fuente: SIECA. *Manual Centroamericano de Normas para el diseño geométrico de las carreteras regionales.* p. 46.

2.2.4.5.2. Drenajes de pavimentos

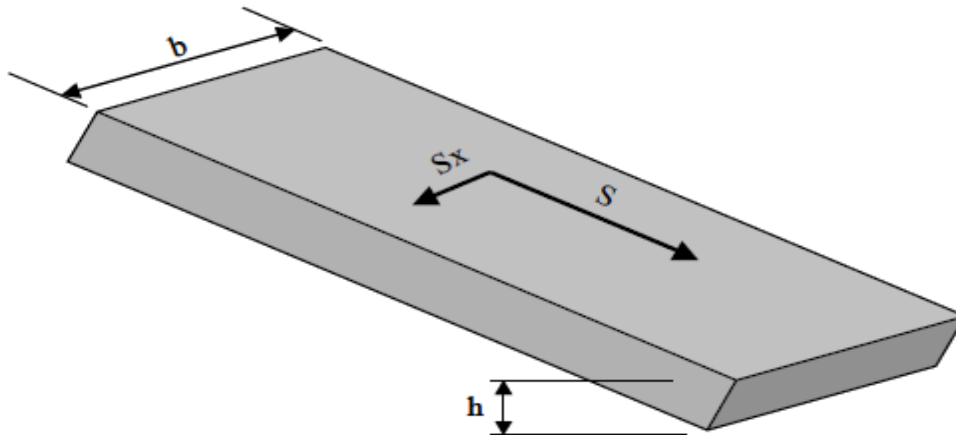
El drenaje de agua en los pavimentos debe ser considerado como parte importante en el diseño de carreteras. El exceso de agua combinado con el incremento de volúmenes de tránsito y cargas, se anticipan con el tiempo para

ocasionar daño a las estructuras de pavimento. El agua penetra dentro de la estructura del pavimento por muchos medios, tales como grietas, juntas o infiltraciones del pavimento o como corriente subterránea de un acuífero interrumpido, elevando el nivel freático o como fuente localizada.

2.2.4.5.2.1. Método del tiempo para drenar

Cuando el agua de la precipitación se infiltra en la superficie de un pavimento, llega hasta el nivel de la base, la cual al estar en contacto con ella la satura completamente; en este proceso de saturación llega el momento en que la estructura de pavimento al saturarse completamente, ya no permite el ingreso de agua dentro de ella, entonces el agua que sigue tratando de penetrar se escurre sobre la superficie; de aquí que se debe tomar muy en cuenta que la base debe ser perfectamente permeable, ya que una vez termina de llover, el agua debe escurrirse de la base lo más rápido posible, con el objeto de que la saturación de los materiales no cambie las características mecánicas de la capa.

Figura 29. **Geometría de una base permeable**



Fuente: AASHTO. *Manual Centroamericano para el diseño de pavimentos*. p. 89.

Datos:

capa subbase: estación 0+000 a 0+160

$S = 0,0067$

$S_x = 0,02$

$B = 5,40 \text{ m}$

$H = 0,12$

Se utilizan las siguientes ecuaciones para los cálculos:

Longitud resultante de la base:

$$L_r = b [(S / S_x)^2 + 1]^{0,5}$$

$$L_r = 5,4 [(0,0067/ 0,02)^2 + 1]^{0,5}$$

$$L_r=5,69$$

Pendiente transversal resultante de la base:

$$\begin{aligned}S_r &= (S^2 + S_x^2)^{0,5} \\S_r &= (0,0067^2 + 0,02^2)^{0,5} \\S_r &= 0,021\end{aligned}$$

Factor de pendiente longitudinal:

$$\begin{aligned}S &= (L_r \times S_r) / b \\S &= (5,69 \times 0,021) / 5,4 \\S &= 0,2212\end{aligned}$$

Donde:

Pendiente longitudinal (S_L)

Pendiente transversal (S_x)

Espesor de la capa a drenar (h)

Ancho de la base permeable (b)

Para conocer las propiedades drenantes del pavimento es necesario realizar los siguientes cálculos:

Suponiendo que V_1 (Volumen total) = 1 (asumido)

Calcular $V_s = W_s / G_s$

Calcular V_v (Volumen de vacíos) = $V_1 - V_s = N_{max}$ (Volumen de agua que llena completamente los vacíos del material)

$N_c = N_{max} C / 100$

Donde:

Ws = peso específico de los sólidos

Vs = volumen total de los sólidos

Nc = porosidad efectiva

C = pérdida de agua

Tabla XXXVII. **Cantidad de agua que puede drenar por gravedad**

Material predominante	Cantidad de finos								
	< 2.5%			2.5% - 5%			5% - 10%		
	Tipo de finos			Tipo de finos			Tipo de finos		
	Filler	Limo	Arcilla	filler	limo	Arcilla	filler	limo	Arcilla
Grava	70	60	40	60	40	20	40	30	10
Arena	57	50	35	50	35	15	35	18	- 8

Fuente: AASHTO. *Manual Centroamericano para el diseño de pavimentos*. p. 89.

Nemax =1,8

C=40 debido al tipo de material que se empleará que será granular y pasa el 10% de material fino.

$$Nc = 1,8 \cdot 40 / 100$$

$$Nc = 0,72$$

Para poder determinar el tiempo de drenaje y los niveles de saturación, se usa los valores obtenidos de la siguiente manera:

Factor de talud:

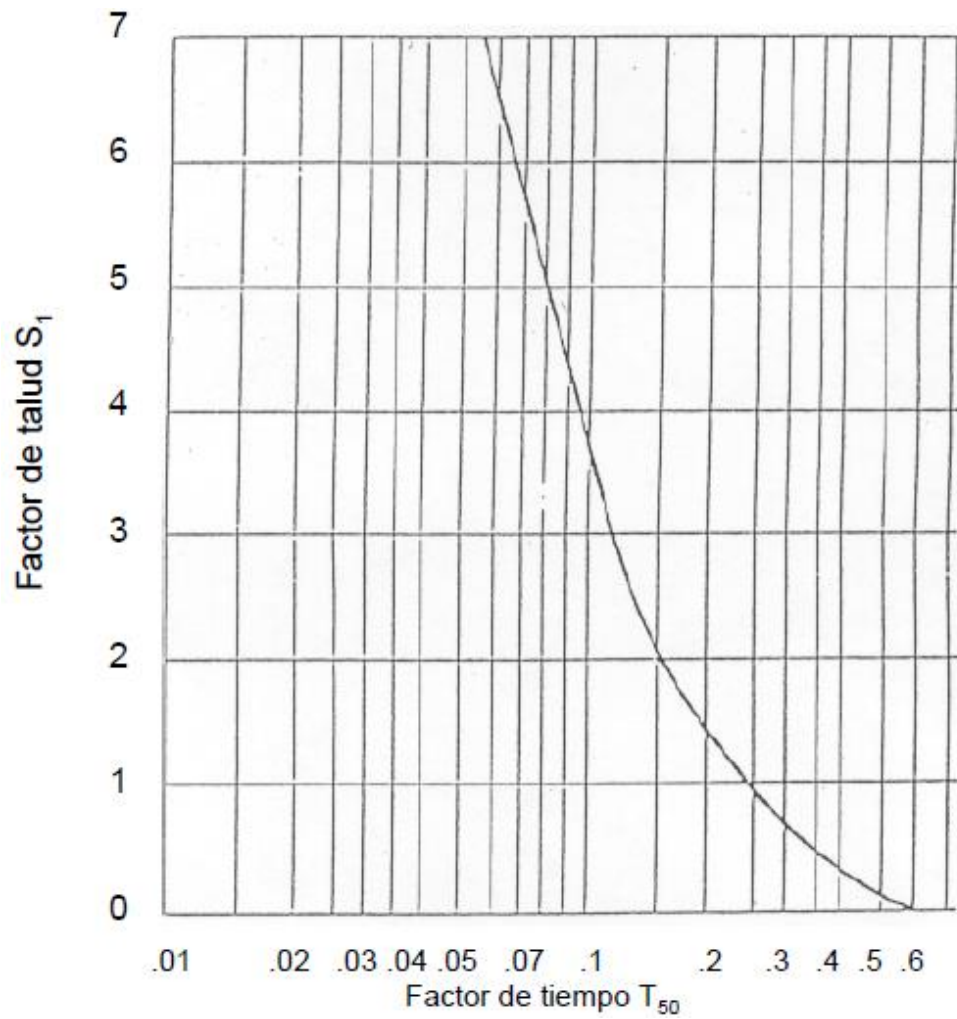
$$S1 = (Lr \times Sr) / H$$

$$S1 = (5,69 \times 0,021) / 0,12$$

$$S1 = 0,996$$

Con esa ecuación se obtiene el tiempo T en función de S1 mediante la figura 30.

Figura 30. **Factor de tiempo para un drenaje del 50 %**



Fuente: AASHTO. *Manual Centroamericano para el diseño de pavimentos*. p. 92.

Se observa que $T=0,3$ como indica la gráfica.

Se procede calcular:

mx (coeficiente de drenaje para pavimento flexible):

$$mx = Nc \times Lr^2 / (h \times k)$$

$$mx = 0,72 \times 5,69^2 / (0,12 \times 305)$$

$$mx = 0,637$$

La permeabilidad k se determina con el aconsejado por el manual de pavimentos que es 1000 pies/día(305m/día). Se procede calcular el tiempo de drenaje t en horas:

$$t = T \times mx \times 24 \text{ horas}$$

$$t = 0,3 \times 0,637 \times 24 \text{ horas}$$

$$t = 4,59 \text{ horas}$$

Tabla XXXVIII. **Tiempos de drenaje para capas granulares**

Calidad del Drenaje	50% saturación	85% saturación
Excelente	2 horas	2 horas
Bueno	1 día	2 a 5 horas
Regular	1 semana	5 a 10 horas
Pobre	1 mes	de 10 a 15 horas
Muy pobre	El agua no drena	mayor de 15 horas

Fuente: AASHTO. *Manual Centroamericano para el diseño de pavimentos*. p. 94.

Por último, se calcula el porcentaje de tiempo en que el pavimento está próximo a la saturación. El período de paso de la época lluviosa a seca incluye parte del tiempo en el cual se ha estado próximo a la saturación, para pavimentos construidos en áreas húmedas y frías; la cantidad de días de lluvia se pueden conseguir de datos meteorológicos; el porcentaje de tiempo en que el pavimento está próximo a la saturación es:

$$P = ((S + R) \times 100) / 365$$

Donde:

P = Porcentaje del tiempo en el que el pavimento está próximo a la Saturación.

S = Días de traslape entre la época lluviosa.

R = Días con lluvia en que el pavimento puede drenar hasta el 85 % del estado de saturación en 24 horas o menos. Si el tiempo del drenaje excede de 24 horas, entonces deben usarse los días de lluvia multiplicados por el tiempo de drenaje en días.

Se calcula:

S = 60 días de lluvia intensa obtenido de datos meteorológicos

R = 30 días de traslape entre los periodos de lluvia y verano

$$P = ((S + R) \times 100) / 365$$

$$P = ((60 + 30) \times 100) / 365$$

$$P = 24,7 \%$$

Tabla XXXIX. **Coeficientes de drenaje para pavimentos flexibles (mx)**

Calidad del drenaje	P = % del tiempo en que el pavimento está expuesto a niveles de humedad cercanos a la saturación			
	< 1%	1% - 5%	5% - 25%	> 25%
Excelente	1.40-1.35	1.35-1.30	1.30-1.20	1.20
Bueno	1.35-1.25	1.25-1.15	1.15-1.00	1.00
Regular	1.25-1.15	1.15-1.05	1.00-0.80	0.80
Pobre	1.15-1.05	1.05-0.80	0.80-0.60	0.60
Muy pobre	1.05-0.95	0.95-0.75	0.75-0.40	0.40

Fuente: AASHTO. *Manual Centroamericano para el diseño de pavimentos*. p. 95.

Por último, se encuentra la calidad del drenaje que es expresado en la fórmula del número estructural, por medio del coeficiente de drenaje (mx).

Con el tiempo a drenar en 4,59 horas al 85 % de saturación la calidad de drenaje es bueno y el porcentaje de tiempo es 24,7 % estando en el rango de 5 %-25 %, por lo cual se usará la tabla para encontrar el mx.

Mx=1,15 capa base

Mx=1,15 capa subbase

2.2.4.5.3. Espesores de capas

Las variables para determinar el número estructural de diseño requerido son las siguientes:

- La cantidad estimada de ejes equivalentes (ESAL's) por carril, para el período de diseño.
- ESAL's de diseño 105120,99
- La confiabilidad (R)
- El conjunto total de las desviaciones estándar (So) se recomienda utilizar los valores comprendidos dentro de los intervalos siguientes:
 - Para pavimentos flexibles 0,40 a 0,50
 - En construcción nueva 0,35 a 0,40
 - En sobre capas 0,50

En este caso se utilizó $S_o = 0,5$

- El módulo de resiliencia efectivo que tome en cuenta las variaciones a lo largo del año de la subrasante (M_r). El módulo de resiliencia es una medida de la propiedad elástica de los suelos que reconoce a su vez las características no lineales de su comportamiento. Se han dado correlaciones para encontrar el valor del módulo de resiliencia (M_r) como la siguiente relación:

$$M_r = B \times CBR$$

Donde:

$B = 300$ para resiliencia base y subbase

$B = 1\ 500$ para subrasante

Ensayo de razón Soporte California CBR al 95 % de compactación es del 4 % según ensayos de laboratorio.

$$M_r = 1500 \times 4 = 6\ 000 \text{ psi}$$

Se propone un CBR para la capa base del 100 %.

$$M_r = 300 \times 100 = 30\ 000 \text{ psi}$$

Se propone un CBR para la capa subbase del 60 %.

$$M_r = 300 \times 60 = 18\ 000 \text{ psi}$$

- La pérdida de serviciabilidad:

$$\Delta\text{PSI} = P_o - P_t$$

$$\Delta\text{PSI} = 4,2 - 2 = 2,2$$

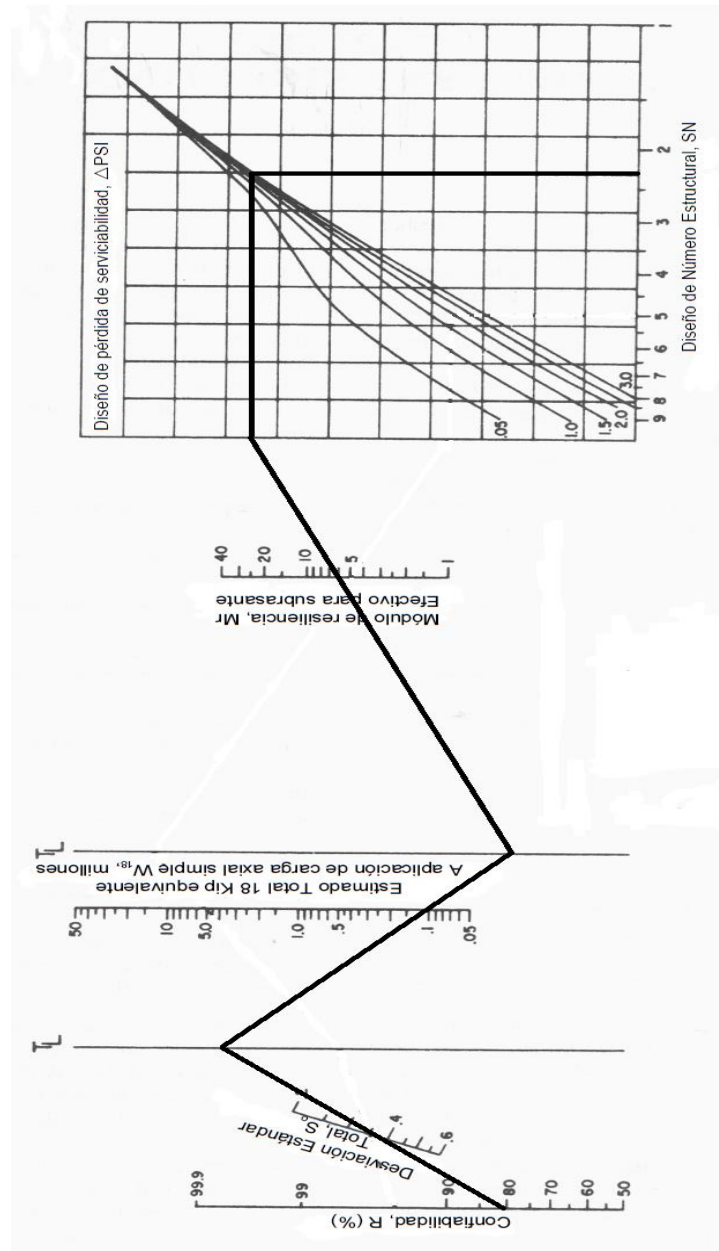
Tabla XL. **Valor del módulo de resiliencia de los materiales**

Material	Mr
asfalto	400 000
base	30 000
subbase	18 000
subrasante	6 000

Fuente: elaboración propia.

Se procede a trazar las líneas en el abaco para obtener el número estructural. Esto se debe hacer para cada uno de los componentes del pavimento, pero se trazaré el de la subrasante como ejemplo.

Figura 31. Diseño de número estructural



Fuente: AASHTO. *Manual centroamericano para el diseño de pavimentos*. p. 98.

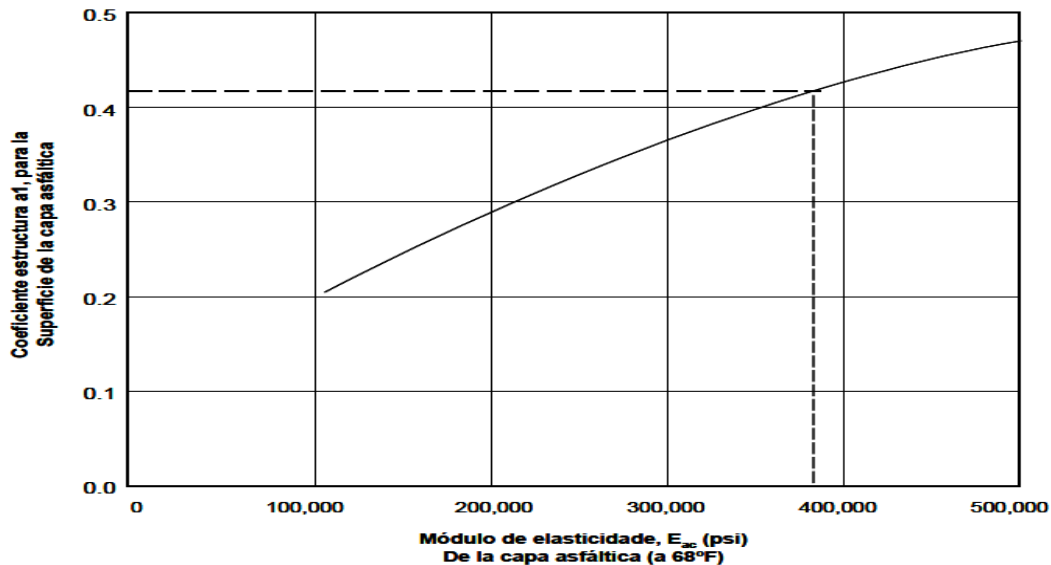
Tabla XLI. **Tabla de valor del número estructural**

Material	SN
base	1.4
subbase	1.8
subrasante	2.4

Fuente: elaboración propia.

Con el valor del módulo elástico del concreto asfáltico ($Mpa= 400\ 000$), se encuentra el coeficiente estructural de capa a1 haciendo uso de la gráfica; para el caso, saliendo del valor de $400\ 000$ en la figura hacia arriba a interceptar la línea de pivote y de allí horizontalmente hacia la izquierda para encontrar el valor correspondiente de $a_1 = 0,42$.

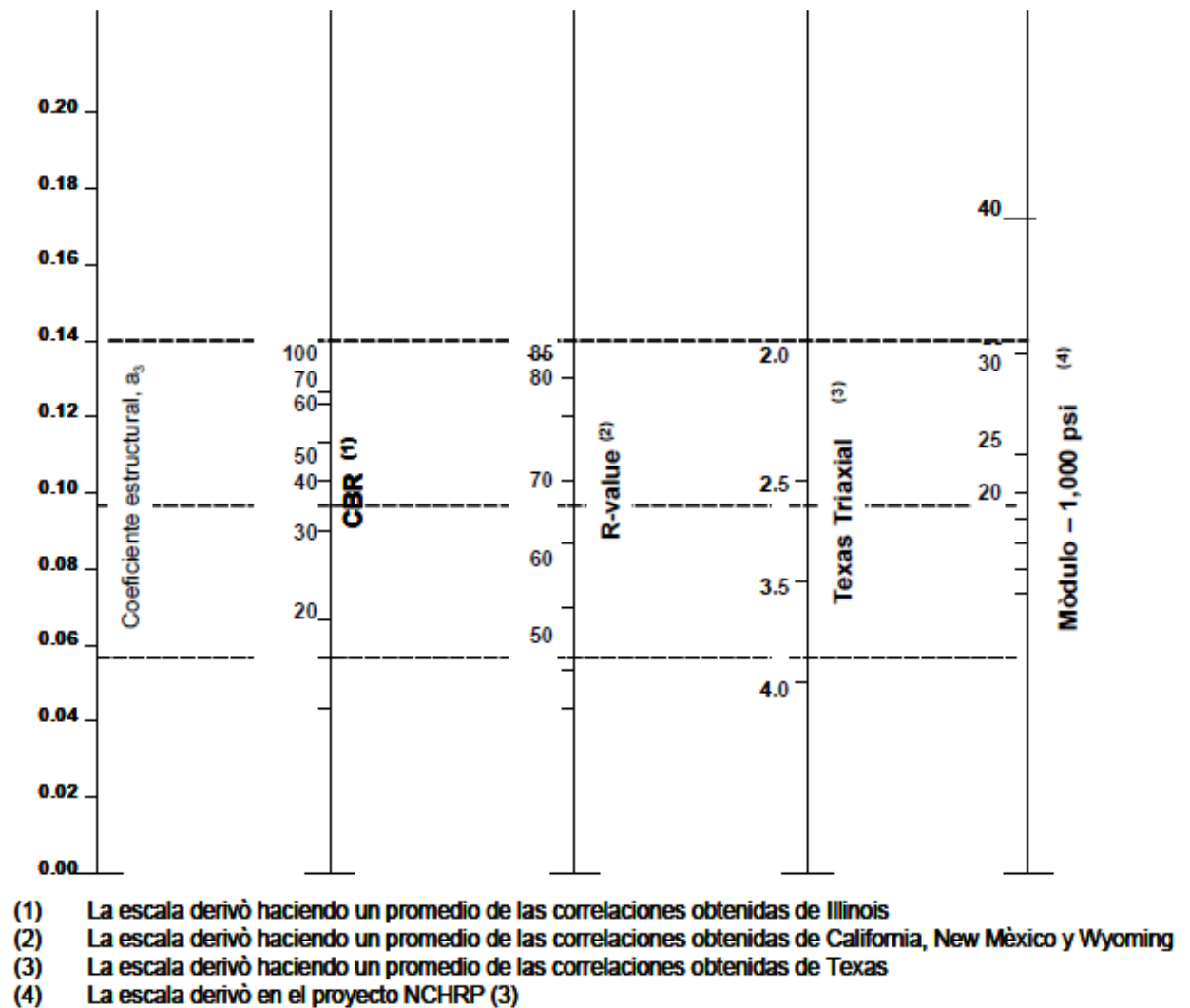
Figura 32. **Coeficiente estructural a partir del módulo elástico del concreto asfáltico**



Fuente: AASHTO. *Guía para diseño de estructuras de pavimentos*. p. 28.

Para encontrar el valor de coeficiente de capa a2 de las bases trituradas o granulares, se usa la gráfica y con el Módulo de resiliencia $M_r = 30\ 000$ (PSI) en la línea vertical del lado extremo derecho, horizontalmente se traza una línea hasta encontrar la línea vertical del extremo izquierdo, lo cual da un valor de $a_2 = 0,14$

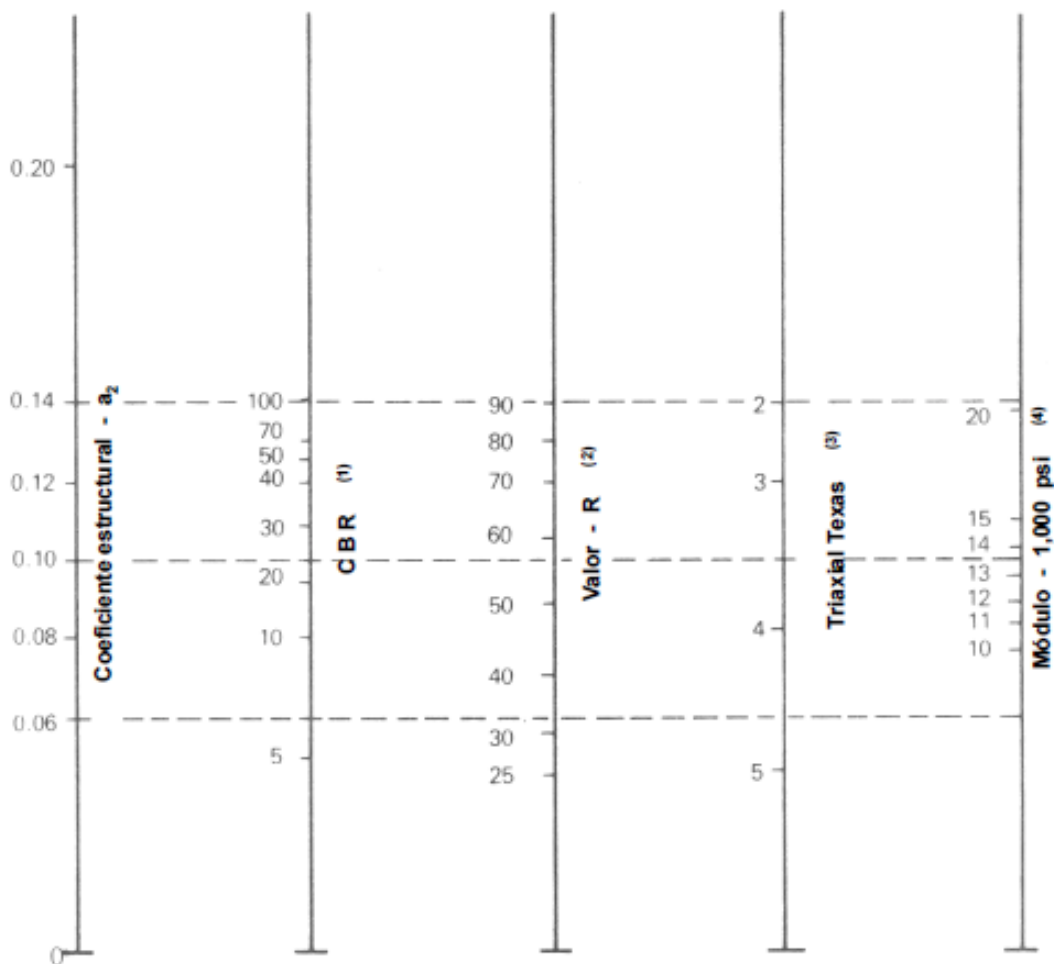
Figura 33. Variación en el coeficiente estructural de la capa subbase



Fuente: AASHTO. Guía para diseño de estructuras de pavimentos. p. 32.

Para encontrar el valor del coeficiente de capa a3 en la subbase, se usa la gráfica y con el Módulo de resiliencia Mr = 18 000 (PSI) en la línea vertical del lado extremo derecho, horizontalmente se traza una línea hasta encontrar la línea vertical del extremo izquierdo, lo cual da un valor de a3 = 0,12.

Figura 34. Variación en el coeficiente estructural de la capa base



- (1) Escala derivada de las correlaciones de Illinois
- (2) Escala derivada de las correlaciones obtenidas del Instituto del Asfalto, California, New México y Wyoming
- (3) Escala derivada de las correlaciones de Texas
- (4) Escala derivada del proyecto NCHRP (3)

Fuente: AASHTO. *Guía para diseño de estructuras de pavimentos*. p. 36.

Tabla XLII. **Resumen de datos**

material		SN		ax		mi
Asfalto			a_1	0.45		
Base	SN_1	2.4	a_2	0.14	m_1	1.15
Subbase	SN_2	1.8	a_3	0.12	m_2	1.15
Subrasante	SN_3	1.4				

Fuente: elaboración propia.

La fórmula general que relaciona el número estructural (SN) con los espesores de capa es la siguiente:

$$SN = a_1 \times D_1 + a_2 \times m_2 \times D_2 + a_3 \times m_3 \times D_3$$

Donde:

a_1 , a_2 , a_3 son los coeficientes estructurales o de capa, de la superficie de rodadura, base y subbase respectivamente.

m_2 , m_3 son los coeficientes de drenaje para base y subbase.

D_1 , D_2 , D_3 son los espesores de capa en pulgadas para la superficie de rodadura, base y subbase.

Se calcula el espesor de capa asfáltica, suponiendo un M_r igual al de la base; así se calcula el SN_1 que debe ser absorbido por el concreto asfáltico conforme la siguiente fórmula:

$$D_1 = SN_1 / a_1 = 1,4 / 0,45 = 3,11'', \text{ adoptar } 2,3'' = 5,84\text{cm}$$

Entonces el SN1*absorbido por el concreto asfáltico.

$$SN1^* = a_1 \times D1^* = 0,45 \times 2,3 = 1,035$$

Después de calcula el espesor mínimo de la capa base.

$$D_2 = (SN_2 - SN1^*) / a_2 \text{ m}^2$$

$$D_2 = 1,8 - 1,035 / 0,14 \times 1,15 = 4,75'' , \text{ adoptar } 4,5'' = 11,4\text{cm}$$

Entonces el SN2* absorbido por la base.

$$SN2^* = a_2 \text{ m}^2 D_2^*$$

$$SN2^* = 0,14 \times 1,15 \times 4,5 = 0,7245$$

Después de calcula el espesor de la subbase, conforme la fórmula.

$$D_3^* = (SN_3 - (SN1^* + SN2^*)) / a_3 \text{ m}^3$$

$$D_3^* = 2,4 - (1,035 + 0,7245) / 0,12 \times 1,15 = 4,64'' = 11,78\text{cm}$$

Siendo el SN3* absorbido por la subbase, conforme la fórmula.

$$SN3^* = a_3 \text{ m}^3 D_3^*$$

$$SN3^* = 0,12 \times 1,15 \times 4,64 = 0,64$$

Para verificar se tienen la suma de los valores:

$$SN1^* + SN2^* + SN3^* = 1,035 + 0,7245 + 0,64 = 2,4 \geq 2,4$$

Se puede ver que cumple con el numero estructural de la subrasante por lo tanto las capas están dentro de los requerimientos estructurales.

- Capa asfáltica: 2,3” (5,84 centímetros)
- Base:4,5” proponer (11,4 centímetros)
- Subbase: 4,64” (11,78 centímetros)

Tabla XLIII. **Espesores mínimos sugeridos**

Número de ESALS´s	Capas asfálticas	Base Granular
Menos de 50 000	3,0 cm	10 cm
50 000 - 150 000	5,0 cm	10 cm
150 000- 500 000	6,5 cm	10 cm
500 000 - 2 000 000	7,5 cm	15 cm
2 000 000 - 7 000 000	9,0 cm	15 cm
mas de 7 000 000	10,0 cm	15 cm

Fuente: AASHTO. *Guía para diseño de estructuras de pavimentos.* p. 37.

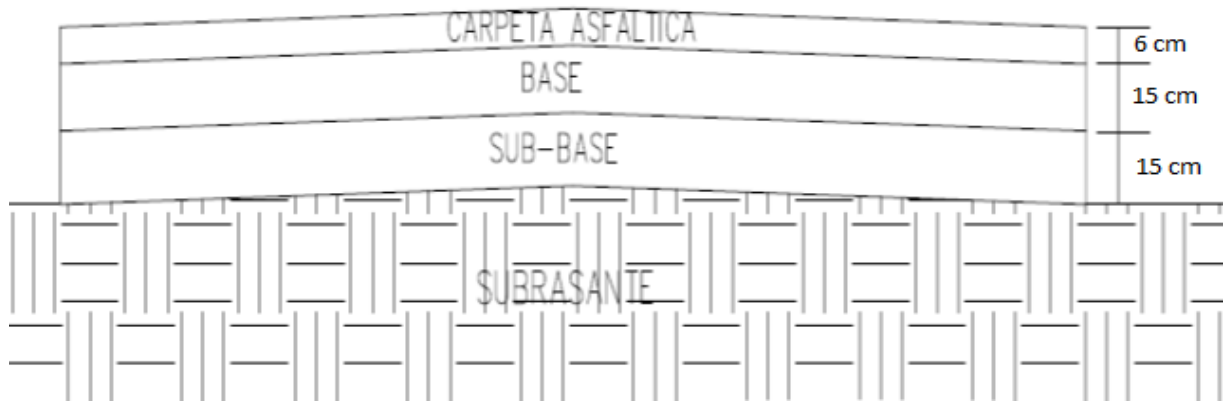
Por lo tanto, para cumplir con los espesores mínimos dependiendo del ESALS´s y la dirección general de caminos que es de 10cm para base y subbase, se debe redondear la cantidad del grosor de cada capa a un número que sea fácil de aplicarlo para términos constructivos, por lo tanto, se tiene como medidas finales:

Tabla XLIV. **Espesores finales**

Material	Espesor (cm)
Asfalto	6
Base	15
subbase	15

Fuente: elaboración propia.

Tabla XLV. **Espesores del pavimento**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2018.

Tabla XLVI. **Grados de asfalto de acuerdo con el tipo de clima**

Clima	Temperatura media anual del aire	Grado de asfalto
Frío	Menor o igual a 7 °C	AC-5, AC-10
Templado	Entre 7 °C y 24 °C	AC-10, AC-20
Cálido	Mayor de 24 °C	AC-20, AC-40

Fuente: SIECA. *Manual Centroamericano de Normas para el diseño geométrico de las carreteras regionales.* p. 89.

En el caso del diseño del proyecto se usará asfalto de grado AC-10, AC-20.

2.2.5. Ubicación de tragantes

El diseño del sistema de drenaje de la pavimentación se abarcará en el capítulo 2.1.7 ya que los proyectos se realizarán dentro del mismo lugar y donde se contempla un diseño completo de alcantarillado pluvial.

2.2.6. Consideraciones de operación y mantenimiento del pavimento flexible

El actual método de la AASHTO, versión 1993, describe con detalle los procedimientos para el diseño de la sección estructural de los pavimentos flexibles y rígidos de carreteras. En el caso de los pavimentos flexibles, el método establece que la superficie de rodamiento se resuelve solamente con concreto asfáltico y tratamientos superficiales, pues asume que tales estructuras soportarán niveles significativos de tránsito.

2.2.7. Estudio de impacto ambiental

Los impactos generados en la zona de estudio se producen como consecuencia de las obras de construcción de la carretera, cuando entre en funcionamiento o simplemente por la existencia de una nueva estructura lineal que se convierte en una barrera entre ambos lados de la nueva vía.

Entre las acciones que generan impactos durante la fase de obra está el movimiento de tierras por maquinaria pesada, la alteración de la cubierta vegetal y el drenaje natural.

2.2.7.1. Impactos negativos en el estudio

- Agua: posiblemente habrá cierta alteración de los cursos de agua en la fase de obras. Sin embargo, está previsto respetar los cursos de agua intermitentes existentes en las zonas por donde discurre la carretera en la zona de estudio. Una vez construida la autovía habrá una zona de impermeabilización del suelo (zona asfaltada) que impida la filtración aumentando el drenaje superficial.
- atmósfera: se debe valorar el impacto sobre la calidad del aire en relación con los contaminantes y con la energía disipada en forma de ruido.
- Aire: en la fase de funcionamiento de la carretera se producirán emisiones de contaminantes que podrán a su vez, generar otros compuestos (contaminantes secundarios) afectando a las zonas más cercanas a la carretera; también la extensión de los contaminantes estará regulada por los vientos. Los metales pesados quedarán cerca de la vía pudiendo afectar a los suelos y la vegetación de las zonas próximas.
- Medio biótico: en la fase de obra, la maquinaria y las voladuras, si las hubiera, afectan en general a toda la fauna, pero, sobre todo, se ven más afectados en primer lugar las aves y en segundo lugar los mamíferos. Los gases contaminantes de los carros también afectan la fauna.
- Vegetación: el impacto mayor está constituido por el aumento de gases emitidos por los vehículos al circular por el nuevo acceso.

2.2.7.2. Impactos positivos

Se disminuirá el polvo dentro del asentamiento, podrá ingresar mas transporte público para beneficio de los vecinos se evitarán inundaciones debido a las lluvias dándole un buen manejo con los drenajes pluviales. Por último, se tendrá un mejor panorama del lugar para que los vecinos puedan moverse dentro del asentamiento fácilmente.

Tabla XLVII. Matriz de Leopold para el diseño de la pavimentación

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL																
FASES DEL PROYECTO																
			Antes			Durante			Despues			NO. INTERACCIONES		SUMATORIAS		
Pavimentacion del asentamiento Carmen del Monte			MOVILIZACION	INDUSTRIALIZACION	LIMPIEZA	RECONSTRUCCION	SUBSTRATO	RETIRO	INSTRUMENTACION	FUNDACION	RECONSTRUCCION	FUNDACION	NEGATIVAS	POSITIVAS	NEGATIVAS	POSITIVAS
FACTORES AMBIENTALES	FISICOS	AIRE	POLVO	-4/3	-1/2	-1/3	-5/5	-4/3	-1/1	-1/1	9/9	6	1	17/17	9/9	
			RUIDO	-3/2	-2/1	-1/1	-5/3	-2/3	-1/1	-1/1	5/3	7	1	15/12	5/3	
		SUELO	EROSION	-1/1			-3/1	-3/1	-2/3	-1/2	3/2	5	1	10/8	3/2	
			COMPACTACION	-1/1			-6/3		8/5	-1/1	9/9	3	2	8/5	17/14	
			REMOISION DE TIERRA			1/1		-4/2	-2/2		3/2	2	2	6/4	4/3	
		AGUA	INUNDACION					3/1	5/7	3/7	9/9	0	4	0	20/24	
	CALIDAD DE AGUA								3/1	4/2	0	2	0	7/3		
	BIOLOGICOS	FLORA	CUBIERTA VEGETAL	-6/3	-2/1	-3/2		2/1	2/2	2/1	-1/2	4	3	12/7	6/4	
			TALAO DESBROCE	-7/4			-5/3	-4/3				3	0	16/7	0	
		FAUNA	DIVERSIDAD BIOLOGICA									0	0	0	0	
			ESPECIES EN PELIGRO									0	0	0	0	
	SOCIOECONOMICO		USO ACTUAL DEL SUELO								5/2	0	1	0	5/2	
			RIESGOS SANITARIOS				2/2				8/9	0	2	0	10/11	
			POBLACION ECONOMICA INACTIVA							1/1	7/9	0	2	0	8/10	
Total										30	21	84/60	94/85			
Promedio													2.8/2	4.41/4.0		

Fuente: elaboracion propia.

2.2.8. Planos finales

Los planos finales del diseño se encontrarán en los anexos.

2.2.9. Presupuesto del proyecto

A continuación se describe el presupuesto necesario para la ejecución del proyecto.

2.2.9.1. Costo del proyecto

El costo del proyecto ser de seis millones cuarenta y cinco mil seiscientos quince con 59/100 centavos (Q 6 045 615,59).

Tabla XLVIII. Cuadro de resumen

No.	DESCRIPCIÓN DE RENGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO RENGLON
1.00 TRABAJOS PREPARATIVOS					
1.10	Limpieza Preliminar	Ha	2.24	Q 23,470.18	Q 52,620.15
1.20	Replanteo Topográfico	Km	3.81	Q 23,042.09	Q 87,744.29
1.30	Estudio de suelos (Proctor y CBR)	global	1.00	Q 1,620.00	Q 1,620.00
SUB TOTAL					Q 141,984.44
2.00 MOVIMIENTO DE TIERRAS					
2.10	Movimiento de tierra para corte	m3	6,235.03	Q 69.76	Q 434,955.69
2.20	Movimiento de tierra para relleno (incluye acarreo material de banco)	m3	10,317.53	Q 88.87	Q 916,918.89
SUB TOTAL					Q 1,351,874.58
3.00 CONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTO FELXIBLE					
3.10	Reacondicionamiento de subrasante (CBR 6%) estabilizada con cal hidratada espesor de 0.20m	m2	15,580.00	Q 21.53	Q 335,437.40
3.20	Conformación de Sub-Base espesor de 0.15 m	m3	1,944.23	Q 204.32	Q 397,245.07
3.30	Conformación de Base triturada espesor de 0.15 m	m3	1,687.98	Q 199.24	Q 336,313.14
3.40	Asfalto espesor 0.06m (mezcla asfáltica en caliente)	Ton-m	1,006.00	Q 2,190.04	Q 2,203,180.24
SUB TOTAL					Q 3,272,175.85
4.00 FUNDICIÓN					
4.10	Fundición de bordillo de concreto con dimensiones de 0.32mx0.25m concreto 3000 psi	ml	6,076.25	Q 133.73	Q 812,576.91
4.20	Fundición de banqueta de concreto con dimensiones de 0.1x1.15m concreto 3000 psi	ml	6,123.48	Q 228.95	Q 1,401,970.35
SUB TOTAL					Q 2,214,547.26
COSTO ESTIMADO DEL PROYECTO					Q 6,980,582.13
Presupuesto realizado por: Néstor Mérida		En letras:		seis millones novecientos ochenta mil quinientos ochenta y dos con 13/100 centavos	

Fuente: elaboración propia.

Tabla XLIX. Cronograma de ejecución

No.	DESCRIPCIÓN DE RENGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6	Mes 7	Mes 8	Mes 9	Mes 10	Mes 11
1.00	TRABAJOS PREPARATIVOS													
1.10	Limpieza Preliminar	Ha	2.24	2.24										
1.20	Replanteo Topográfico	km	3.81	3.81										
1.22	Estudio de suelos Proctor y CBR	muestra	1.00	1.00										
2.00	MOVIMIENTO DE TIERRAS													
2.10	Movimiento de tierra para corte	m ³	5,800.00	2900	2900									
2.20	Movimiento de tierras de material de cone (incluye rento de material concreto)	m ³	6,948.00		2316	2316								
3.00	CONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTO FLEXIBLE													
3.10	Reacondicionamiento de subrasante (CBR 6%) estabilizada con cemento espesor de 0.29m	m ²	15,560.00				7790	7790						
3.20	Conformación de Sub-Base espesor de 0.12 m	m ³	1,626.00						813.00	813.00				
3.30	Conformación de Base titulada espesor de 0.11 m	m ³	1,317.00							1,317.00				
3.40	Asfalto espesor 0.06m (mescla asfáltica en caliente)	Ton-m	1,006.00								1,006.00			
4.00	FUNDICIÓN													
4.10	Fundición de bordillo de concreto con dimensiones de 0.32m(0.25m concreto 3000 psi	ml	6,594.90									6,594.90		
4.20	Fundición de banquetas de concreto con dimensiones de 0.1x1.15m concreto 3000 psi	ml	6,123.70										3,061.85	3,061.85

Fuente: elaboración propia.

CONCLUSIONES

1. La realización del proyecto de drenaje sanitario va a beneficiar a las viviendas del asentamiento Carmen del Monte, donde se puede mencionar: la eliminación de focos de contaminación, proliferación de enfermedades y se mejorará el ornato del municipio.
2. Se logró recopilar la suficiente información del lugar, con lo cual se conocieron las necesidades básicas en infraestructura para mejorar la calidad de vida de los habitantes.
3. Se utilizaron las respectivas normas y métodos para hacer el diseño del alcantarillado sanitario y pluvial, el cual contará con 3 plantas de tratamiento y sus respectivos tragantes para el sistema pluvial y se terminará beneficiando a 521 viviendas en el futuro.
4. La construcción de la pavimentación, representará un aumento de plusvalía de terrenos aledaños y mejorará la afluencia de automóviles y transporte público en la zona, contando con una distancia de 3,8km, y se optó por pavimento flexible al ser más económico en su ejecución.
5. Se realizaron los respectivos cálculos, planos, presupuestos y cronogramas de ejecución incluyendo estudio de impacto ambiental, y así poder tener los parámetros para la ejecución del proyecto.

RECOMENDACIONES

1. Usar los materiales de construcción como se encuentra especificados en los planos, y que el ejecutor sea calificado para realizar la construcción de los proyectos.
2. Dar mantenimiento de limpieza, una vez finalizada la construcción de dichos proyectos, con el objetivo de obtener obras durables y en buen estado.
3. Hay que tener en cuenta que los precios de la mano de obra y materiales de construcción puede cambiar en el tiempo por lo que afecta directamente el presupuesto planteado en cada uno de los proyectos.
4. Garantizar la debida supervisión por parte de la municipalidad para que se cumplan las especificaciones del diseño de cada proyecto.

BIBLIOGRAFÍA

1. AMANCO. *Manual técnico de Novas*: México: Mexichem, 2014. 25. p.
2. CHOW, Ven Te. *Hidrología Aplicada*. 4a ed. México: McGraw-Hill, 1994. 584. p.
3. DURMAN. *Manual técnico de tuberías Ribloc y Ribsteel*. Guatemala: Durman, 2014. 50 p.
4. Empresa Municipal de Agua. *Reglamento para diseño y construcción de drenajes para la ciudad de Guatemala*. Guatemala: Empagua. 2009. 37. p.
5. Empresas Públicas de Medellín. *Guía para el diseño hidráulico de redes de alcantarillado*. Medellín, Colombia, 2009. 24. p.
6. FUENTES GUDIEL, Rudy René. *Diseño de la pavimentación y de la red de drenaje pluvial y sanitario para la colonia Jardines de la Virgen zona 4, Villa Nueva*. Trabajo de graduación de Ingeniería Civil, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería 2018. 55. p.
7. Instituto de Fomento Municipal. *Normas Generales para el diseño de alcantarillados*. Guatemala: Infom. 2009. 44 p.

8. Instituto de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología. Informe de intensidades de lluvia. Guatemala, 2017. 4 p.
9. Municipalidad de Villa Nueva. Municipalidad de Villa Nueva, departamento de Guatemala. [en línea]. <www.villanueva.gob.gt>. [Consulta: 12 de noviembre de 2018].
10. PRADO HERRERA, Iris Marleny. *Diseño del drenaje sanitario y calle con pavimento Flexible de la fase III, aldea El Pajón, del municipio de Santa Catarina Pinula, Guatemala*. Trabajo de graduación de Ingeniería Civil, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2013. 104 p.
11. Secretaría de Integración Económica Centroamericana. *Manual Centroamericano para diseño de pavimento*. Guatemala: SIECA, 2002. 289 p.

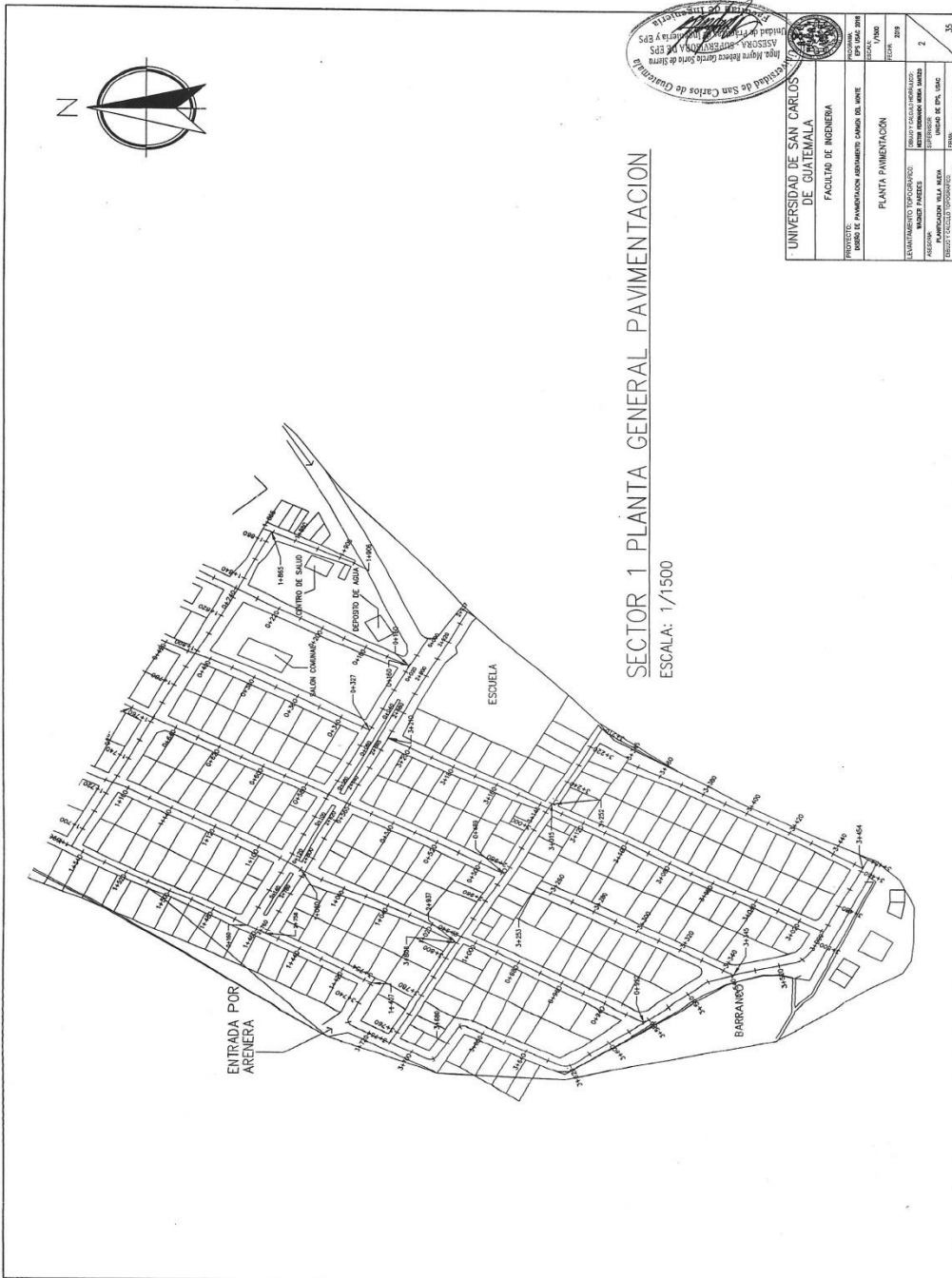
APÉNDICES

INDICE DE PAVIMENTACIÓN

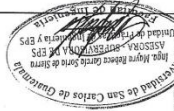
1. PLANTA DE PAVIMENTACION	2-3
2. PLANTA-PERFIL DE PAVIMENTACION	4-20
3. SECCIONES TRANSVERSALES DE PAVIMENTACION	21-27
4. SECCION TIPICA DE PAVIMENTACION	28-29
5. RESUMEN DE VOLUMENES DE TIERRA	30-35



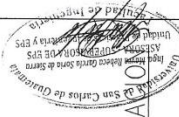
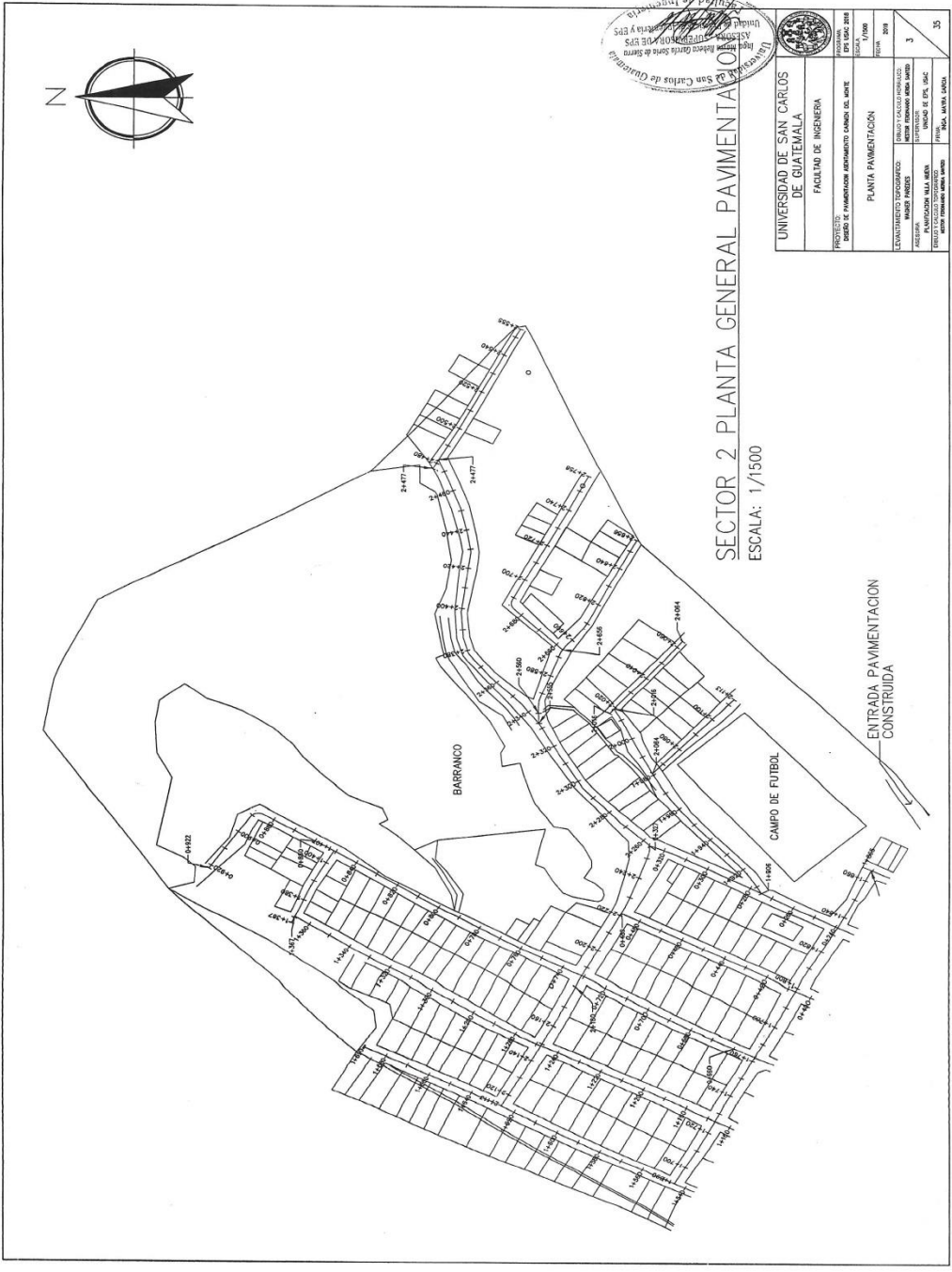
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	
FACULTAD DE INGENIERIA	
RECIBI: MARIO DE ESPINOSA JARAMA, DUEÑA Y FUNDADORA	
ADMINISTRADOR GENERAL DE LA U.S.C.	
INDICE	
ENTRADA	305
INDICE	1
INDICE DE PAVIMENTACION	305



SECTOR 1 PLANTA GENERAL PAVIMENTACION
 ESCALA: 1/1500



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	
FACULTAD DE INGENIERIA	
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL	
CATEDRA DE PAVIMENTACION	
TITULO: PLANTA PAVIMENTACION	
ESTADAMENTO (PROYECTO):	SECTOR 1 PAVIMENTACION
PROYECTANTE:	ING. MIGUEL ANGEL GONZALEZ
FECHA:	2018
ESCALA:	1/1500
HOJA:	2
ESTADAMENTO (PROYECTO): SECTOR 1 PAVIMENTACION PROYECTANTE: INGENIERO MIGUEL ANGEL GONZALEZ FECHA: 2018 ESCALA: 1/1500 HOJA: 2 DE 2	



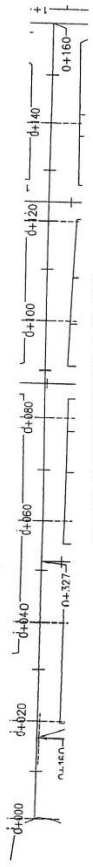
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	
FACULTAD DE INGENIERIA	
PROYECTO:	ESTUDIO DE PAVIMENTACION Y DISEÑO DE OBRAS DE OBRAS DE PAVIMENTACION
PROYECTANTE:	ING. CARLOS RAMIREZ
FECHA:	2008
ESCALA:	1/1500
HOJA:	3
TITULO: PLANTA PAVIMENTACION	
CONTENIDO: DISEÑO Y CALCULO DE OBRAS DE PAVIMENTACION Y DISEÑO DE OBRAS DE PAVIMENTACION	
AUTOR: CARLOS RAMIREZ	
REVISOR: CARLOS RAMIREZ	
APROBADO: CARLOS RAMIREZ	
FECHA DE APROBACION: 2008	
LUGAR DE ELABORACION: GUATEMALA, GUATEMALA	

SECTOR 2 PLANTA GENERAL PAVIMENTACION
ESCALA: 1/1500

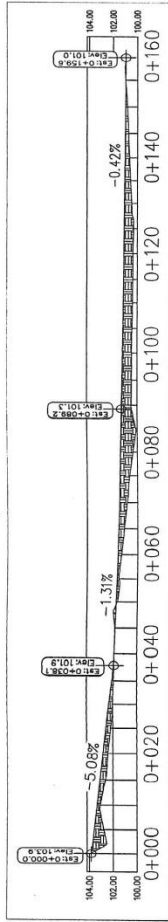
ENTRADA PAVIMENTACION
CONSTRUIDA

SIMBOLOGÍA	
	CORTE
	RELLENO
	SECCION TRANSVERSAL

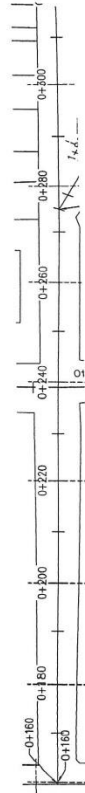
NOTA: Se utilizará la sección tipo "C" para su construcción



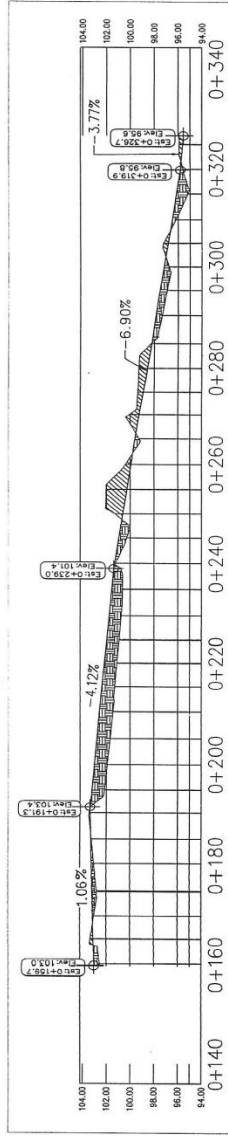
PLANTA ESTACION 0+000 A 0+160
ESCALA: 1/650



PERFIL ESTACION 0+000 A 0+160
ESCALA: 1/650



PLANTA ESTACION 0+160 A 0+327
ESCALA: 1/650

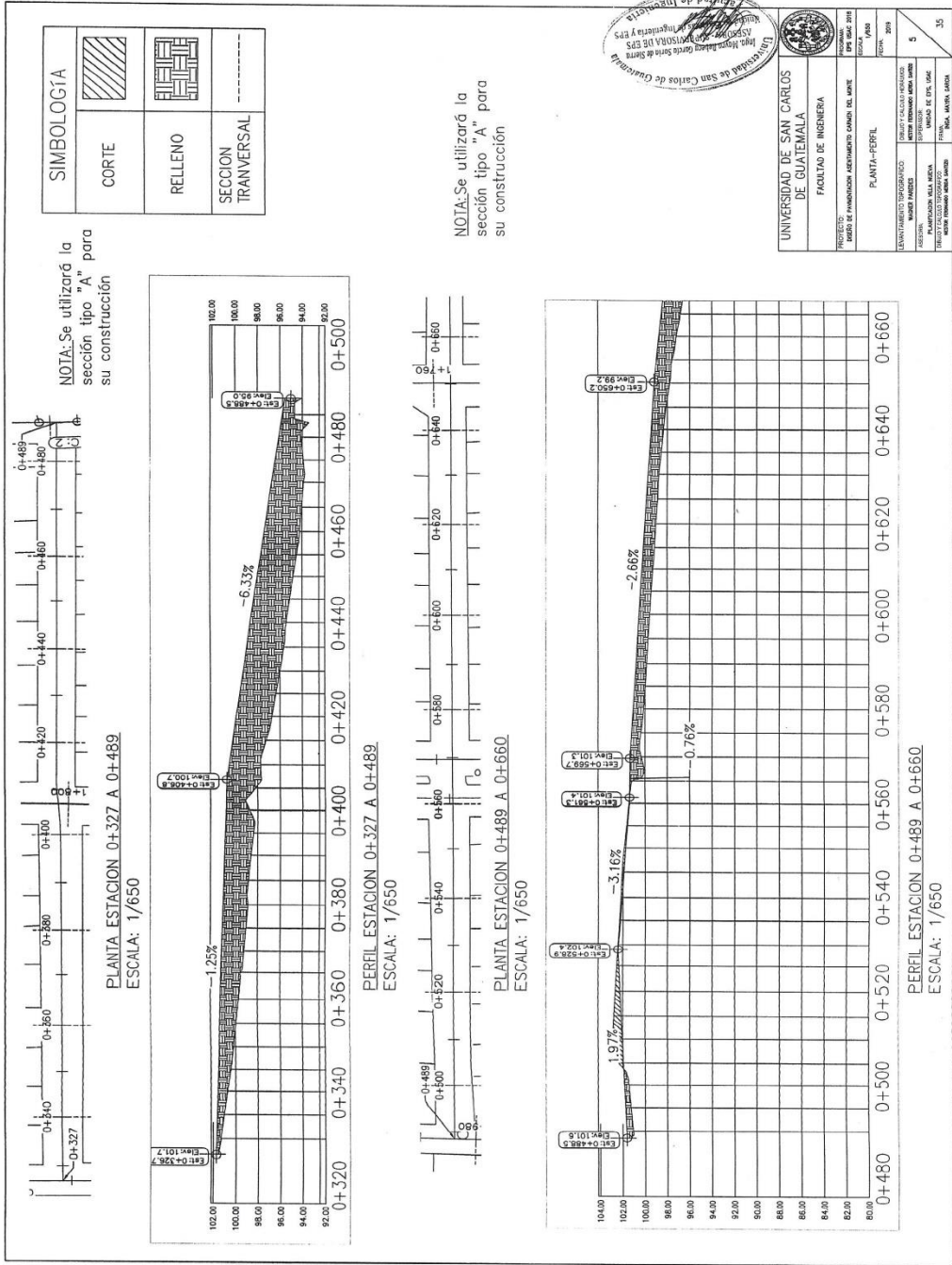


PERFIL ESTACION 0+160 A 0+327
ESCALA: 1/650

NOTA: Se utilizará la sección tipo "A" para su construcción

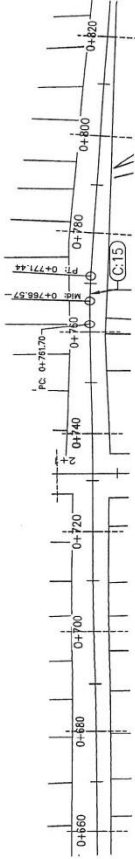


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	
FACULTAD DE INGENIERIA	
PROYECTO	MÓDULO DE FOMENTO DEL APRENDIZAJE DEL MAPEO
FECHA	2018
PLANTA-PERFIL	
PROFESOR	INGENIERO CIVIL
ESTUDIANTE	WANDER FARIAS
UNIDAD DE EPS	UNIDAD DE EPS USAC
FECHA DE ENTREGA	2018
FECHA DE CALIFICACIÓN	2018
FECHA DE DEFENSA	2018
FECHA DE GRADUACIÓN	2018
FECHA DE REGISTRO	2018
FECHA DE ARCHIVO	2018
FECHA DE ENTREGA	2018

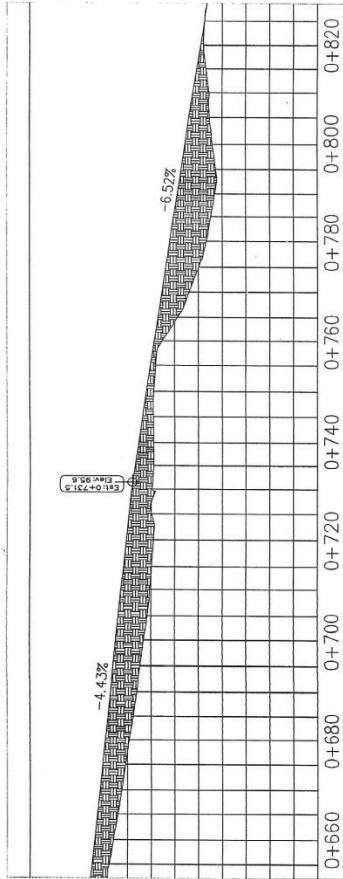


SIMBOLOGÍA	
	CORTE
	RELLENO
	SECCION TRANSVERSAL

NOTA: Se utilizará la sección tipo "A" para su construcción



PLANTA ESTACION 0+660 A 0+820
ESCALA: 1/650



PERFIL ESTACION 0+660 A 0+820
ESCALA: 1/650

Elementos de curva horizontal								
No. curva	Delta	Radio	LC	CM	E	Om	ST	PI
C-15	3°58'19"	140.54	9.74	9.74	0.08	0.08	4.87	0+766.57

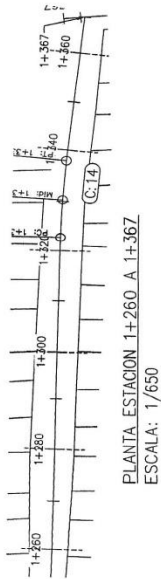


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	
FACULTAD DE INGENIERIA	
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA DE CARRETERAS	
CATEDRA DE FUNDACION Y TRATAMIENTO DE SUELOS	
ASIGNATURA: FUNDACION Y TRATAMIENTO DE SUELOS	SECCION: A-1650
FECHA: 2018	6
ELABORADO POR: [Name]	REVISADO POR: [Name]
APROBADO POR: [Name]	FECHA: [Date]
PROFESOR: [Name]	35

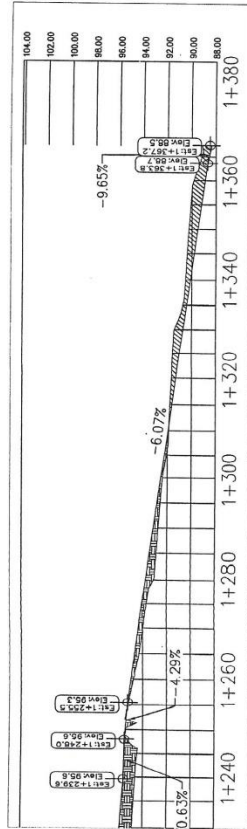
SIMBOLOGÍA	
CORTE	
RELLENO	
SECCION TRANSVERSAL	

NOTA: Se utilizará la sección tipo "A" para su construcción

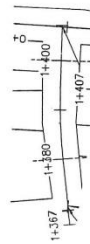
Elementos de curva horizontal						
No. curva	Delta	Radio	LC	E	Om	SI
C:14	4°19'42"	200.00	15.11	0.14	0.14	7.56
						1+330.30



PLANTA ESTACION 1+260 A 1+367
ESCALA: 1/650

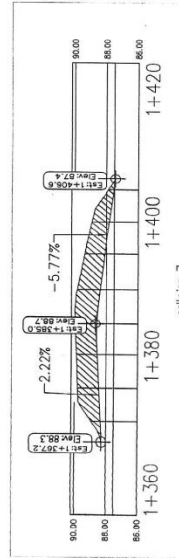


PERFIL ESTACION 1+260 A 1+367
ESCALA: 1/650



NOTA: Se utilizará la sección tipo "D" para su construcción

PLANTA ESTACION 1+367 A 1+407
ESCALA: 1/650



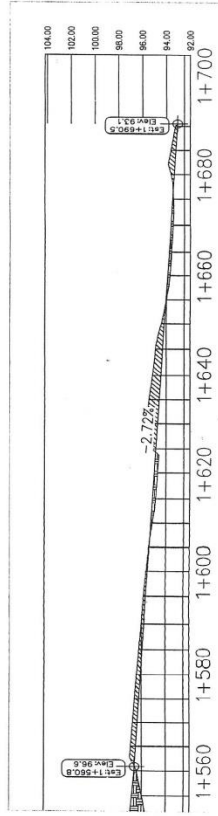
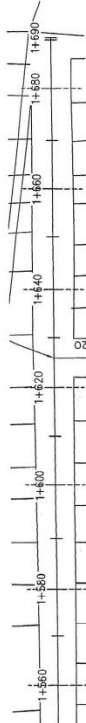
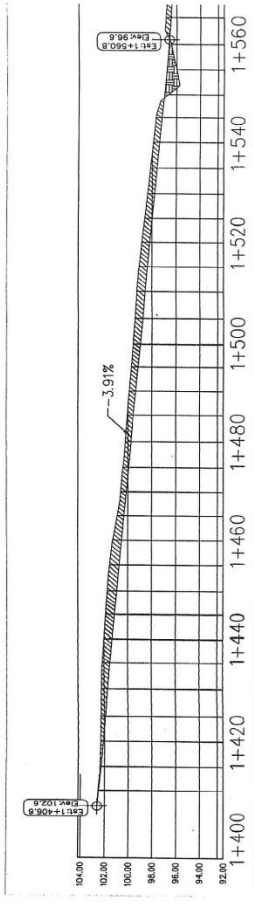
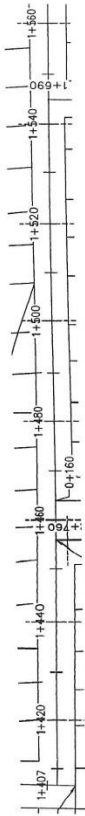
PERFIL ESTACION 1+367 A 1+407
ESCALA: 1/650



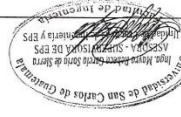
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	
FACULTAD DE INGENIERIA	
PROFESOR:	MARCO ANTONIO GONZALEZ
ESTUDIANTE:	MARCO ANTONIO GONZALEZ
FECHA:	14/05/2018
TITULO:	PLANTA-PERFIL
NUMERO:	9
ASIGNATURA:	PLANTA Y PERFILES
PROFESOR:	MARCO ANTONIO GONZALEZ
ESTUDIANTE:	MARCO ANTONIO GONZALEZ
FECHA:	14/05/2018
TITULO:	PLANTA Y PERFILES
NUMERO:	9

SIMBOLOGÍA	
CORTE	
RELLENO	
SECCION TRANSVERSAL	

NOTA: Se utilizará la sección tipo "A" para su construcción



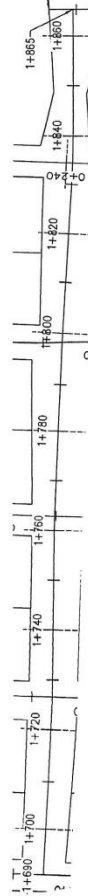
NOTA: Se utilizará la sección tipo "A" para su construcción



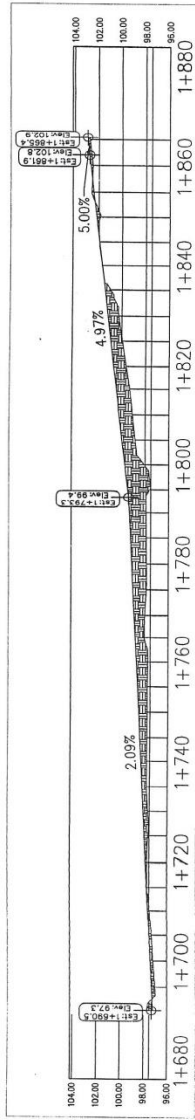
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	
FACULTAD DE INGENIERIA	
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA DE CARRETERAS, URBANAS, AGUAS Y AMBIENTE	
PROFESOR	ING. MARIO PAREDES
ALUMNO	ING. JUAN CARLOS GONZALEZ
ASIGNATURA	PLANTA Y PERFIL
FECHA	10/05/2011
BOLETIN	10
PAGINA	35

SIMBOLOGÍA	
	CORTE
	RELLENO
	SECCION TRANSVERSAL

NOTA: Se utilizará la sección tipo "B" para su construcción

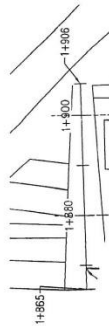


PLANTA ESTACION 1+690 A 1+865.
ESCALA: 1/650

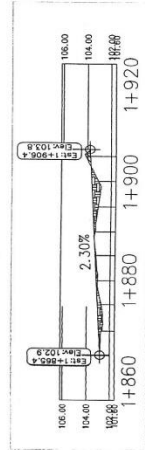


PERFIL ESTACION 1+690 A 1+865.
ESCALA: 1/650

NOTA: Se utilizará la sección tipo "D" para su construcción



PLANTA ESTACION 1+865 A 1+906.
ESCALA: 1/650



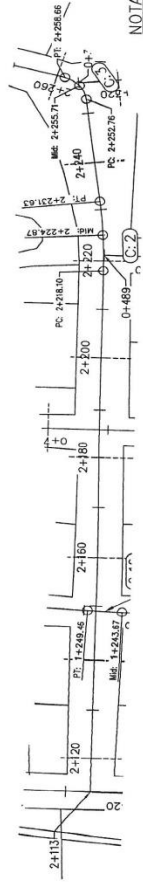
PERFIL ESTACION 1+865 A 1+906.
ESCALA: 1/650



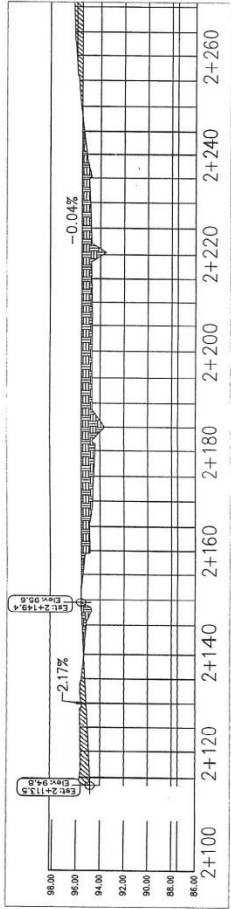
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	
FACULTAD DE INGENIERIA	
PROYECTO	SECTOR
SECTOR DE PLANIFICACION ADMINISTRATIVA OBRAS DEL INTERIOR	SECTOR
VIA	PLANTA-PERFIL
FECHA	FECHA
11	11
35	35

SIMBOLOGÍA	
CORTE	
RELLENO	
SECCION TRANSVERSAL	

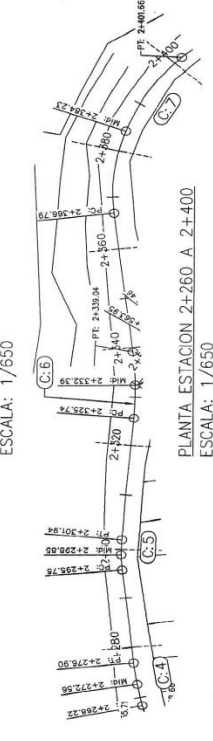
NOTA: Se utilizará la sección tipo "B" para su construcción



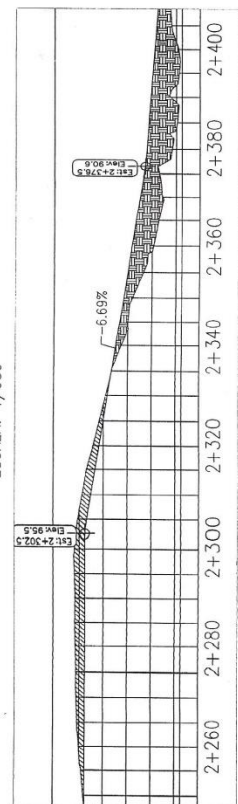
PLANTA ESTACION 2+113 A 2+260
ESCALA: 1/650



PERFIL ESTACION 2+113 A 2+260
ESCALA: 1/650



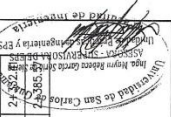
PLANTA ESTACION 2+260 A 2+400
ESCALA: 1/650



PERFIL ESTACION 2+260 A 2+400
ESCALA: 1/650

Elementos de curva horizontal									
No. curva	Delta	Radio	LC	CM	E	Om	SL	PI	
C-2	73°3'59"	102.46	13.52	13.51	0.22	0.22	6.77	2+224.88	
C-3	67°3'42"	5.00	5.90	5.58	1.02	0.84	3.35	2+256.10	
C-4	72°3'27"	67.30	8.68	8.68	0.14	0.14	4.35	2+272.56	
C-5	103°2'47"	33.60	6.18	6.18	0.14	0.14	3.10	2+298.95	
C-6	117°18'54"	67.34	13.30	13.28	0.33	0.33	6.67	2+365.93	
C-7	52°41'32"	37.91	34.87	33.65	4.39	3.94	18.78	2+400.00	

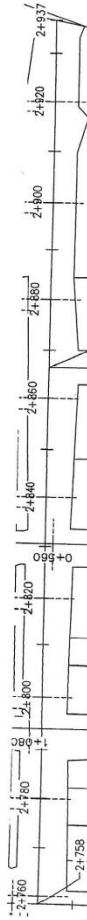
NOTA: Se utilizará la sección tipo "B" para su construcción



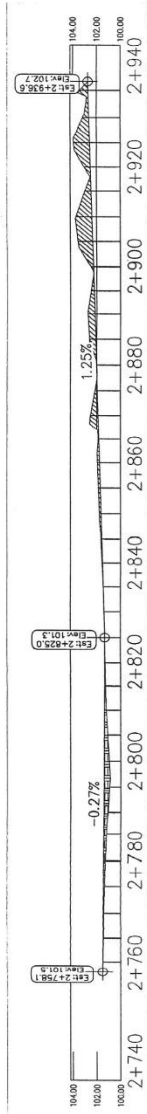
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	
FACULTAD DE INGENIERIA	
CARRERA DE INGENIERIA EN INGENIERIA CIVIL	
CATEDRA DE FUNDACIONES Y GEOTECNIA	
PROFESOR: MSc. JUAN CARLOS GONZALEZ	
ESTUDIANTE: MSc. JUAN CARLOS GONZALEZ	
TITULO: PLAN DE FUNDACIONES Y GEOTECNIA	
FECHA: 2008	
PÁGINA: 35	

SIMBOLOGÍA	
CORTE	
RELLENO	
SECCION TRANSVERSAL	

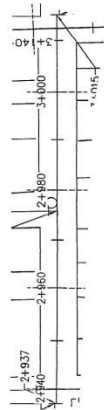
NOTA: Se utilizará la sección tipo "C" para su construcción



PLANTA ESTACION 2+758 A 2+937
ESCALA: 1/650

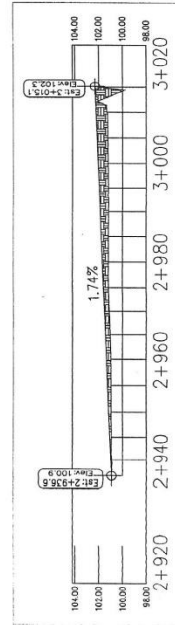


PERFIL ESTACION 2+758 A 2+937
ESCALA: 1/650



PLANTA ESTACION 2+937 A 3+015
ESCALA: 1/650

NOTA: Se utilizará la sección tipo "A" para su construcción



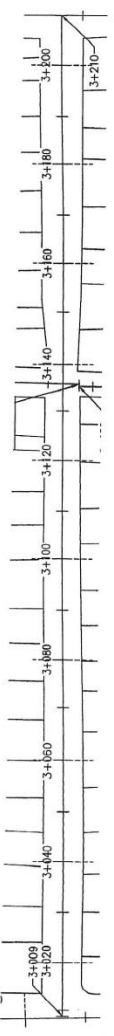
PERFIL ESTACION 2+937 A 3+015
ESCALA: 1/650



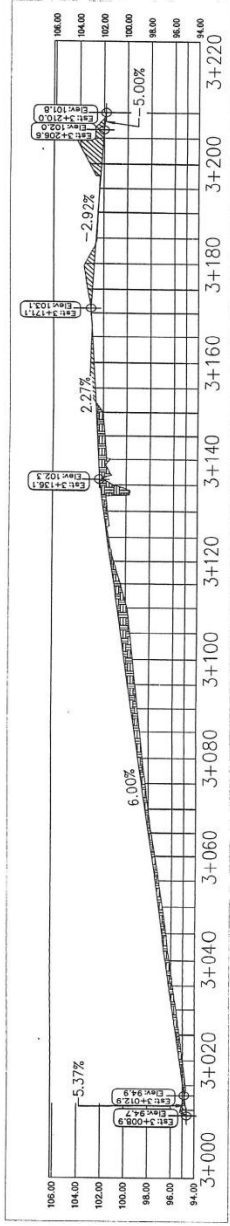
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	
FACULTAD DE INGENIERIA	
PROYECTO	PROYECTO DE FUNDACION Y ALIBRAMIENTO PARA EL PUENTE
FECHA	1/2008
PLANTA - PERFIL	
ESCALA	1/650
FECHA	2018
LIBRO	16
HOJA	35
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA CIVIL INGENIERIA EN INGENIERIA CIVIL PLANIFICACION DE LA OBRA ESTUDIOS PRELIMINARES PUENTE PARA EL PUENTE	

SIMBOLOGÍA	
CORTE	
RELLENO	
SECCION TRANSVERSAL	

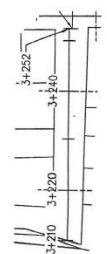
NOTA: Se utilizará la sección tipo "A" para su construcción



PLANTA ESTACION 3+009 A 3+210
ESCALA: 1/650

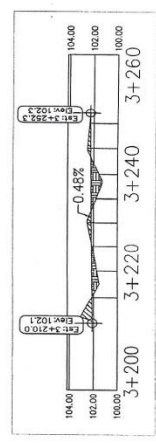


PERFIL ESTACION 3+009 A 3+210
ESCALA: 1/650



PLANTA ESTACION 3+210 A 3+252
ESCALA: 1/650

NOTA: Se utilizará la sección tipo "D" para su construcción



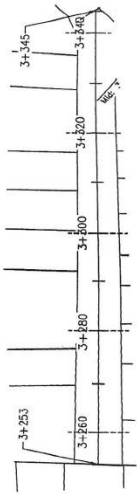
PERFIL ESTACION 3+210 A 3+252
ESCALA: 1/650



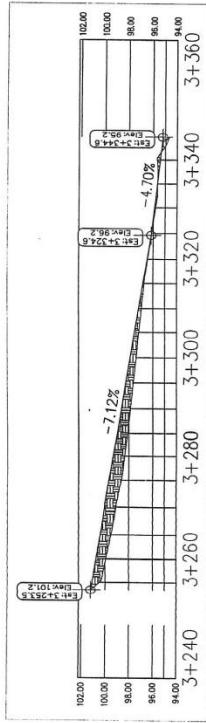
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	
FACULTAD DE INGENIERIA	
PROYECTO: PROYECTO DE PAVIMENTACION ASFALTICA CAMION DE BUSES	
FECHA:	17
ESCALA:	1/650
PROYECTO:	PROYECTO DE PAVIMENTACION ASFALTICA CAMION DE BUSES
ESTUDIOS:	ESTUDIO DE PAVIMENTACION
PROYECTO:	PROYECTO DE PAVIMENTACION ASFALTICA CAMION DE BUSES
PROYECTO:	PROYECTO DE PAVIMENTACION ASFALTICA CAMION DE BUSES
PROYECTO:	PROYECTO DE PAVIMENTACION ASFALTICA CAMION DE BUSES
PROYECTO:	PROYECTO DE PAVIMENTACION ASFALTICA CAMION DE BUSES
PROYECTO:	PROYECTO DE PAVIMENTACION ASFALTICA CAMION DE BUSES
PROYECTO:	PROYECTO DE PAVIMENTACION ASFALTICA CAMION DE BUSES

SIMBOLOGÍA	
	CORTE
	RELLENO
	SECCION TRANSVERSAL

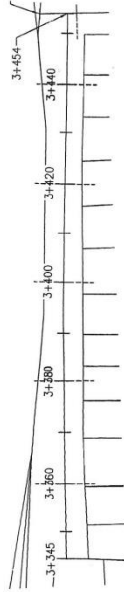
NOTA: Se utilizará la sección tipo "A" para su construcción



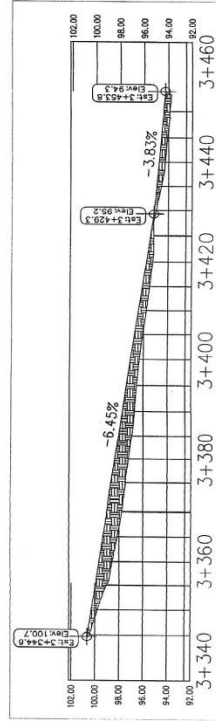
PLANTA ESTACION 3+253 A 3+345
ESCALA: 1/650



PERFIL ESTACION 3+253 A 3+345
ESCALA: 1/650



PLANTA ESTACION 3+345 A 3+457
ESCALA: 1/650



PERFIL ESTACION 3+345 A 3+457
ESCALA: 1/650

NOTA: Se utilizará la sección tipo "A" para su construcción

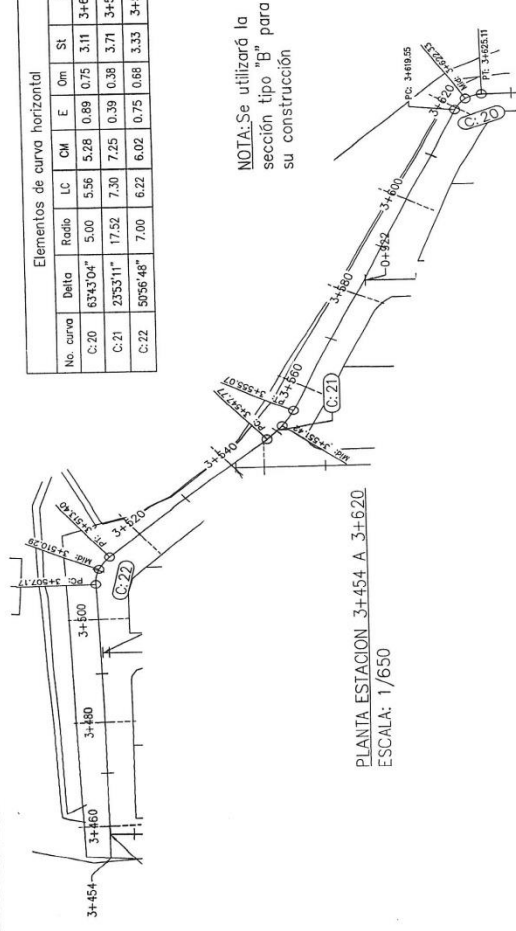


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	
FACULTAD DE INGENIERIA	
PROYECTO:	REAJUSTE DEL PLAN DE MANEJO DE AGUAS
FECHA:	15/05/2018
ESTADIO:	PROYECTO
FECHA:	2018
FECHA:	18
FECHA:	35

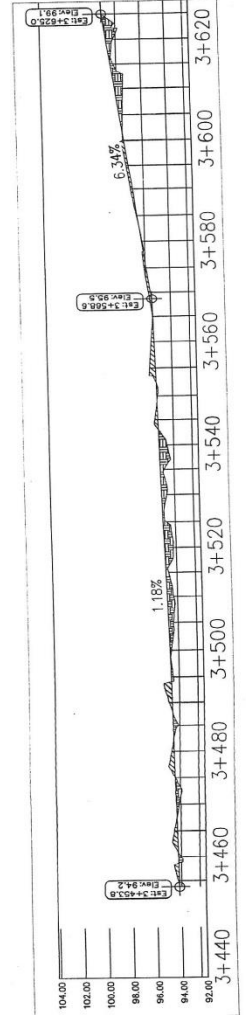
SIMBOLOGÍA	
CORTE	
RELLENO	
SECCION TRANSVERSAL	

Elementos de curva horizontal									
No. curva	Delta	Radio	LC	CM	E	Om	ST	PI	
C:20	63°3'04"	5.00	5.56	5.28	0.89	0.75	3.11	3+622.65	
C:21	23°3'11"	17.52	7.30	7.25	0.39	0.38	3.71	3+551.47	
C:22	50°56'48"	7.00	6.22	6.02	0.75	0.68	3.33	3+510.51	

NOTA: Se utilizará la sección tipo "B" para su construcción



PLANTA ESTACION 3+454 A 3+620
ESCALA: 1/650



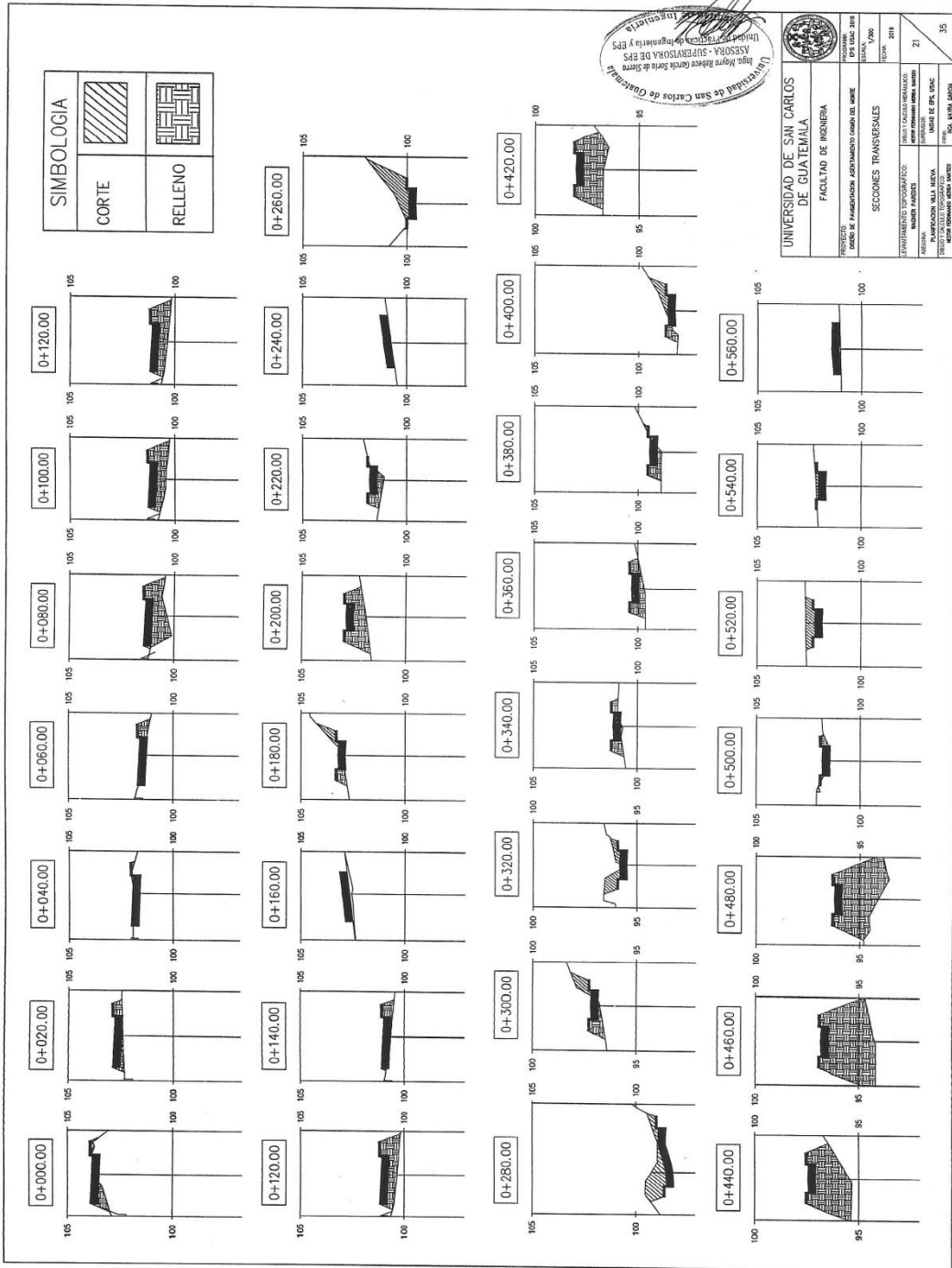
PERFIL ESTACION 3+457 A 3+620
ESCALA: 1/650

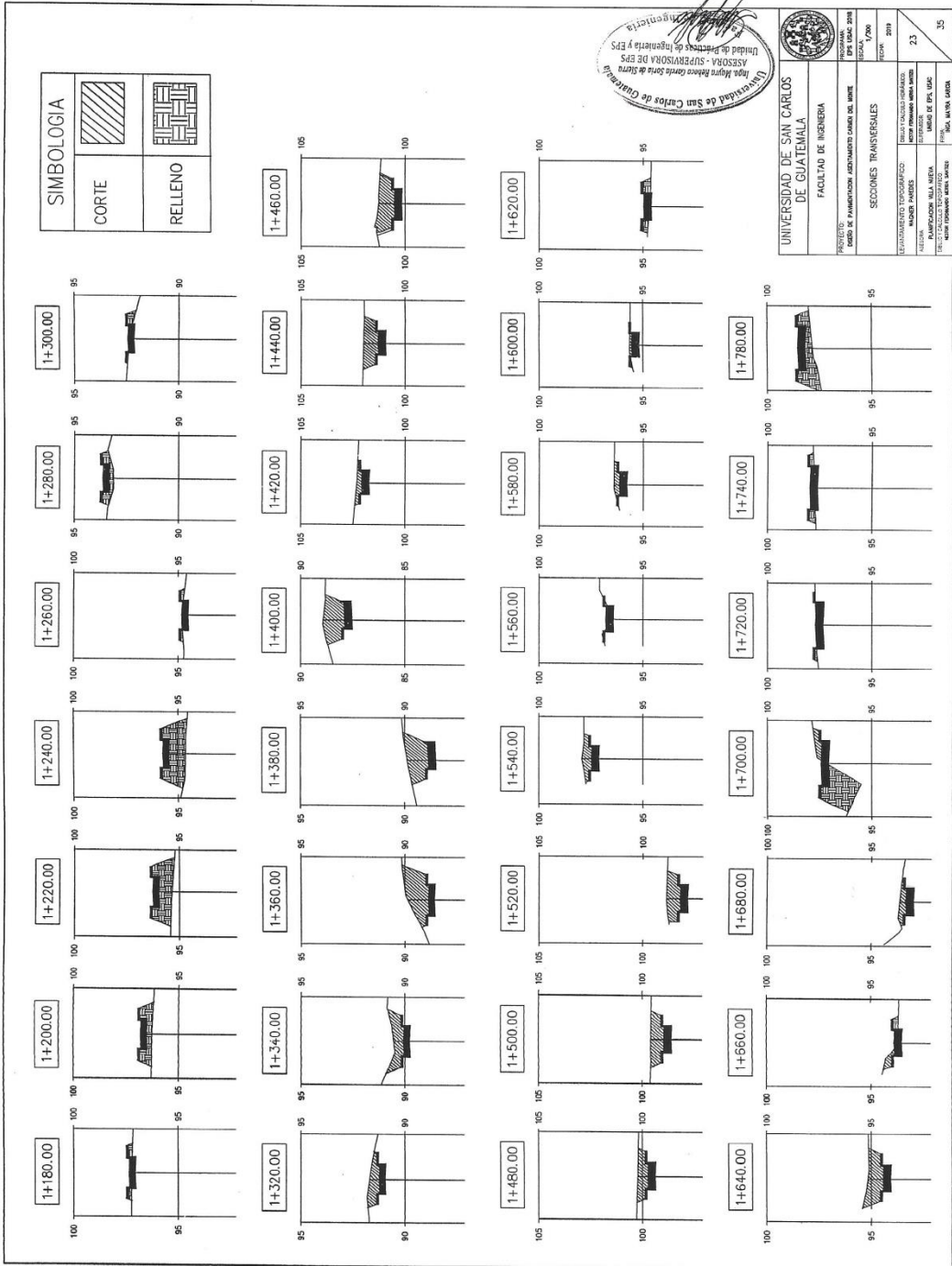
Universidad de San Carlos de Guatemala
 Asesoría Superiora de EPS
 Unidad de Planeación y Ejecución de Proyectos

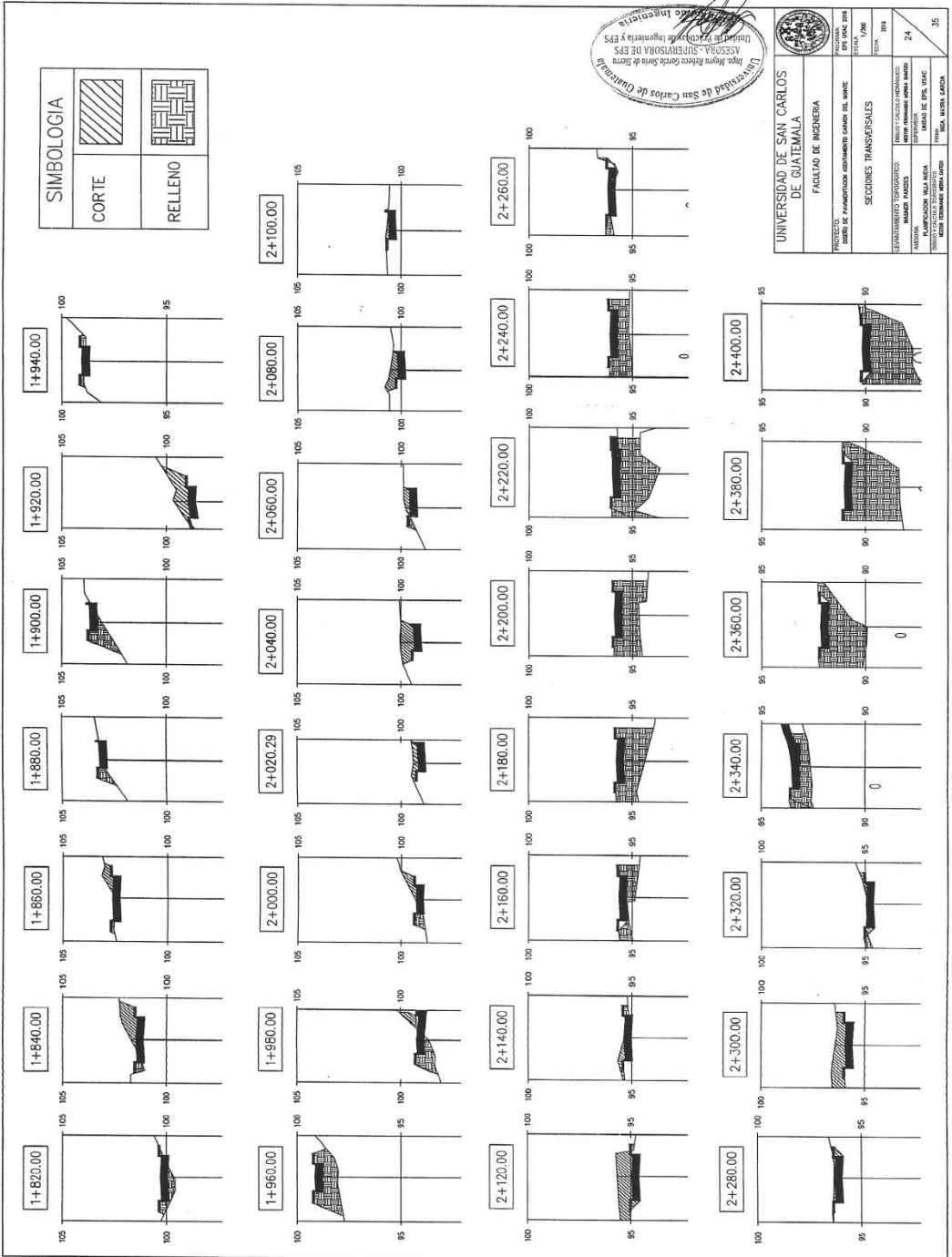
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERIA
 PROYECTO: OBRAS DE MANUTENCION Y MEJORAMIENTO DEL CAMINO
 LOCALIDAD: VITIO
 TIPO: PLANTA-PROFIL
 ESCALA: 1/650

ESTUDIANTE RESPONSABLE	FRANCISCA CALISTO MARQUEZ
ASISTENTE	WILSON PARRALES
COORDINADOR DE LA ASISTENCIA	INGENIERO DE EPS, DAC
PROFESOR FACULTAD RESPONSABLE	INGENIERO DE EPS, DAC
OTRO RESPONSABLE DEL TRABAJO	INGENIERO DE EPS, DAC

19
 35



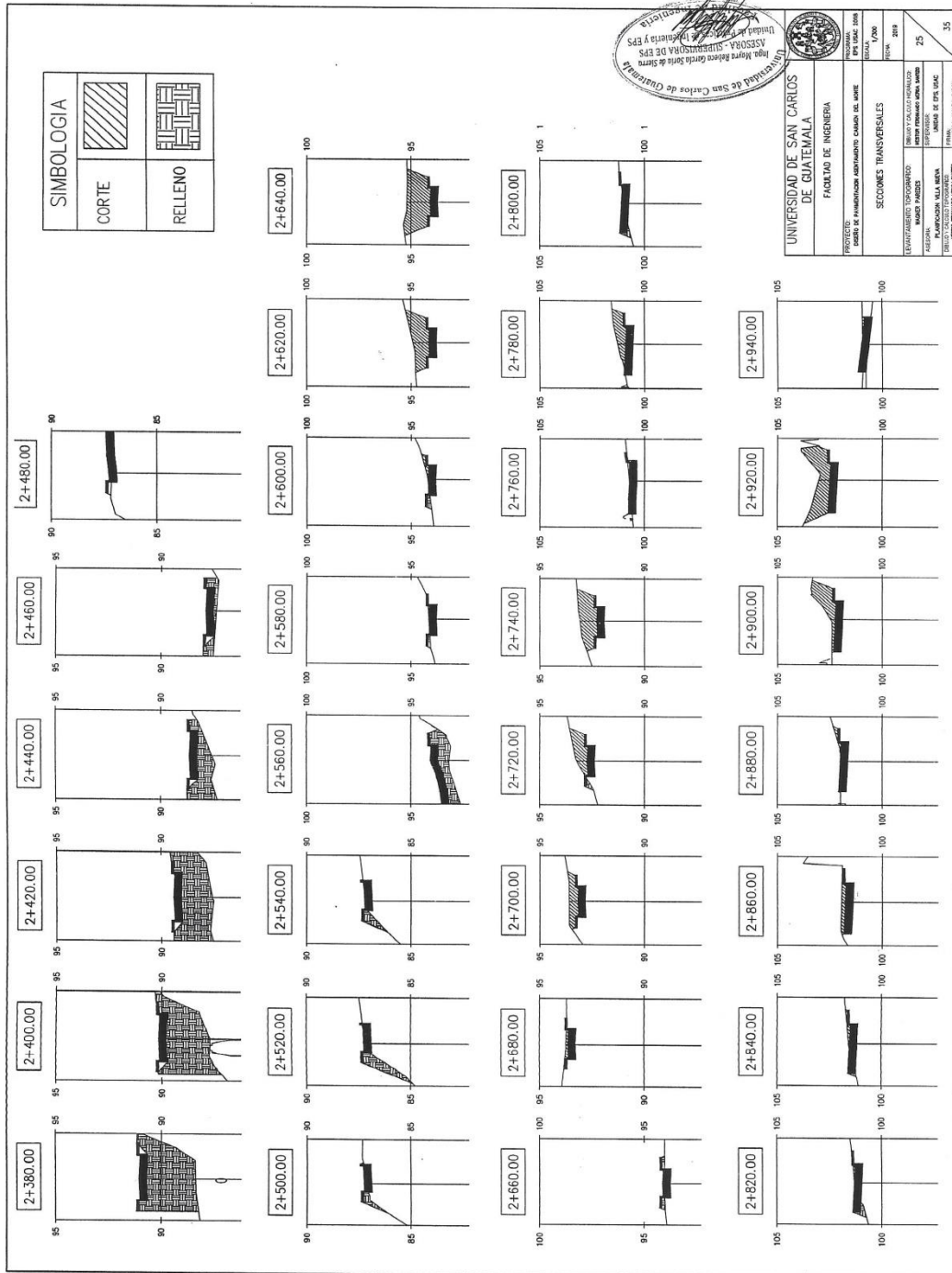


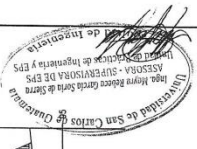
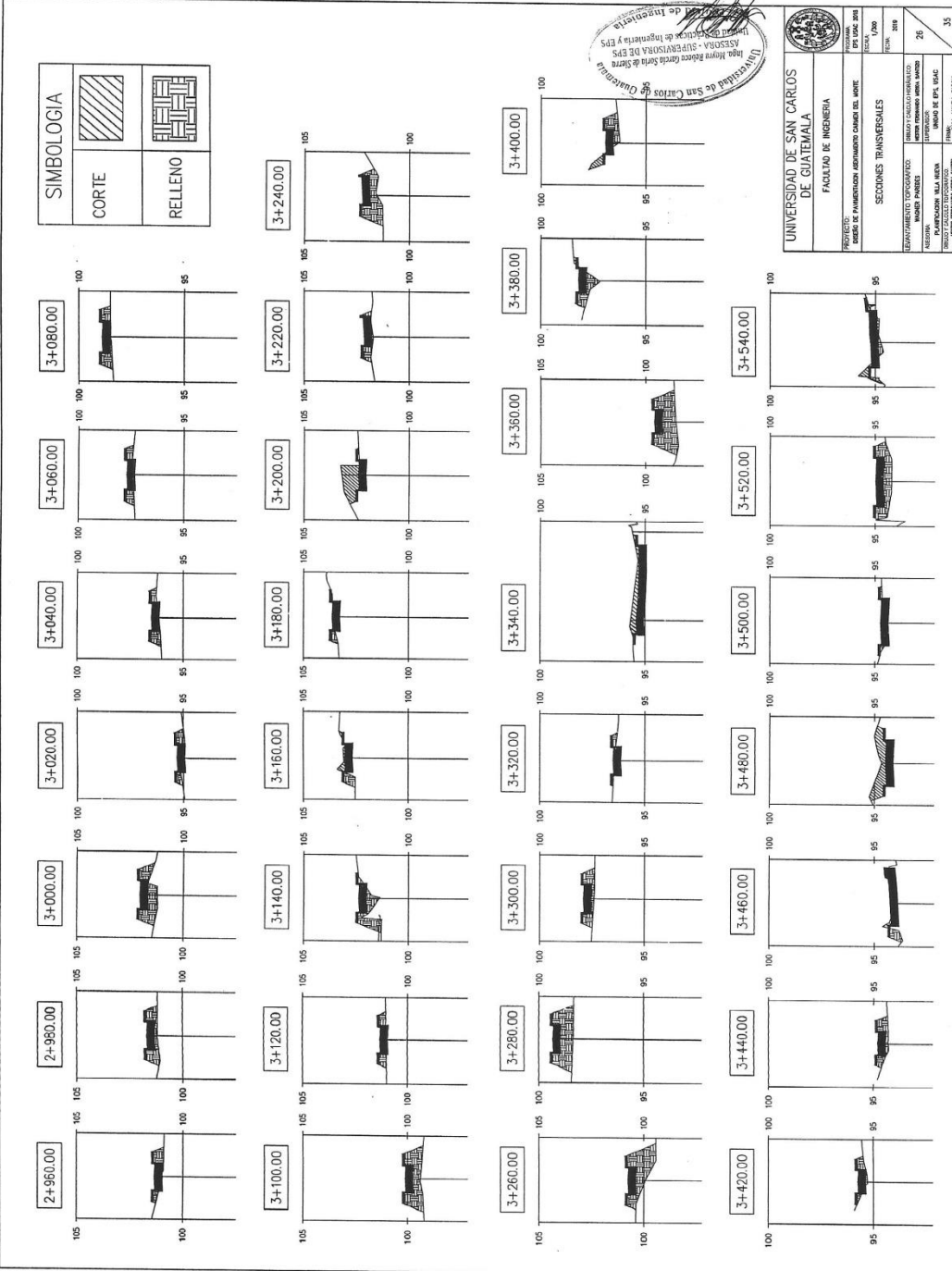


SIMBOLOGIA	
CORTE	
RELLENO	



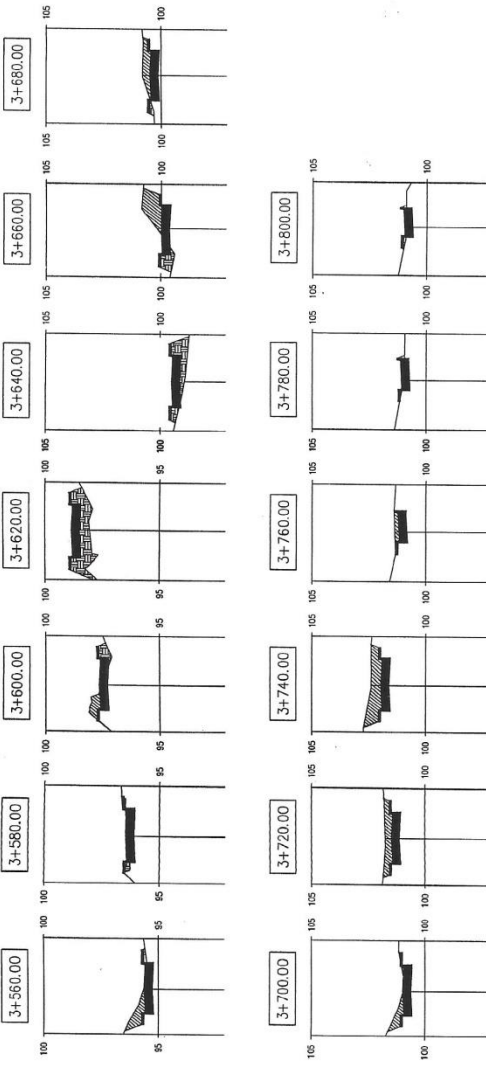
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	
FACULTAD DE INGENIERIA	
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL	
CATEDRA DE FUNDACIONES Y GEOTECNIA	
SECCION DE TRANSVERSALES	
PROFESOR:	ING. MYRA HELENE GUEDDES SIERRA DE SERRANO
ALUMNO:	ING. MYRA HELENE GUEDDES SIERRA DE SERRANO
TITULO:	TRANSVERSALES
FECHA:	24/05/2019
NUMERO:	24
PAGINA:	35





UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	
FACULTAD DE INGENIERIA	
PROYECTO: BASES DE PAVIMENTACION ADJUNTAMIENTO CAMINO DEL MONTE	
ESCALA: 1:200	FECHA: 2011
SECCIONES TRANSVERSALES	
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA CIVIL	SECCION: 2/5
INSTRUMENTACION: NIVELACION	INSTRUMENTOS: NIVEL TOTAL
PROYECTANTE: ROBERTO GARCIA SORIA DE SORIA	REVISOR: ROBERTO GARCIA SORIA DE SORIA
PROYECTO: BASES DE PAVIMENTACION ADJUNTAMIENTO CAMINO DEL MONTE	FECHA: 2011
ESCALA: 1:200	FECHA: 2011

SIMBOLOGIA	
CORTE	
RELLENO	



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	
FACULTAD DE INGENIERIA	
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA DE CARRETERAS Y EPS	
CATEDRA DE FUNDACIONES Y OBRAS DE ARTES	
ASIGNATURA	ESTRUCTURAS DE CONCRETO
SECCIONES TRANSVERSALES	
FECHA	1/2008
PROF.	BRB
EQUIPAMIENTO INFORMATICO:	
PROCESADOR	INTEL PENTIUM 4
MEMORIA RAM	2 GB
DISCO DURO	160 GB
IMPRESORA	HP 1020
SOFTWARE	MS OFFICE 2003
OS	WINDOWS XP
MONITOR	15"
OTRO EQUIPO	
27	
35	

Estación	Área de corte	Volumen de corte	Área de relleno	Volumen de relleno	Vol. de corte acumulado	Vol. de relleno acumulado	Vol. neto acumulado	Ordenada volumen acum.
0+000.000	0.880	0.000	1.270	0.000	0.000	0.000	0.000	6900.000
0+020.000	0.010	9.910	1.300	25.720	9.910	25.720	-15.820	5884.180
0+040.000	1.880	18.000	0.880	28.890	28.890	38.710	-8.820	5895.360
0+060.000	0.520	24.170	0.850	53.130	53.130	48.910	4.220	6004.230
0+080.000	0.000	5.220	5.670	65.200	58.350	114.110	-55.760	5944.250
0+100.000	0.000	0.000	4.410	100.820	58.350	214.920	-156.570	5843.430
0+120.000	0.000	0.000	4.270	88.320	58.350	301.740	-243.390	5756.610
0+140.000	0.120	1.160	1.090	53.620	59.510	365.360	-205.850	5714.150
0+155.655	0.000	1.140	0.000	107.710	60.650	386.070	-305.420	5694.580
0+160.000	0.000	0.000	0.000	0.000	60.650	386.070	-305.420	5694.580
0+180.000	1.610	16.000	0.620	6.160	78.720	372.230	-293.500	5704.500
0+200.000	0.000	16.080	5.550	81.660	92.810	433.890	-341.080	5658.520
0+220.000	0.110	1.150	1.560	71.080	93.960	504.970	-411.010	5588.990
0+240.000	1.990	21.080	0.820	23.810	115.640	526.780	-413.740	5586.260
0+260.000	5.430	74.200	0.000	8.200	189.300	537.940	-347.740	5652.260
0+280.000	6.140	115.760	0.000	0.050	305.050	537.090	-232.000	5707.670
0+300.000	1.680	77.450	1.340	13.410	382.510	550.500	-167.990	5822.010
0+320.000	3.390	50.890	0.000	13.240	432.590	561.740	-131.150	5886.850
0+326.686	0.000	11.350	0.000	0.000	443.940	561.740	-118.800	5880.200
0+340.000	0.170	1.140	1.250	8.250	445.090	571.030	-126.950	5873.050
0+360.000	0.000	1.710	2.540	37.860	446.790	609.910	-163.120	5836.880
0+380.000	0.440	4.800	1.350	38.880	450.720	646.750	-196.000	5802.000
0+400.000	2.560	29.600	0.630	19.720	480.410	666.510	-186.100	5811.900
0+420.000	0.000	25.590	8.750	93.740	506.000	760.250	-256.250	5743.750
0+440.000	0.000	0.000	12.710	214.560	506.000	878.810	-478.810	5526.190
0+460.000	0.000	0.000	18.820	326.440	506.000	1380.250	-797.250	5202.750
0+480.000	0.000	0.000	15.880	358.130	506.000	1661.380	-115.380	4944.620
0+485.540	0.000	0.000	0.000	67.800	506.000	1729.180	-123.180	4776.820
0+500.000	0.310	1.750	0.380	2.150	507.790	1731.330	-123.540	4776.460
0+520.000	3.170	48.860	0.000	3.790	546.640	1735.080	-1188.440	4613.560
0+540.000	1.830	56.010	0.000	0.040	604.650	1735.120	-1133.470	4699.530
0+560.000	1.120	29.550	0.180	1.880	634.200	1737.010	-1102.810	4687.180
0+580.000	0.000	11.270	5.440	56.260	645.470	1793.300	-147.830	4682.170
0+600.000	0.000	0.000	5.610	110.970	646.470	1803.970	-1358.000	4741.000
0+620.000	0.000	0.000	6.000	116.960	645.470	2079.960	-1374.960	4625.510
0+640.000	0.000	0.000	7.140	131.410	645.470	2191.370	-1505.800	4464.100
0+660.000	0.000	0.000	12.410	195.550	645.470	2346.920	-1701.450	4238.520
0+680.000	0.000	0.000	16.260	262.730	645.470	2633.650	-1888.180	4011.820
0+700.000	0.000	0.000	20.160	364.200	645.470	2897.850	-2352.380	3647.820



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA

PROFESOR: [Nombre]
MATERIA: [Materia]
CARRERA: [Carrera]

RESUMEN DE VOLÚMENES DE TIERRA

ESTACIÓN: 0+000 a 0+700
MAY 2018

FECHA: 30
PÁGINA: 35



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 DEPARTAMENTO DE INGENIERIA
 FACULTAD DE INGENIERIA
 RESUMEN DE VOLUMENES DE TIERRA

PROYECTO: OBRAS DE PAVIMENTACION ADJUNTAS LINDERO DEL MONTE
 ETAPA: 01
 FECHA: 2018

REVISADO POR: [Nombre]
 DISEÑADO POR: [Nombre]
 VERIFICADO POR: [Nombre]
 APROBADO POR: [Nombre]

UNIDAD DE EJECUCION: [Nombre]
 UNIDAD DE EJECUCION: [Nombre]
 UNIDAD DE EJECUCION: [Nombre]
 UNIDAD DE EJECUCION: [Nombre]

FECHA: 31
 PAGINA: 35

Estacion	Area de corte	Volumen de corte	Area de relleno	Volumen de relleno	Vol. de corte acumulados	Vol. de relleno acumulados	Vol. neto acumulado	Obreros volumenes cumm.
0+720.000	0.000	0.000	16.970	381.300	645.470	3388.150	-2743.680	3256.320
0+740.000	0.000	0.000	4.890	238.650	645.470	3627.800	-2892.330	3017.870
0+760.000	3.880	38.810	0.000	48.890	684.080	3676.790	-2892.710	3007.290
0+780.000	0.000	38.330	15.360	153.660	722.510	3530.460	-3107.870	2892.130
0+800.000	0.000	0.000	11.680	270.420	722.510	4103.890	-3078.290	2621.710
0+820.000	2.870	28.740	0.390	120.700	748.350	4221.690	-3472.250	2327.750
0+840.000	0.750	34.240	0.890	12.180	763.590	4233.780	-3450.190	2546.810
0+860.000	4.120	48.700	0.000	9.180	832.290	4242.860	-3410.870	2588.330
0+880.000	8.680	127.660	0.000	0.000	860.240	4243.860	-3283.620	2716.380
0+900.000	19.310	265.690	0.000	0.000	1226.200	4243.860	-3017.660	2692.340
0+920.000	3.020	223.310	0.200	1.860	1449.510	4243.840	-2798.330	3033.870
0+940.000	1.520	3.770	1.790	1.650	1453.290	4247.480	-2794.210	3035.790
0+960.000	0.180	1.700	0.700	6.420	1454.980	4253.910	-2798.930	3031.070
0+980.000	0.000	1.890	2.330	30.340	1456.840	4284.220	-2827.410	3172.590
0+990.000	0.000	0.070	1.250	35.850	1458.910	4320.140	-2853.230	3138.770
1+000.000	2.780	27.910	0.000	12.550	1484.820	4332.890	-2847.870	3152.130
1+020.000	4.390	71.590	0.000	0.000	1536.320	4332.890	-2775.370	3223.830
1+040.000	7.200	115.650	0.000	0.000	1671.970	4332.890	-2690.720	3339.280
1+060.000	4.230	114.290	0.000	0.000	1786.250	4332.890	-2546.440	3453.840
1+080.000	0.500	47.330	0.590	5.860	1933.800	4336.550	-2504.870	3485.030
1+100.000	0.000	5.020	3.850	41.370	1938.600	4378.920	-2541.320	3458.860
1+120.000	0.060	0.620	0.670	44.220	1939.220	4424.140	-2884.920	3415.680
1+140.000	0.120	1.810	0.790	16.620	1941.030	4440.790	-2589.730	3400.270
1+160.000	0.100	2.180	0.650	16.350	1943.210	4457.110	-2613.800	3398.100
1+180.000	0.630	7.310	0.650	12.910	1950.520	4470.020	-2619.500	3399.600
1+200.000	0.000	6.320	2.710	31.560	1956.840	4501.580	-2644.740	3355.260
1+220.000	0.000	0.000	5.510	82.160	1958.840	4583.740	-2726.800	3273.100
1+240.000	0.000	0.000	6.750	122.540	1958.840	4706.280	-2648.440	3150.600
1+260.000	0.950	9.920	0.290	70.380	1969.300	4776.660	-2610.300	3089.700
1+280.000	0.000	9.520	1.740	20.310	1975.880	4796.970	-2621.000	3078.810
1+300.000	0.740	7.380	0.510	22.830	1983.270	4816.500	-2636.230	3063.270
1+320.000	3.860	44.030	0.000	5.130	1927.300	4824.630	-2687.330	3102.870
1+340.000	4.560	82.170	0.000	0.000	2009.470	4824.630	-2615.160	3184.640
1+360.000	6.890	114.410	0.000	0.000	2123.880	4824.630	-2700.750	3299.250
1+387.465	0.000	24.760	0.000	0.000	2148.640	4824.630	-2675.890	3254.910
1+380.000	6.340	40.910	0.000	0.000	2189.250	4824.630	-2635.380	3384.620
1+400.000	5.840	122.630	0.000	0.000	2211.880	4824.630	-2512.750	3487.250
1+425.819	0.000	19.870	0.000	0.000	2231.550	4824.630	-2463.080	3506.920

Estación	Área de corte	Volumen de corte	Área de relleno	Volumen de relleno	Vol. de corte acumulado	Vol. de relleno acumulado	Vol. neto acumulado	Ordenado volumen acum.
2+113.470	1.010	17.450	0.300	2.140	3663.340	5562.820	-1899.480	4100.850
2+120.000	0.800	15.670	0.180	0.620	3769.510	5591.450	-1821.940	4116.020
2+144.000	0.590	53.850	0.810	6.900	3763.390	5593.360	-1840.030	4159.970
2+160.000	0.000	5.800	6.460	72.660	3769.220	5716.070	-1946.850	4093.150
2+186.000	0.000	0.800	13.510	186.710	3769.220	6375.780	-2606.560	3993.440
2+200.000	0.000	0.800	13.100	266.270	3769.220	6142.050	-2372.830	3627.170
2+220.000	0.000	0.830	20.760	338.650	3769.250	6460.650	-2711.420	3268.820
2+240.000	0.000	0.600	8.340	269.940	3769.280	6710.590	-3001.310	2998.690
2+250.000	0.140	1.670	1.340	100.840	3770.950	6917.530	-3108.580	2898.420
2+280.000	0.350	4.830	0.050	18.820	3775.780	6911.450	-3115.670	2868.330
2+300.000	3.860	43.470	0.000	0.540	3819.250	6991.990	-3072.740	2927.290
2+320.000	0.270	43.860	0.300	3.590	3862.740	6995.590	-3032.840	2962.160
2+340.000	0.000	3.720	7.890	81.950	3866.470	6977.530	-3111.060	2889.940
2+360.000	0.000	0.000	15.820	237.460	3866.470	7214.990	-3348.520	2651.480
2+380.000	0.000	0.000	20.290	459.620	3866.470	7674.810	-3808.340	2191.860
2+400.000	0.000	0.000	24.720	551.230	3866.470	8225.840	-4358.370	1646.630
2+420.000	0.000	0.000	15.980	407.360	3866.470	8633.220	-4766.750	1233.250
2+440.000	0.000	0.000	8.340	241.230	3866.470	8871.450	-5007.960	952.020
2+460.000	0.000	0.000	4.550	128.910	3866.470	9002.440	-5196.990	854.010
2+470.857	0.000	0.000	0.000	37.230	3866.470	9039.690	-5173.220	826.760
2+480.000	0.000	0.000	0.000	0.000	3866.470	9039.690	-5173.220	826.760
2+500.000	0.700	7.090	0.700	6.990	3873.480	9046.690	-5173.200	826.800
2+520.000	0.950	16.590	2.350	39.520	3889.980	9071.880	-5181.900	812.950
2+540.000	1.190	20.770	0.930	32.820	3910.750	9116.000	-5185.250	800.750
2+554.659	1.190	17.210	0.650	7.590	3927.960	9117.590	-5188.630	810.360
2+560.000	0.000	0.000	0.000	0.000	3927.960	9117.590	-5188.630	810.360
2+560.000	1.360	13.510	0.140	1.450	3941.470	9116.030	-5174.560	822.440
2+600.000	1.690	38.230	0.210	3.720	3971.700	9122.750	-5151.050	848.950
2+620.000	0.300	88.430	0.000	2.090	4062.120	9124.610	-5072.690	927.310
2+640.000	8.820	151.190	0.000	0.000	4303.270	9124.610	-4821.540	1079.460
2+656.412	1.270	82.760	0.000	0.000	4386.050	9124.610	-4838.760	1161.240
2+660.000	1.840	28.540	0.000	3.510	4316.410	9123.850	-4812.540	1197.460
2+700.000	3.770	55.470	0.000	0.000	4371.880	9129.970	-4757.090	1242.910
2+720.000	3.990	76.290	0.210	2.090	4448.140	9121.960	-4693.820	1317.080
2+740.000	6.210	101.370	0.000	2.090	4549.510	9133.150	-4683.640	1416.360
2+758.692	1.270	67.640	0.260	2.320	4617.150	9135.470	-4618.320	1481.660
2+780.000	0.000	0.000	0.000	0.000	4617.150	9135.470	-4618.320	1481.660
2+790.000	4.630	46.170	0.000	0.000	4683.320	9135.470	-4472.170	1527.830



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERIA

PROYECTO: OBRAS DE PAVIMENTACION DE LA CARRETERA DE LA ZONA DE EPS

ESTADISTICA DE OBRAS DE EPS

RESUMEN DE VOLUMENES DE TIERRA

FECHA: 2011

ELABORADO POR: [Nombre]

REVISADO POR: [Nombre]

APROBADO POR: [Nombre]

FECHA: 2011

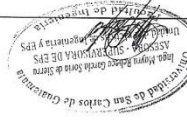
33

Emisión	Área de corte	Volumen de corte	Área de relleno	Volumen de relleno	Vol. de corte acumulado	Vol. de relleno acumulado	Ordenada volumen acuml.
2+460.000	1.020	58.320	0.210	2.120	4198.640	9137.610	-4417.970
2+460.000	1.540	25.540	0.340	5.520	4745.180	9143.140	-4397.560
2+460.000	2.010	35.460	0.070	4.150	4786.660	9147.290	-4386.530
2+460.000	3.200	52.140	0.000	0.720	4832.800	9148.610	-4315.210
2+460.000	2.220	54.280	0.000	0.040	4887.080	9148.650	-4269.970
2+460.000	5.610	76.370	0.000	0.040	4965.450	9148.690	-4182.840
2+460.000	8.410	149.270	0.000	0.000	5105.720	9148.690	-4042.370
2+493.554	2.190	87.790	0.000	0.000	5193.510	9148.690	-3954.590
2+494.000	1.890	3.190	0.000	0.000	5196.700	9148.690	-3851.390
2+496.000	0.130	19.880	1.000	6.990	5216.580	9148.690	-3841.500
2+496.000	0.090	1.330	2.260	32.800	5277.910	9163.890	-3775.070
3+000.000	0.000	0.000	3.460	57.790	5277.910	9248.770	-4030.860
3+045.145	0.530	4.090	0.410	26.460	5227.970	9278.260	-4055.260
3+048.000	0.440	2.210	0.870	4.820	5234.180	9283.890	-4058.900
3+048.000	0.140	5.370	1.070	18.400	5228.550	9302.460	-4072.930
3+060.000	0.340	4.800	0.890	20.590	5234.350	9323.070	-4088.720
3+060.000	0.000	3.420	1.520	25.050	5237.770	9348.120	-4110.350
3+100.000	0.000	0.660	4.270	57.890	5237.770	9405.000	-4108.230
3+102.000	0.290	2.840	0.610	51.620	5240.710	9457.620	-4217.110
3+140.000	0.050	3.440	2.550	34.590	5244.150	9462.210	-4248.260
3+160.000	1.790	18.390	0.610	32.210	5262.540	9524.620	-4292.080
3+180.000	1.100	28.840	0.360	10.390	5291.380	9555.910	-4243.630
3+200.000	4.100	62.000	0.070	4.350	5343.360	9558.390	-4185.990
3+210.045	0.000	26.610	0.000	0.350	5363.960	9528.710	-4175.720
3+220.000	0.000	14.660	0.610	4.940	5378.570	9544.650	-4186.090
3+240.000	0.000	0.040	3.400	42.110	5376.610	9556.790	-4208.150
3+252.271	1.110	6.800	0.640	24.870	5385.410	9611.590	-4228.170
3+260.000	0.000	4.180	4.870	16.340	5383.550	9627.620	-4238.330
3+260.000	0.000	0.000	5.460	103.520	5388.090	9731.440	-4341.850
3+300.000	0.000	10.840	0.200	75.250	5386.590	9806.690	-4417.100
3+320.000	1.990	18.940	0.320	23.650	5406.130	9830.340	-4459.810
3+340.000	0.000	10.840	0.000	3.230	5411.470	9833.570	-4422.100
3+344.641	0.000	0.000	0.000	0.000	5411.470	9833.570	-4422.100
3+360.000	0.000	10.750	5.840	46.450	5422.220	9880.020	-4467.800
3+380.000	0.260	23.980	1.450	72.900	5448.810	9952.910	-4528.110
3+400.000	0.870	11.350	1.460	28.260	5456.160	9982.210	-4546.850
3+420.000	0.110	9.880	0.740	22.160	5446.040	1004.390	-4588.350
3+440.000	0.000	1.130	1.550	22.960	5447.170	1022.370	-4580.000
3+463.848	0.000	0.000	0.000	10.770	5447.170	1038.140	-4580.000



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERIA
 RESUMEN DE VOLUMENES DE TIERRA
 PROYECTO: OBRAS DE PAVIMENTACION CARRETERA DEL UPR
 EPT UPR 200
 LOCALIDAD: TEBALGA
 AÑO: 2019
 DEPARTAMENTO: ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
 ASIGNATURA: METODOS Y MATERIALES DE OBRAS DE TIERRA
 ALUMNO: MANUEL PARRIS
 FECHA: 31/05/2019
 PÁGINA: 34 DE 35

Estación	Área de corte	Volumen de corte	Área de relleno	Volumen de relleno	Vol. de corte acumulado	Vol. de relleno acumulado	Vol. neto acumulado	Ordenada volumen acum.
3+460.000	0.000	0.000	0.000	0.000	5447.170	10038.140	-4590.970	1493.630
3+480.000	5.640	56.450	0.000	0.000	5503.620	10038.140	-4534.520	1465.480
3+500.000	1.440	70.630	0.100	1.000	5574.690	10040.040	-4465.350	1534.010
3+520.000	0.000	13.860	3.630	37.800	5587.340	10077.840	-4489.500	1510.100
3+540.000	1.120	11.160	0.540	41.730	5598.100	10119.570	-4520.470	1479.630
3+560.000	3.290	43.020	0.120	6.530	5642.120	10126.100	-4483.980	1518.020
3+580.000	1.510	45.840	0.100	3.120	5688.000	10129.220	-4441.160	1538.840
3+600.000	2.230	35.360	0.690	8.850	5723.440	10138.070	-4414.630	1556.370
3+620.000	0.000	22.720	5.080	57.890	5746.160	10195.760	-4449.600	1559.400
3+640.000	0.030	0.350	2.470	74.670	5746.510	10270.430	-4523.920	1476.090
3+660.000	4.570	44.620	0.600	33.660	5790.530	10304.060	-4513.530	1486.440
3+680.000	3.710	88.260	0.170	7.850	5978.790	10312.040	-4433.250	1566.750
3+700.000	3.180	69.470	0.000	2.170	5948.260	10314.210	-4365.950	1634.050
3+720.000	4.510	78.870	0.000	0.000	6025.130	10314.210	-4288.080	1710.920
3+740.000	8.200	198.820	0.000	0.000	6133.650	10314.210	-4180.260	1816.740
3+753.809	0.000	42.820	0.000	0.000	6176.770	10314.210	-4137.440	1852.590
3+760.000	1.990	5.760	0.000	0.000	6182.530	10314.210	-4131.680	1868.320
3+780.000	0.820	26.890	0.070	0.710	6209.390	10314.920	-4105.530	1884.470
3+800.000	0.990	17.050	0.120	1.620	6226.420	10316.840	-4096.420	1905.580
3+808.479	1.160	8.630	0.040	0.670	6235.050	10317.510	-4089.460	1917.540



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES Y SERVICIOS TECNOLÓGICOS
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES Y SERVICIOS TECNOLÓGICOS
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES Y SERVICIOS TECNOLÓGICOS
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES Y SERVICIOS TECNOLÓGICOS
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES Y SERVICIOS TECNOLÓGICOS

RESUMEN DE VOLUMENES DE TIERRA

FECHA: 2019

PROYECTO: OBRAS DE PAVIMENTACION Y MEJORAMIENTO DEL MUNICIPIO DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

SECCION: 01

ESTACION: 3+460.000

ESTACION: 3+808.479

FECHA: 2019

PROYECTO: OBRAS DE PAVIMENTACION Y MEJORAMIENTO DEL MUNICIPIO DE SAN CARLOS DE GUATEMALA


SECCION: 01

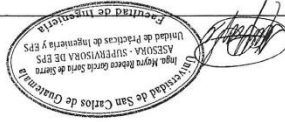
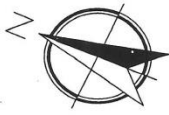
ESTACION: 3+460.000

ESTACION: 3+808.479

INDICE DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLUVIAL

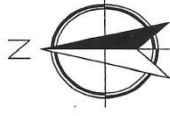
1. PLANTA DE CURVAS DE NIVEL.....	2
2. PLANTA DE DENSIDAD DE VIVIENDA	3
3. PLANTA DE DRENAJE SANITARIO	4-5
4. PLANTA-PERFIL DE DRENAJE SANITARIO.....	6-28
5. PLANTA DE DRENAJE PLUVIAL.....	29-30
6. PLANTA-PERFIL DE DRENAJE PLUVIAL.....	31-56
7. DETALLE DE POZOS DE VISITA	57
8. DETALLE DE TRAGANTE.....	58

 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	
FACULTAD DE INGENIERIA	
PROYECTO: ABASTECIMIENTO SANITARIO, PLUVIAL Y FARMACIACION	
ESCALA: 1:1000	FECHA: 2018
INDICE	
LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO: MUESTRA PASEDES MUESTRA	DISEÑO Y CÁLCULO: HERNÁNDEZ DISEÑO Y CÁLCULO: HERNÁNDEZ DISEÑO Y CÁLCULO: HERNÁNDEZ UNIDAD DE EPS: UNICAR
PLANTAS: PLANTA DE DRENAJE PLUVIAL PLANTA DE DRENAJE SANITARIO	
PÁGINA: 58	

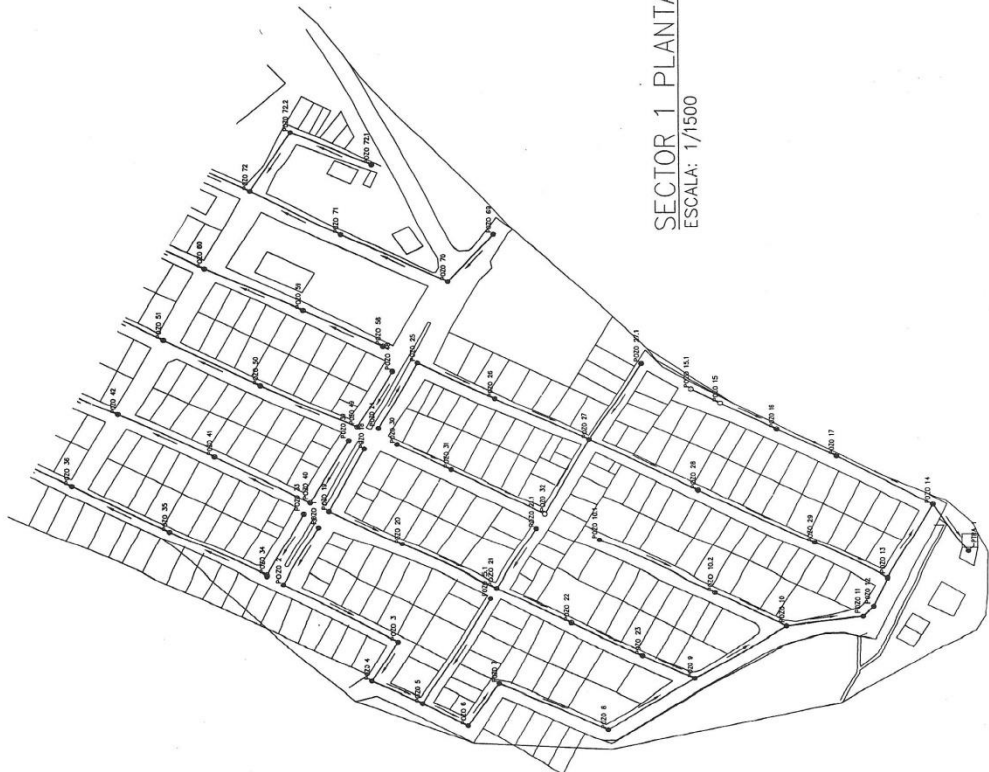


PLANTA CURVAS DE NIVEL
ESCALA: 1/2000

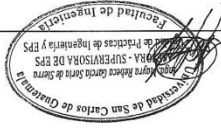
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	
FACULTAD DE INGENIERIA	
PROYECTO:	ACERTEJAMIENTO URBANO DEL NORTE
PROFESOR:	1/2000
PLANTA CURVAS DE NIVEL	2019
LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO:	TRABAJO Y CALCULO DE BARRIO
PROYECTO:	ESTUDIO DE BARRIO NOROCCIDENTAL
ALUMNO:	MERYN RIOS DE LA CRUZ
FECHA:	15/04/2019
NUMERO DE PLAN:	2
FECHA DE ENTREGA:	15/04/2019
FECHA DE CALIFICACION:	15/04/2019
FECHA DE CALIFICACION:	15/04/2019



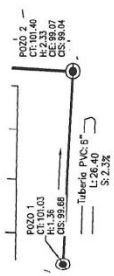
SIMBOLOGIA	
POZO DE VISITA	⊙
POZO DE VISITA	⏏
TUBERIA	—
PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES	—
PIRA	—



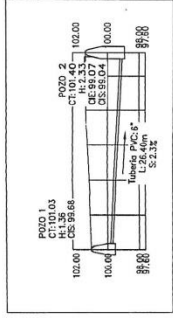
SECTOR 1 PLANTA SISTEMA SANITARIO
ESCALA: 1/1500



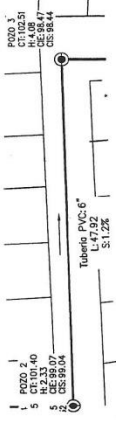
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	
FACULTAD DE INGENIERIA	
PROYECTO:	BORDE DE SERVIDIO ADECUAMIENTO JUNCO DEL NORTE
PROFESOR:	ING. ROBERTO GARCIA SANTIAGO
ALUMNO:	ING. ROBERTO GARCIA SANTIAGO
FECHA:	2018
ESCALA:	1/1500
PLANTA SISTEMA SANITARIO	
ESCALA:	1/1500
FECHA:	2018
NO. DE HOJAS:	4
NO. DE HOJA:	56



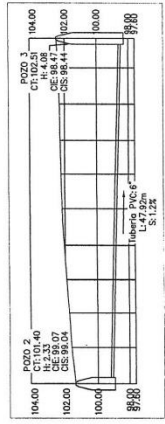
PLANTA POZO 1-2
ESCALA: 1/500



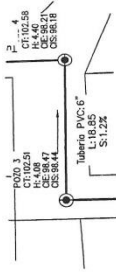
PERFIL POZO 1-2
ESCALA: 1/500



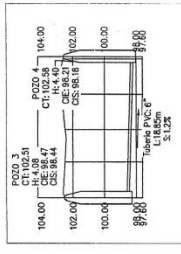
PLANTA POZO 2-3
ESCALA: 1/500



PERFIL POZO 2-3
ESCALA: 1/500



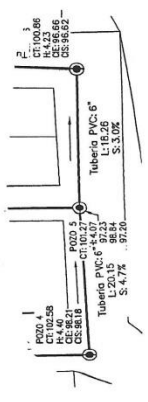
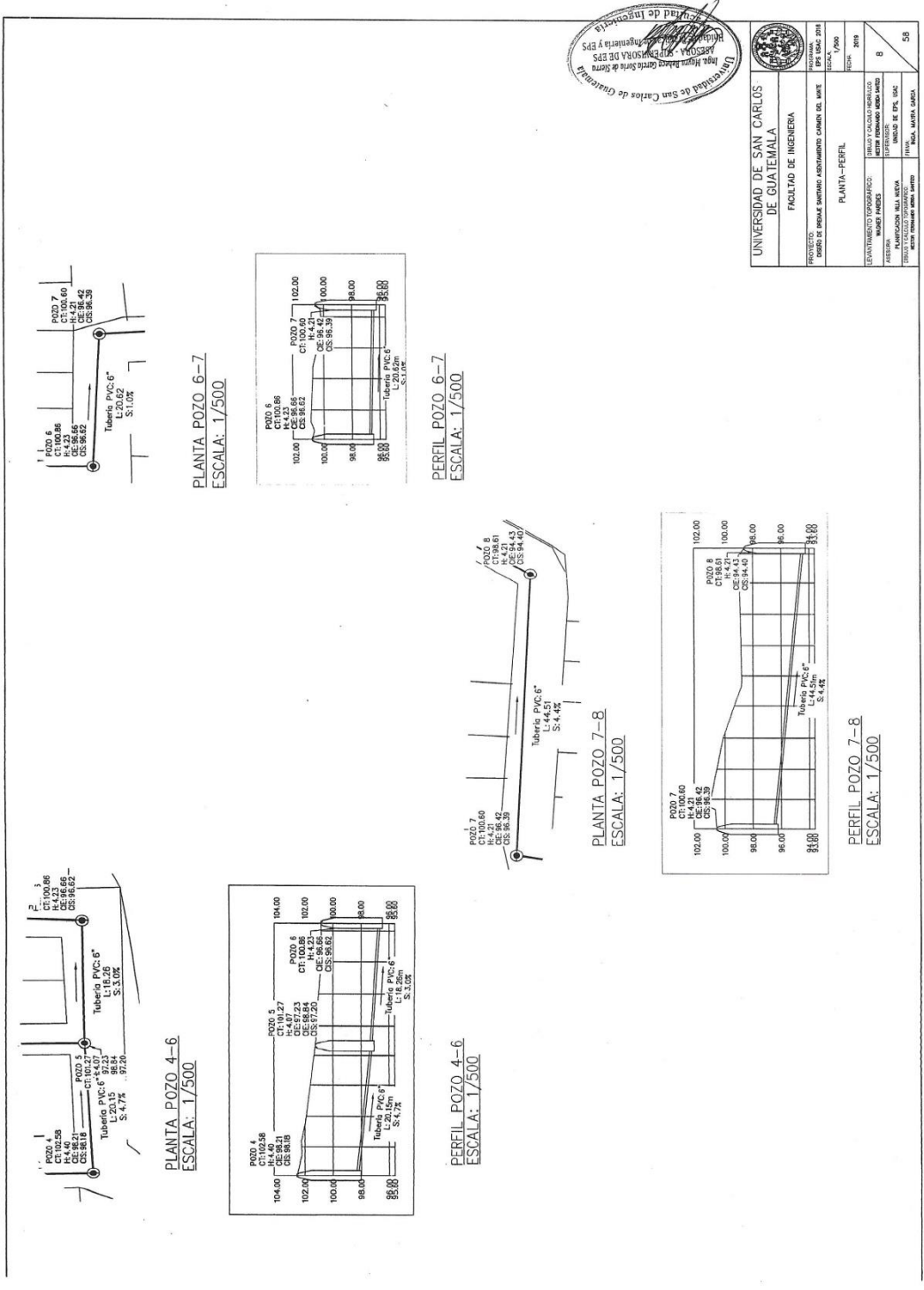
PLANTA POZO 3-4
ESCALA: 1/500



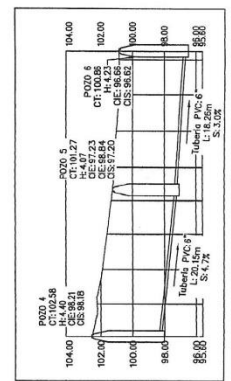
PERFIL POZO 3-4
ESCALA: 1/500



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	
FACULTAD DE INGENIERIA	
PROYECTO:	DISEÑO DE SERVIDOR AUTOMÁTICO CONTROL DEL NIVEL
FECHA:	2019
LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO:	SEMI Y CALCULO HORARIO
SECCIONES:	SECCIONES DE SERVIDOR
PLANEACION:	PLANEACION DEL NIVEL
PROFESOR:	ING. MARIO GARCIA
ESTUDIANTE:	ING. MARIO GARCIA
56	



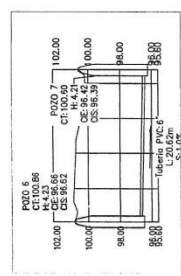
PLANTA POZO 4-6
ESCALA: 1/500



PERFIL POZO 4-6
ESCALA: 1/500



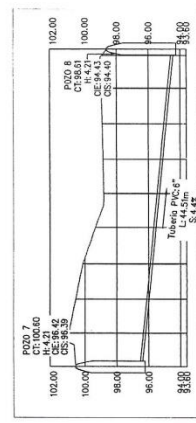
PLANTA POZO 6-7
ESCALA: 1/500



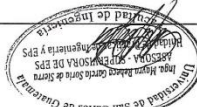
PERFIL POZO 6-7
ESCALA: 1/500



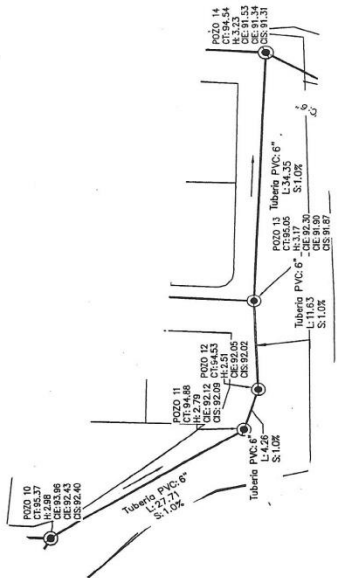
PLANTA POZO 7-8
ESCALA: 1/500



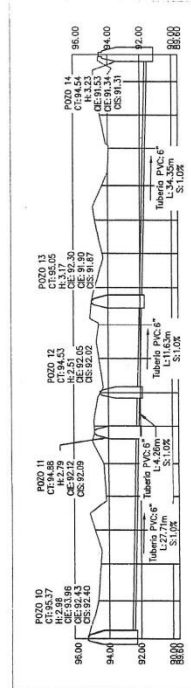
PERFIL POZO 7-8
ESCALA: 1/500



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA			
FACULTAD DE INGENIERIA		INSTITUTO DE INVESTIGACIONES Y PROYECTOS IIP-2019	
PROYECTO: DISEÑO DE BARRIO SANEAMIENTO COMÚN DEL BARRIO		TÍTULO: PLANTA-PERFIL	
AUTOR: MARIO PARRALES		FECHA: 2019	
LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO: PRIMARIO Y CALCULO DE BARRIO DISEÑO DE BARRIO SANEAMIENTO COMÚN DEL BARRIO		ESCALA: 1/500	
PLANIFICACION Y DISEÑO DE LA MANIFIESTACION EN LA NUEVA MANIFIESTACION DE EPT. DISEÑO DE BARRIO SANEAMIENTO COMÚN DEL BARRIO		NÚMERO DE EPT. DISEÑO DE BARRIO SANEAMIENTO COMÚN DEL BARRIO	
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES Y PROYECTOS IIP-2019		PÁGINA: 59 DE 60	



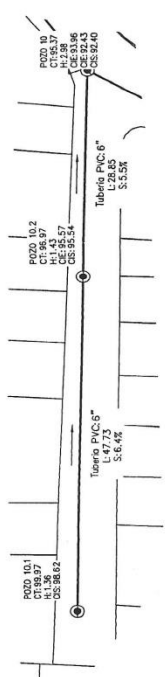
PLANTA POZO 10-14
ESCALA: 1/500



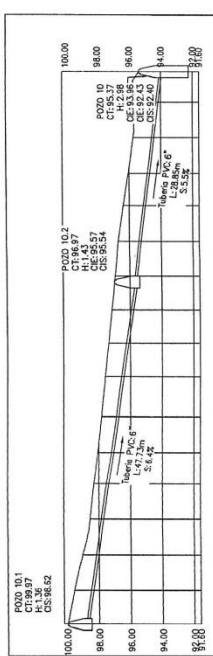
PERFIL POZO 10-14
ESCALA: 1/500



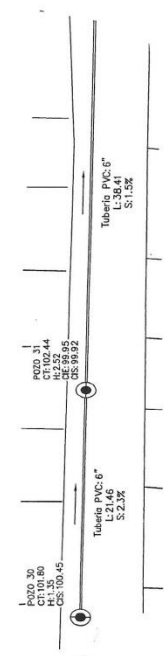
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA		FACULTAD DE INGENIERIA	
PROYECTO: MONTE DE MARIALBA AGRIICULTIVO CANAL DEL NORTE			
ESCALA:	1/500	FECHA:	2016
TITULO: PLANTA-PEFEL		AUTORES: MARIO ANTONIO GONZALEZ, ESTER ESTEROMERO VARGAS	
REVISOR: ANTONIO GONZALEZ		PROYECTO: MONTE DE MARIALBA AGRIICULTIVO CANAL DEL NORTE	
FECHA: 2016		LUGAR: GUATEMALA	
PROYECTO: MONTE DE MARIALBA AGRIICULTIVO CANAL DEL NORTE		HOJA: 55 DE 55	



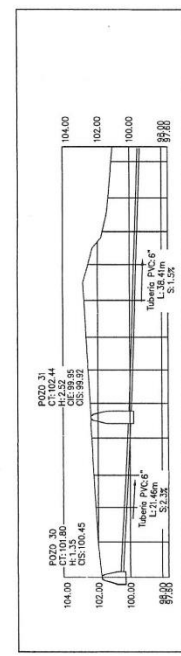
PLANTA POZO 10.1-10
ESCALA: 1/500



PERFIL POZO 10.1-10
ESCALA: 1/500



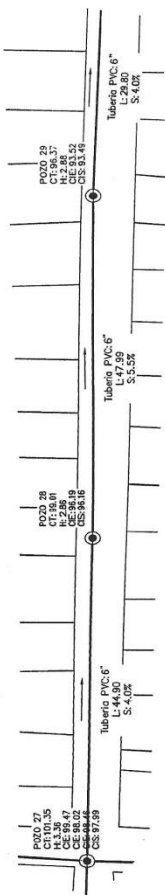
PLANTA POZO 30-32
ESCALA: 1/500



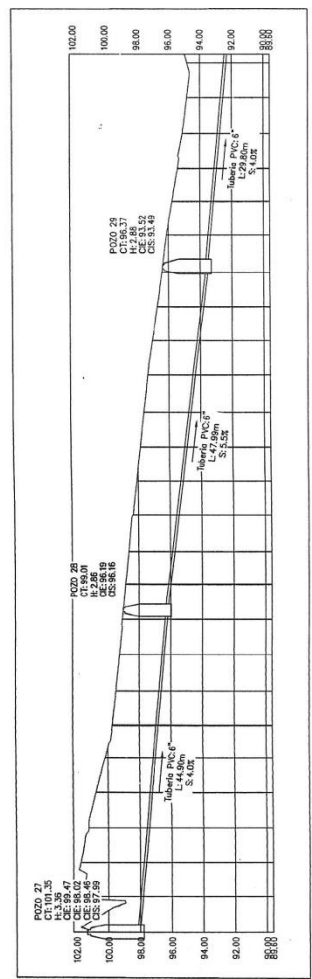
PERFIL POZO 30-32
ESCALA: 1/500



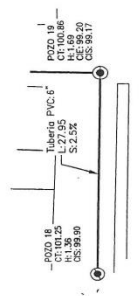
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	
FACULTAD DE INGENIERIA	
PROYECTO: DISEÑO DE OBRAS DE SANEAMIENTO URBANO DEL BARRIO	
ESCALA:	1/500
FECHA:	2018
LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO:	INDY Y CALLES HERRALCO
DISEÑO:	WALTER PAREDES
REVISOR:	MANFRED WILLY RIVERA
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA CIVIL:	INGENIERIA DE OBRAS DE SANEAMIENTO URBANO
SECCION:	MANUAL DE EPS, DISEÑO DE OBRAS DE SANEAMIENTO URBANO
NUMERO DE OBRAS:	11
FECHA DE ELABORACION:	2018, JUNIO, CUARTA
NUMERO DE HOJA:	58



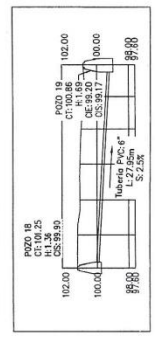
PLANTA POZO 27-13
ESCALA: 1/500



PERFIL POZO 27-13
ESCALA: 1/500



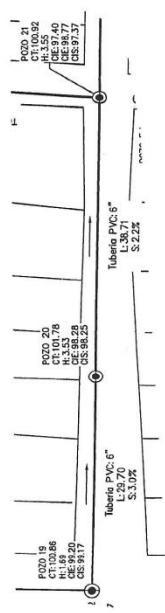
PLANTA POZO 18-19
ESCALA: 1/500



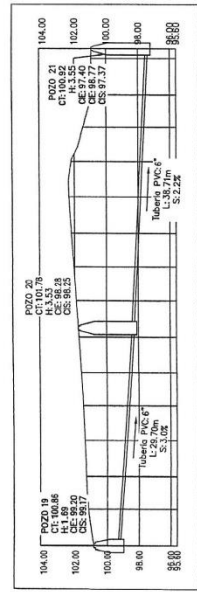
PERFIL POZO 18-19
ESCALA: 1/500



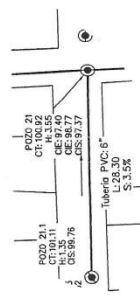
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	
FACULTAD DE INGENIERIA	
PROYECTO: DISEÑO DE SEWAGE SYSTEMS ADMINISTRATIVO COMUNA DE SAN CARLOS	FECHA: 1/2008
PLANTA-REFIL	
ESTADIMIENTO TECNICO: MANEJO DE PLANOS	FECHA DE CALIFICACION: 13/08/2018
ALUMNO: FABIAN RAMOS RIVERA	FECHA DE ENTREGA: 13/08/2018
GRUPO: PLANIFICACION Y LA LEY	FECHA DE CALIFICACION: 13/08/2018
FECHA DE ENTREGA: 13/08/2018	FECHA DE CALIFICACION: 13/08/2018
58	



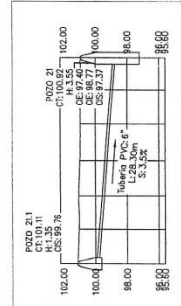
PLANTA POZO 19-21
ESCALA: 1/500



PERFIL POZO 19-21
ESCALA: 1/500



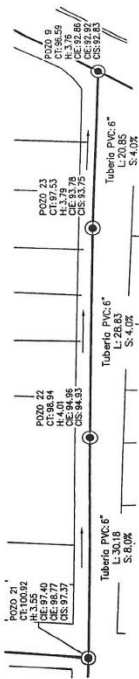
PLANTA POZO 21.1-21
ESCALA: 1/500



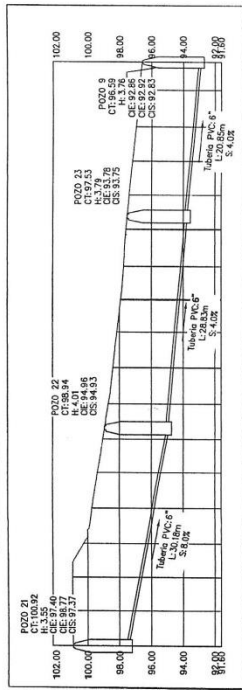
PERFIL POZO 21.1-21
ESCALA: 1/500



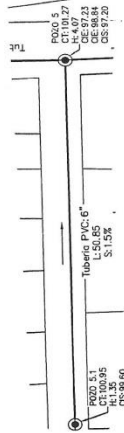
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	
FACULTAD DE INGENIERIA	
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA SANITARIA	
CATEDRA DE BARRIO AJUSTADO CANTO DEL PONTE	
PROFESOR:	EPES 1046 2018
ALUMNO:	EPES 1046 2018
FECHA:	2018
ESCALA:	1/500
PLANTA - PERFIL	
TITULO: DISEÑO DE BARRIO AJUSTADO CANTO DEL PONTE	
AUTOR: [Nombre]	
REVISOR: [Nombre]	
CORRECTOR: [Nombre]	
DISEÑADOR: [Nombre]	
PROYECTO: [Nombre]	
FECHA: [Fecha]	
LUGAR: [Lugar]	
ESCALA: [Escala]	
PAGINA: 14	
TOTAL PAGINAS: 58	



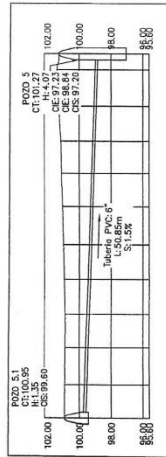
PLANTA POZO 21-9
 ESCALA: 1/500



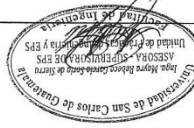
PERFIL POZO 21-9
 ESCALA: 1/500



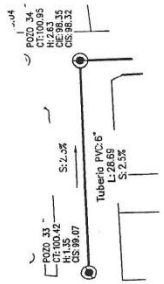
PLANTA POZO 5.1-5
 ESCALA: 1/500



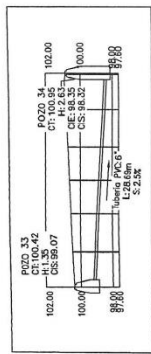
PERFIL POZO 5.1-5
 ESCALA: 1/500



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	
FACULTAD DE INGENIERIA	
PROYECTO:	SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO BASICO DE LA ZONA URBANA DE SAN CARLOS
PROFESOR:	ING. JUAN CARLOS PEREZ
ALUMNO:	ING. JUAN CARLOS PEREZ
FECHA:	2011
HOJA:	15
DEPARTAMENTO TOPOGRAFICO: <input type="checkbox"/> SECCION CALCULO GRAFICOS <input type="checkbox"/> SECCION DISEÑO GRAFICO <input type="checkbox"/> SECCION DISEÑO DE OBRAS DE ARTESANIAS <input type="checkbox"/> SECCION DISEÑO DE OBRAS DE SANEAMIENTO BASICO <input type="checkbox"/> SECCION DISEÑO DE OBRAS DE SANEAMIENTO BASICO <input type="checkbox"/> SECCION DISEÑO DE OBRAS DE SANEAMIENTO BASICO <input type="checkbox"/> SECCION DISEÑO DE OBRAS DE SANEAMIENTO BASICO	
TITULO: <input type="checkbox"/> TITULO DE INGENIERO EN TOPOGRAFIA <input type="checkbox"/> TITULO DE INGENIERO EN INGENIERIA CIVIL <input type="checkbox"/> TITULO DE INGENIERO EN INGENIERIA DE SISTEMAS <input type="checkbox"/> TITULO DE INGENIERO EN INGENIERIA DE SISTEMAS DE INFORMACION <input type="checkbox"/> TITULO DE INGENIERO EN INGENIERIA DE SISTEMAS DE INFORMACION <input type="checkbox"/> TITULO DE INGENIERO EN INGENIERIA DE SISTEMAS DE INFORMACION <input type="checkbox"/> TITULO DE INGENIERO EN INGENIERIA DE SISTEMAS DE INFORMACION	
INSTITUCION: <input type="checkbox"/> INSTITUCION DE ENSEÑANZA SUPERIOR <input type="checkbox"/> INSTITUCION DE ENSEÑANZA SUPERIOR <input type="checkbox"/> INSTITUCION DE ENSEÑANZA SUPERIOR <input type="checkbox"/> INSTITUCION DE ENSEÑANZA SUPERIOR <input type="checkbox"/> INSTITUCION DE ENSEÑANZA SUPERIOR <input type="checkbox"/> INSTITUCION DE ENSEÑANZA SUPERIOR	
INSTITUCION DE ENSEÑANZA SUPERIOR: <input type="checkbox"/> INSTITUCION DE ENSEÑANZA SUPERIOR <input type="checkbox"/> INSTITUCION DE ENSEÑANZA SUPERIOR <input type="checkbox"/> INSTITUCION DE ENSEÑANZA SUPERIOR <input type="checkbox"/> INSTITUCION DE ENSEÑANZA SUPERIOR <input type="checkbox"/> INSTITUCION DE ENSEÑANZA SUPERIOR <input type="checkbox"/> INSTITUCION DE ENSEÑANZA SUPERIOR	
INSTITUCION DE ENSEÑANZA SUPERIOR: <input type="checkbox"/> INSTITUCION DE ENSEÑANZA SUPERIOR <input type="checkbox"/> INSTITUCION DE ENSEÑANZA SUPERIOR <input type="checkbox"/> INSTITUCION DE ENSEÑANZA SUPERIOR <input type="checkbox"/> INSTITUCION DE ENSEÑANZA SUPERIOR <input type="checkbox"/> INSTITUCION DE ENSEÑANZA SUPERIOR <input type="checkbox"/> INSTITUCION DE ENSEÑANZA SUPERIOR	



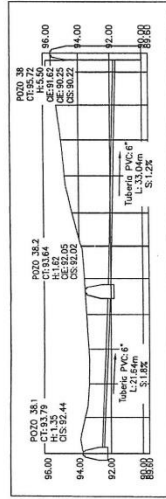
PLANTA POZO 33-34
ESCALA: 1/500



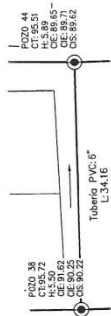
PERFIL POZO 33-34
ESCALA: 1/500



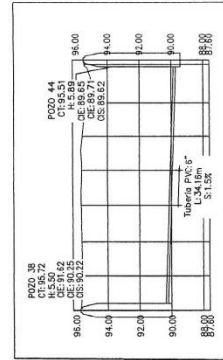
PLANTA POZO 38.1-38
ESCALA: 1/500



PERFIL POZO 38.1-38
ESCALA: 1/500



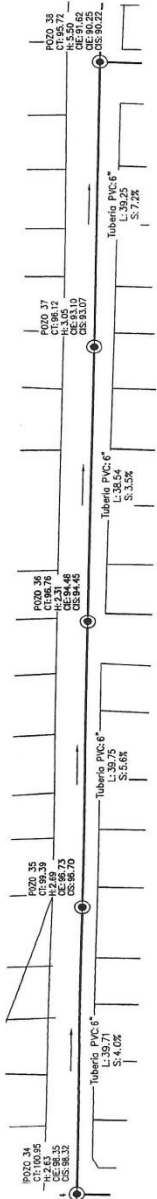
PLANTA POZO 38-44
ESCALA: 1/500



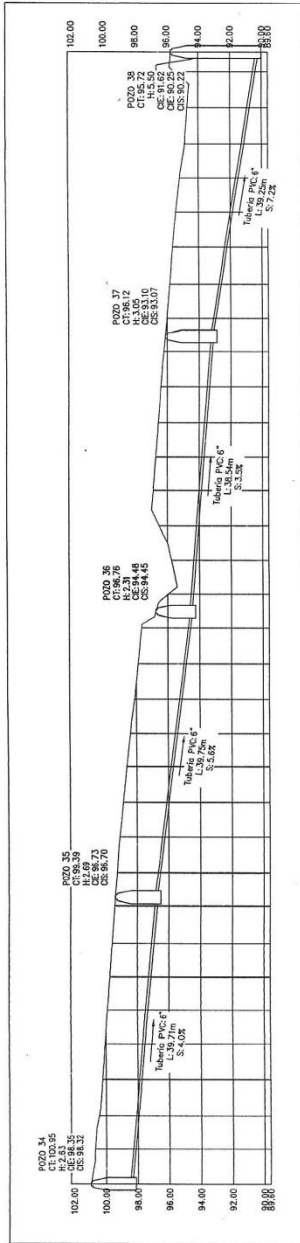
PERFIL POZO 38-44
ESCALA: 1/500



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	
FACULTAD DE INGENIERIA	
PROYECTO: MISMO DE OBRAS DE ENTUBAMIENTO OBRAS DEL BARRIO	
ESCALA:	1/500
FECHA:	2018
AUTORIZACIONES Y OBSERVACIONES:	
ELABORADO POR:	ING. JUAN CARLOS MORALES
REVISADO POR:	ING. JUAN CARLOS MORALES
APROBADO POR:	ING. JUAN CARLOS MORALES
FECHA DE APROBACION:	16
INGENIERIA CIVIL	



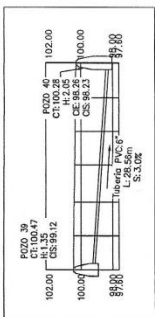
PLANTA POZO 34-38
ESCALA: 1/500



PERFIL POZO 34-38
ESCALA: 1/500



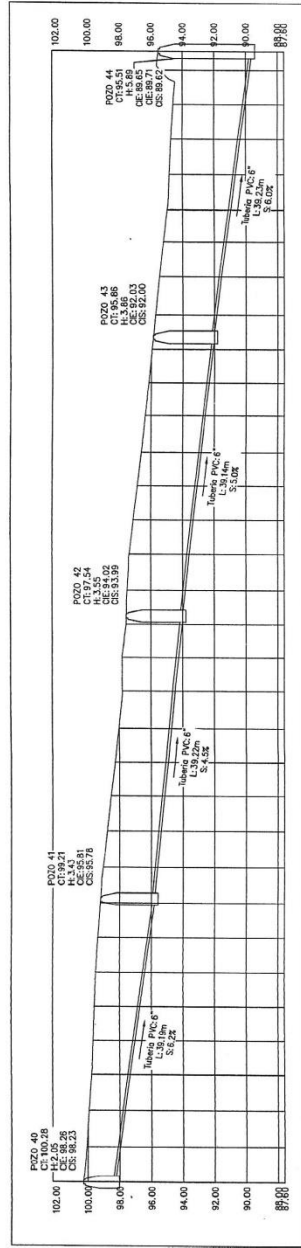
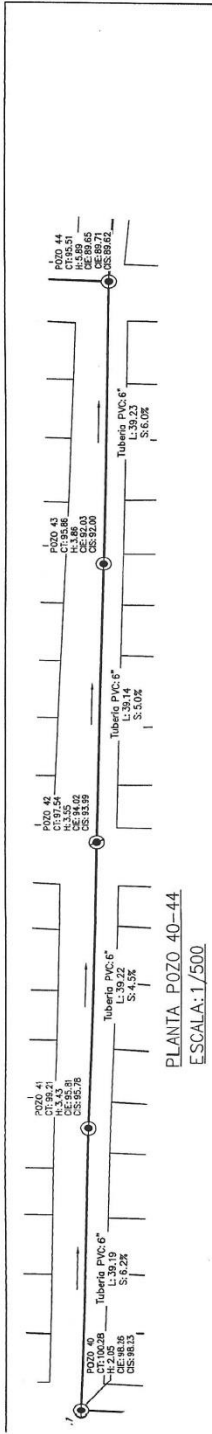
PLANTA POZO 39-40
ESCALA: 1/500



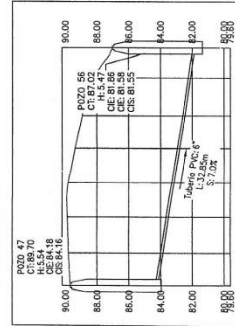
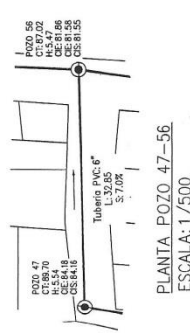
PERFIL POZO 39-40
ESCALA: 1/500



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	
FACULTAD DE INGENIERIA	
PROYECTO: SISTEMA DE SANEAMIENTO URBANO DEL URBANO	
FECHA: 1/200	HOJA: 17
PROFESOR: MARIA NIEVES RIVAS GARCIA	ESTUDIANTE: MARIA NIEVES RIVAS GARCIA
TITULO: PLANIFICACION URBANA	
MATERIA: PLANIFICACION URBANA	
SEMESTRE: SEGUNDO SEMESTRE	
CATEDRA: PLANIFICACION URBANA	
FECHA DE ENTREGA: 17/01/2020	
FECHA DE CALIFICACION: 17/01/2020	
FECHA DE DEFENSA: 17/01/2020	
FECHA DE PUBLICACION: 17/01/2020	
FECHA DE ARCHIVO: 17/01/2020	



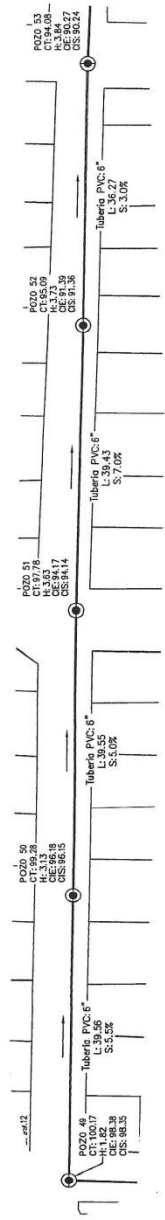
PERFIL POZO 40-44
ESCALA: 1/500



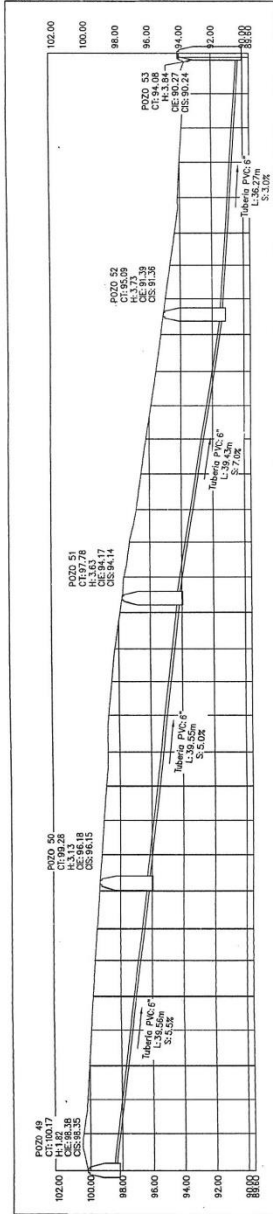
PERFIL POZO 47-56
ESCALA: 1/500



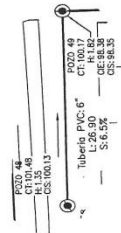
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA		FACULTAD DE INGENIERIA	
PROYECTO: MISIÓN DE URGENTE AUMENTO CUBRIMIENTO DEL MUNICIPIO DE SAN CARLOS DE GUATEMALA			
ESCALA: 1/500			
FECHA: 2018			
AUTOR: INGENIERO TITULADO		FECHA: 2018	
REVISOR: INGENIERO TITULADO		FECHA: 2018	
DISEÑADOR: INGENIERO TITULADO		FECHA: 2018	
APROBADO: INGENIERO TITULADO		FECHA: 2018	
TÍTULO: PLAN DE OBRAS		FECHA: 2018	
NÚMERO DE PLAN: 18		FECHA: 2018	



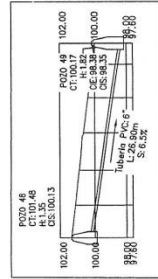
PLANTA POZO 49-53
ESCALA: 1/500



PERFIL POZO 48-49
ESCALA: 1/500



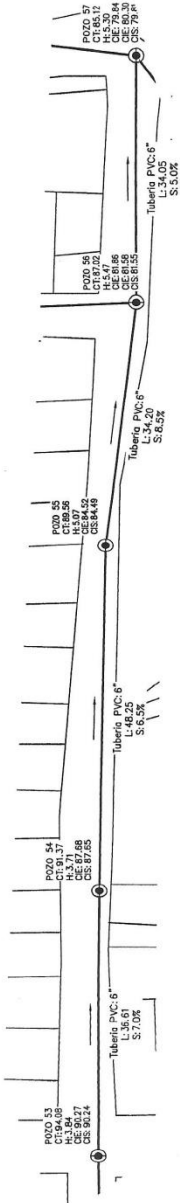
PLANTA POZO 48-49
ESCALA: 1/500



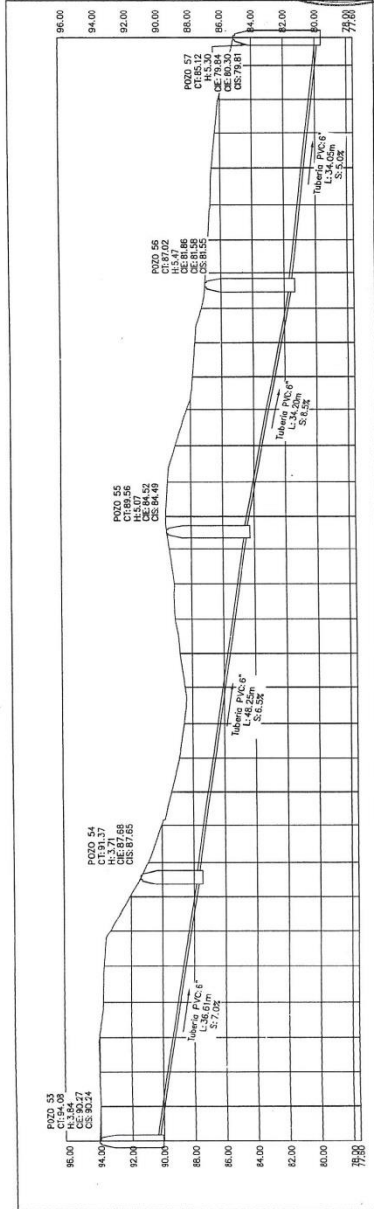
PERFIL POZO 49-53
ESCALA: 1/500



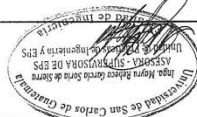
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	
FACULTAD DE INGENIERIA	
PROYECTO: DISEÑO DE UN SISTEMA AUTOMATICO PARA EL MONITORING DE UN POZO DE AGUAS SUBTERRANEAS EN EL MUNICIPIO DE SAN CARLOS, GUATEMALA	
FECHA: 10/09/2018	HOJA: 20
PLANTA - PERFIL	
ELABORADO POR: JUAN CARLOS HERRERA	REVISADO POR: JUAN CARLOS HERRERA
PROYECTO: MANEJO DE AGUAS SUBTERRANEAS	UNIDAD DE ENSEÑANZA: INGENIERIA EN SISTEMAS DE AGUAS
FECHA: 10/09/2018	HOJA: 20



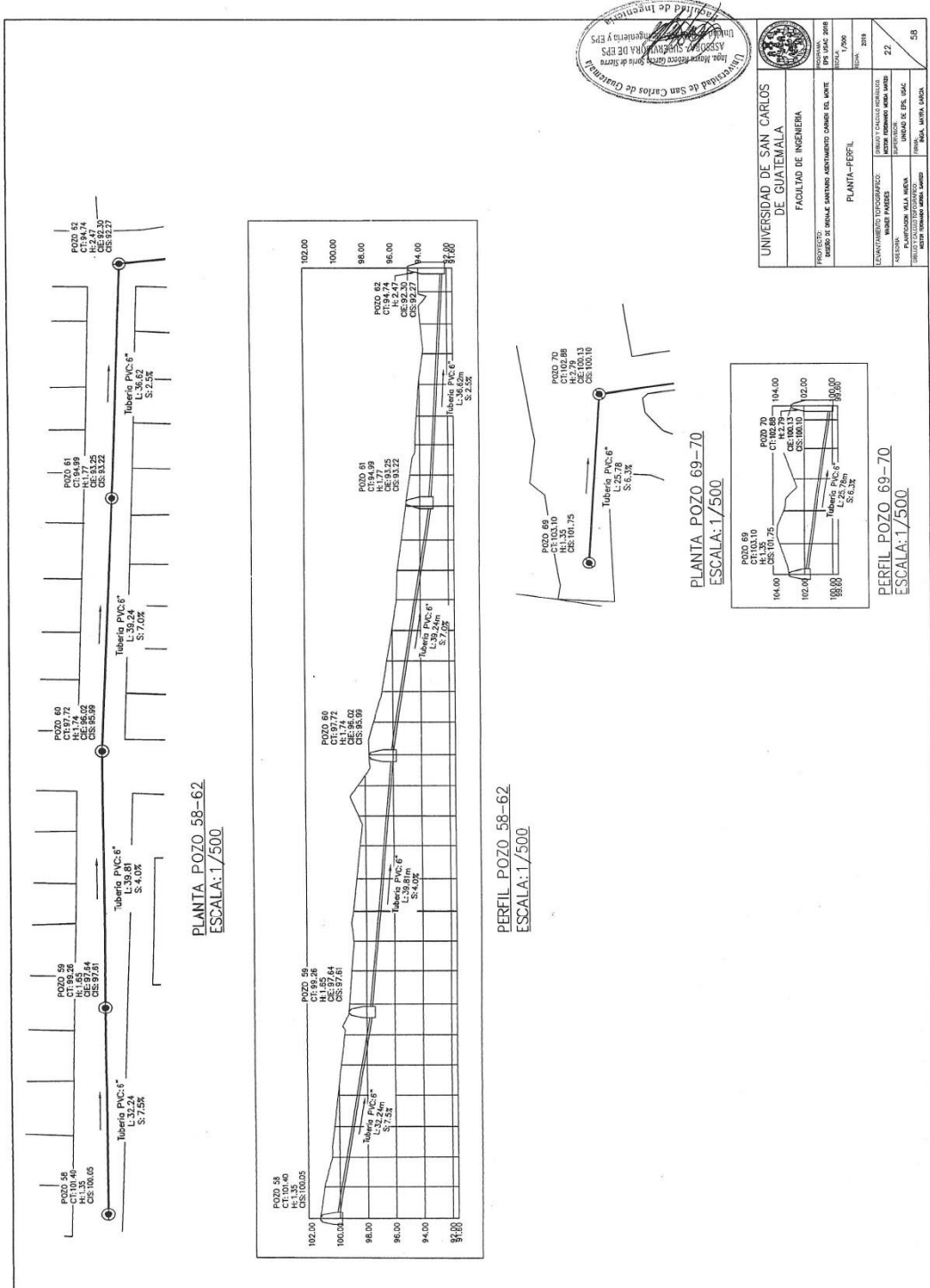
PLANTA POZO 53-57
ESCALA: 1/500



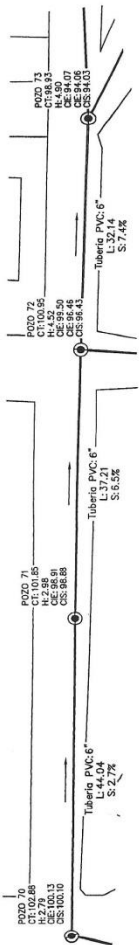
PERFIL POZO 53-57
ESCALA: 1/500



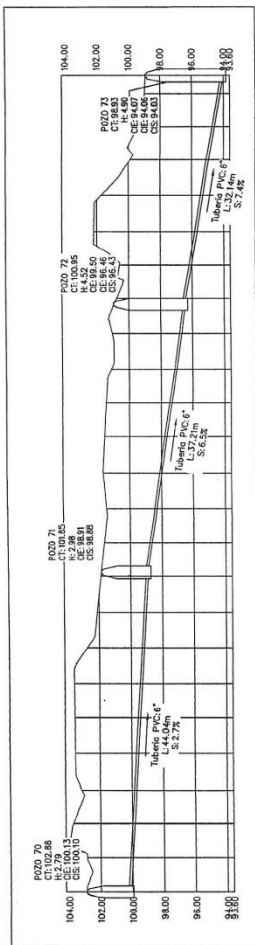
		UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	
		FACULTAD DE INGENIERIA	
PROYECTO:	RENOVACION DEL SISTEMA DE AGUAS SANEAMIENTO CASABO EN EL DORADO	FECHA:	2019
ESCALA:	1/500	HOJA:	21
PLANTA-PERFIL			
LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO:	ORLANDO CALLEJON BARRIOS	DISEÑO:	ANDREA GONZALEZ
PROYECTO DE INGENIERIA:	AGUAS SANEAMIENTO CASABO EN EL DORADO	REVISOR:	ANDREA GONZALEZ
NACIONAL:	MAESTRO INGENIERO	PROFESOR:	ANDREA GONZALEZ
PLANTACION DE LA OBRA:	ANDREA GONZALEZ	INSTRUMENTO DE EPS:	ANDREA GONZALEZ
DISEÑO TOPOGRAFICO:	ANDREA GONZALEZ	PROYECTO DE EPS:	ANDREA GONZALEZ
REVISOR:	ANDREA GONZALEZ	PROYECTO DE EPS:	ANDREA GONZALEZ
PROFESOR:	ANDREA GONZALEZ	PROYECTO DE EPS:	ANDREA GONZALEZ



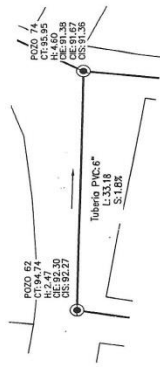
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	
FACULTAD DE INGENIERIA	
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA SANITARIA Y EPS	
PROYECTO:	PLANTA-FERRELL
FECHA:	2014
ESCALA:	1/500
HOJA:	22
AUTOR: [Name]	
REVISOR: [Name]	
APROBADO: [Name]	



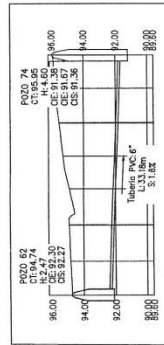
PLANTA POZO 70-73
ESCALA: 1/500




PERFIL POZO 70-73
ESCALA: 1/500



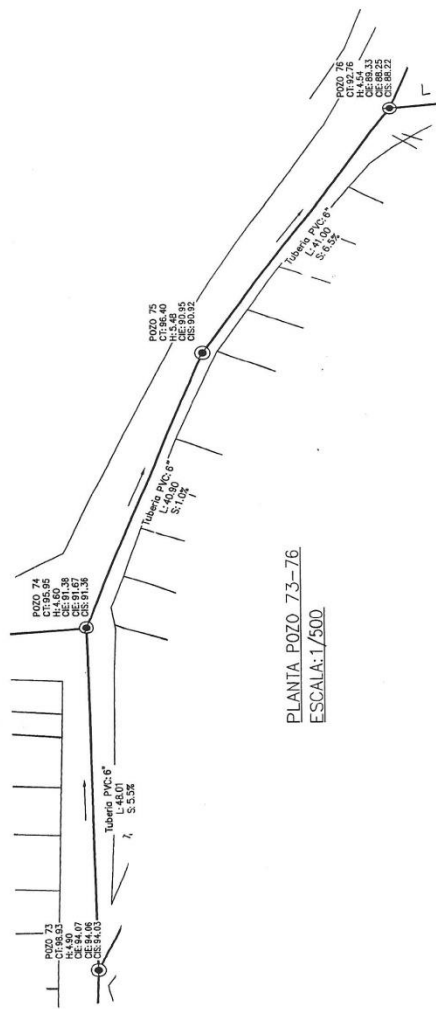
PLANTA POZO 62-74
ESCALA: 1/500



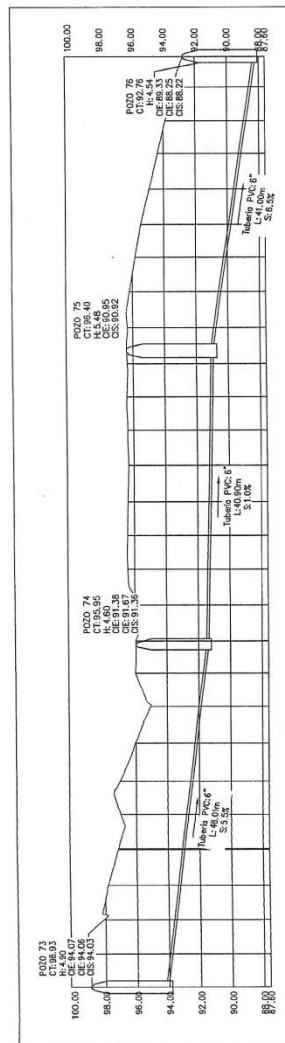
PERFIL POZO 62-74
ESCALA: 1/500


 Universidad de San Carlos de Guatemala
 Unidad de Estudios de Ingeniería y Arquitectura
 ASESORIA - SUPERVISIÓN DE EPS

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	
FACULTAD DE INGENIERIA	
PROYECTO: DISEÑO DE SISTEMA AGUAS RESIDUALES DEL DORADO	
FECHA: 1/2000	PÁGINA: 23
PLANTA - PERFIL	
LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO: TERRENO CALIENTE, GUATEMALA	DISEÑO: INGENIERO EN SISTEMAS DE AGUAS RESIDUALES
DISEÑO: INGENIERO EN SISTEMAS DE AGUAS RESIDUALES	PROYECTO: DISEÑO DE SISTEMA AGUAS RESIDUALES DEL DORADO
DISEÑO: INGENIERO EN SISTEMAS DE AGUAS RESIDUALES	PROYECTO: DISEÑO DE SISTEMA AGUAS RESIDUALES DEL DORADO
DISEÑO: INGENIERO EN SISTEMAS DE AGUAS RESIDUALES	PROYECTO: DISEÑO DE SISTEMA AGUAS RESIDUALES DEL DORADO
DISEÑO: INGENIERO EN SISTEMAS DE AGUAS RESIDUALES	PROYECTO: DISEÑO DE SISTEMA AGUAS RESIDUALES DEL DORADO



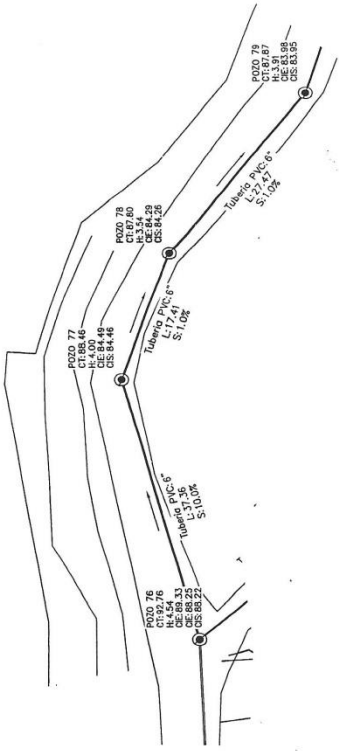
PLANTA POZO 73-76
ESCALA: 1/500



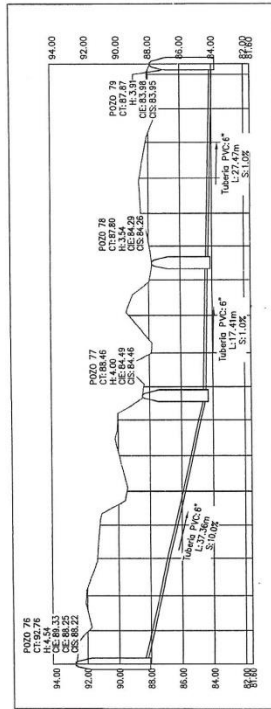
PERFIL POZO 73-76
ESCALA: 1/500



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	
FACULTAD DE INGENIERIA	
PROYECTO:	BASE DE CEMENTO ARMADO CONCRETO DEL MONTE
FECHA:	1/200
ESCALA:	20/1
LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO:	INGENY CALABOZOS
DISEÑO:	INGENYEROS
PLANEACION:	INGENYEROS
CONSTRUCCION:	INGENYEROS
REVISION:	INGENYEROS
FECHA:	24
HOJA:	58



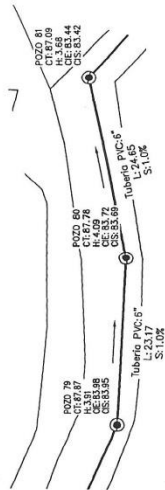
PLANTA POZO 76-79
ESCALA: 1/500



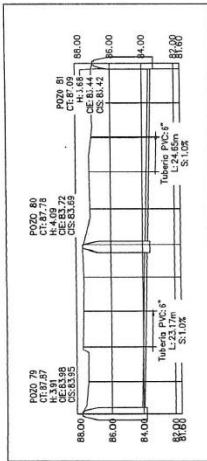
PERFIL POZO 76-79
ESCALA: 1/500



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA		FECHA: 2019	HOJA: 25
FACULTAD DE INGENIERIA		ESCALA: 1/500	FECHA: 2019
PROYECTO: DISEÑO DE PERIFONEO ABASTECIMIENTO CUBIERTA DEL NORTE			
PLAN: PLANTA-REBEL			
ELEVACIONES TOPOGRAFICAS:		FECHA: 2019	
INSTRUMENTOS:		FECHA: 2019	
PLANTACION: MALLA REDA		FECHA: 2019	
DISEÑO: REYNIER RODRIGUEZ CONTRERAS DE SIERRA		FECHA: 2019	
DISEÑO: REYNIER RODRIGUEZ CONTRERAS DE SIERRA		FECHA: 2019	



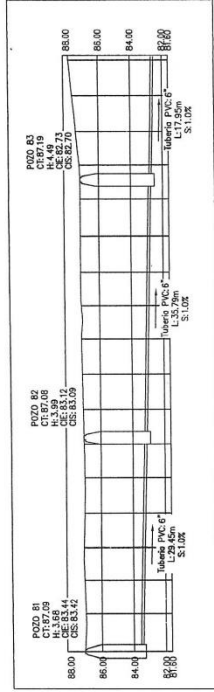
PLANTA POZO 79-81
ESCALA: 1/500



PERFIL POZO 79-81
ESCALA: 1/500



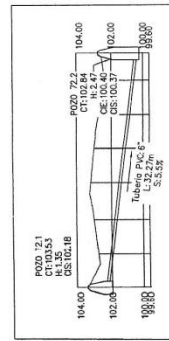
PLANTA POZO 81-PTRA 3
ESCALA: 1/500



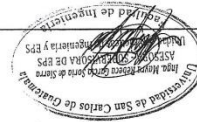
PERFIL POZO 81-PTRA 3
ESCALA: 1/500



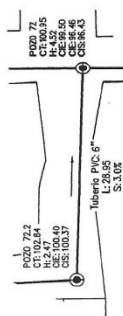
PLANTA POZO 72.1-72.2
ESCALA: 1/500



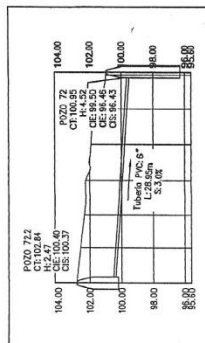
PERFIL POZO 72.1-72.2
ESCALA: 1/500



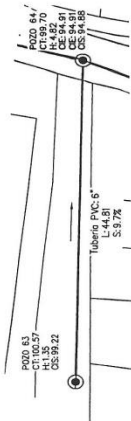
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA		FECHA: 2018	HOJA: 26
FACULTAD DE INGENIERIA		ESCALA: 1/500	
PROYECTO: BOSQUE DE CONIFERAS EN EL ASENTAMIENTO URBANO DEL VERTEDERO			
PLANTA-PERFIL			
LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO:	ORLANDO CALABAN REINALDO	FECHA: 2018	
DISEÑO:	WILBERT PABON	FECHA: 2018	
PLANTACION Y MA MANTENIMIENTO:	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA		
PROYECTO:	PROF. MSc. MARLY GARCIA		



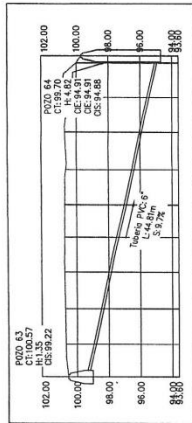
PLANTA POZO 72.2-72
ESCALA: 1/500



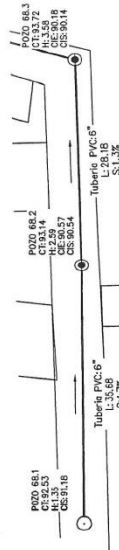
PERFIL POZO 72.2-72
ESCALA: 1/500



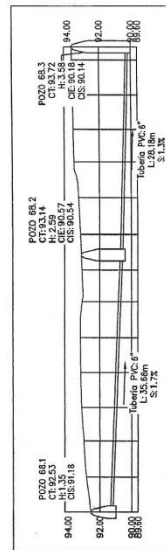
PLANTA POZO 63-64
ESCALA: 1/500



PERFIL POZO 63-64
ESCALA: 1/500



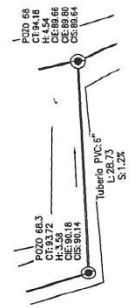
PLANTA POZO 68.1-68.3
ESCALA: 1/500



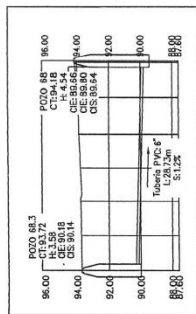
PERFIL POZO 68.1-68.3
ESCALA: 1/500



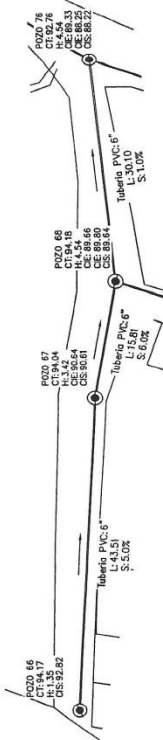
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA		FACULTAD DE INGENIERIA	
PROYECTO: SISTEMA DE SANEAMIENTO DOMESTICO DEL NORTE			
TITULO: PLANTA-FEDEL			
FECHA: 2019			
ELEVACION TROPICALIZADA: 2700 METROS SOBRE EL NIVEL DEL MAR			
ESTADO: GUATEMALA			
MUNICIPIO: SAN CARLOS			
CANTON: SAN CARLOS			
MUNICIPIO DE EPS: SAN CARLOS			
ESTABLECIMIENTO: INSTITUTO TECNOLÓGICO DE SAN CARLOS			
MUNICIPIO: SAN CARLOS			
FECHA DE ELABORACION: 2019			
PAGINA: 27			
TOTAL PAGINAS: 56			



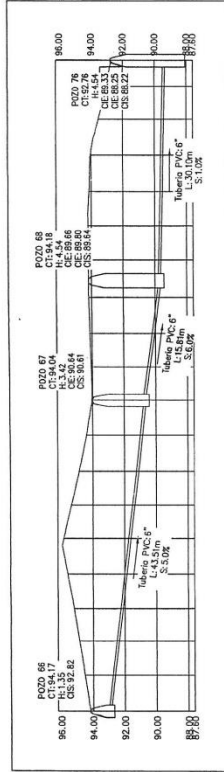
PLANTA POZO 68.3-68
ESCALA: 1/500



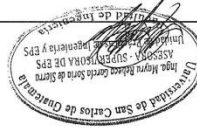
PERFIL POZO 68.3-68
ESCALA: 1/500



PLANTA POZO 66-76
ESCALA: 1/500



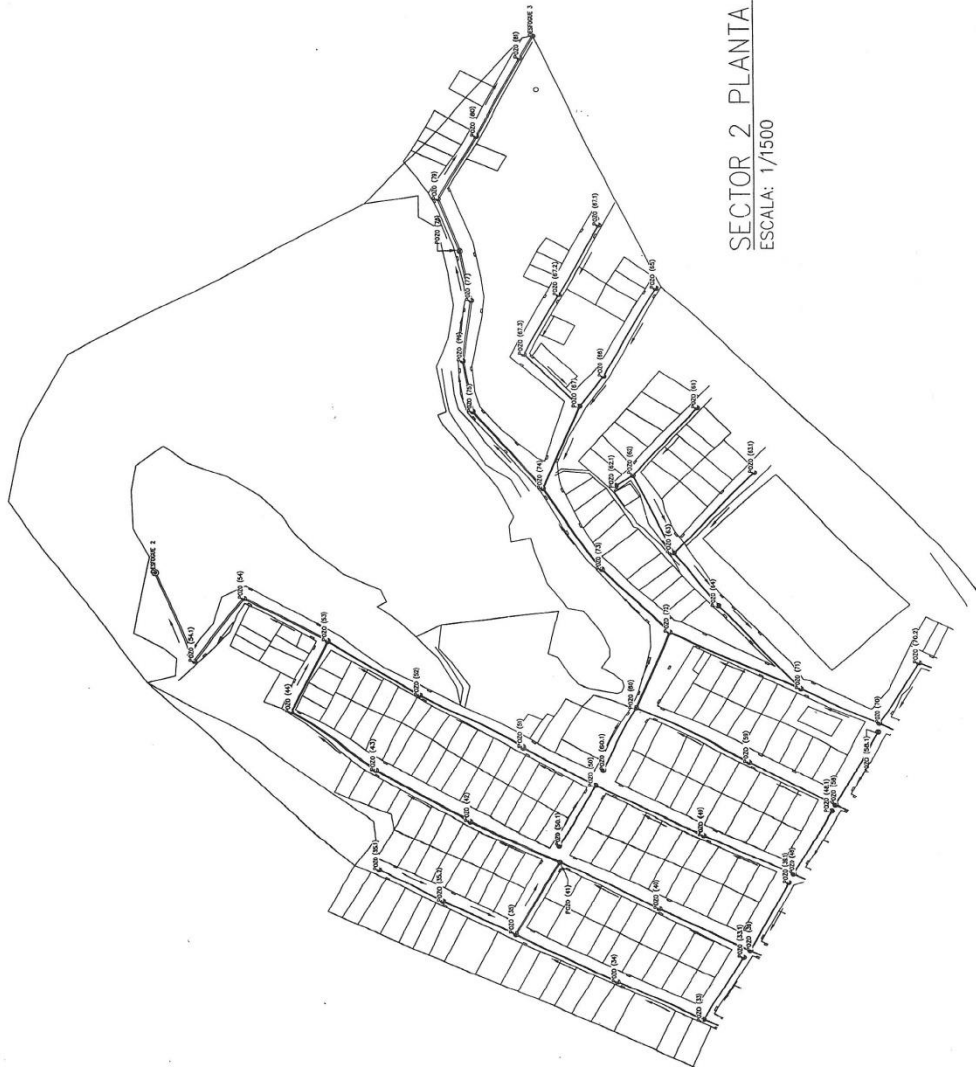
PERFIL POZO 66-76
ESCALA: 1/500



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	
FACULTAD DE INGENIERIA	
PROYECTO:	POZO DE OROVAL SANTO DOMINGO OROVAL DEL NORTE
FECHA:	1/2008
ESCALA:	1/500
PLANTA:	PLANTA-REFEL
DISCIPLINA:	INGENIERIA CIVIL
PROFESOR:	INGENIERO EN INGENIERIA CIVIL
ESTUDIANTE:	MANUEL AMORES
NUMERO:	29
FECHA:	1/2008
ENCUADRE:	ENCUADRE EN LA OBLICUADA
FECHA:	1/2008



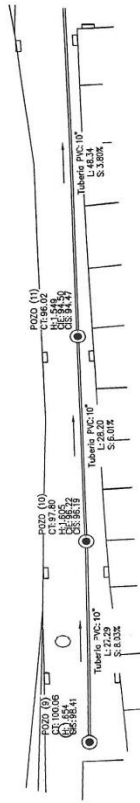
SIMBOLOGIA	
POZO DE VISTA	
POZO DE VISTA	
TUBERIA	



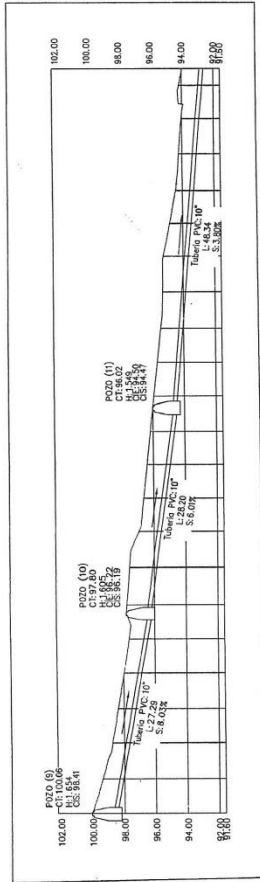
SECTOR 2 PLANTA SISTEMA PLUVIAL
 ESCALA: 1/1500



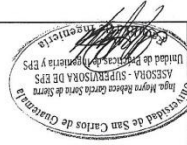
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	
FACULTAD DE INGENIERIA	
PROYECTO:	DISEÑO DE BARRIO PLUVIAL, ASISTENTE COMAR DE SURTE
FECHA:	15/06/2019
ESCALA:	1/1500
TEMA:	PLANTA SISTEMA PLUVIAL
LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO:	ORINOLY Y CALLOS HERNANDEZ
PROYECTO:	ESTRUCTURAS Y PLUMBOS
PROYECTANTE:	PLUMBOS Y PLUMBOS
REVISOR:	PLUMBOS Y PLUMBOS
APROBADO:	PLUMBOS Y PLUMBOS
FECHA:	15/06/2019
HOJA:	58



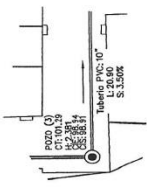
PLANTA POZO 9-12
ESCALA: 1/500



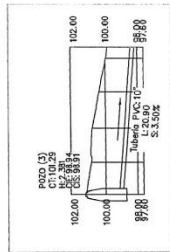
PERFIL POZO 9-12
ESCALA: 1/500



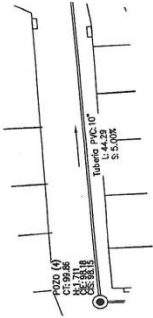
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	
FACULTAD DE INGENIERIA	
PROYECTO:	ESTUDIO DE BOMBEO PUNTA, LOMBERADO CERRILLO DEL NORTE
PROFESOR:	INGENIERO AGRICOLA HUGO HERRERA GARCIA
ALUMNO:	FRANCISCA MARIA GARCIA
FECHA:	2019
NUMERO:	31
PAGINA:	55



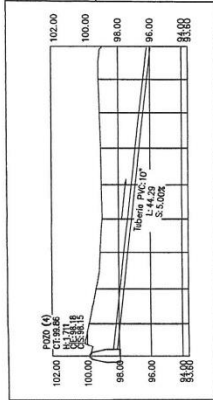
PLANTA POZO 3-4
ESCALA: 1/500



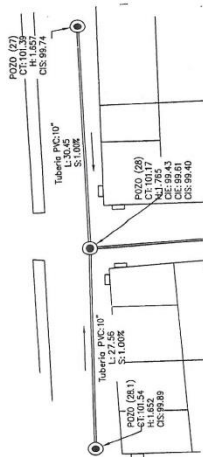
PERFIL POZO 3-4
ESCALA: 1/500



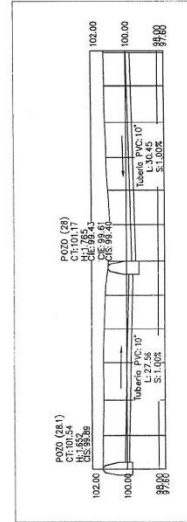
PLANTA POZO 4-5
ESCALA: 1/500



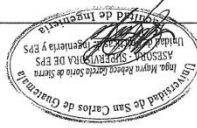
PERFIL POZO 4-5
ESCALA: 1/500



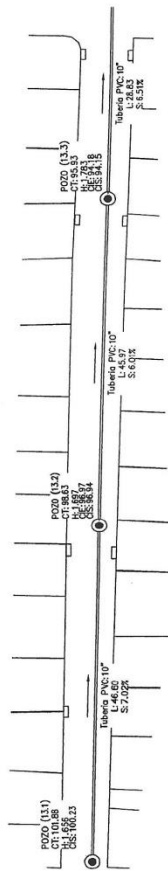
PLANTA POZO 28.1-27
ESCALA: 1/500



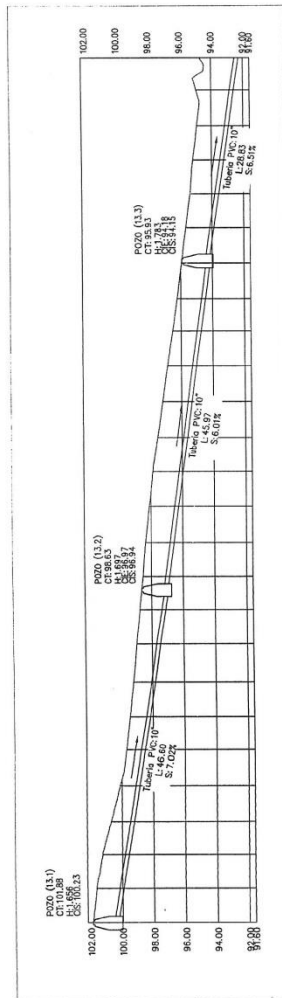
PERFIL POZO 28.1-27
ESCALA: 1/500



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	
FACULTAD DE INGENIERIA	
PROYECTO: DISEÑO DE OBRAS DE INFRAESTRUCTURA COMÚN DEL URBANIZAMIENTO TOPOGRÁFICO	
PLANTA-PERFIL	
FECHA: 1/2008	PROYECTO: 2008
LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO: PRIMARIO Y CALCULO DE PERFILES	DISEÑO Y CÁLCULO DE OBRAS DE INFRAESTRUCTURA COMÚN DEL URBANIZAMIENTO TOPOGRÁFICO
REVISOR: INGENIERO PABLO	DISEÑO Y CÁLCULO DE OBRAS DE INFRAESTRUCTURA COMÚN DEL URBANIZAMIENTO TOPOGRÁFICO
ELABORADOR: INGENIERO PABLO	DISEÑO Y CÁLCULO DE OBRAS DE INFRAESTRUCTURA COMÚN DEL URBANIZAMIENTO TOPOGRÁFICO
FECHA: 1/2008	PROYECTO: 2008
PÁGINA: 33 DE 35	



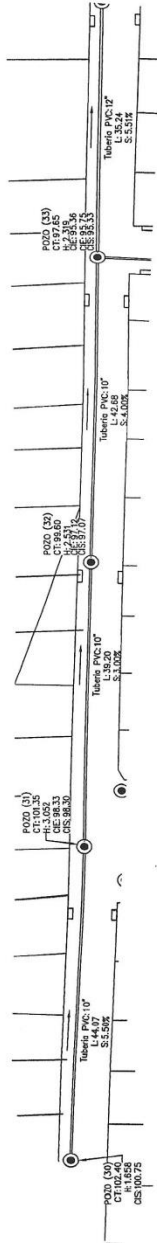
PLANTA POZO 13.1-13
ESCALA:1/500



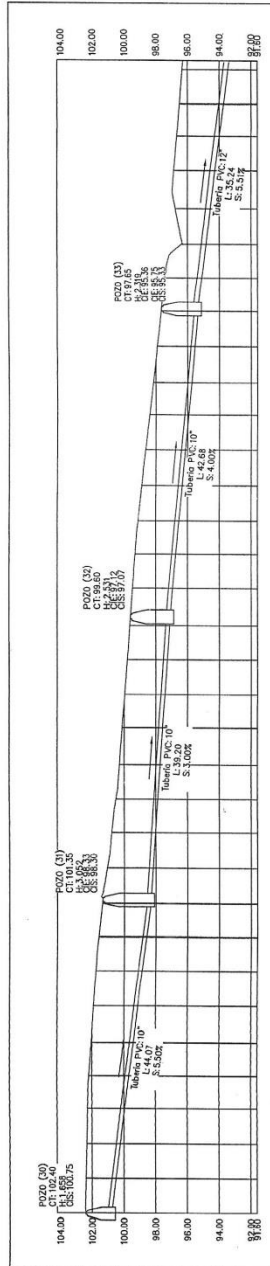
PERFIL POZO 13.1-13
ESCALA:1/500



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA			
FACULTAD DE INGENIERIA			
PROYECTO: ESTUDIO DE OBRAS PARA EL ABASTECIMIENTO COMERCIAL DEL URBANO			
PLANTA-PERFIL			
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA CIVIL			
CARRERA: INGENIERIA EN OBRAS CIVILES			
MATERIA: DISEÑO DE OBRAS DE INGENIERIA CIVIL			
TITULO: DISEÑO DE OBRAS DE INGENIERIA CIVIL			
AUTOR: INGENIERO EN OBRAS CIVILES			
FECHA: 2008			
PÁGINA: 35			
TOTAL DE PÁGINAS: 58			
DISEÑADOR: INGENIERO EN OBRAS CIVILES			
REVISOR: INGENIERO EN OBRAS CIVILES			
APROBADO: INGENIERO EN OBRAS CIVILES			



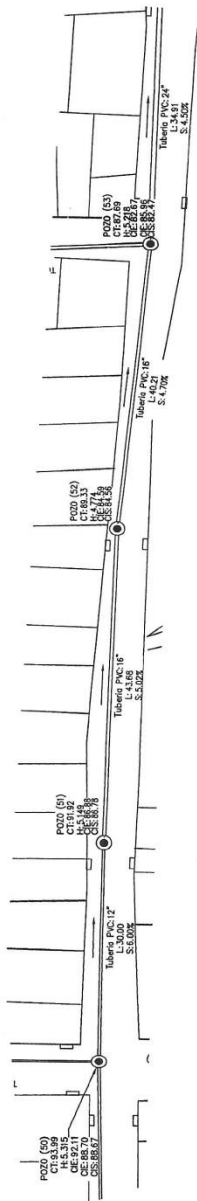
PLANTA POZO 30-34
ESCALA: 1/500



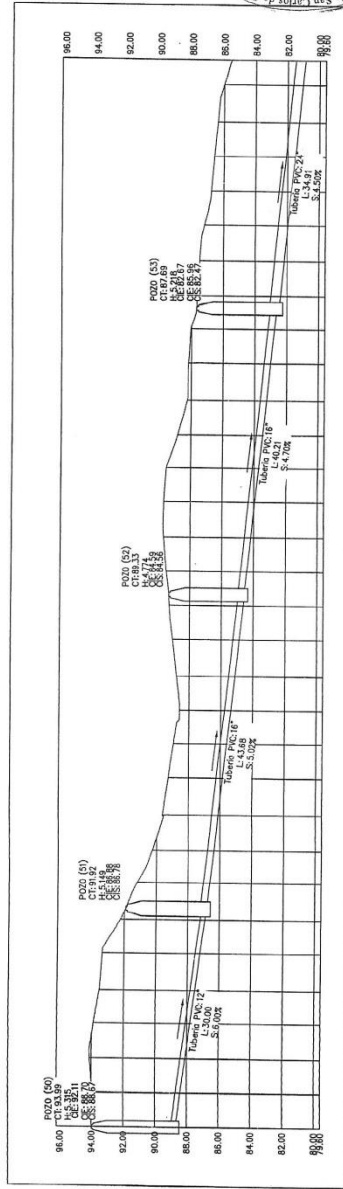
PERFIL POZO 30-34
ESCALA: 1/500



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	
FACULTAD DE INGENIERIA	
PROYECTO: DISEÑO DE BARRIO PARA APARTAMENTO CAMINO DEL NORTE	
PROFESOR: DR. JUAN CARLOS GONZALEZ	ESCALA: 1/500
ESTUDIANTE: JUAN PABLO GONZALEZ	FECHA: 2019
ASISTENTE: JUAN PABLO GONZALEZ	NUMERO DE PLANOS: 40
PROFESOR AYUDANTE: JUAN PABLO GONZALEZ	FECHA DE DISEÑO: 2019
PROFESOR AYUDANTE: JUAN PABLO GONZALEZ	FECHA DE DISEÑO: 2019



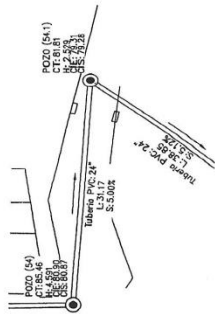
PLANTA POZO 50-54
ESCALA: 1/500



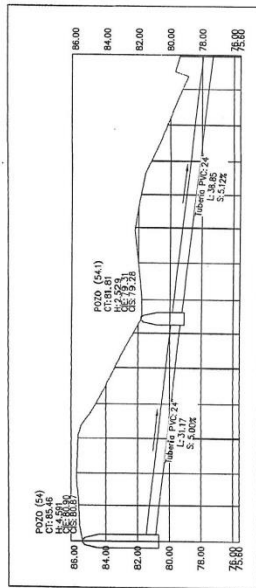
PERFIL POZO 50-54
ESCALA: 1/500



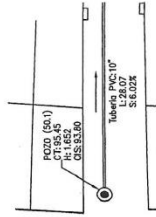
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	
FACULTAD DE INGENIERIA	
PROYECTO: DISEÑO DE UNAS PUNTALES ADENTURADOS CAMINO DEL MONTE	
ESCALA:	1/200
FECHA:	2018
PLANTA-PERFIL	
REVISADO POR:	INGENIERO CIVIL
ELABORADO POR:	INGENIERO CIVIL
FECHA:	2018
NO. DE HOJAS:	46
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	



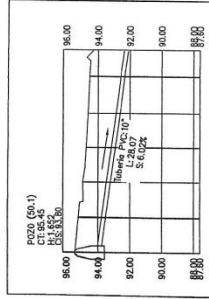
PLANTA POZO 54—DESGODUJE 2
ESCALA: 1/500



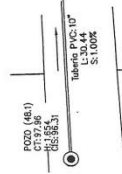
PERFIL POZO 54—DESFUGUE 2
ESCALA: 1/500



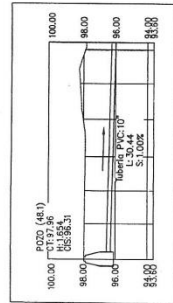
PLANTA POZO 50.1—50
ESCALA: 1/500



PERFIL POZO 50.1—50
ESCALA: 1/500



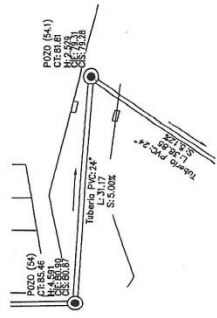
PLANTA POZO 48.1—48
ESCALA: 1/500



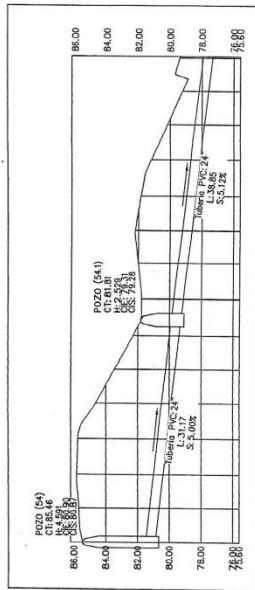
PERFIL POZO 48.1—48
ESCALA: 1/500



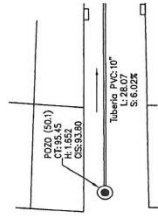
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	
FACULTAD DE INGENIERIA	
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA SANITARIA Y EPS	
PROYECTO:	PROYECTO DE SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN LA ZONA URBANA DE SAN CARLOS
FECHA:	1/2000
PLANTA—PERFIL	
LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO:	DR. ROY CALLEJON GALLO
ASISTENTE:	INGENIERO EN SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE
PLANTACION VILLA NUEVA:	INGENIERO EN SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE
CONSEJO DIRECTIVO:	INGENIERO EN SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE
FECHA:	2011
NO.	47
58	



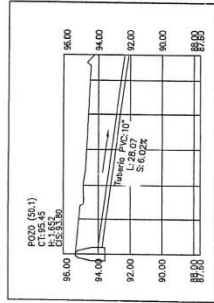
PLANTA POZO 54-DESFOGUE 2
ESCALA: 1/500



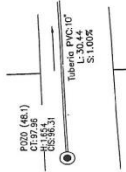
PERFIL POZO 54-DESFOGUE 2
ESCALA: 1/500



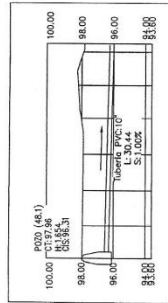
PLANTA POZO 50.1-50
ESCALA: 1/500



PERFIL POZO 50.1-50
ESCALA: 1/500



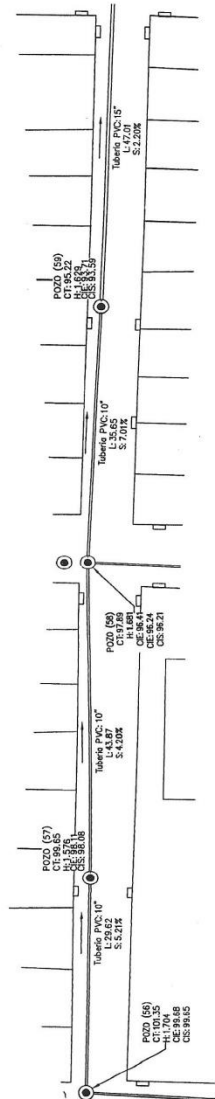
PLANTA POZO 48.1-48
ESCALA: 1/500



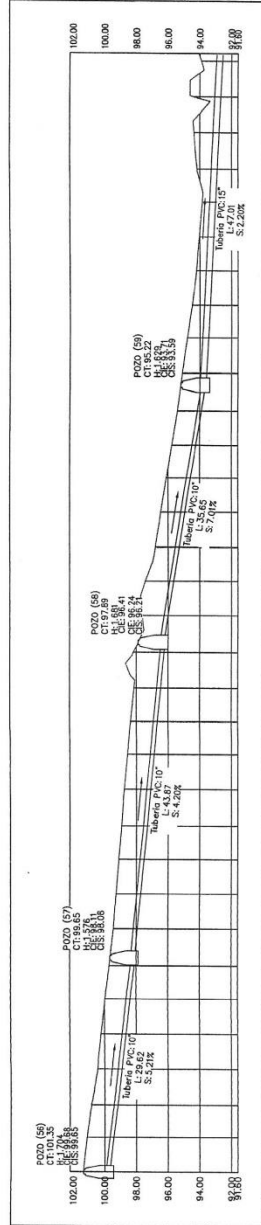
PERFIL POZO 48.1-48
ESCALA: 1/500



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	
FACULTAD DE INGENIERIA	
DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFIA, PLANEACION URBANA Y DISEÑO	
PROYECTO:	PROYECTO DE OBRAS DE RECONSTRUCCION DEL MUNICIPIO DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FECHA:	2009
ESCALA:	1/500
HOJA:	47
AUTOR: ING. MARCO ANTONIO GARCIA	



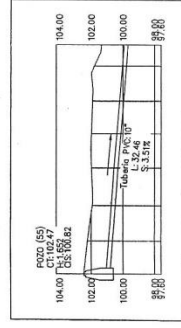
PLANTA POZO 56-60
ESCALA: 1/500



PERFIL POZO 56-60
ESCALA: 1/500



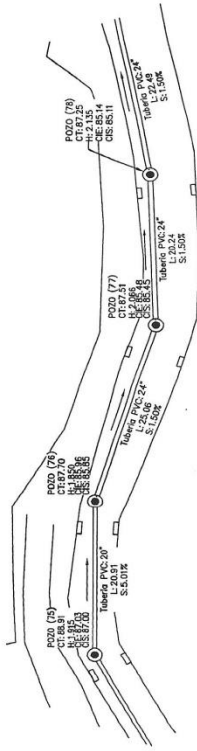
PLANTA POZO 55-56
ESCALA: 1/500



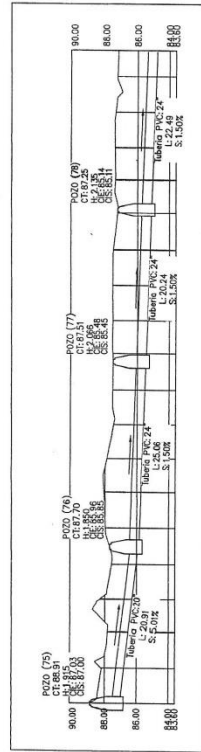
PERFIL POZO 55-56
ESCALA: 1/500



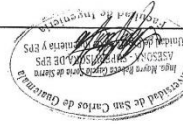
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	
FACULTAD DE INGENIERIA	
PROFESOR: DR. JOSE RAFAEL CASTELLANO GONZALEZ	
FECHA: 17/06/2018	ESCALA: 1/500
PLANTA - PERFIL	
PROYECTO: PLANTACION MIA BIEVA	
LUGAR: BARRIO SAN CARLOS	
AUTORIA: INGENIERIA CIVIL	
DISEÑO: INGENIERIA CIVIL	
ELABORACION: INGENIERIA CIVIL	
CORRECCION: INGENIERIA CIVIL	
APROBACION: INGENIERIA CIVIL	
FOLIO: 48	
TOTAL: 56	



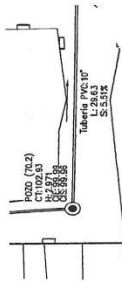
PLANTA POZO 75-79
ESCALA: 1/500



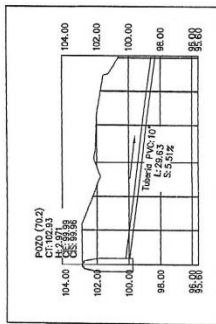
PERFIL POZO 75-79
ESCALA: 1/500



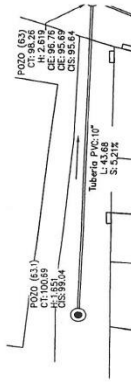
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA		FECHA: 2019	56
FACULTAD DE INGENIERIA		ESCALA: 1/500	
PROYECTO: DISEÑO DE CANAL CUVAL ADJUNTO AL MUNICIPIO DE SAN CARLOS		FECHA: 2019	
AUTORIA: INGENIERO CIVIL		FECHA: 2019	
REVISOR: INGENIERO CIVIL		FECHA: 2019	
APROBADO: INGENIERO CIVIL		FECHA: 2019	
TITULO: PLANTA-PERFIL		FECHA: 2019	
CONTENIDO: DISEÑO Y CÁLULO HIDRÁULICO DE UN CANAL CUVAL ADJUNTO AL MUNICIPIO DE SAN CARLOS		FECHA: 2019	
PLANTILLA: PLANTA-PERFIL		FECHA: 2019	
DISEÑADOR: INGENIERO CIVIL		FECHA: 2019	
REVISOR: INGENIERO CIVIL		FECHA: 2019	
APROBADO: INGENIERO CIVIL		FECHA: 2019	



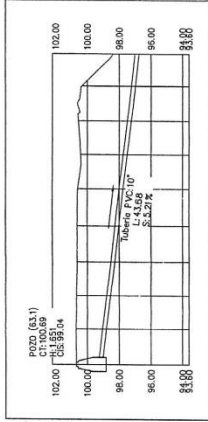
PLANTA POZO 70.2-70
ESCALA: 1/500



PERFIL POZO 70.2-70
ESCALA: 1/500



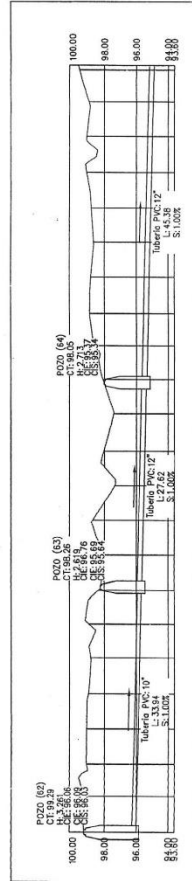
PLANTA POZO 63.1-63
ESCALA: 1/500



PERFIL POZO 63.1-63
ESCALA: 1/500



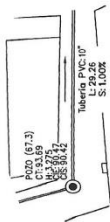
PLANTA POZO 62-71
ESCALA: 1/500



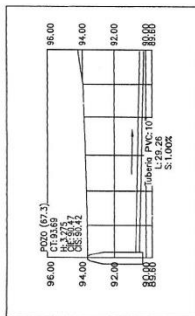
PERFIL POZO 62-71
ESCALA: 1/500



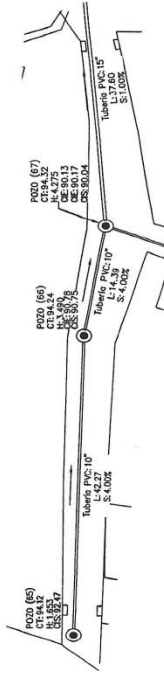
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	
FACULTAD DE INGENIERIA	
MATERIA DE ENGENIERIA CIVIL, ASISTENTE EN MATERIA DE ENGENIERIA EN MATERIALES Y EPS	
FECHA: 2018	POZO: 2018
PLANTA-PERFIL	
ELEVACIONES EN METROS SOBRE EL NIVEL DEL MAR	
DISEÑO Y ELABORACION DE PLANOS: [Nombre]	
REVISOR: [Nombre]	
AUTORIZACION: [Nombre]	
PROYECTO: [Nombre]	
LUGAR: [Nombre]	
Escala: 1/500	
Hoja: 54 de 58	



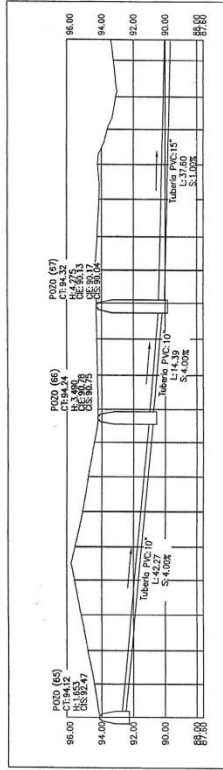
PLANTA POZO 67.3-67
ESCALA: 1/500



PERFIL POZO 67.3-67
ESCALA: 1/500



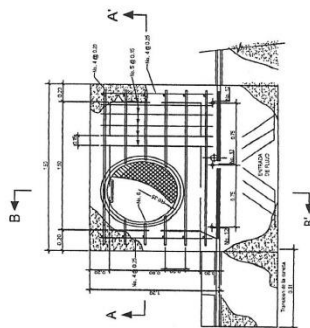
PLANTA POZO 65-74
ESCALA: 1/500



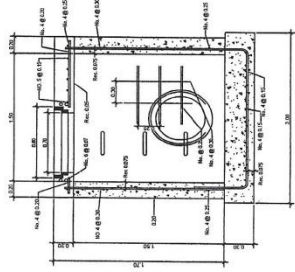
PERFIL POZO 65-74
ESCALA: 1/500



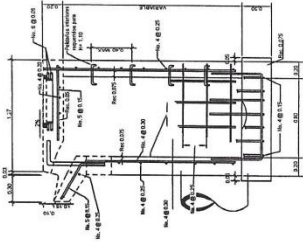
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA		FACULTAD DE INGENIERIA	
PROYECTO: DISEÑO DE UN SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA LA COMUNIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA			
ESTUDIANTE: [Nombre]		FECHA: 2019	
MATERIA: DISEÑO DE SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA		TÍTULO: PLANTA-PERFIL	
CATEDRÁTICO: [Nombre]		PÁGINA: 55	
CATEDRÁTICO AUXILIAR: [Nombre]		TOTAL PÁGINAS: 55	



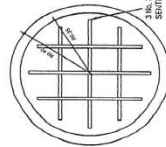
PLANTA TRAGANTE TIPO R
ESCALA: 1/40



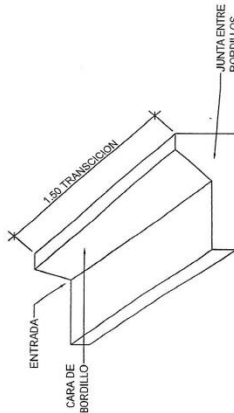
SECCION A-A' TRAGANTE TIPO R
ESCALA: 1/40



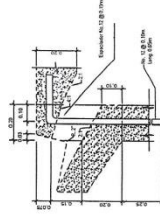
SECCION B-B' TRAGANTE TIPO R
ESCALA: 1/40



DETALLE DE TAPADERA
ESCALA: 1/20



DETALLE DE TRASCION
ESCALA: 1/20



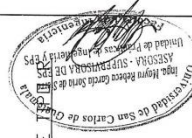
DETALLE VENTANA TRAGANTE
ESCALA: 1/20

ESPECIFICACIONES DE LOS MATERIALES

1. La resistencia mínima del concreto a los 28 días, será de 3000 psi (210 kg/cm²). Norma COGUANOR NTG 41048, 41052 y 41017, h1, para su elaboración, molido y ensayo, de utilizar concreto premezclado en la fundiciones, referirse a la norma NTG 41066.
2. El límite de influencia mínima para las barras de acero, será de Grado 40 (28000 kg/cm²), deberá cumplir con lo establecido en la norma COGUANOR NTG 30011.
3. Para el mortero y estuco utilizar una proporción volumétrica (3 (partes) y arena), referirse a la Norma COGUANOR NTG 41031, 41051 h2 y 41055.
4. El fierro deberá soportar un esfuerzo mínimo de 50 kg/cm² a la compresión. La absorción de agua de los fierros debe ser como máximo 3 gramos por milímetro por centímetro cuadrado. Norma COGUANOR NTG 41 022 y NTG 41051 h2.

NOTA:


- a. Las normas indicadas en el presente plano, son de mayor relevancia y deberán ser complementadas con todos los requisitos indicados en las especificaciones técnicas.
- b. Se podrá sustituir la referencia de la Norma COGUANOR por su equivalente en la norma Internacional de American Society of Testing Materials, ASTM, para el control y supervisión de los diferentes materiales, cuando prevalezca la igualdad y superioridad de los requisitos establecidos.




UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	
FACULTAD DE INGENIERIA	
PROYECTO:	DETALLE DE VENTANA TRAGANTE TIPO R, FONTE
FECHA:	2018
ELABORADO POR:	INGENIERO CIVIL, MARIO RAMIREZ
REVISADO POR:	INGENIERO CIVIL, MARIO RAMIREZ
APROBADO POR:	INGENIERO CIVIL, MARIO RAMIREZ
FECHA:	2018
NUMERO:	58
NOTA: VER LA SECCION	

ANEXOS

Anexo 1. Estudio de suelos



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



INFORME No. 289 S.S. O.T.: 38,739 **No. 13419**

Interesado: NESTOR FERDINANDO MERIDA SANTIZO

Proyecto: EPS "DISEÑO PAVIMENTACION PARA EL ASENTAMIENTO CARMEN DEL MONTE, ZONA 2, BARCENA, VILLA NUEVA"

Asunto: ENSAYO DE LIMITES DE ATTERBERG

Norma: AASHTO T-89 Y T-90

Ubicación: VILLA NUEVA

FECHA: jueves, 26 de julio de 2018

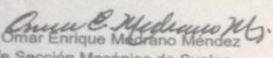
RESULTADOS:

ENSAYO No.	MUESTRA No.	LL (%)	LP (%)	CLASIFICACION *	DESCRIPCION DEL SUELO
1	1	N. P.	N. P.	SM	ARENA LIMOSA COLOR CAFÉ CLARO

(*) CLASIFICACION SEGUN CARTA DE PLASTICIDAD

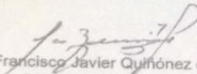
Observaciones: Muestra proporcionado por el interesado.

Atentamente,




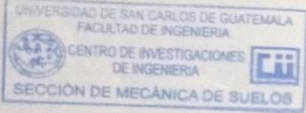
Ing. Omar Enrique Medrano Méndez
Jefe Sección Mecánica de Suelos

Vo.Bo.



Ing. Francisco Javier Quiñónez de la Cruz
DIRECTOR CII/USAC







UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
SECCIÓN DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERIA —USAC—
Edificio T-5, Ciudad Universitaria zona 12
Teléfono directo: 2418-9115, Planta: 2418-8000 Exts. 86209 y 86221 Fax: 2418-9121
Página web: <http://cii.usac.edu.gt>

Continuación anexo 1.



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



Informe No.: 290 S.S. O.T.: 38,739 **No. 13420**

Interesado: NESTOR FERDINANDO MERIDA SANTIZO

Tipo de Ensayo: Análisis Granulométrico con tamices y lavado previo

Norma: ASTM D6913-04

Proyecto: EPS "DISEÑO PAVIMENTACION PARA EL ASENTAMIENTO CARMEN DEL MONTE, ZONA 2, BARCENA, VILLA NUEVA"

Ubicación: VILLA NUEVA

Fecha: jueves, 26 de julio de 2018 Muestra: 1

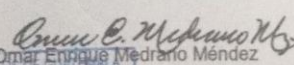
Tamiz	Abertura	% que pasa	Tamiz	Abertura	% que pasa
3"	75 mm	100.00	10	2.00 mm	84.83
2"	50 mm	100.00	20	850 µm	83.62
1 1/2"	37.5 mm	100.00	40	425 µm	54.09
1"	25 mm	100.00	60	250 µm	41.10
3/4"	19.0 mm	97.28	100	150 µm	32.91
3/8"	9.5 mm	94.41	140	106 µm	28.84
4	4.75 mm	90.01	200	75 µm	25.67

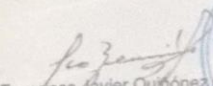
Descripción del suelo: ARENA LIMOSA COLOR CAFÉ CLARO

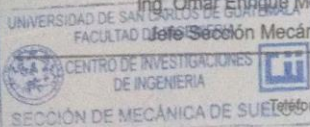
	S.C.U.: SM	% de Grava: 9.99	D10: * mm
Clasificación:	P.R.A.: A-2-4	% de Arena: 64.34	D30: 0.13 mm
		% de finos: 25.67	D60: 0.49 mm


Observaciones: Muestra proporcionada por el interesado.
* Diámetro efectivo no aplica.

Atentamente,


 Vo.Bo.
 Ing. Omar Enrique Medrano Méndez
 Jefe Sección Mecánica de Suelos




 Ing. Francisco Javier Quiñonez de la Cruz
 DIRECTOR CIUSAC





FACULTAD DE INGENIERIA -USAC-
 Edificio T-5, Ciudad Universitaria zona 12
 Teléfono directo: 2418-9115, Planta: 2418-8000 Exts. 86209 y 86221 Fax: 2418-9121
 Página web: <http://cil.usac.edu.gt>

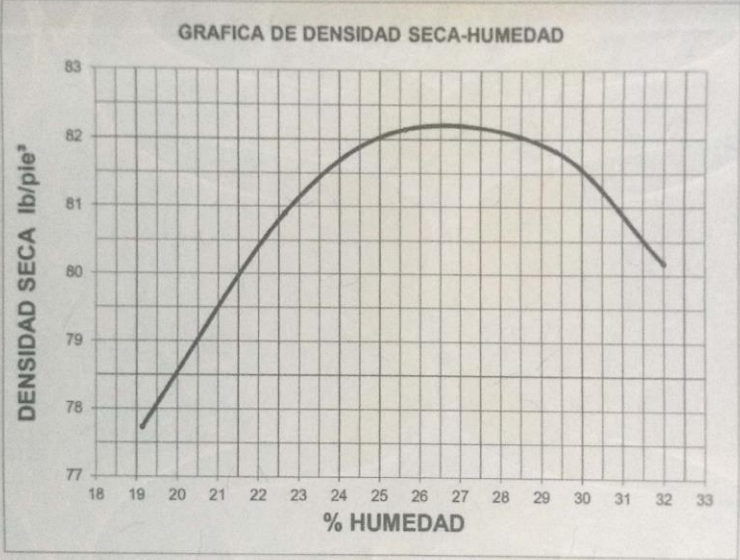
Continuación anexo 1.

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

INFORME No. 291 S.S. O.T.: 38,739 **No. 13481**

Interesado: NESTOR FERDINANDO MERIDA SANTIZO
Asunto: ENSAYO DE COMPACTACIÓN. Proctor Estándar: () Norma: A.A.S.H.T.O. T-99
Proctor Modificado: (X) Norma: A.A.S.H.T.O. T-180
Proyecto: EPS "DISEÑO PAVIMENTACION PARA EL ASENTAMIENTO CARMEN DEL MONTE, ZONA
2, BARCENA, VILLA NUEVA"
Ubicación: VILLA NUEVA
Fecha: jueves, 26 de julio de 2018 Muestra: 1

GRAFICA DE DENSIDAD SECA-HUMEDAD




% HUMEDAD	DENSIDAD SECA lb/pie³
19	77.5
20	78.5
21	79.5
22	80.5
23	81.5
24	82.0
25	82.2
26	82.3
27	82.2
28	82.0
29	81.5
30	81.0
31	80.5
32	80.0


Descripción del suelo: ARENA LIMOSA COLOR CAFÉ CLARO
Densidad seca máxima γ_d : 1,317.65 Kg/m³ 82.25 lb/pie³
Humedad óptima Hop.: 26.50 %
Observaciones: Muestra proporcionado por el interesado.

Atentamente,

Omar Enrique Medrano Méndez
Ing. Omar Enrique Medrano Méndez
Jefe Sección Mecánica de Suelos

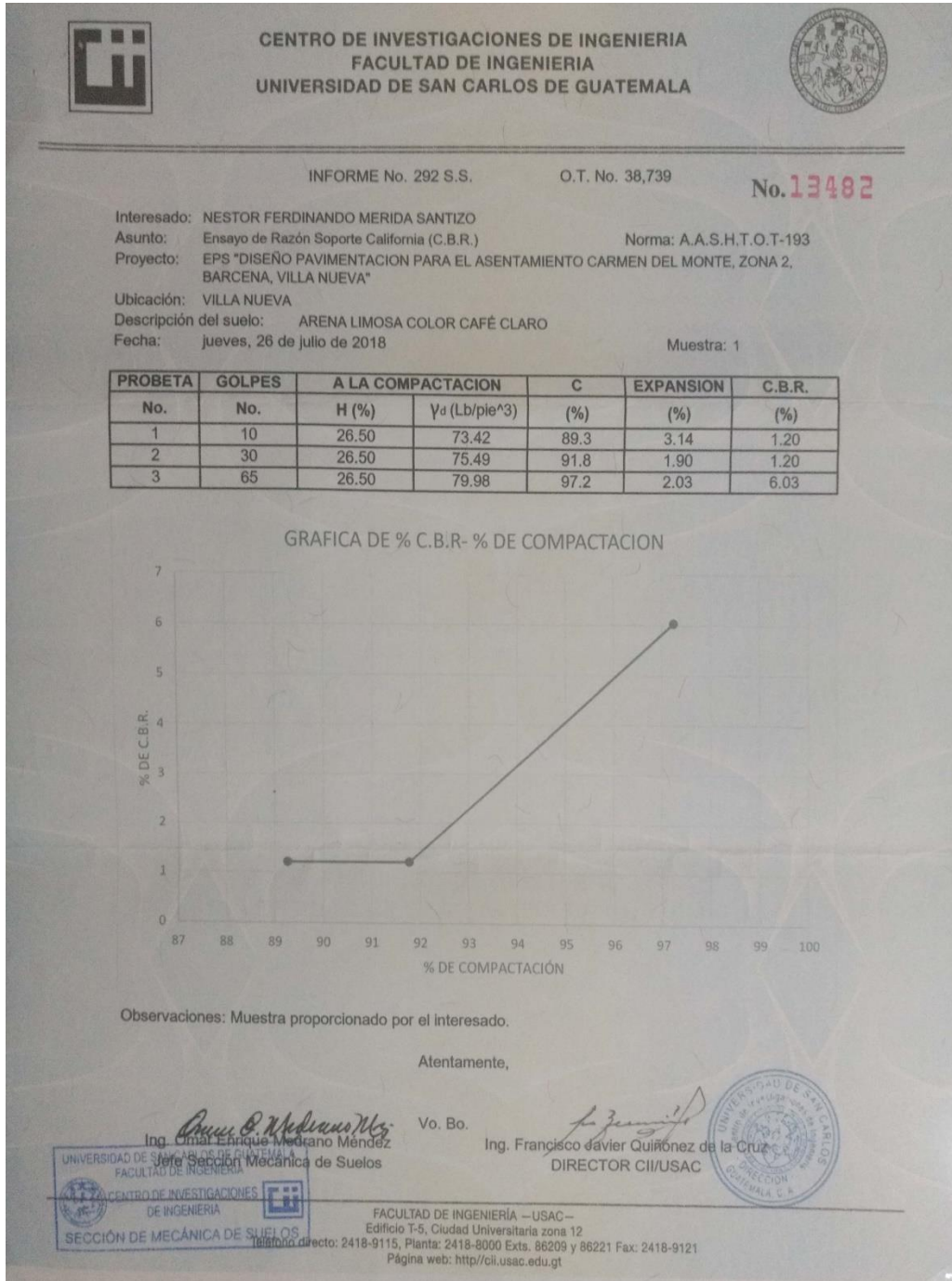
Vo. Bo. *Francisco Javier Quiñonez de la Cruz*
Ing. Francisco Javier Quiñonez de la Cruz
DIRECTOR CII/USAC

 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
SECCIÓN DE MECÁNICA DE SUELOS



FACULTAD DE INGENIERIA -USAC-
Edificio T-5, Ciudad Universitaria zona 12
Teléfono directo: 2418-9115, Planta: 2418-8000 Exts. 86209 y 86221 Fax: 2418-9121
Página web: <http://cii.usac.edu.gt>

Continuación anexo 1.



Fuente: Centro de Investigaciones de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala.