



Universidad de San Carlos de Guatemala

Facultad de Ingeniería

Escuela de Ingeniería Civil

**DISEÑO DE ALCANTARILLADO SANITARIO DEL CASERÍO OJO
DE AGUA, ALDEA PIEDRA GRANDE Y APERTURA DE
CARRETERA DEL CASERÍO EL PLATANILLO ALDEA
PROVINCIA CHIQUITA, MUNICIPIO DE SAN PEDRO
SACATEPÉQUEZ, DEPARTAMENTO DE SAN MARCOS**

Wilfrido Manfredo Fuentes Fuentes

Asesorado por el Ing. Luís Gregorio Alfaro Véliz

Guatemala, octubre de 2007

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DE ALCANTARILLADO SANITARIO DEL CASERÍO OJO
DE AGUA, ALDEA PIEDRA GRANDE Y APERTURA DE
CARRETERA DEL CASERÍO EL PLATANILLO ALDEA
PROVINCIA CHIQUITA, MUNICIPIO DE SAN PEDRO
SACATEPÉQUEZ, DEPARTAMENTO DE SAN MARCOS**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR:

WILFRIDO MANFREDO FUENTES FUENTES

ASESORADO POR EL ING. LUÍS GREGORIO ALFARO VÉLIZ

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO CIVIL

GUATEMALA, OCTUBRE DE 2007

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE LA JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Inga. Glenda Patricia García Soria.
VOCAL II	Inga. Alba Maritza Guerrero de López
VOCAL III	Ing. Miguel Angel Dávila Calderón
VOCAL IV	Br. Kenneth Isuur Estrada Ruiz
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivonne Véliz Vargas

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Silvio José Rodríguez Serrano
EXAMINADOR	Ing. Luis Gregorio Alfaro Véliz
EXAMINADOR	Ing. Alejandro Castañón López
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivonne Véliz Vargas

AGRADECIMIENTOS A:

- DIOS:** Ser supremo, Padre de la sabiduría por enseñarme el sendero correcto para lograr mis metas y obtener el triunfo con mucha satisfacción.
- MARÍA SANTÍSIMA:** Por ser ejemplo de perseverancia y cobijarme con su manto sagrado en mi trayectoria estudiantil.
- LUÍS ALFARO:** Por su empeño en asesorarme y por compartir sus conocimientos para realizar este trabajo.
- LA O.M.P. DE
SAN PEDRO
SACATEPÉQUEZ
SAN MARCOS:** Por brindarme la oportunidad de realizar mi Ejercicio Profesional Supervisado.
- MIS AMIGOS:** Por su apoyo, en especial a Pablo Muralles, por aportar sus ideas y conocimientos.
- LA FACULTAD DE
INGENIERÍA:** Por los conocimientos adquiridos.
- LA UNIVERSIDAD
DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA:** Por cederme la oportunidad de triunfar.

ACTO QUE DEDICO A

MIS PADRES:

Gerardo Valentín Fuentes Gómez

Rosa R. Fuentes Godínez.

Por apoyarme en todo momento y por compartir conmigo mis triunfos y fracasos, que mi triunfo sea para ellos una muestra de agradecimiento y que Dios los bendiga.

MI ESPOSA:

Iracema Victoria Fuentes López

Por su importante apoyo, que contribuyó en alcanzar mis objetivos.

MIS HIJOS:

Wilfred Giancarlo Fuentes Fuentes

Sharon Daleska Fuentes Fuentes

Por ser el impulso que me motiva a lograr mis metas, que mi triunfo sea un ejemplo a seguir.

MIS HERMANOS:

Por que mi triunfo sea para ellos una verdadera satisfacción; gracias por brindarme su apoyo, especialmente a Gilmar Fuentes, por su ayuda moral y económica. Que Dios los bendiga a todos.

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

DISEÑO DE ALCANTARILLADO SANITARIO DEL CASERÍO OJO DE AGUA, ALDEA PIEDRA GRANDE Y APERTURA DE CARRETERA PARA EL CASERÍO EL PLATANILLO, ALDEA PROVINCIA CHIQUITA, MUNICIPIO DE SAN PEDRO SACATEPÉQUEZ, DEPARTAMENTO DE SAN MARCOS,

tema que me fuera asignado por la Dirección de Escuela de Ingeniería Civil, con fecha 23 de enero de 2007.



WILFRIDO MANFREDO FUENTES FUENTES



FACULTAD DE INGENIERIA

UNIDAD DE EPS

Guatemala, 23 de agosto de 2007
Ref. EPS. C. 507.08.07

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

Estimada Ingeniera Sarmiento Zeceña.

Por este medio atentamente le informo que como Asesor – Supervisor de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) del estudiante universitario de la Carrera de Ingeniería Civil, **WILFRIDO MANFREDO FUENTES FUENTES**, procedí a revisar el informe final de la práctica de EPS, cuyo título es **“DISEÑO DE ALCANTARILLADO SANITARIO DEL CASERÍO OJO DE AGUA, ALDEA PIEDRA GRANDE Y APERTURA DE CARRETERA DEL CASERÍO EL PLATANILLO ALDEA PROVINCIA CHIQUITA, MUNICIPIO DE SAN PEDRO SACATEPÉQUEZ, DEPARTAMENTO DE SAN MARCOS”**.

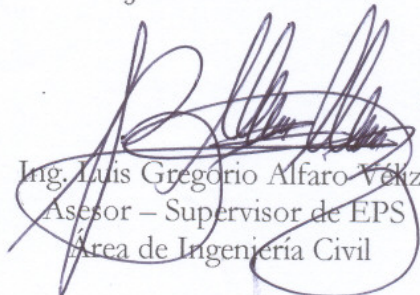
Cabe mencionar que las soluciones planteadas en este trabajo, constituyen un valioso aporte de nuestra Universidad a uno de los muchos problemas que padece el área rural del país, beneficiando así a los pobladores del municipio de **San Pedro Sacatepéquez**.

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

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

“*Id y Enseñad a Todos*”


Ing. Luis Gregorio Alfaro Véliz
Asesor – Supervisor de EPS
Área de Ingeniería Civil



LGAV/jm



FACULTAD DE INGENIERIA

Guatemala,
21 de septiembre de 2007

Ingeniero
Fernando Amilcar Boiton Velásquez
Director de la Escuela de Ingeniería Civil
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimado Ing. Boiton.

Le informo que habiendo revisado el trabajo de graduación DISEÑO DE ALCANTARILLADO SANITARIO DEL CASERÍO OJO DE AGUA, ALDEA PIEDRA GRANDE Y APERTURA DE CARRETERA DEL CASERÍO EL PLATANILLO ALDEA PROVINCIA CHIQUITA, MUNICIPIO DE SAN PEDRO SACATEPÉQUEZ, DEPARTAMENTO DE SAN MARCOS, desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Wilfrido Manfredo Fuentes Fuentes, quien contó con la asesoría del Ing. Luis Gregorio Alfaro Véliz.

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



FACULTAD DE INGENIERIA
DEPARTAMENTO
DE
HIDRAULICA
USAC

Ing. Rafael Enrique Morales Ochoa
Jefe del Departamento de Hidráulica



FACULTAD DE INGENIERIA

Guatemala,
21 de septiembre de 2007

Ingeniero
Fernando Amilcar Boiton Velásquez
Director de la Escuela de Ingeniería Civil
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimado Ing. Boiton.

Le informo que habiendo revisado el trabajo de graduación DISEÑO DE ALCANTARILLADO SANITARIO DEL CASERÍO OJO DE AGUA, ALDEA PIEDRA GRANDE Y APERTURA DE CARRETERA DEL CASERÍO EL PLATANILLO ALDEA PROVINCIA CHIQUITA, MUNICIPIO DE SAN PEDRO SACATEPÉQUEZ, DEPARTAMENTO DE SAN MARCOS, desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Wilfrido Manfredo Fuentes Fuentes, quien contó con la asesoría del Ing. Luis Gregorio Alfaro Véliz.

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. Jorge Alejandro Arévalo Valdéz
Jefe del Departamento de Topografía y Transportes





FACULTAD DE INGENIERÍA

El Director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen del Asesor Ing. Luis Gregorio Alfaro Véliz y de la Directora de la Unidad de E.P.S., Inga. Norma Ileana Sarmiento Zeceña, al trabajo de graduación del estudiante Wilfrido Manfredo Fuentes Fuentes, titulado DISEÑO DE ALCANTARILLADO SANITARIO DEL CASERÍO OJO DE AGUA, ALDEA PIEDRA GRANDE Y APERTURA DE CARRETERA DEL CASERÍO EL PLATANILLO ALDEA PROVINCIA CHIQUITA, MUNICIPIO DE SAN PEDRO SACATEPÉQUEZ, DEPARTAMENTO DE SAN MARCOS, da por este medio su aprobación a dicho trabajo.


Ing. Fernando Amilcar Boiton Velásquez



Guatemala, octubre 2007.

/bbdeb.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	VII
LISTA DE SÍMBOLOS	IX
GLOSARIO	XI
RESUMEN	XV
OBJETIVOS	XVII
INTRODUCCIÓN	XIX
1. FASE DE INVESTIGACIÓN	1
1.1. Aspectos monográficos de San Pedro Sacatepéquez, San Marcos	1
1.1.1. Aspectos históricos	1
1.1.1.1. Origen del nombre	1
1.1.2. Aspectos físicos	2
1.1.2.1. Extensión territorial	2
1.1.2.2. Ubicación geográfica	3
1.1.2.3. Distancia relativa	3
1.1.2.4. Colindancias	4
1.1.2.5. Población	4
1.1.2.6. Clima	5
1.1.2.7. Actividades económicas	6
1.1.3. Servicios	9
1.1.3.1. Vías de acceso	9
1.1.3.2. Agua potable	10
1.1.3.3. Drenaje	11
1.1.3.4. Centros educativos	12

1.1.3.5. Centros de salud	14
1.2. Investigaciones diagnósticas sobre necesidades de Servicio	15
1.2.1. Descripción de las necesidades	15
1.2.2. Justificación social	16
1.2.3. Justificación económica	16
1.2.3.1. Priorización de las necesidades	17
2. FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL	19
2.1. Diseño de la red de alcantarillado sanitario del caserío Ojo de Agua, aldea Piedra Grande, municipio de San Pedro Sacatepéquez, San Marcos	19
2.1.1. Descripción del proyecto a desarrollar	19
2.1.2. Levantamiento topográfico	19
2.1.3. Localización de la descarga	20
2.1.4. Periodo de diseño	20
2.1.5. Integración de caudales	21
2.1.5.1. Población de diseño	21
2.1.5.2. Dotación	22
2.1.5.3. Factor de retorno	22
2.1.5.4. Factor de flujo instantáneo (FH)	22
2.1.5.5. Caudal sanitario	23
2.1.5.6. Caudal domiciliar	23
2.1.5.7. Caudal de infiltración	24
2.1.5.8. Caudal de conexiones ilícitas	24
2.1.5.9. Factor de caudal medio (fqm)	25
2.1.5.10. Caudal de diseño	26

2.1.6. Diseño de la red	27
2.1.6.1. Diseño de secciones y pendientes	27
2.1.6.2. Velocidades máximas y mínimas	28
2.1.6.3. Diámetro de tubería	28
2.1.7. Obras de arte	29
2.1.7.1. Pozos de visita	29
2.1.7.2. Conexiones domiciliarias	29
2.1.7.3. Caja o candela	29
2.1.8. Programa de mantenimiento	30
2.1.9. Presupuesto del proyecto	32
2.1.9.1. Cuantificación por renglones	32
2.1.9.2. Integración de costos unitarios por renglón	33
2.1.9.3. Costo total del proyecto	37
2.1.10. Cronograma de ejecución	37
2.1.11. Evaluación de impacto ambiental	38
2.1.12. Evaluación socio económica	39
2.1.12.1. Valor presente neto	40
2.1.12.2. Tasa interna de retorno	42
2.2. Diseño del tramo carretero para el caserío El Platanillo aldea Provincia Chiquita, municipio de San Pedro Sacatepéquez, San Marcos	45
2.2.1. Preliminar de campo	45
2.2.1.1. Levantamiento topográfico de preliminar	45
2.2.1.2. Planimetría	45
2.2.1.3. Altimetría	46
2.2.1.4. Secciones transversales	47

2.2.2. Dibujo de preliminar	48
2.2.2.1. Planimétrico	48
2.2.2.2. Altimétrico, curvas de nivel	49
2.2.3. Normas para el estudio y proyección geométrica de carreteras	50
2.2.3.1. Normas generales para el alineamiento horizontal	51
2.2.3.2. Normas AASHTO	51
2.2.3.3. Normas ASTM	52
2.2.3.4. Normas COGUANOR	52
2.2.4. Diseño geométrico de carreteras	52
2.2.4.1. Alineamiento horizontal y vertical	52
2.2.4.2. Diseño de curvas horizontales	53
2.2.4.3. Diseño de curvas verticales	59
2.2.4.4. Diseño de localización	65
2.2.4.5. Diseño de la sub-rasante	66
2.2.5. Movimiento de tierras	67
2.2.5.1. Cálculo de áreas de secciones transversales	67
2.2.5.2. Cálculo de volúmenes de movimiento de tierras	69
2.2.6. Diseño hidráulico	71
2.2.6.1. Diseño de cunetas	71
2.2.6.2. Bombeo de la superficie	72
2.2.6.3. Contra cunetas	73
2.2.7. Estudio de suelos	73
2.2.7.1. Análisis para la clasificación del suelo	73
2.2.7.1.1. Análisis granulométrico	74
2.2.7.1.2. Límites de consistencia	75
2.2.7.1.2.1. Límite líquido	75
2.2.7.1.2.2. Límite plástico	76
2.2.7.1.2.3. Índice plástico	76

2.2.7.2.	Ensayos para el control de la construcción	77
2.2.7.2.1.	Determinación del contenido de humedad	77
2.2.7.2.2.	Densidad máxima y humedad óptima	78
2.2.7.2.3.	Ensayo de equivalente de arena	79
2.2.7.3.	Análisis para la determinación de resistencia	80
2.2.7.3.1.	Ensayo de valor soporte del suelo (C.B.R.)	80
2.2.8.	Especificaciones técnicas	81
2.2.9.	Presupuesto	84
2.2.9.1.	Cuantificación por renglones	84
2.2.9.2.	Integración de costos unitarios por renglón	95
2.2.9.3.	Costo total del proyecto	95
2.2.10.	Cronograma de ejecución	96
2.2.11.	Evaluación de impacto ambiental	96
2.2.11.1.	Cambios en calidad	96
2.2.11.2.	Alteración del régimen hídrico	97
2.2.11.3.	Flora y fauna	97
	CONCLUSIONES	99
	RECOMENDACIONES	101
	BIBLIOGRAFÍA	103
	APÉNDICE	105

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Diagrama de flujo de efectivo	41
2.	Diagrama de Tasa Interna de Retorno	44
3.	Elementos de curva horizontal	54
4.	Curva horizontal	57
5.	Curva vertical cóncava	61
6.	Curva vertical convexa	61
7.	Curva vertical	64
8.	Cálculo de volúmenes de movimiento de tierras	69
9.	Área de corte	70
10.	Área de relleno	71

TABLAS

I.	Población total de aldea Piedra Grande	5
II.	Población total de aldea Provincia Chiquita	5
III.	Indicadores de población económicamente activa	6
IV.	Indicadores de población económicamente activa	8
V.	Indicadores de alfabetismo, aldea Piedra Grande	12
VI.	Establecimientos educativos, aldea Piedra Grande	13
VII.	Indicadores de alfabetismo, aldea Provincia Chiquita	13
VIII.	Establecimientos educativos, aldea Provincia Chiquita	14
IX.	Necesidades encontradas, caserío Ojo de Agua	15
X.	Necesidades encontradas, caserío El Platanillo	16
XI.	Libreta topográfica, drenaje sanitario caserío Ojo de Agua	20

XII.	Cuadro de inspección, alcantarillado sanitario	31
XIII.	Cuantificación por renglones, alcantarillado sanitario	32
XIV.	Integración de costos unitarios, alcantarillado sanitario	33
XV.	Costo total del proyecto de alcantarillado sanitario	37
XVI.	Cronograma de ejecución física y financiera de alcantarillado	37
XVII.	Planimetría	46
XVIII.	Libreta de nivelación	47
XIX.	Cálculo topográfico	48
XX.	Cálculo de libreta de nivelación	50
XXI.	Valores de K, para curvas cóncavas y convexa	62
XXII.	Cálculo de áreas de secciones transversales	68
XXIII.	Cuantificación por renglones, apertura de carretera	84
XXIV.	Integración de costos unitarios por renglón, apertura de carretera	95
XXV.	Costo total del proyecto de apertura de carretera	95
XXVI.	Cronograma de ejecución física y financiera de carretera	95

LISTA DE SÍMBOLOS

A₁	Área uno
A₂	Área dos
H_i	Altura del instrumento
C_m	Cuerda máxima
DH	Distancia horizontal
E	External
d/D	Relación de diámetros entre sección parcial y sección llena
G	Grado de curvatura
INFOM	Instituto de Fomento Municipal
INE	Instituto Nacional de Estadística
K	Constante que depende de las velocidades del diseño
L/Hab/día	Litros por habitante por día
L/Km/día	Litros por kilómetro por día
L_c	Longitud de curva
L_{cv}	Longitud de curva vertical
M³/seg.	Metros cúbicos por segundo
mm/hora	Milímetros por hora
Ha	Hectáreas
M²	Metros cuadrados
l/seg	Litros por segundo
OM	Ordenada media

GLOSARIO

Densidad de vivienda	Es el número de viviendas por unidad de superficie.
Descarga	Lugar donde se vierten las aguas negras provenientes de un colector, pueden estar crudas o tratadas.
Dotación	Estimación del promedio de cantidad de agua que consume cada habitante. Se expresa en litros por habitante por día (L/Hab/día)
Drenajes	Sirven para controlar las condiciones de flujo de agua en terracerías y mejoran las condiciones de estabilidad de cortes, terraplenes y pavimentos.
Excavaciones	Zanjas realizadas en un terreno, construidas cuidadosamente, ajustándose a la línea y pendiente señaladas. Las caras laterales serán verticales.
Factor de Hardmon	Factor de seguridad de flujo para las horas pico.
Factor de seguridad	Factor que indica qué tan lisa es una superficie.
Hidrología	Parte de las ciencias naturales, que trata de las aguas.
Coeficiente de escorrentía	Relación entre el agua de lluvia que cae en una zona determinada.

Infraestructura	Base material sobre la que se asienta algo.
Rasante	Es el nivel de la superficie de rodamiento de una carretera o camino.
Relación hidráulica	Relación que existe entre cada uno de los parámetros de diseño a la sección llena y parcialmente llena, la cual debe cumplir con ciertas condiciones para que las tuberías no trabajen a sección llena. Sirve para garantizar que la tubería no trabajará a presión.
Relleno	Es el material especial o de terracería uniformemente colocado y compactado en las partes lateral y superior de las cajas, así como, atrás de los aletones.
Sección típica	Es toda la extensión de la carretera, tiene una sección que permanece uniforme la mayoría de las veces.
Terracería	Es el conjunto de operaciones de cortes, préstamos, rellenos, terraplenes y desperdicios de material, que se realiza hasta alcanzar una rasante determinada, de conformidad con los niveles indicados en los planos.

Terraplén	Son los depósitos de material que se realizan sobre el terreno natural para alcanzar el nivel de subrasante.
Tirante	Altura de las aguas negras dentro de la alcantarilla.
Azimut	Ángulo horizontal referido a un norte magnético arbitrario, su rango va desde cero a 360 grados sexagesimales.
Ángulo	Es la menor o mayor abertura que forman dos líneas o dos planos que se cortan. Las líneas que forman el ángulo se llaman lados y el punto de encuentro, vértice. Su mayor o menor abertura se mide en grados.
Balasto	Es el material selecto que se coloca sobre la subrasante de una carretera, el cual se compone de un material bien graduado, es decir, que consta de material fino y grueso con el objeto de protegerla y que sirva de superficie de rodadura
Base	Están constituidas por una capa de material seleccionado, de granulometría y espesor determinado, que se construye sobre la sub-base.
Cabezales	Muro central de entrada y salida de las tuberías, diseñado y construido para sostener y proteger los taludes y encauzar las aguas.

Contracunetas	Son cunetas construidas generalmente en los taludes de corte, cuya finalidad es evitar que las aguas superficiales lleguen hasta la carretera.
Coordenadas	Son líneas que sirven para determinar la posición de un punto y los ejes o planos a que se refieren aquellas líneas.
Corte	Es la excavación que se realiza en el terreno de conformidad al trazo de la carretera o camino. Se realiza a media ladera o en trinchera.
Cota de terreno	Altura de un punto del terreno referido a un nivel determinado.
Cunetas	Zanja lateral paralela al eje de la carretera o del camino, construida entre los extremos de los hombros y al pie de los taludes.
Densidad de vivienda	Es el número de viviendas por unidad de superficie.
Descarga	Lugar donde se vierten las aguas negras provenientes de un colector, pueden estar crudas o tratadas.

RESUMEN

La mayoría de las comunidades a nivel nacional carecen de servicios básicos, característica usual en nuestro medio. Tal es el caso del caserío Ojo de agua, aldea Piedra Grande y del caserío El Platanillo, aldea Provincia Chiquita, del municipio de San Pedro Sacatepéquez, San Marcos; lugares donde se recopilaron los datos para el desarrollo de este trabajo de graduación.

Como parte inicial, se realizó un estudio para priorizar los proyectos de las comunidades en mención, contando con el apoyo de la municipalidad y los comités para proporcionar los datos e información necesaria para identificar los proyectos de mayor necesidad, seleccionándose los siguientes: Drenaje sanitario para el caserío de Ojo de agua y apertura de carretera para el caserío El Platanillo.

En los capítulos 1 y 2 se encuentran en forma detallada cada uno de los aspectos técnicos y específicos que se utilizaron para la elaboración de los proyectos mencionados; también se presentan los presupuestos para la ejecución de cada uno de ellos, y en los anexos se presentan los cálculos hidráulicos y resultados gráficos, así como los planos correspondientes.

OBJETIVOS

General:

Contribuir al desarrollo integral del municipio de San Pedro Sacatepéquez y sus comunidades, con el diseño de proyectos de infraestructura apropiada, dando solución a sus problemas con los servicios de alcantarillado sanitario y vías de comunicación.

Específicos:

1. Diseñar la red de alcantarillado sanitario del caserío Ojo de Agua y tramo carretero del caserío El Platanillo del municipio de San Pedro Sacatepéquez, departamento de San Marcos.
2. Desarrollar una investigación diagnóstica sobre las necesidades de servicios básicos e infraestructura del municipio de San Pedro Sacatepéquez.
3. Capacitar al personal de campo de la municipalidad de San Pedro Sacatepéquez, sobre aspectos de mantenimiento para el buen funcionamiento en el uso de la carretera y alcantarillado sanitario.

INTRODUCCIÓN

El Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S), brinda la oportunidad de aplicar los conocimientos obtenidos a lo largo del proceso de aprendizaje académico, aplicándolo en la solución de problemas reales, contribuyendo de esta manera a solucionar algunas de las necesidades que viene a contribuir al mejoramiento del nivel de vida de las comunidades beneficiadas.

En el presente trabajo se describen inicialmente aspectos geográficos de los caseríos Ojo de Agua y Platanillos, de la aldea Provincia Chiquita, en el municipio de San Pedro Sacatepéquez, departamento de San Marcos; señalando las necesidades planteadas por sus habitantes.

En la primera parte se incluyen los datos del levantamiento topográfico del caserío Ojo de Agua, el período de diseño del proyecto, los factores de retorno, caudal domiciliar y diseño de secciones y pendientes, los lineamientos de inspección del alcantarillado sanitario, así como el presupuesto de dicho proyecto con su integración de costos. Adicional a esto se presenta la evaluación de impacto ambiental y una guía para minimizar los efectos negativos en el medio.

En la segunda parte se incluye el diseño del tramo carretero del caserío El Platanillos, el levantamiento topográfico, las normas para el estudio y proyección geométrica de carreteras, el diseño de curvas verticales, movimiento de tierras, diseño de cunetas y estudio de suelos.

En la parte final se presentan las conclusiones emergentes de ambos proyectos y las recomendaciones propuestas a las autoridades edilicias y a los habitantes que serán beneficiados. Se incluye también la bibliografía consultada.

En los anexos se agregan los planos de cada uno de los proyectos señalados en el presente trabajo.

1. FASE DE INVESTIGACIÓN

1.1 Aspectos monográficos de San Pedro Sacatepéquez, San Marcos

1.1.1 Aspectos Históricos

El Municipio de San Pedro Sacatepéquez es de primera categoría, está localizado a 249 Kilómetros de la ciudad capital de Guatemala, a 48 kilómetros de la ciudad de Quetzaltenango y a 1 kilómetro de la cabecera departamental de San Marcos. Está ubicado en las coordenadas de 14°57'55" de latitud y 91°46'36" longitud, a 2,033 msnm.

1.1.1.1 Origen del nombre

Aldea Piedra Grande registra su fundación el año 1892 en la Oficina de Estadística del país. Es una aldea que, según algunos vecinos, pertenecía al cantón El Mosquito de la cabecera municipal de San Pedro Sacatepéquez, pero que luego un grupo de vecinos se independizaron formando lo que hoy es aldea Piedra Grande.

Por informes de miembros de la auxiliatura, el nombre de Piedra Grande se debe a la expresión mam de Trraniabj que quiere decir Piedra Grande y efectivamente, al oeste del juzgado de este poblado rural se encuentra una piedra milenaria que mide unos 64 metros cuadrados y 5 metros de altura.

En uno de los lados de esta piedra se encuentra una huella de un pie que según los vecinos, dicen que es el pie de Jesús. Sus calles son anchas, por eso la bautizaron con el nombre de PIEDRA GRANDE.

Su fiesta titular se realiza el 8 de diciembre de cada año, en honor a la Virgen de Concepción.

La aldea Provincia Chiquita es una belleza natural, fue bautizada por la aldea Corral Grande con el nombre de “Atrás del Cerro” por estar ubicada muy distante de la cabecera del municipio de San Pedro Sacatepéquez; pero en el año de 1,918 se volvió a bautizar con el nombre de Provincia Chiquita.

Sus primeros habitantes fueron familias que vivían en aldea Corral Grande, pero al tener tierras en este paraje decidieron radicar en Provincia Chiquita, un lugar de brisas en abismos, porque esta tan alto.

Su fiesta titular se realiza el 15 de enero de cada año, en honor al Señor de Esquipulas.

1.1.2. Aspectos físicos

1.1.2.1 Extensión territorial

La aldea Piedra Grande posee una extensión territorial de 16 kilómetros cuadrados.

Aldea Provincia Chiquita posee una extensión territorial de 14 kilómetros cuadrados.

1.1.2.2 Ubicación geográfica

Aldea Piedra Grande es una de las aldeas que conforman el municipio de San Pedro Sacatepéquez, del departamento de San Marcos.

Está ubicada a una **altitud** que va desde 2,400 msnm en la parte más baja, 2,500 msnm en la parte media y 2600 msnm en la parte alta. Presenta una **latitud norte** 21°. 50´ 55´´ y **Longitud** oeste 91°. 46´35´´

La aldea Provincia Chiquita se encuentra localizada en la parte sur del municipio de San Pedro Sacatepéquez, a una **altura** de 1,400msnm en la parte más baja; 1,600msnm en la parte media y altura; **latitud sur** de 23° 50´ 55” y **longitud** de 90° 46´ 35”.

1.1.2.3 Distancia relativa

Aldea Piedra Grande se encuentra a una distancia de 3 kilómetros de la cabecera municipal de San Pedro Sacatepéquez; a 2 kilómetros de la cabecera departamental de San Marcos, y a 252 kilómetros de la ciudad Capital de Guatemala.

Aldea Provincia Chiquita se encuentra a una distancia de 27 kilómetros de la cabecera municipal de San Pedro Sacatepéquez; a 26 kilómetros de la cabecera departamental de San Marcos, y a 277 kilómetros de la ciudad Capital de Guatemala.

1.1.2.4 Colindancias

Piedra Grande colinda:

AL NORTE: con el Astillero Municipal de San Pedro Sacatepéquez.

AL SUR: con aldea San Francisco Soche, del municipio de San Pedro Sacatepéquez.

AL ESTE: con el Astillero Municipal de San Pedro Sacatepéquez.

AL OESTE: con la cabecera municipal de San Marcos.

Provincia Chiquita colinda:

AL NORTE: con el municipio de San Juan Ostuncalco, del departamento de Quetzaltenango.

AL SUR: con el municipio de San Cristóbal Cucho, del departamento de San Marcos.

AL ESTE: con aldea Corral Grande, del municipio de San Pedro Sacatepéquez.

AL OESTE: con el municipio de San Juan Ostuncalco, del departamento de Quetzaltenango.

1.1.2.5 Población

Los datos de población de aldea Piedra Grande fueron tomados de las cifras preliminares consignadas en el cuadro de características generales de población según departamento, Municipio y lugar poblado, del XI censo de población, VI de habitación 2002, realizado por el Instituto Nacional de Estadística INE.

La distribución de la población total de aldea Piedra Grande, por grupos de edades, es la siguiente:

Tabla I. Población total de aldea Piedra Grande	
Grupo de edad	No. de habitantes
De 0 a 6 años	1,127
De 7 a 14 años	1,351
De 15 a 64 años	3,495
De 65 y más años	280
T O T A L	6,253
Fuente: XI Censo de Población, VI de Habitación 2002 del municipio de San Pedro Sacatepéquez	

Datos de población de aldea Provincia Chiquita

Tabla II. Población total de aldea Provincia Chiquita	
Comunidad	No. de habitantes
Aldea Provincia Chiquita (Centro)	283
Caserío Alta Vista	457
Caserío Los Juárez	168
Caserío El Platanillo	307
Caserío Santa Teresa	259
T O T A L	1,474
Fuente: XI Censo de Población, VI de Habitación 2002 del municipio de San Pedro Sacatepéquez	

1.1.2.6 Clima

El clima de la aldea Piedra Grande es frío, la temperatura máxima alcanza los 27°C y la temperatura mínima los 2°C.

Se marcan dos estaciones climáticas durante el año:

- La lluviosa o invierno que comprende los meses de abril a noviembre; y,
- La estación seca o verano, que va de los meses de noviembre a marzo; la cual registra un régimen de baja temperatura específicamente entre noviembre a enero, donde se presentan heladas que afectan a cultivos de la época existentes en el área.

El clima de la aldea Provincia Chiquita es templado, por eso se le llama así a esta región; su temperatura máxima no pasa de 19°C, registrándose heladas en los meses de diciembre a enero.

La precipitación pluvial se da durante 5 a 6 meses durante el año, con un promedio de 150 días y se inicia en la primera semana de mayo; el periodo de verano abarca de noviembre a abril; los vientos predominantes, se registran en direcciones noroeste durante los meses de noviembre a abril.

1.1.2.7 Actividades económicas

El Instituto Nacional de Estadística define a la población de Piedra Grande económicamente activa (PEA), como: “el conjunto de personas de 7 años y más edad, que durante el período de referencia censal ejercieron una ocupación o la buscaban activamente. La PEA la integran los ocupados (trabajaron y no trabajaron pero tienen trabajo) y los desocupados (buscaron trabajo pero trabajaron antes y los que buscaron trabajo por primera vez)”.

Tabla III. Indicadores de población económicamente activa						
Núm.	Comunidad	Hombres	Mujeres	Total	Población 7 años y más	% PEA
1	Piedra Grande	1,416	581	1,997	5,126	38.96%
Fuente: XI Censo de Población, VI de Habitación 2002						

El cuadro anterior evidencia que en esta aldea son los hombres quienes constituyen la mayor fuerza de trabajo, sin embargo, el dato que más trasciende es el del porcentaje general de población económicamente activa, ya que el mismo corresponde a menos de la mitad de los habitantes en edad apta para desarrollar actividades productivas.

La actividad económica de los hombres en esta aldea se realiza a través de: la agricultura (granos básicos, verduras y frutas); el comercio (tiendas, panaderías, herrerías, aserradores, carpinteros, carniceros, sastres, músicos, etc.); artesanía típica; profesionales en diversas especialidades (abogados, maestros, peritos contadores, militares, etc.) y servicios varios (pilotos automovilistas).

Las mujeres de esta Aldea que realizan actividades para generar ingresos económicos, lo hacen a través de prestación de servicios domésticos (comida, lavado, planchado y limpieza); producción y venta de animales domésticos y sus derivados (gallinas, vacas, conejos, etc.); y comercio agrícola (venta de verduras, flores, frutas); manufactura (artesanía típica, tejidos de punto, costureras, bordadoras); comercio (tiendas), profesionales (maestras, secretarias, peritos en dibujo y construcción, peritas contadoras, etc.).

El ingreso promedio mensual familiar es de Q.900.00; basándose principalmente en la fuerza de trabajo como agricultores, albañiles y jornaleros, zapateros, crianza de animales, etc.

La falta de empleo ha provocado que habitantes de Piedra Grande opten por trasladarse a otros lugares en busca de oportunidades que les permita mejorar su calidad de vida y la de su familia, especialmente a EE.UU.

También hay casos en los que el objetivo de la migración es el estudio, ya sea de nivel medio o universitario.

El Instituto Nacional de Estadística define a la población de Provincia Chiquita económicamente activa (PEA), como: “el conjunto de personas de 7 años y más edad que durante el período de referencia censal ejercieron una ocupación o la buscaban activamente. La PEA la integran los ocupados (trabajaron y no trabajaron pero tienen trabajo) y los desocupados (buscaron trabajo pero trabajaron antes y los que buscaron trabajo por primera vez)”.

Tabla IV. Indicadores de población económicamente activa						
Núm.	Comunidad	Hombres	Mujeres	Total	Población 7 años y más	% PEA
1	Aldea Provincia Chiquita (Centro)	72	42	114	230	49.57%
2	Caserío Alta Vista	112	38	150	363	41.32%
3	Caserío Los Juárez	36	50	86	145	59.31
4	Caserío El Platanillo	82	76	158	251	62.95%
5	Caserío Santa Teresa	71	62	133	200	66.50%
	T O T A L	373	268	641	1,189	53.91%
Fuente: XI Censo de Población, VI de Habitación 2002 (cifras preliminares).						

El cuadro anterior evidencia que en esta aldea son los hombres quienes constituyen la mayor fuerza de trabajo; sin embargo, el dato que más trasciende es el del porcentaje general de población económicamente activa, ya que el mismo corresponde a poco más de la mitad de los habitantes en edad apta para desarrollar actividades productivas.

La actividad económica de los hombres en esta aldea se realiza a través de: la agricultura (granos básicos, verduras y frutas); albañilería; comercio (tiendas, carpinteros); artesanía (tejedores de telas típicas).

Las mujeres de la aldea Provincia Chiquita que realizan actividades para generar ingresos económicos, lo hacen a través de prestación de servicios domésticos (comida, lavado, planchado y limpieza); producción y venta de animales domésticos y sus derivados (gallinas, vacas, conejos, etc.); y comercio agrícola (venta de verduras, flores, frutas); manufactura (artesanía típica, tejidos de punto, costureras, bordadoras); comercio (tiendas, panaderías, etc.), profesionales (maestras, secretarias, enfermeras auxiliares, contadoras, etc.). El ingreso promedio mensual familiar es de Q.800.00 a Q.900.00.

La falta de empleo ha provocado que habitantes de esta aldea opten por trasladarse a otros lugares en busca de oportunidades que les permita mejorar su calidad de vida y la de su familia, especialmente a EE.UU; aunque muchos viajan a la capital de Guatemala y a fincas bananeras del país, en busca de trabajo.

1.1.3 Servicios

1.1.3.1 Vías de acceso

El centro de la aldea Piedra Grande está muy cercana a la cabecera departamental de San Marcos; cuenta con dos entradas principales: una, por el Cantón El Mosquito; y la otra por aldea San Francisco Soche. Ambas calles están pavimentadas y empedradas para facilitar el ingreso de vehículos y personas; éstas presentan condiciones aceptables.

En cuanto a las calles del centro de la aldea y los caminos que comunican con los caseríos y cantones, algunas están empedradas, otras son de tierra y en algunos casos empedradas o balastadas; presentando un estado regular, por los estragos que causa la falta de mantenimiento de las mismas.

El ingreso a la aldea Provincia Chiquita es a través de dos entradas principales: una por aldea Barranca Grande del municipio de San Cristóbal Cucho; y la otra por aldea Corral Grande. En ambos casos sólo se puede llegar a pie, ya que no se cuenta carretera que permita el acceso de vehículos.

1.1.3.2 Agua potable

El abastecimiento de agua para consumo humano a Aldea Piedra Grande data desde 1962 cuando se construyeron 65 llena cántaros, los cuales captaban el agua de los nacimientos denominados Scanatzu y Simbor. Con el crecimiento poblacional el servicio se hizo insuficiente, por lo que se hicieron captaciones de los nacimientos La Estancia y Joya Grande, en los años 1,989 y 1,992 respectivamente, logrando con esto brindarle el servicio domiciliar de los habitantes.

El abastecimiento de agua para consumo humano al Centro de Aldea Provincia Chiquita data de más de 20 años, el cual se obtuvo a través de un proyecto de UNEPAR. La captación se hace de un nacimiento ubicado en Cantón El Zarco, y de Joya Grande ubicado en aldea Corral Grande.

En Caserío Alta Vista, la captación se hace del nacimiento El Carmen, ubicado en Palestina de los Altos, del departamento de Quetzaltenango, y el servicio lo reciben los vecinos desde 1,998.

El proyecto de agua entubada en Caserío El Platanillo capta el vital líquido del nacimiento Esquipulas, ubicado en jurisdicción de la aldea Provincia Chiquita.

La población de Caserío Los Juárez obtiene el servicio del nacimiento Joya Grande, ubicado en la aldea Corral Grande.

1.1.3.3 Drenaje

En aldea Piedra Grande hay un proyecto de drenaje, sin embargo, no cubre a toda la población; aún es frecuente el uso de letrinas en forma de pozos ciegos, es decir, sin un sistema adecuado de tratamiento.

De acuerdo con los datos obtenidos tanto en el Instituto Nacional de Estadística como en la investigación de campo realizada, la falta de un sistema adecuado de drenaje representa un serio problema que afecta a la mayor parte de población de la aldea.

También en la aldea Provincia Chiquita hace falta un sistema adecuado de drenaje y letrinización con su planta de tratamiento, y es uno de los problemas más complicados para la población, ya que la evacuación de aguas negras se realiza de manera superficial, afectando la salud y provocando contaminación.

En relación con las letrinas, se han construido pozos ciegos o fosas sépticas, las cuales no tienen ningún mantenimiento y por lo tanto no son higiénicas.

De acuerdo con los datos obtenidos tanto en el Instituto Nacional de Estadística como en la investigación de campo realizada, la falta de un sistema

adecuado de drenaje representa un serio problema que afecta a toda población de la aldea Provincia Chiquita.

1.1.3.4 Centros educativos

Guatemala tiene uno de los índices más altos de analfabetismo en América Latina; problema que se agrava en el área rural con fuerte incidencia en la población indígena. Las metodologías de enseñanza-aprendizaje son pasivas y no hay una adecuación de los calendarios y horarios escolares, ni relación de los contenidos educativos con las necesidades, intereses, culturas e idiomas locales, especialmente en el caso de las poblaciones campesinas.

Se han construido escuelas por parte de las autoridades gubernamentales, y se han creado nuevas plazas para maestros y maestras con la finalidad de lograr que el crecimiento efectivo de la cobertura escolar sea significativo. Sin embargo, debe señalarse que la ausencia de una política orientada a la conservación de la infraestructura educativa, ha conducido a la reducida inversión en el mantenimiento de los edificios escolares. San Pedro Sacatepéquez y sus comunidades no escapan a toda la problemática nacional educativa, la cual se refleja en los siguientes datos recopilados por el Instituto Nacional de Estadística.

Aldea Piedra Grande:

Tabla V. Indicadores de alfabetismo					
Núm.	Comunidad	Alfabetas	Porcentaje	Analfabetas	Porcentaje
1	Piedra Grande	4,103	80.04%	1,023	19.96%
Fuente: XI Censo de Población, VI de Habitación 2002					

La infraestructura educativa de aldea Piedra Grande es la siguiente:

Tabla VI. Establecimientos educativos		
Núm.	Nombre del establecimiento y jornada de trabajo	Ubicación
1	Escuela Oficial Rural Mixta, jornada matutina	Aldea Piedra Grande
2	Escuela Oficial de Párvulos Anexa a Escuela Oficial Rural Mixta, jornada matutina	Aldea Piedra Grande
3	Escuela Oficial Rural Mixta, jornada matutina	Caserío Ojo de Agua
4	Escuela Oficial de Párvulos Anexa a Escuela Oficial Rural Mixta, jornada matutina	Caserío Ojo de Agua
5	Escuela Oficial Rural Mixta, jornada matutina	Caserío San Juan del Pozo
6	Escuela Oficial Rural Mixta, jornada matutina	Caserío San Juan del Pozo
Fuente: Unidad de Informática de Dirección Departamental de Educación de San Marcos, Julio 2004.		

Aldea Provincia Chiquita:

Tabla VII. Indicadores de alfabetismo					
Núm.	Comunidad	Alfabetas	Porcentaje	Analfabetas	Porcentaje
1	Aldea Provincia Chiquita (Centro)	159	69.13%	71	30.87%
2	Caserío Alta Vista	249	68.60%	114	31.40%
3	Caserío Los Juárez	109	75.17%	36	24.83%
4	Caserío El Platanillo	191	76.10%	60	23.90%
5	Caserío Santa Teresa	143	71.50%	57	28.50%
	T O T A L	851	71.57%	338	28.43%
Fuente: XI Censo de Población, VI de Habitación 2002					

La infraestructura educativa de aldea Provincia Chiquita es la siguiente:

Tabla VIII. Establecimientos educativos		
Núm.	Nombre del establecimiento y jornada de trabajo	Ubicación
1	Escuela Oficial Rural Mixta, jornada matutina	Aldea Provincia Chiquita (centro)
2	Escuela Oficial de Párvulos Anexa a Escuela Oficial Rural Mixta, jornada matutina	Aldea Provincia Chiquita (centro)
3	Escuela Oficial Rural Mixta, jornada matutina	Caserío Alta Vista
4	Escuela Oficial Rural Mixta, jornada matutina	Caserío Santa Teresa
5	Escuela Oficial Rural Mixta, jornada matutina	Caserío Los Juárez
6	Escuela de Autogestión Comunitaria, jornada matutina	Caserío El Platanillo
Fuente: Unidad de Informática de Dirección Departamental de Educación de San Marcos, Julio 2004		

1.1.3.5 Centros de salud

En aldea Piedra Grande no existen en el área de salud, servicios públicos permanentes, por lo que la población que requiere atención médica debe acudir al Centro de Salud ubicado en la cabecera municipal de San Pedro Sacatepéquez, al Hospital Nacional ubicado en la cabecera departamental de San Marcos o a clínicas médicas particulares. Hay una Unidad Mínima de Salud para atender a la población, pero no está abierta de forma permanente.

En Provincia Chiquita funciona un Puesto de Salud que forma parte de los servicios públicos de salud del municipio y está bajo la coordinación del Centro de Salud ubicado en la cabecera municipal de San Pedro Sacatepéquez.

1.2 Investigaciones diagnósticas sobre necesidades de servicio

1.2.1 Descripción de las necesidades

El proceso de identificación de necesidades, alternativas de solución y priorización de los proyectos comunitarios, se realizó en una asamblea en el centro de las aldeas, en la cual participaron comunitarias y comunitarios; quienes a través de una boleta estructurada y el trabajo de grupos, analizaron la situación actual y el futuro que desean para sus comunidades, priorizando los proyectos que consideran deben ser atendidos por autoridades para lograr el desarrollo comunitario.

De acuerdo con los aportes y consenso de los grupos de vecinos y vecinas que asistieron a la asamblea, las necesidades expresadas de forma general, son:

Tabla IX. Necesidades encontradas en caserío Ojo de Agua	
Núm.	Necesidad
1	Introducción de sistema de drenaje con planta de tratamiento.
2	Mejoramiento y mantenimiento de vías de comunicación (Adoquinado y/o empedrado de calles del caserío; ampliación de caminos vecinales; construcción de 1 copante).
3	Construcción de auxiliatura.
4	Construcción de cementerio.
5	Construcción de campo de fútbol.
6	Mejoramiento y ampliación de red de distribución de agua domiciliar.
7	Implementación de servicio de primeros auxilios.
Fuente: Asamblea Comunitaria realizada por Personal Municipal de San Pedro Sacatepéquez, septiembre 2004.	

Tabla X. Necesidades encontradas en el caserío El Platanillo	
Núm.	Necesidad
1	Mejoramiento de vías de comunicación (apertura y construcción de carretera accesible a vehículos al centro de la aldea y sus comunidades).
2	Implementación de Unidad Mínima de Salud.
3	Construcción de cementerio.
4	Construcción de centro recreativo comunitario.
5	Introducción de sistema de drenaje y letrinización con planta de tratamiento.
Fuente: Asamblea Comunitaria realizada por Personal Municipal de San Pedro Sacatepéquez	

1.2.2 Justificación social

La participación comunitaria en las organizaciones de la población es poca, no se manifiesta mucho interés por parte de los comunitarios y comunitarias hacia las actividades que los grupos organizados realizan.

1.2.3 Justificación económica

- Es necesario aprovechar el sitio turístico para atraer visitantes y generar ingresos a la comunidad.
- El mal estado de los caminos vecinales dificulta el traslado de los productos que los pobladores de los caseríos y cantones de las aldeas, sacan para comercializar en los mercados de San Marcos y San Pedro Sacatepéquez.
- No se cuenta con programas de capacitación a agricultores sobre uso de tecnología para mejorar su producción.
- Los bajos ingresos económicos de la población económicamente activa, no permiten mejorar y elevar el nivel de vida de la población de las aldeas.

- No existe una organización que gestione y promueva la comercialización de productos agrícolas en mercados nacionales y extranjeros para mejorar los ingresos de los productores y mejorar su calidad de vida.
- No existen mecanismos que favorezcan el acceso a crédito para inversión en proyectos productivos para pequeños y medianos productores, porque solicitan requisitos que muchos pobladores no pueden llenar, lo cual genera falta de capital que no permite propiciar su desarrollo.
- La falta de tecnificación de la mano de obra no calificada (albañiles, carpinteros, agricultores, zapateros, artesanos, etc.) imposibilita a la población a competir por mejores oportunidades de trabajo y desarrollo.

1.2.3.1 Priorización de las necesidades

De acuerdo con la descripción de las necesidades que se manifiestan en las comunidades, se le dio prioridad a los siguientes:

Alcantarillado sanitario para el caserío Ojo de Agua, en la aldea Piedra Grande y apertura de carretera en el caserío El Platanillo, aldea Provincia Chiquita, del municipio de San Pedro Sacatepéquez, San Marcos.

2. FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL

2.1 Diseño de alcantarillado sanitario del caserío Ojo de Agua, aldea Piedra Grande, municipio de San Pedro Sacatepéquez, San Marcos

2.1.1 Descripción del proyecto a desarrollar

El sistema a diseñar para el caserío Ojo de Agua, es un alcantarillado sanitario; ya que actualmente las aguas negras corren a flor de tierra, provocando contaminación.

2.1.2 Levantamiento topográfico

Es el conjunto de trabajos efectuados en el campo para tomar los datos geométricos necesarios que permitan ilustrar una figura semejante a la del terreno, proyectada sobre un plano horizontal; para el levantamiento planimétrico se utilizó el método de conservación de azimut, con vuelta de campana, utilizando para ello, un teodolito marca WILD T1, una estadía, cinta métrica y estacas.

Para el levantamiento altimétrico se utilizó el método taquimétrico, utilizando para ello el teodolito marca WILD T1, estadal, estacas y cinta métrica.

Tabla XI. Libreta topográfica drenaje sanitario caserío Ojo de Agua

EST.	P.O.	Hi.	AZIMUT			HILOS			ANG. VERTICAL			DIST. HOR.	X	Y	COTA
			G	M	S	SUP	MED	INF	G	M	S				
	E-1	1.52											1000.00	1000.00	1000.00
E-1	E-2		140	4	0	1.26	1.00	0.74	93	36	24	52.19	1033.50	959.98	997.23
	E-2	1.54											1033.50	959.98	997.23
E-2	E-3		145	20	59	1.20	1.00	0.80	94	26	24	40.56	1056.56	926.62	994.62
	E-3	1.51											1056.56	926.62	994.62
E-3	E-4		143	21	0	1.19	1.00	0.81	93	51	48	38.62	1079.62	895.63	992.52
	E-4	1.59											1079.62	895.63	992.52
E-4	E-5		152	56	30	1.17	1.00	0.83	95	24	48	33.301	1094.76	865.97	989.96
	E-5	1.55											1094.76	865.97	989.96
E-5	E-6		152	3	0	1.14	1.00	0.86	94	40	54	28.012	1107.89	841.23	988.21
	E-6	1.58											1107.89	841.23	988.21
E-6	E-7		152	37	18	1.20	1.00	0.80	92	44	6	40.108	1126.34	805.61	986.88
	E-7	1.55											1126.34	805.61	986.88
E-7	E-8		146	59	12	1.26	1.00	0.74	93	0	12	51.458	1154.37	762.46	984.72
	E-8	1.51											1154.37	762.46	984.72
E-8	E-9		142	47	50	1.22	1.00	0.78	92	14	46	43.932	1180.94	727.47	983.51
	E-9	1.57											1180.94	727.47	983.51
E-9	E-10		134	40	18	1.33	1.00	0.67	91	47	48	65.935	1227.83	681.11	982.01
	E-10	1.550											1227.83	681.11	982.01
E-10	E-11		135	20	18	1.12	1.00	0.88	93	8	30	24.726	1245.208	663.53	981.20

2.1.3 Localización de la descarga

La descarga del sistema fue localizada en un punto estratégico, donde la comunidad tiene contemplado un área para construir en el futuro una planta de tratamiento de aguas negras.

2.1.4 Período de diseño

Es el período de funcionamiento eficiente del sistema; al finalizar el mismo es necesario rehabilitarlo. Para determinar dicho período es necesario tomar en cuenta varios factores tales como población beneficiada, crecimiento poblacional, calidad de materiales a utilizar, futuras ampliaciones y mantenimiento del sistema. Instituciones como, INFOM Y EMPAGUA recomiendan que las cantarillas se diseñen para un periodo de 20 años. Para este proyecto se consideró un período de diseño de 20 años.

2.1.5 Integración de caudales

2.1.5.1 Población de diseño

Para la estimación de la población con la que se va a diseñar el sistema se optó por el método geométrico, ya que es el que más se adapta a la realidad del crecimiento poblacional en el medio; para el efecto se aplicó la tasa de crecimiento de 3.15% según datos de (INE).

Incremento geométrico

$$Pf = Pa(1 + \delta)^n$$

Donde:

P_f = Población futura

P_a = Población actual

δ = Tasa de crecimiento

n = Período de diseño

Para el proyecto en estudio se cuenta con la siguiente información:

Población actual (P_a) = 166 Hab.

Tasa de crecimiento (δ) = 3.15%.

Periodo de diseño (n) = 20 años

$$Pf = 996(1+0.0315)^{20} = 1852 \text{ Hab}$$

2.1.5.2 Dotación

Es la cantidad de agua asignada en un día a cada usuario, se expresa en litros por habitante por día (l./hab./día). En este caso se utilizó una dotación de 100 l./hab./día, valor que se adoptó para el diseño del sistema de agua potable de la aldea.

2.1.5.3 Factor de retorno

Es un factor que oscila entre el 70% y 80%, se considera que es el consumo de agua de una población que retorna al alcantarillado. Para este proyecto se tomó un factor de retorno al sistema del 80%.

2.1.5.4 Factor de flujo instantáneo (FH)

Este factor está en función del número de habitantes, localizados en el área de influencia. Se encuentra utilizando la fórmula de Hardmon.

$$FH = \frac{18 + \sqrt{p}}{4 + \sqrt{p}} \quad FH = \frac{18 + \sqrt{1852/1000}}{4 + \sqrt{1852/1000}}$$

$$FH = 3.61$$

Donde:

P = Es el número de habitantes a servir expresado en miles.

2.1.5.5 Caudal sanitario

El caudal sanitario está integrado por el caudal domiciliar, comercial, industrial, las infiltraciones y las conexiones ilícitas. Para el presente estudio únicamente se tomó en cuenta el domiciliar y el producido por infiltraciones y conexiones ilícitas, debido a que la aldea carece de comercios e industrias.

La fórmula es la siguiente:

$$Q_s = Q_d + Q_{inf} + Q_{ci}$$

Donde:

Q_s = Caudal de diseño sanitario

Q_d = Caudal domiciliar

Q_{inf} = Caudal de infiltración

Q_{ci} = Caudal por conexiones ilícitas

2.1.5.6 Caudal domiciliar

Es el agua evacuada de las viviendas una vez utilizada por los humanos. El caudal domiciliar en este proyecto queda integrado de la siguiente manera:

$$Q_d = \frac{\text{Dotacion} * \text{No.Hab.futuro} * \text{Factor de retorno}}{86,400}$$

$$Q_d = \frac{100l / \text{hab} / \text{dia} * 1,852\text{hab} * 0.80}{86,400}$$

$$Q_d = 1.71\text{lt} / \text{seg.}$$

2.1.5.7 Caudal de infiltración

Son las aguas que se infiltran en la tubería a lo largo de la línea, provenientes de humedad por nacimientos, aguas de lluvia, fugas del sistema de agua potable o aguas que se introducen por la tapadera de los pozos de visita. Se puede considerar un caudal de infiltración entre 12,000 a 18,000 litros diarios por kilómetro de tubería de concreto. En este caso no se utilizó por tratarse de tubería PVC.

$$Q_{inf} = \frac{Factor_{inf} * \left[\frac{Lt + No.Casas * 6m.}{1000} \right]}{86,400}$$

2.1.5.8 Caudal de conexiones ilícitas

Es producido por las viviendas que conectan aguas pluviales al alcantarillado sanitario. Para el diseño se puede estimar que un porcentaje de las viviendas de una localidad pueden hacer conexiones ilícitas; este porcentaje puede variar entre 0.5% y 2.5%.

Para las conexiones ilícitas hay varios métodos propuestos, entre los cuales se puede mencionar: el de la municipalidad de Guatemala, criterio de Unepar-Infom y método racional; los que se definen a continuación.

Municipalidad de Guatemala

Se toma como conexiones ilícitas un caudal de 100 l./ha./día.

$$Q_{ci} = (100 \text{ l./ha./día}) * (\text{No. de hab.})$$

Criterio del INFOM

Toman para conexiones ilícitas un 0.5% a 2.5% del caudal domiciliar, para este proyecto se tomó un porcentaje del 2.5%.

Método racional

Se calcula como un porcentaje del total de conexiones, en función de techos, patios y su permeabilidad, así como de la intensidad de lluvia. Se calcula con la fórmula siguiente:

$$Q_{ci} = \left[\frac{(0.5\% \text{ a } 2.5\%) * (CIA)}{360} \right]$$

Donde:

Q_{ci} = caudal (m³/seg.)

C = coeficiente de escorrentía.

I = intensidad de lluvia (mm/hora).

A = área factible de conectar ilícitamente al sistema (Ha).

2.1.5.9 Factor de caudal medio (fqm)

Éste regula la aportación de caudal en la tubería; se considera que es el caudal con que contribuye un habitante debido a sus actividades, sumando los caudales domésticos, de infiltración, por conexiones ilícitas, comerciales e industriales, entre la población total; este factor debe permanecer entre el rango de 0.002 y 0.005.

Para encontrar este valor se procede de la siguiente manera:

$$F_{qm} = \frac{Q_s}{\text{No.hab fut.}} \quad Q_s = Q_d + Q_i + Q_{ci}$$

$$Q_s = 1.40l / \text{seg} + 0l / \text{seg} + (1.71 * 0.025)l / \text{seg} = 1.44l / \text{seg}$$

$$F_{qm} = \frac{1.44l / \text{seg}}{1,852\text{hab.}} = 0.0004$$

El resultado se encuentra dentro del rango permitido de 0.0002 y 0.005 por lo que se adopta el valor de 0.0004.

2.1.5.10 Caudal de diseño

Es el caudal con el que se diseñará cada tramo del sistema sanitario y será igual a multiplicar el factor de caudal medio, el factor de Hardmon y el número de habitantes a servir.

$$q_{\text{dis-act}} = F_{qm} * FH_{\text{act}} * \text{No.de hab. Act}$$

$$q_{\text{dis-fut}} = F_{qm} * FH_{\text{fut}} * \text{No. de hab. Fut}$$

Donde:

F_{qm} = Factor de caudal medio.

FH = Factor de Hardmon.

Es importante hacer mención de que el flujo que circulará dentro de las tuberías al construirse el sistema con la población actual, será menor al que existirá cuando se le incorporen futuras conexiones domiciliarias y otros caudales.

En este estudio, el caudal de diseño futuro será el caudal de diseño crítico, el cual se estima sucederá al final del periodo del diseño, con la velocidad y el tirante de agua, para cada tramo. Se realizó también una verificación para el caudal actual, para evitar taponamientos por pequeños flujos.

2.1.6 Diseño de la red

2.1.6.1 Diseño de secciones y pendientes

En general, se usarán en el diseño, secciones circulares de concreto o PVC, funcionando como canales abiertos; el cálculo de caudal, la velocidad, diámetro y pendientes se hará aplicando la fórmula de Manning, transformada al sistema métrico para secciones circulares.

La fórmula es la siguiente:

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

$$V = \frac{1}{n} * \left[\frac{D * 0.0254}{2} \right]^{2/3} * S^{1/2} (\text{sistema metrico})$$

$$Q = \frac{\pi}{4} * (D * 0.0254) * V * 100$$

Donde:

V = velocidad del flujo a sección llena (m/seg.)

Q = caudal de flujo a sección llena (l/seg.)

D = diámetro de la sección circular (pulg.)

S = pendiente de la gradiente de Manning

n = coeficiente de rugosidad de Manning

$n = 0.015$ para tubos de concreto menores de 24 pulg.

$n = 0.013$ para tubos de concreto mayores de 24 pulg.

$n = 0.009$ para tubos de PVC.

2.1.6.2 Velocidades máximas y mínimas

Se debe diseñar de modo que la velocidad mínima de flujo para tuberías de concreto o PVC, trabajando a cualquier sección sea de 0.60 m/seg. No siempre es posible obtener esa velocidad, debido a que existen ramales que sirven a sólo unas cuantas casas y producen flujos bastante bajos, en tales casos, se acepta una velocidad de 0.30 m/seg.; una velocidad menor permite que ocurra decantación de los sólidos.

La velocidad máxima será de 3.00 m/seg, ya que velocidades mayores causan efectos dañinos, debido a que los sólidos en suspensión (arena, cascajo, piedras, etc) producen un efecto abrasivo a la tubería.

2.1.6.3 Diámetro de tubería

El diámetro mínimo de tubería que debe utilizarse para el diseño de alcantarillados sanitarios, utilizando tubería de cemento es de 8 pulgadas; para tuberías de PVC el diámetro mínimo es de 6 pulgadas; se utilizan estos diámetros debido a requerimientos de limpieza, flujo y para evitar obstrucciones en el diseño; para este proyecto se utilizó tubería de 6" y 8".

2.1.7 Obras de arte

2.1.7.1 Pozos de visita

Es una de las partes principales del sistema de alcantarillado, se construyen con el fin de proporcionar acceso al sistema para realizar trabajos de inspección y limpieza, o deben hacerse de concreto o mampostería, según normas para la construcción de alcantarillados. Se recomienda colocar pozos de visita en los siguientes casos:

- En el inicio de ramal
- En intersecciones de dos o más tuberías
- Donde exista cambio de diámetro de tubería
- En curvas de colectores a no más de 30 m
- Alivio o cambio de pendiente
- En tramos no mayores de 100 m

2.1.7.2 Conexiones domiciliarias

Tienen como propósito primordial descargar las aguas provenientes de las casas y llevarlas al colector central.

2.1.7.3 Caja o candela

La conexión se realiza por medio de una caja de inspección, construida de mampostería o con tubos de concreto colocados verticalmente, con un diámetro no menor de 12 pulgadas; éstos 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

para la tubería secundaria y poder llevarlas al colector central; la altura mínima de la candela será de un metro.

2.1.8 Programa de mantenimiento

Es la aplicación de técnicas o mecanismos que permiten conservar el alcantarillado en buenas condiciones físicas y de funcionamiento, con el propósito de alcanzar la duración esperada de acuerdo a la vida útil para la que fue diseñada.

La responsabilidad de mantenimiento esta a cargo del comité del caserío, el cual tendrá una unidad operativa, conformada de preferencia por personas que hayan participado en la construcción del alcantarillado.

Lineamientos para inspección del alcantarillado sanitario:

Se recomienda que las revisiones del sistema se realicen en intervalos que no sobrepasen los cuatro meses. La inspección se efectuará cuando sea solicitada por parte de los beneficiarios del proyecto, por los miembros del comité o por la misma municipalidad, cuando éstos lo crean conveniente.

Previo a realizar una inspección, el comité seleccionará a las personas responsables, siendo de preferencia comunitarios ya capacitados.

Para realizar la inspección se presenta el siguiente cuadro descriptivo que permite identificar los distintos elementos que componen el alcantarillado sanitario; las actividades a realizar, y las recomendaciones de solución a los distintos problemas que se detecten.

Tabla XII. Cuadro de inspección de alcantarillado sanitario

Guía	Elemento	Inspección	Posible problema	Acciones a seguir
I	Línea central y/o secundaria	En pozos de visita	Taponamiento parcial Taponamiento total	Prueba de reflejo Prueba de corrimiento de flujo
II	Pozos de Visita	En tapaderas En el interior	Estado de escalones Acumulación de residuos	Cambio de tapadera Limpieza de pozos
III	Conexiones Domiciliares	General de la unidad	Estado físico Buen uso de la candela	Cambio de tapadera

2.1.9 Presupuesto del proyecto

2.1.9.1 Cuantificación por renglones

Tabla XII. Cuantificación por renglones

PROYECTO: Drenaje Sanitario

UBICACIÓN: Caserío Ojo de Agua, Aldea Piedra Grande,
San Pedro Sacatepéquez San Marcos

RENLÓN	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD
100	TRABAJOS PRELIMINARES		
101	BODEGA	1	UNIDAD
102	TRAZO Y REPLATEO TOPOGRÁFICO	4.6	KM
200	COLECTORES		
201	INSTALACIÓN DE TUBERÍA PVC 6"	3707.2	ML
202	INSTALACIÓN DE TUBERÍA PVC 8"	875.3	ML
300	INSTALACIONES		
301	POZOS DE VISITA	81	UNIDAD
302	CAJAS DE VISITA	11	UNIDAD
303	DOMICILIARES	166	UNIDAD

2.1.9.2 Integración de costos unitarios por renglón

Tabla XIV. Integración de costos unitarios por renglón

RENGLÓN: 101	UNIDAD DE COSTO EXPRESADO EN:		PROYECTO: Alcantarillado sanitario	
CONCEPTO: Bodega			UBICACIÓN: Caserío Ojo de Agua, Aldea Piedra Grande, San Pedro	
CLAVE:	1	Global	FECHA:	Mayo, 2007

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO DIRECTO
MATERIALES				
Regla de pino rústica 2"x1"x10'	20.00	pie-tabla	Q. 5.00	Q. 100.00
Tabla de pino rústica 12"x1"x10'	480.00	pie-tabla	Q. 5.00	Q. 2,400.00
Pasales de pino 3"x4"x10'	300.00	pie-tabla	Q. 5.00	Q. 1,500.00
Clavo de 2"	15.00	libras	Q. 4.50	Q. 67.50
Clavo de 1 1/2"	6.00	libras	Q. 4.50	Q. 27.00
Lamina Galvanizada de 12 Cal. 28	10.00	unidad	Q. 100.00	Q. 1,000.00
Clavo para lamina de 2"	4.00	libras	Q. 5.50	Q. 22.00
Nylon doble grueso para fono	75.00	yardas	Q. 6.00	Q. 450.00
Letrina	2.00	unidad	Q. 750.00	Q. 1,500.00
TOTAL MATERIALES				Q. 7,066.50
MANO DE OBRA				
Limpieza general	25.00	m ²	Q. 4.00	Q. 100.00
Trazo y estaqueado (incluye estacas)	20.00	ml	Q. 8.00	Q. 160.00
Mano de Obra				Q. 260.00
Ayudante			10.00%	Q. 39.00
Prestaciones			60.00%	Q. 197.34
TOTAL DE MANO DE OBRA				Q. 496.34
			COSTO DIRECTO	Q. 7,562.84
			PRECIO UNITARIO	Q. 9,453.55

REGLÓN: 102	UNIDAD DE COSTO EXPRESADO EN:		PROYECTO: Alcantarillado sanitario	
CONCEPTO: Trazo y replanteo topografico			UBICACIÓN: Cascañ Ch de Agua, Aldea Piedra Grande, San Pedro Sacatepéquez, San Marcos	
CLAVE:	1	Km	FECHA:	Mayo, 2007

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO DIRECTO
MATERIALES				
Trazo y replanteo topografico	1.00	Km	Q. 1,600.00	Q. 1,600.00
				Q. -
TOTAL MATERIALES				Q. 1,600.00
MANO DE OBRA				
				Q. -
Mano de Obra				Q. -
Ayudante			10 P.S.	Q. -
Prestaciones			10 P.S.	Q. -
TOTAL DE MANO DE OBRA				Q. -
			COSTO DIRECTO	Q. 1,600.00
			PRECIO UNITARIO	Q. 1,600.00

REGLÓN: 201	UNIDAD DE COSTO EXPRESADO EN:		PROYECTO: Alcantarillado sanitario	
CONCEPTO: Instalacion de tuberia PVC de 6"			UBICACIÓN: Cascañ Ch de Agua, Aldea Piedra Grande, San Pedro Sacatepéquez, San Marcos	
CLAVE:	1	ml	FECHA:	04 Mayo, 2007

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO DIRECTO
MATERIALES				
Tuberia PVC 6" norma 3054	771.00	tubos	Q. 595.00	Q. 459,045.00
Pegamento para PVC	12.05	galones	Q. 444.00	Q. 5,330.20
TOTAL MATERIALES				Q. 464,375.20
MANO DE OBRA				
Orde y nivelacion de zanja	2023.12	m ³	Q. 25.00	Q. 50,578.00
Instalacion de tuberia PVC diámetro 6"	3707.20	ml	Q. 5.00	Q. 18,536.00
Relleno de zanja	2023.12	m ³	Q. 10.00	Q. 20,231.20
Mano de Obra				Q. 88,385.20
Ayudante			10 P.S.	Q. 13,401.78
Prestaciones			10 P.S.	Q. 67,813.01
TOTAL DE MANO DE OBRA				Q. 170,599.99
			COSTO DIRECTO	Q. 634,975.19
			PRECIO UNITARIO	Q. 291.33

REGLÓN	UNIDAD DE COSTO EXPRESADO EN:		PROYECTO: Alcantarillado sanitario	
CONCEPTO:			UBICACIÓN: Cascañal Cja de Agua, Aldea Piedra Grande, San Pedro Sacatepéquez, San Marcos	
CLAVE:	1		FECHA:	04-Mayo-2007

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO DIRECTO
MATERIALES				
Tubería PVC 8" norma 3054	45.00	tubos	Q. 894.60	Q. 40,257.00
Pegamento para PVC	120	galones	Q. 444.00	Q. 53,280
TOTAL MATERIALES				Q. 40,791.00

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO DIRECTO
MANO DE OBRA				
Orde y nivelación de zanja	418.25	m ³	Q. 25.00	Q. 10,456.25
Instalación de tubería PVC diámetro 8"	875.30	m	Q. 5.00	Q. 4,376.50
Relleno de zanja	418.25	m ³	Q. 10.00	Q. 4,182.50
Mano de Obra				Q. 19,015.25
Ayudante			10%	Q. 2,852.29
Prestaciones			10%	Q. 14,325.7
TOTAL DE MANO DE OBRA				Q. 35,300.11
			COSTO DIRECTO	Q. 88.07
			PRECIO UNITARIO	Q. 190.09

REGLÓN: 301	UNIDAD DE COSTO EXPRESADO EN:		PROYECTO: Alcantarillado sanitario	
CONCEPTO: Pozo de visita			UBICACIÓN: Cascañal Cja de Agua, Aldea Piedra Grande, San Pedro Sacatepéquez, San Marcos	
CLAVE:	1	unidad	FECHA:	Mayo, 2007

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO DIRECTO
MATERIALES				
Cemento	11.00	sacos	Q. 50.00	Q. 550.00
Arena	0.50	m ³	Q. 100.00	Q. 50.00
Piedra	0.50	m ³	Q. 150.00	Q. 75.00
Acero No. 4	3.14	varillas	Q. 37.50	Q. 117.75
Acero No. 2	2.00	varillas	Q. 9.00	Q. 18.00
Alambre de amarrar	2.00	libras	Q. 5.00	Q. 10.00
Ladrillo fajado 0.065x0.11x0.23	626.00	unidades	Q. 2.50	Q. 1,565.00
TOTAL MATERIALES				Q. 2,425.75

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO DIRECTO
MANO DE OBRA				
Hechura de pozo	1.00	unidad	Q. 500.00	Q. 500.00
Mano de Obra				Q. 500.00
Ayudante			10%	Q. 75.00
Prestaciones			10%	Q. 375.00
TOTAL DE MANO DE OBRA				Q. 954.50
			COSTO DIRECTO	Q. 3,380.25
			PRECIO UNITARIO	Q. 4,225.31

REGLÓN: 301	UNIDAD DE COSTO EXPRESADO EN:		PROYECTO: Alcantarillado sanitario	
CONCEPTO: Pozo de visita			UBICACIÓN: Cascañ Ojo de Agua, Aldea Piedra Grande, San Pedro Sacatepéquez, San Marcos	
CLAVE:	1	unidad	FECHA:	Mayo, 2007

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO DIRECTO
MATERIALES				
Cemento	6.00	sacos	Q. 50.00	Q. 300.00
Arena	0.75	m ³	Q. 100.00	Q. 75.00
Piedra	0.10	m ³	Q. 150.00	Q. 15.00
Azaco No. 3	3.00	varillas	Q. 21.00	Q. 63.00
Alambre de esmoche	1.00	libras	Q. 5.00	Q. 5.00
Ladrillo bayo 0.065x0.11x0.23	615.00	unidades	Q. 2.50	Q. 1,537.50
TOTAL MATERIALES				Q. 1,995.50

MANO DE OBRA				
Herrera de caja	1.00	unidad	Q. 200.00	Q. 200.00
Mano de Obra				Q. 200.00
Ayudante			10.00	Q. 30.00
Prestaciones			11.80	Q. 151.80
TOTAL DE MANO DE OBRA				Q. 381.80
			COSTO DIRECTO	Q. 2,377.30
			PRECIO UNITARIO	Q. 2,974.63

REGLÓN: 303	UNIDAD DE COSTO EXPRESADO EN:		PROYECTO: Alcantarillado sanitario	
CONCEPTO: Domiciliar			UBICACIÓN: Cascañ Ojo de Agua, Aldea Piedra Grande, San Pedro Sacatepéquez, San Marcos	
CLAVE:	1	unidad	FECHA:	Mayo, 2007

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO DIRECTO
MATERIALES				
Tubo de concreto de 12"	1.00	unidad	Q. 30.00	Q. 30.00
Tubo PVC de 4"	0.50	tubos	Q. 372.00	Q. 186.00
Yee PVC de 6"	1.00	unidad	Q. 329.00	Q. 329.00
Reductor 6"x4"	1.00	unidad	Q. 152.00	Q. 152.00
Pegamento	0.01	galon	Q. 444.00	Q. 4.44
Cemento	0.40	sacos	Q. 50.00	Q. 20.00
Arena	0.01	m ³	Q. 100.00	Q. 1.00
Piedra	0.01	m ³	Q. 150.00	Q. 1.50
TOTAL MATERIALES				Q. 723.94

MANO DE OBRA				
Construcción de domiciliar	1.00	unidad	Q. 140.00	Q. 140.00
Mano de Obra				Q. 140.00
Ayudante			15.26	Q. 21.00
Prestaciones			106.26	Q. 106.26
TOTAL DE MANO DE OBRA				Q. 267.26
			COSTO DIRECTO	Q. 991.20
			PRECIO UNITARIO	Q. 1,239.00

2.1.9.3 Costo total del proyecto

Tabla XV. Costo total del proyecto de alcantarillado

PROYECTO: Drenaje Sanitario

UBICACIÓN: Caserío Ojo de Agua, Aldea Piedra Grande, San Pedro Sacatepéquez, San Marcos

RENGLON	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO U	TOTAL
100	TRABAJOS PRELIMINARES				
101	BODEGA	1	UNIDAD	Q9,453.55	Q9,453.55
102	TRAZO Y REPLATEO TOPOGRAFICO	4.6	KM	Q1,840.00	Q8,464.00
200	COLECTORES				
201	INSTALACION DE TUBERIA PVC 6"	3707.2	ML	Q211.39	Q783,665.01
202	INSTALACION DE TUBERIA PVC 8"	875.3	ML	Q110.09	Q96,361.78
300	INSTALACIONES				
301	POZOS DE VISITA	81	UNIDAD	Q4,225.31	Q342,250.11
302	CAJAS DE VISITA	11	UNIDAD	Q2,971.63	Q32,687.93
303	DOMICILIARES	166	UNIDAD	Q1,239.00	Q205,674.00
	COSTO TOTAL DEL PROYECTO				Q1,478,556.38

2.1.10 Cronograma de ejecución

Tabla XVI. Cronograma de ejecución física y financiera drenaje sanitario caserío Ojo de Agua

Núm.	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UND.	SEMANAS	1er. MES	2do. MES	3er. MES	4to. MES
1	Replanteo	4.6	Km.	2	■			
2	Zanjeo	4.6	Km.	9	■	■	■	
3	Pozos de visita	92	Und.	9		■	■	■
4	Tubería	4600	ml	5			■	■
5	Conexiones dom.	166	Und.	7			■	■
6	Descarga	1	Und.	2				■
EJECUCIÓN FINANCIERA					30%	30%	30%	10%

2.1.11 Evaluación de impacto ambiental

La construcción del sistema de drenaje en el caserío Ojo de Agua, de la aldea Piedra Grande, es de gran impacto, debido a que en el lugar existen nacimientos de agua, las cuales corren a flor de tierra. Con la implementación del proyecto de alcantarillado sanitario se podrá lograr evitar la contaminación para las aguas superficiales a gran escala, puesto que la comunidad deja correr a flor de tierra las aguas servidas provocando con esto un alto nivel de contaminación.

Impactos ocasionados al ambiente: los impactos se ocasionarán en la construcción del proyecto de alcantarillado sanitario de acuerdo con el sistema de ejecución del mismo; de modo que el impacto no es significativo al ambiente al llevarse a cabo.

Análisis y selección del sitio: se verán afectados con el diseño, los drenajes naturales y el flujo de los mismos que actualmente drenan de las partes más altas del terreno.

Limpieza y desmonte: se modificarán quizá las características de drenaje, por la remoción de vegetación existente en el área a trabajarse, haciendo variar los flujos de los mismos.

Manejo y disposición final de residuos: la mala disposición de residuos fuera del área de los proyectos en áreas ajenas, puede afectar el uso potencial y la calidad del suelo. La disposición de excretas de los trabajadores en caso de no existir letrinas provocará malos olores y contaminación al ambiente.

Excavación de drenajes y agua: la excavación de las zanjas para drenajes y agua al quedar mucho tiempo abiertas por detención de la obra, afectará las características del fondo y bordos de las zanjas abiertas y podrá provocar erosión. La mala compactación de las zanjas al terminarse la obra, podrá repercutir posteriormente en las estructuras superficiales viales, provocando asentamientos indeseados del terreno mal compactado.

Maquinaria y equipo: eventualmente, la maquinaria y equipo en la construcción, podrán provocar ruidos molestos al oído humano, en especial de los trabajadores. La maquinaria en sus operaciones de movimientos podrá provocar erosión en bordes del terreno.

2.1.12 Evaluación socio económica

Al realizar el análisis económico de un proyecto se pueden tomar varios puntos de vista. Si se desea saber la rentabilidad del proyecto, el análisis tendría que ser desde el punto de vista del inversionista o en el caso del proyecto de alcantarillado sanitario del caserío Ojo de Agua, de la aldea Piedra Grande, asumir que el valor del proyecto es financiado y recuperado de alguna manera; es decir, se considera cuánto cuesta hacer el proyecto y qué se obtiene con ello (ingresos). El costo de un proyecto es la suma del valor de los recursos o insumos que dicha obra ocupa durante su vida útil, y cuya aplicación se justifica sólo si a partir de la utilización de ellos se genera un beneficio directo o indirecto para toda la comunidad o parte de ella.

El alcantarillado sanitario también puede ser analizado desde el punto de vista social, comprendido por una inversión que se realiza por parte del Gobierno de Guatemala, que al no ser recuperables, la atención se enfoca en la cantidad de beneficiarios que atenderá el proyecto.

2.1.12.1 Valor presente neto (VPN)

El valor presente neto, indica el valor real del dinero a través del tiempo; consiste en trasladar a una sola cantidad equivalente en el tiempo presente, los valores futuros y series de anualidades del flujo de efectivo de un proyecto.

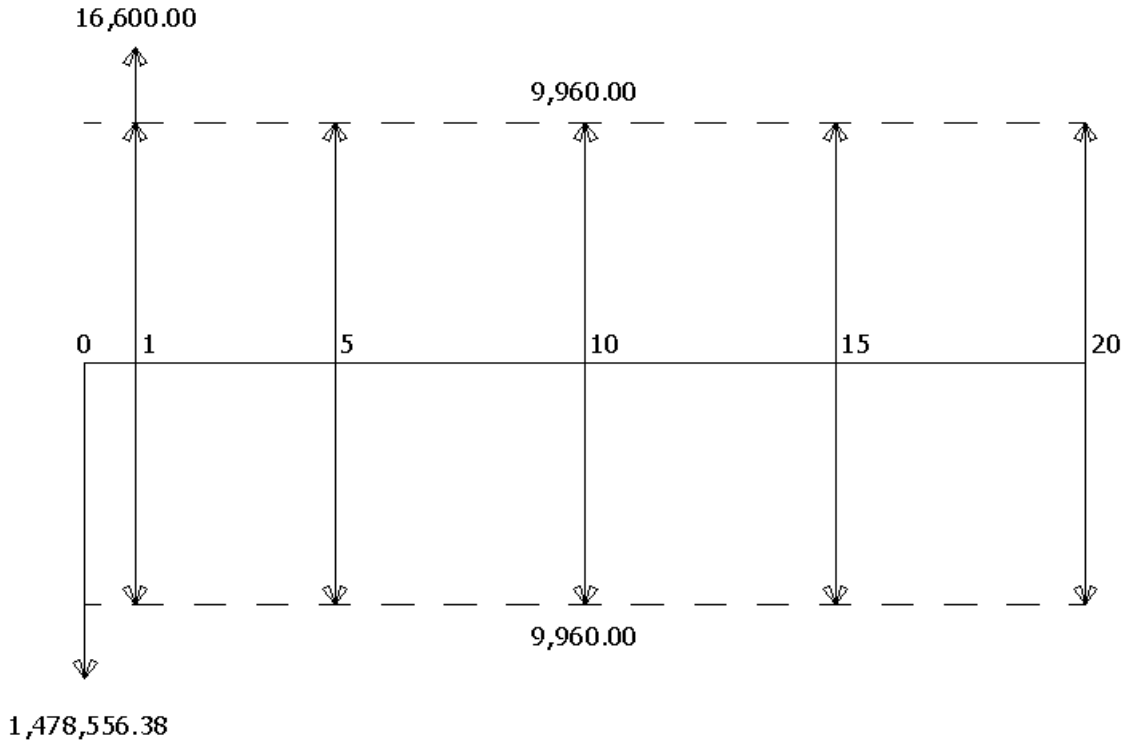
Para el análisis del proyecto de alcantarillado sanitario en el caserío Ojo de Agua, se asume una tasa de interés del 6%, debido a que el proyecto no es de carácter lucrativo, sino de carácter social, la tasa debe ser la más baja posible.

Además, el proyecto contará con el aporte comunitario, de dos maneras diferentes: el primero será el pago de la instalación de acometida domiciliar, que constará de Q100.00 por vivienda, en el primer año; mientras que el segundo aporte será de Q5.00 mensuales por cada vivienda, por concepto del mantenimiento de la fosa séptica; estos precios fueron establecidos por la alcaldía auxiliar del caserío Ojo de Agua en mutuo acuerdo con los habitantes beneficiados; recaudando una cantidad anual de Q60.00 por vivienda, si se toma en cuenta que hay 166 hogares, se obtienen los siguientes resultados:

$$166 * Q100.00 = Q.16,600.00 \text{ por acometida domiciliar}$$

$$166 * Q60.00 = Q.9,960.00 \text{ por mantenimiento}$$

Figura 1. Diagrama de flujo de efectivo



La anualidad se puede pasar al presente, a través del factor de serie uniforme valor presente, el cual es:

$$P = A * \left[\frac{(1+i)^n - 1}{i * (1+i)^n} \right]$$

$$P = 9660 * \frac{(1.06)^{22} - 1}{0.06 * (1.06)^{22}}$$

$$P = 110,813.85$$

El valor presente neto es exactamente el mismo para los ingresos como para los egresos durante los 20 años por lo tanto, al realizar la suma algebraica se eliminan uno al otro.

Además, el aporte comunitario por la acometida domiciliar se convierte a un valor presente por medio del factor de pago único valor presente, de la siguiente manera:

$$P = F * \frac{1}{(1 + i)^n}$$
$$P = 16,600 * \frac{1}{(1.06)^1}$$
$$P = 15,660.38$$

Entonces, el valor presente neto queda de la siguiente manera:

$$VPN = 15,660.38 - 1,478,556.38 + 9,960.00 - 9,960.00 = - 1,462,896$$

Como se puede observar, el valor presente neto de este proyecto es negativo, sin producir ninguna utilidad, cumpliendo su objetivo de carácter social, promoviendo desarrollo en el caserío Ojo de Agua, de la aldea Piedra Grande y teniendo como beneficiarios a los habitantes de dicho caserío, mediante saneamiento adecuado y la reducción de enfermedades. Con esto se logra reducir los gastos en el área de salud pública provenientes del estado.

2.1.12.2 Tasa interna de retorno (TIR)

La tasa interna de retorno se define como la tasa en la cual, el valor presente neto se hace igual a cero; también es el punto en donde un proyecto no tiene ni pérdidas ni ganancias.

El cálculo de la tasa interna de retorno se puede realizar proponiendo dos tasas de utilidad diferentes, con las cuales se procede a calcular las respectivas cantidades que representen el Valor Presente Neto.

Se propone una tasa de -99.20%, entonces se obtiene:

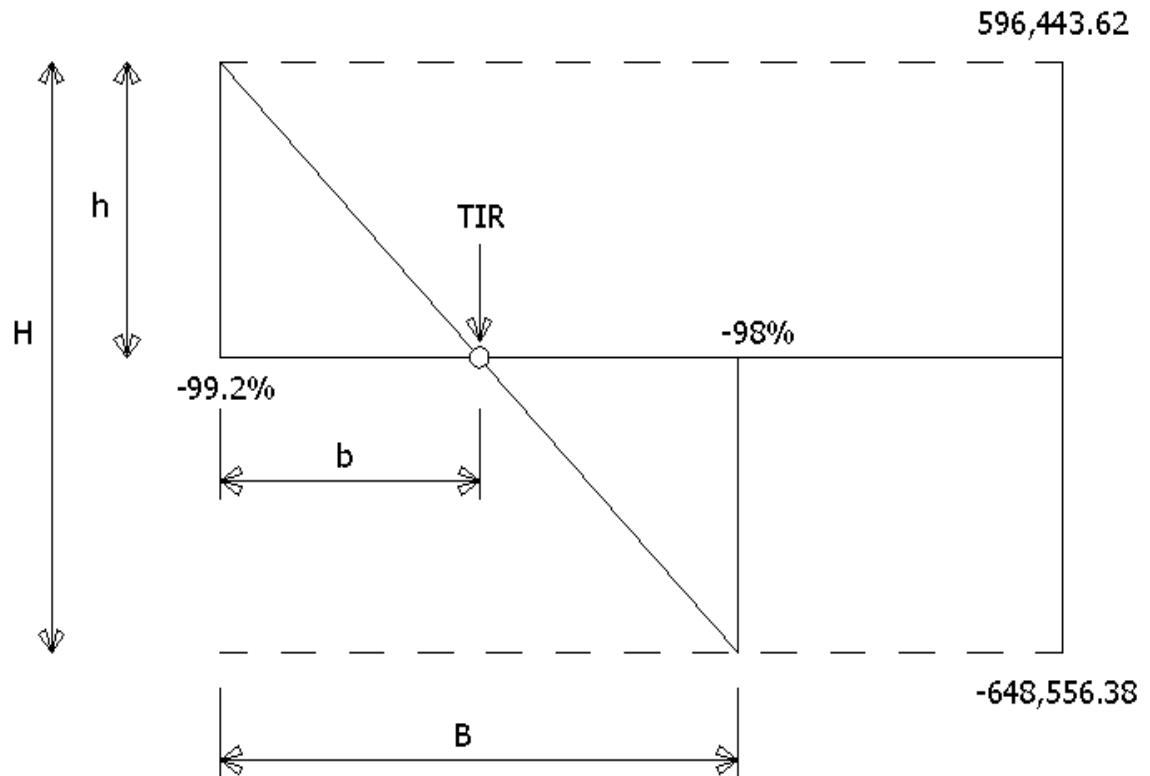
$$P = \frac{16,600}{(1-0.992)^1} = 2,075,000.00$$

El valor presente neto es positivo, procediendo a sumar algebraicamente con el egreso de la inversión inicial, y las anualidades destinadas al funcionamiento del sistema de alcantarillado sanitario:

$$VPN = -1,478,556.38 + 2,075,000 + 9,960.00 - 9,960.00 = 596,443.62$$

Mientras que con una tasa de -98%, se obtiene $P = 830,000$ y un valor presente neto $VPN = -648,556.38$

Figura 2 Diagrama de tasa interna de retorno



Del diagrama resultan los siguientes datos, sin tomar en cuenta el signo:

$$\begin{array}{ll}
 B = 1.20\% & H = 596,443.62 + 648,556.38 = 1,245,000 \\
 b = x & h = 596,443.62
 \end{array}$$

Se hace una relación de triángulos para obtener:

$$\frac{B}{H} = \frac{b}{h} \quad \Rightarrow \quad \frac{1.20}{1,245,000} = \frac{x}{596,443.62}$$

$$x = 0.057$$

$$\text{TIR} = -99.20\% + 0.057\% = -99.143\%$$

En este proyecto, la tasa interna de retorno es negativa, por lo tanto, no existe utilidad alguna, siendo un proyecto de carácter social.

2.2. Diseño del tramo carretero para el caserío El Platanillo aldea Provincia Chiquita, municipio de San Pedro Sacatepéquez, San Marcos

2.2.1 Preliminar de campo

2.2.1.1. Levantamiento topográfico de preliminar

La selección de ruta es la etapa de mayor importancia de un proyecto de carreteras, pues ésta consta de dos puntos fijos; el inicial y el final; entre los cuales se pueden definir varias alternativas de ruta, las que se podrían evaluar someramente en costos, para tomar la que se adapte mejor a las condiciones sociales, económicas, al transporte promedio diario que circularía al ponerse en servicio la carretera y al derecho de vía con que se pueda contar.

2.2.1.2. Planimetría

La información topográfica necesaria para el diseño de una carretera consiste en tomar en campo los ángulos y distancias horizontales que definen la ruta preliminar, haciendo uso de teodolito y de una cinta métrica.

El levantamiento consiste en una poligonal abierta, formada por ángulos orientados a un mismo norte y distancias con estaciones intermedias cada 20 metros. Para el presente trabajo se realizó el levantamiento planimétrico usando el teodolito marca WILT T1, y se usó el método de conservación de azimut, con orientación de estación a estación por vuelta de campana.

Se midieron distancias no mayores de 20 metros, con la cinta colocada horizontalmente, bajando la medida exacta a los trompos mediante plomadas de centro. A fin de no perder las medidas entre estaciones, se marcaron con clavos.

Tabla XVII. Planimetría

Est.	P.O.	Azimut	Caminamiento	Distancia (m)
1			0 + 000	0.00
	1.1	11°14'25"	0 + 020	20.00
	1.2	219°40'30"	0 + 040	20.00
	2	174°09'12"	0 + 060	20.00

2.2.1.3. Altimetría

Consiste en pasar una nivelación en todos los puntos señalados por el levantamiento planimétrico, al fijar bancos de marca cada 500 metros, los que deben ser ubicados en puntos permanentes o en monumentos de concreto, en los cuales se debe anotar la estación, la elevación y las distancias acumuladas. Como cota de salida se fijará una arbitraria entera, la cual se recomienda sea un valor que al hacer el cálculo no permita obtener cotas negativas.

Es recomendable ir dibujando el perfil que se ha levantado en el día, con el objeto de apreciar si tiene una forma congruente a la realidad y si cumple con las especificaciones de pendientes máximas permisibles.

Lo anterior permite que los errores se encuentren a tiempo y no hasta realizar el dibujo en gabinete.

Tabla XVIII. Libreta de nivelación

Est.	P.O.	Vat	Vad	Observaciones
1	1.1	1.692		
	1.2		1.097	
	2	5.35		
2	2.1		2.28	
	2.2		0.16	Suelo rocoso
	2.3		0.02	Suelo rocoso

2.2.1.4. Secciones transversales

Por medio de las secciones transversales se podrá determinar las elevaciones transversales de la faja de terreno, que se recomienda sea como mínimo de 40 metros, es decir, 20 metros a cada lado a partir de la línea central definida en el levantamiento planimétrico. Éstas deberán ser medidas en forma perpendicular al eje y niveladas con nivel de mano con un clinómetro, midiendo la distancia horizontal a que se está nivelando cada punto.

Cuando la sección transversal tope con un obstáculo imposible de superar, como un peñasco, una casa, un paredón, etc., no es necesario

prolongar, sino que se anotará en la columna de observaciones el tipo de obstáculo y su altura o profundidad aproximadas.

En los puntos de intersección transversal se medirá sobre la bisectriz del ángulo interior de la poligonal abierta; también deberán medirse secciones transversales en los fondos de los zanjones y en los lugares donde deba ir tubería de drenaje transversal, así como donde haya obstáculos tales como casas.

2.2.2 Dibujo de preliminar

2.2.2.1. Planimétrico

El cálculo de la topografía se efectúa en gabinete y consiste en conocer las coordenadas parciales y totales de cada vértice que compone la poligonal abierta, con la finalidad de contar con la información suficiente para efectuar con facilidad la localización de ruta, los corrimientos de línea y otros factores que se explicarán más adelante.

A manera de ejemplo se presentan los resultados siguientes:

Tabla XIX. Cálculo topográfico

EST.	P.O.	Hi.	AZIMUT			HILOS			ANG. VERTICAL			DIST. INCL.	DIST. HOR.	X	Y	COTA
			G	M	S	SUP	MED	INF	G	M	S					
	E-1	1.50												0.000	0.000	2680.00
E-1	1.1		11	14	25	1.125	1.00	0.875	87	24	31		24.95	4.86	24.47	2681.63
	1.2		219	40	30	1.075	1.00	0.925	87	43	6		14.98	-9.56	-11.53	2681.10
	E-2		174	9	12	1.201	1.00	0.799	98	27	24		39.33	4.01	-39.13	2674.65
	E-2	1.38												4.01	-39.13	2674.65
E-2	2.1		238	8	21	1.025	1.00	0.975	65	13	12		4.12	0.51	-41.30	2676.93
	2.2		244	52	54	1.016	1.00	0.984	99	43	9		3.11	1.19	-40.45	2674.49
	2.3		53	50	17	1.013	1.00	0.987	98	2	56		2.55	6.06	-37.62	2674.67
	2.4		62	18	52	0.518	0.50	0.483	57	13	0		2.47	6.20	-37.98	2677.12

Los resultados de las anteriores coordenadas se presentan en planos del anexo final.

2.2.2.2. Altimétrico, curvas de nivel

Con los datos obtenidos en el campo se procede a calcular las cotas de cada punto marcado como máximo a 20 metros sobre la línea central del levantamiento planimétrico.

Los datos que se obtuvieron en el campo son caminamiento, vista atrás, vista intermedia y punto de vuelta; todo esto a partir de una cota conocida. Tiene que calcularse la altura del instrumento para cada punto de vuelta y la cota. Lo anterior se obtiene usando las siguientes fórmulas:

$$\text{Elevación} = \text{HI} - V_{ad}$$

$$\text{HI} = \text{Elevación Anterior} + V_{at}$$

donde:

HI = Altura de instrumento

V_{ad} = Vista adelante

V_{at} = Vista atrás

cálculo altimétrico efectuado.

Tabla XX. Cálculo de libreta de nivelación

Est.	P.O	V_{at}	AI	V_{ad}	PV	Cota
1	1.1	2681.63	1.63			2680.00
	1.2			0.53		2681.10
	2			6.98		2674.65
2	2.1			4.07		2676.93
	2.2			7.14		2674.49
	2.3			6.96		2674.67

2.2.3. Normas para el estudio y proyección geométrica de carreteras

Al realizar el trabajo de campo, se inicia el estudio para fijar el eje de la carretera o diseño de la línea de localización. Un trazo óptimo es aquel que se adapta económicamente a la topografía del terreno, dependiendo del criterio adoptado que a su vez depende del volumen del tránsito y la velocidad de diseño a utilizar.

Una vez fijadas las especificaciones que regirán el proyecto geométrico, se busca una combinación de alineamientos que se adapte a las condiciones del terreno y que cumplan con los requisitos establecidos. Existen factores que suelen forzar una línea influyendo en la determinación de los alineamientos horizontal y vertical de una carretera, por lo que es necesario tomar una serie de normas generales que han surgido a través de la práctica y del sentido común.

Debido a la dependencia entre sí de los alineamientos, que deben de guardar una relación que permita la construcción con el menor movimiento de tierras posible y con el mejor balance entre los volúmenes de excavación y

relleno a producirse, obligan en determinadas circunstancias al no cumplimiento de estas normas, solamente cuando sean justificables por razones económicas, sin olvidar la importancia de estas recomendaciones para lograr el diseño de carreteras seguras y de tránsito cómodo.

2.2.3.1. Normas generales para el alineamiento horizontal

Consiste en el diseño de la línea final de localización en planimetría, mediante el cálculo de las curvas horizontales, las cuales definirán la ruta a seguir y constituyen la guía fundamental para la cuadrilla de topografía en el trazo de la carretera.

Tangente mínima: se define como tangente mínima la distancia entre dos curvas, la cual debe cumplir con la siguiente especificación:

$$Tg_{\min} = (Ls_1 + Ls_2)(0.5)$$

2.2.3.2. Normas AASHTO

Estas normas se refieren a las especificaciones de los materiales, métodos de comprobación, y especificaciones para la prueba de equipos; tienden a ser flexibles, de acuerdo con las necesidades y características de los materiales locales, mas no así para los materiales fabricados, tales como cemento, acero, asfaltos, etc.

Muchas de estas especificaciones están de acuerdo con aquéllos de la Sociedad Americana de Ensayos y Materiales.

2.2.3.3. Normas ASTM

Creada en 1898, ASTM Internacional es una de las mayores organizaciones en el mundo, que desarrollan normas voluntarias por consenso. ASTM es una organización sin ánimo de lucro, que brinda un foro para el desarrollo y publicación de normas voluntarias por consenso, aplicables a los materiales, productos, sistemas y servicios.

Los miembros de esta organización desarrollan documentos técnicos que son la base para la fabricación, gestión y adquisición, y para la elaboración de códigos y regulaciones.

2.2.3.4. Normas COGUANOR

Las normas COGUANOR son las encargadas de propiciar condiciones que ayuden al desenvolvimiento ordenado de las actividades relacionadas con la fijación de normas de calidad, verificando el cumplimiento de las mismas en el mercado nacional, y con ello ayudar al desarrollo económico del país.

2.2.4. Diseño geométrico de carreteras

2.2.4.1. Alineamiento horizontal y vertical

El alineamiento horizontal deberá permitir la operación ininterrumpida de los vehículos, tratando de conservar la misma velocidad en la mayor longitud de carretera que sea posible.

En general, el relieve del terreno es el elemento de control del radio de las curvas horizontales y el de la velocidad.

Esta última, a su vez, controla la distancia de visibilidad.

El trazado en planta de un tramo se compondrá de la adecuada combinación de los siguientes elementos: recta, curva circular y curva de transición.

En el perfil de una carretera, la rasante es la línea de referencia que define los alineamientos verticales, también la determinan las características topográficas del terreno, la seguridad, visibilidad, velocidad del proyecto y paso de vehículos pesados en pendientes fuertes.

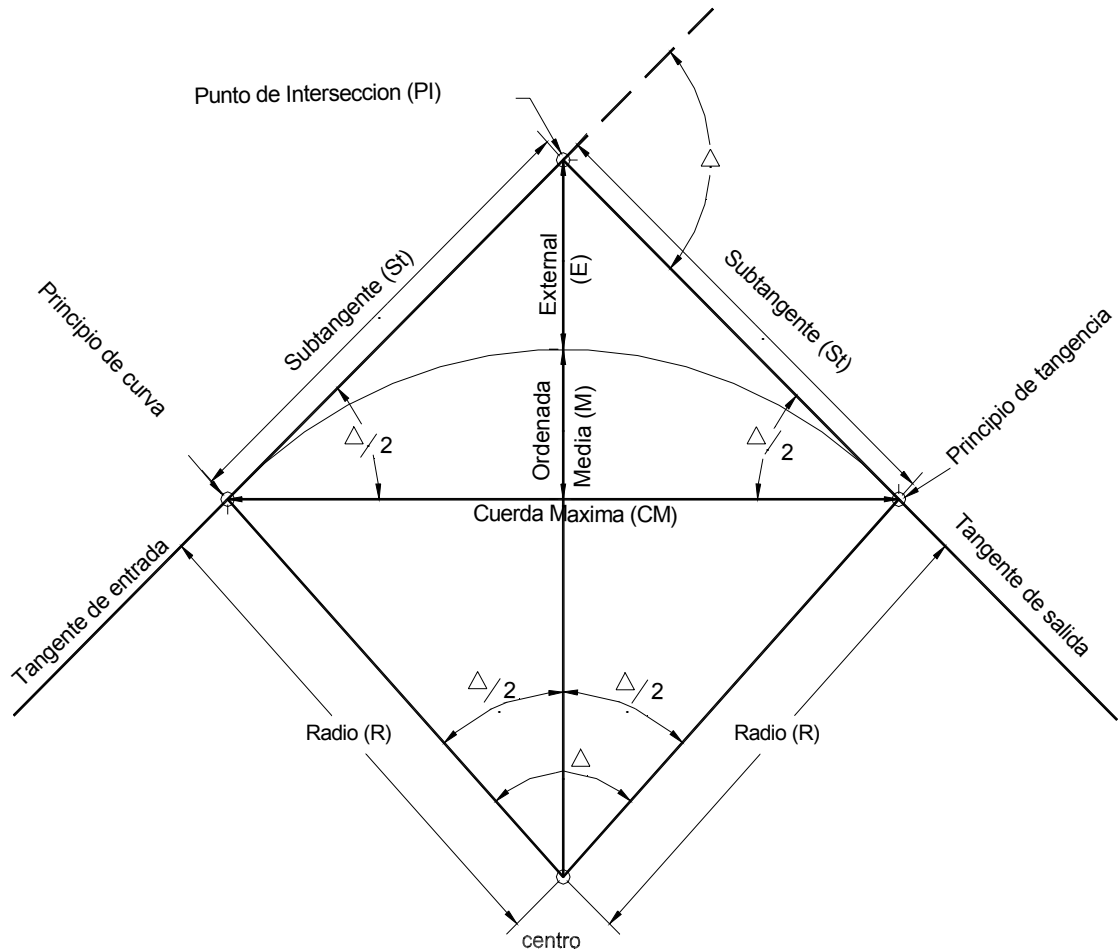
Un alineamiento está formado por tangentes y curvas. Las tangentes se caracterizan por su pendiente, que sirve para delimitar el diseño de la sub-rasante.

2.2.4.2. Diseño de curvas horizontales

Se le llama curva circular horizontal, al arco de circunferencia del alineamiento horizontal que une dos tangentes, luego de calcular los puntos de intersección, las distancias y los azimut, se procede al cálculo de las partes de curva que servirán para el trazo de la carretera.

Una vez escogida la curva, se calculan sus elementos, entre los que se encuentran la subtangente (St), el largo de curva (Lc), el radio (R), el principio de curva (PC), el delta (∇), la cuerda máxima (CM), la ordenada media (Om), el external (E), el centro de la curva, el punto de intersección (PI), como se muestra en la figura siguiente:

Figura 3. Elementos de curva horizontal



Cuerda máxima (Cm)

Es la distancia en línea recta desde el principio de curva (PC) al Principio de tangencia (PT) ver figura 3

$$\text{Sen} \frac{\Delta}{2} = \frac{Cm/2}{R} \Rightarrow \frac{Cm}{2} = R * \text{Sen} \frac{\Delta}{2} \Rightarrow Cm = 2 * R * \text{Sen} \frac{\Delta}{2}$$

Ejemplo: de la figura 13 tenemos $\nabla = 87^\circ 37'42'' = 87.6283$, $G=24$, $r=47.00$

$$Cm = 2 * R * \text{Sen} \frac{\Delta}{2} = 2 * 47.00 * \text{sen} \frac{87.6283}{2} = 32.5391$$

Longitud de curva (LC)

Es la longitud del arco comprendida entre el principio de curva (PC) y el principio de tangencia (PT) según figura 7.

$$\frac{LC}{2\pi R} = \frac{\Delta}{360} \Rightarrow LC = \frac{2\pi R \Delta}{360}$$

$$LC = \frac{2\pi * \frac{1145.9156}{G} * \Delta}{360} = \frac{2\pi * 1145.9156 * \Delta}{360 * G} = \frac{20 * \Delta}{G}$$

Ejemplo:

De la figura 8 se obtiene $\nabla = 87^{\circ}37'42'' = 87.6283$, $G = 24$ para calcular la longitud de curva (LC).

$$LC = \frac{20 * \Delta}{G} = \frac{20 * 87.6283}{24} = 73.0235$$

Tangentes (Tg)

Las tangentes del alineamiento horizontal tienen longitud y dirección. La longitud es la distancia existente entre el fin de la curva horizontal anterior y el principio de la curva siguiente. La dirección es el rumbo.

La longitud mínima de una tangente horizontal es el promedio de las dos longitudes de transición de las dos curvas entre la tangente, que se requiere para combinar en forma conveniente la curvatura, la pendiente transversal y el ancho de la corona. En teoría, la longitud máxima puede ser indefinida, por

ejemplo, en zonas muy llanas; sin embargo, en estas regiones se limita a 15 kilómetros por razones de seguridad, ya que las longitudes mayores causan somnolencia y dañan los ojos de los operadores.

Para el cálculo de los estacionamientos de la línea de localización, se utilizan los datos de subtangente y longitud de curva; para obtener el PC, se restan la subtangente del punto de intersección; luego, para obtener el principio de tangencia se suma la longitud de curva y así sucesivamente, Ejemplo:

Datos:

$$G2 = 24^\circ$$

$$\Delta 2 = 87^\circ 37' 42''$$

$$LC = 73.0235$$

$$St2 = 21.99$$

$$St1 = 45.09$$

Solución:

$$PI1 = 2 + 251.44$$

$$PI2 = 2 + 260.64$$

$$Tg = (EstPI2 - EstPI1) - (St1 + St2)$$

$$Tg = (2 + 260.64 - 2 + 251.44) - (45.09 + 21.99)$$

$$Tg = 242.12$$

$$Pc1 = Pt1 + Tg$$

$$Pt2 = Pc1 + Lc2$$

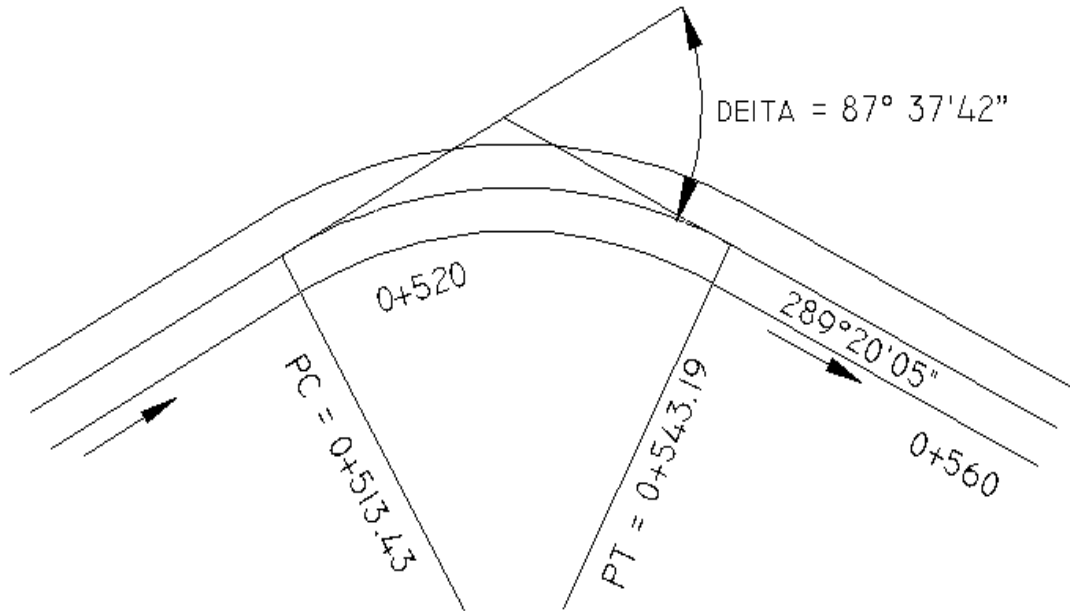
$$Pc1 = 2 + 273.43 + 242.12 \quad Pt2 = 2 + 515.55 + 71.88$$

$$Pc1 = 2 + 515.55$$

$$Pt2 = 2 + 587.44$$

$$\begin{aligned} \Delta &= 87^\circ 37' 42'' \\ G &= 24^\circ \\ R &= 47.00 \text{ m.} \\ Lc &= 73.023 \\ Az1 &= 50^\circ 06' 07'' \\ Az2 &= 137^\circ 44' 56'' \end{aligned}$$

Figura 4. Curva horizontal



External (E)

Es la distancia desde el PI al punto medio de la curva ver figura 3.

$$\cos \frac{\Delta}{2} = \frac{R}{R + E}$$

$$R * \cos \frac{\Delta}{2} + E * \cos \frac{\Delta}{2} = R$$

$$E * \cos \frac{\Delta}{2} = R - R * \cos \frac{\Delta}{2}$$

$$E = \frac{R - R * \cos \frac{\Delta}{2}}{\cos \frac{\Delta}{2}} \Rightarrow E = \frac{R(1 - \cos \frac{\Delta}{2})}{\cos \frac{\Delta}{2}} = R * \sec \frac{\Delta}{2}$$

Ejemplo: de la figura 2 se tiene que $\Delta = 87^\circ 37' 42'' = 87.6283$, $G=24$, $R=47.00$

$$E = R * \text{Sec} \frac{\Delta}{2} = 47.00 * \text{Sec} \frac{87.6283}{2} = 18.1340$$

Ordenada media (Om)

Es la distancia dentro del punto medio de la curva y el punto medio de la cuerda máxima, ver figura 7.

$$\text{Cos} \frac{\Delta}{2} = \frac{R - M}{R}$$

$$R * \text{Cos} \frac{\Delta}{2} = R - M$$

$$M = R - R * \text{Cos} \frac{\Delta}{2}$$

$$M = R(1 - \text{Cos} \frac{\Delta}{2})$$

Ejemplo: de la figura 8 se tiene que $\nabla = 87^\circ 37'42'' = 87.6283$, $G=24$, $r=47.00$

$$M = R(1 - \text{Cos} \frac{\Delta}{2}) = 47.00 * (1 - \text{Cos} \frac{87.6283}{2}) = 13.0853$$

Subtangente (St)

Es la distancia entre el principio de curva (PC) y el punto de intersección (PI), ya que la curva es simétrica, la distancia entre el punto de intersección (PI) y el principio de tangencia (PT) es igual. Ver figura 7.

$$\text{Tg} \frac{\Delta}{2} = \frac{St}{R} \Rightarrow St = r * \text{Tg} \frac{\Delta}{2}$$

Ejemplo: de la figura 8 se tiene que $\nabla = 87^\circ 37'42'' = 87.6283$, $G=24$, $r=47.00$

$$St = r * Tg \frac{\Delta}{2} = 47.00 * tg \frac{87.6283}{2} = 45.093$$

Rangos de velocidad y cambios de velocidad.

Los rangos de velocidad dependen directamente de la topografía del terreno y de las necesidades del entorno, teniéndose entonces diferencias de velocidades en tramos contiguos, Se admite una diferencia máxima de 20 Km./h entre las velocidades de tramos contiguos. En caso de superar esa diferencia debería intercalarse entre ambos, uno o varios tramos que cumplan esa limitación, y proporcionen un adecuado escalonamiento de velocidades.

2.2.4.3. Diseño de curvas verticales

En el perfil de una carretera, la rasante es la línea de referencia que define los alineamientos verticales; también la determinan las características topográficas del terreno, la seguridad, visibilidad, velocidad del proyecto y paso de vehículos pesados en pendientes fuertes.

Un alineamiento está formado por tangentes y curvas. Las tangentes se caracterizan por su pendiente que sirve para delimitar el diseño de la sub-rasante.

Pendiente positiva y negativa: se entiende por pendiente positiva aquella en la cual a medida que se avanza sobre la carretera, se incrementa la altura respecto del punto anterior, es decir se va hacia arriba en determinado tramo. Se entiende por pendiente negativa aquella en la cual a medida que se avanza sobre la carretera, decrece la altura respecto del punto anterior, es decir se va hacia abajo en determinado tramo.

Pendiente máxima: es la mayor pendiente que se permite en el proyecto y queda determinada por el volumen, la composición del tránsito y la topografía del terreno. Se emplea cuando convenga desde el punto de vista económico, para salvar ciertos obstáculos, siempre que no sobrepase la longitud crítica.

Pendiente mínima: se fija para permitir el drenaje. En los terraplenes puede ser nula (0%), debido a que en ese caso actúa el drenaje transversal; en los cortes se recomienda el 2% mínimo para garantizar el buen funcionamiento de las cunetas, en algunas ocasiones la longitud de los cortes y la precipitación pluvial podría llevar a aumentarla.

Curvas verticales: su finalidad es proporcionar suavidad al cambio de pendiente, estas curvas pueden ser circulares o parabólicas aunque la más usada en nuestro país por la Dirección General de Caminos es la parabólica simple, debido a la facilidad de cálculo y a su gran adaptación a las condiciones de terreno.

Las especificaciones para curvas verticales dadas por la Dirección General de Caminos están en función de la diferencia algebraica de pendientes y de la velocidad de diseño.

Longitudes de curvas verticales: en el momento de diseñar las curvas verticales deben tenerse presentes las longitudes de éstas para evitar traslapes entre curvas, dejando también la mejor visibilidad posible a los conductores.

En diseños de carreteras para áreas rurales, se ha normalizado entre los diseñadores usar como longitud mínima de curva vertical la que sea igual a la velocidad de diseño.

Lo anterior reduce considerablemente los costos del proyecto, ya que las curvas amplias conllevan grandes movimientos de tierra.

Valores k para visibilidad de parada: La longitud mínima de las curvas verticales, se calcula con la expresión siguiente:

$$L = k * A$$

Siendo:

L = Longitud mínima de la curva vertical en metros.

A = Diferencia algebraica de las pendientes de las tangentes verticales, en %.

K = Parámetro de la curva, cuyo valor mínimo se especifica en la figura siguiente:

Figura 5. Curva vertical cóncava

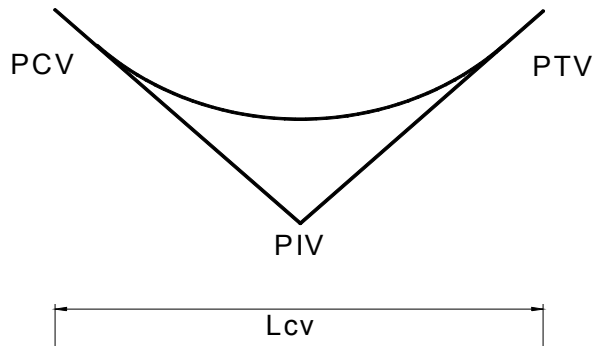
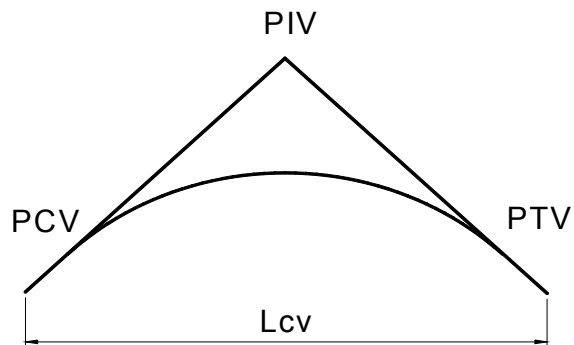


Figura 6. Curva vertical convexa



La longitud mínima de las curvas verticales en ningún caso deberá ser menor a lo indicado en la tabla siguiente:

Tabla XXI. Valores de k para curvas cóncavas y convexas

Velocidad de diseño En K.P.H.	Valores de K, según tipo de curva	
	Cóncava	Convexa
10	1	0
20	2	1
30	4	2
40	6	4
50	9	7
60	12	12
70	17	19
80	23	29
90	29	43
100	36	60

Curva cóncava: existen curvas en descenso con ambas pendientes negativas denominadas cóncavas, también conocidas como curvas en columpio. (Ver figura 5).

Curva convexa: también existen curvas en ascenso con ambas pendientes positivas denominadas convexas, conocidas como curvas en cresta. (Ver figura 6).

Velocidades de diseño: las velocidades de diseño van de acuerdo con la velocidad de diseño de la planta y de allí que la D.G.C. ha tabulado valores constantes “k” par determinar la longitud mínima de las curvas verticales a usarse según la velocidad de diseño y si la curva es cóncava o convexa. (cuadro No.21).

Cálculo de sub-rasante: las curvas verticales pueden ser cóncavas o convexas, según su forma; la corrección máxima en la curva vertical es la ordenada media y

$$OM = \frac{P2 - P1}{800} * L.C.V.$$

puede calcularse con la fórmula siguiente:

OM = Ordenada media.

P1 = Pendiente de entrada

P2 = Pendiente de salida.

L.C.V.= Longitud de curva vertical.

La corrección para cualquier punto en una curva vertical se obtiene de la fórmula siguiente:

$$Y = \frac{OM}{\left[\frac{L.V.C.}{2}\right]^2} * D^2$$

$$K = \frac{OM}{\left[\frac{L.V.C.}{2}\right]^2}$$

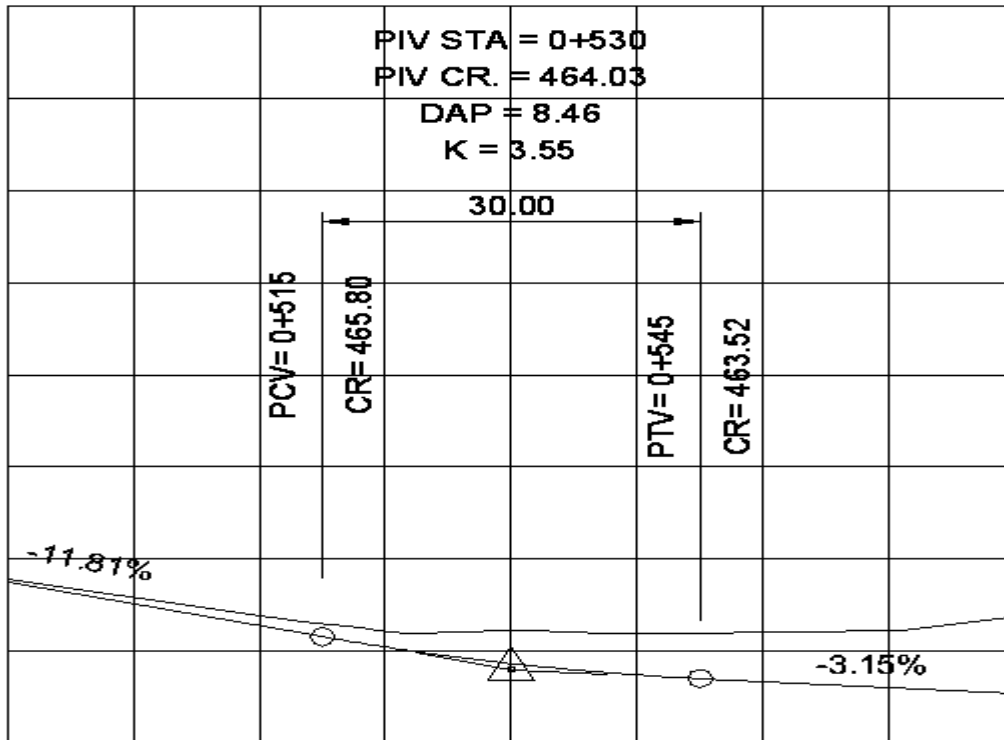
$$Y = K * D^2$$

donde Y = corrección en cualquier punto de la curva

D = distancia del punto intermedio de la curva a la estación deseada.

Ejemplo: encontrar las cotas de la rasante corregida, de la siguiente curva vertical.

Figura 7. Curva vertical



$K = 2$ según tabla

Diferencia algebraica $A = 11.81 - (-3.15) = 14.96$

$$L = K * A$$

$$L = 2 * 14.96 = 29.92$$

como la longitud mínima es 24.94 se usará L.C.V.=30.00

Ordenada media
$$OM = \frac{A}{800} * L.C.V = \frac{12.47}{800} * 26.00 = 0.3887$$

$$K = \frac{OM}{\left[\frac{L.C.V.}{2}\right]^2} = \frac{0.3887}{\left[\frac{26.00}{2}\right]^2} = 0.0025$$

2.2.4.4. Diseño de localización

Para realizar estos cálculos se debe colocar en la planta las coordenadas totales de los puntos de intersección de la preliminar, además se deben colocar los rumbos y distancias de la línea preliminar; en la mayoría de los diseños horizontales existirán casos en donde la línea de localización coincida con la línea de preliminar. Cuando sea necesario se recurrirá a efectuar medidas gráficas para relacionar la línea de localización diseñada con la línea preliminar colocada en el campo.

Luego de calcular las coordenadas de todos los puntos de intersección de localización, se procede a calcular las distancias y los rumbos entre los puntos de intersección entre dos rectas, conociéndose un punto de cada una de ellas y su dirección.

2.2.4.5. Diseño de la sub-rasante

La subrasante es la línea trazada en perfil que define las cotas de corte o relleno que conformarán las pendientes del terreno, a lo largo de su trayectoria, la subrasante queda debajo de la sub-base, base y capa de rodadura, en proyectos de asfalto y debajo del balasto en proyectos de terracería.

En un terreno montañoso, el criterio técnico para definir la subrasante es no exceder la pendiente máxima oscilante entre el 14% y el 16%, ni la curvatura mínima permitida para el uso que se le dará a la carretera; lo que también se relaciona con la sección a utilizar y el tipo de terreno.

La sub-rasante define el volumen del movimiento de tierras, el que a su vez se convierte en el renglón más caro en la ejecución, por lo que la

subrasante es el elemento que determina el costo de la obra; por esta razón, un buen criterio para diseñarla, es obtener la sub-rasante más económica. Es necesario apuntar que el relleno es mucho más costoso que el corte, por lo que hay que tomar en cuenta tal situación para definir lo óptimo.

En la mayoría de los casos el criterio técnico y el económico se encuentran en contradicción, pero en el caso presente, que se trata de un camino rural, ambos deben contribuir a la obtención de una ruta de acceso transitable en toda época del año, que será el objetivo que dominará sobre los anteriores.

Para calcular la sub-rasante, es necesario disponer de los siguientes datos:

- La sección típica que se utilizará.
- El alineamiento horizontal del tramo.
- El perfil longitudinal del mismo.
- Las secciones transversales.
- Las especificaciones o criterios que regirán el diseño.
- La clase de material del terreno.
- Los puntos obligados de paso.
- De preferencia, el diseñador debe haber visitado el tramo que va a diseñar; además se deben considerar los tramos que pueden quedar alanceados en mayores a 500 metros.

2.2.5. Movimiento de tierras

2.2.5.1. Cálculo de áreas de secciones transversales

La topografía del terreno en el sentido perpendicular a la línea central de la carretera, determina el volumen de movimiento de tierras necesario en la construcción de un proyecto carretero.

Al tomar en cuenta la sección topográfica transversal, se localiza el punto central de la carretera, el cual puede quedar ubicado sobre el terreno natural; se marca con esta área de relleno y debajo del terreno natural, el área de corte, a partir de la cual se habrá de trazar la sección típica.

Se estimará el ancho de rodadura, con su pendiente de bombeo de 3% o el peralte que sea apropiado, si corresponde a un caminamiento en curva horizontal; el ancho del hombro de la carretera, con su pendiente, taludes de corte y relleno según se presente el caso, determinando su pendiente en razón con el tipo de material del terreno y la altura que precisen. Es de hacer notar que cuando sea necesario, se marcará un espacio de remoción de capa vegetal en que se cortará, en una profundidad aproximada de 30 cm. Éste se considera en un renglón diferente al corte para material de préstamo, no así cuando se considere corte de material de desperdicio.

El perfil exacto de la cuneta, por lo general se calcula aparte para considerarlo como excavación de canales, se mide o calcula el área enmarcada entre el trazo del perfil del terreno y el perfil que se desea obtener, clasificando así separadamente el corte y el relleno necesario.

Los taludes recomendados para el trazo de la sección típica, bien sea en corte o en relleno, se muestran a continuación:

CORTE		RELLENO	
ALTURA	H-V	ALTURA	H-V
0_3	2_1	0_3	2_1
3_7	1_2	>3	3_2
>7	1_3		

Para medir el área en forma gráfica, se puede realizar un planímetro polar, si no se dispone de un planímetro, puede calcularse el área, asignando coordenadas totales como se considere conveniente y aplicar el método de determinantes para encontrar el área.

Cálculo de área de secciones transversales

$$Area = \sum \left[\frac{\sum (X_t * Y_{t+1}) - \sum (Y_t * X_{t+1})}{2} \right]$$

Tabla XXII. Cálculo de áreas de secciones transversales

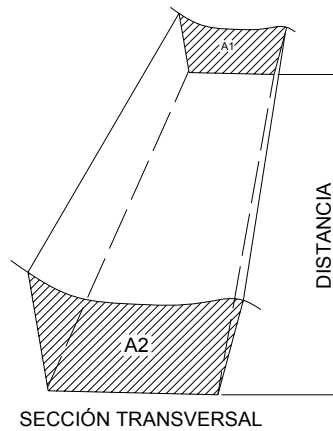
X	Y
X0	Y0
X1	Y1
X2	Y2
X3	Y3
X4	Y4
X5	Y5
X6	Y6
X7	Y7
X0	Y0

$$a = \sum (X * Y) \quad AREA = \frac{(a - b)}{2} \quad b = \sum (Y * X)$$

2.2.5.2. Cálculo de volúmenes de movimiento de tierras

Cada una de las áreas calculadas anteriormente constituye un lado de un prisma de terreno que debe rellenarse o cortarse; suponiendo que el terreno se comporta en una manera uniforme entre las dos estaciones, se hace un promedio de sus áreas y se multiplica por la distancia horizontal entre ellas; se obtienen así los volúmenes de corte y relleno en ese tramo.

Figura 8. Cálculo de volúmenes de movimiento de tierras



$$Vol = \left[\frac{(Area1 + Area2) * Distancia}{2} \right]$$

Donde:

V = Volumen

A₁ = Área 1

A₂ = Área 2

Cuando en un extremo la sección tenga sólo área de corte y la otra solamente área de relleno, debe calcularse una distancia de pasos, donde teóricamente el área pasa a ser de corte a relleno. Éste se obtiene por medio de la interpolación de las dos áreas en la distancia entre ellas.

Las fórmulas que facilitan este cálculo son las siguientes.

$$Volcorte = \left[\frac{(C_1 + C_2)}{2(C_1 + C_2 + R_1 + R_2)} \right] * D$$

$$Volrelleno = \left[\frac{(R_1 + R_2)}{2(C_1 + C_2 + R_1 + R_2)} \right] * D$$

Donde:

C_1 = Área de corte en la primer sección

C_2 = Área de corte en la segunda sección

R_1 = Área de relleno en la primer sección

R_2 = Área de relleno en la segunda sección

Figura 9. Área de corte

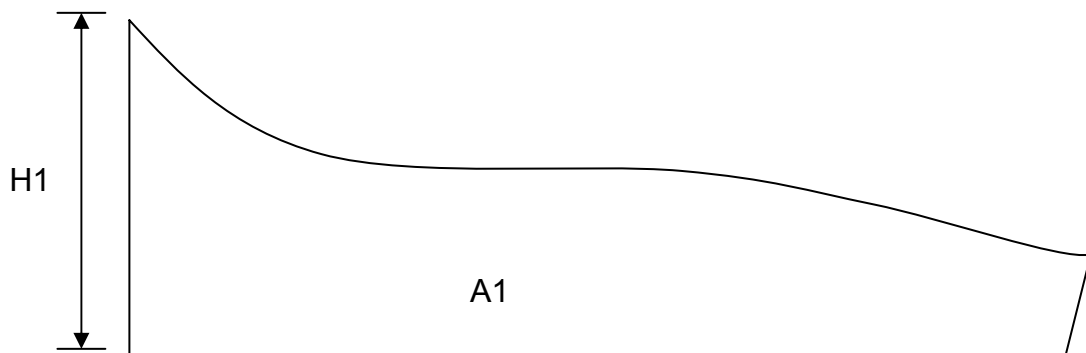
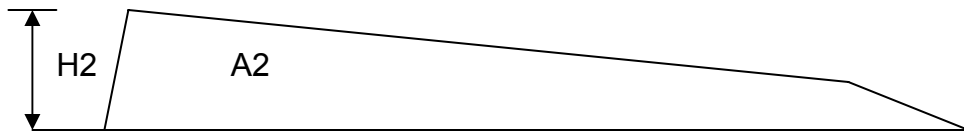
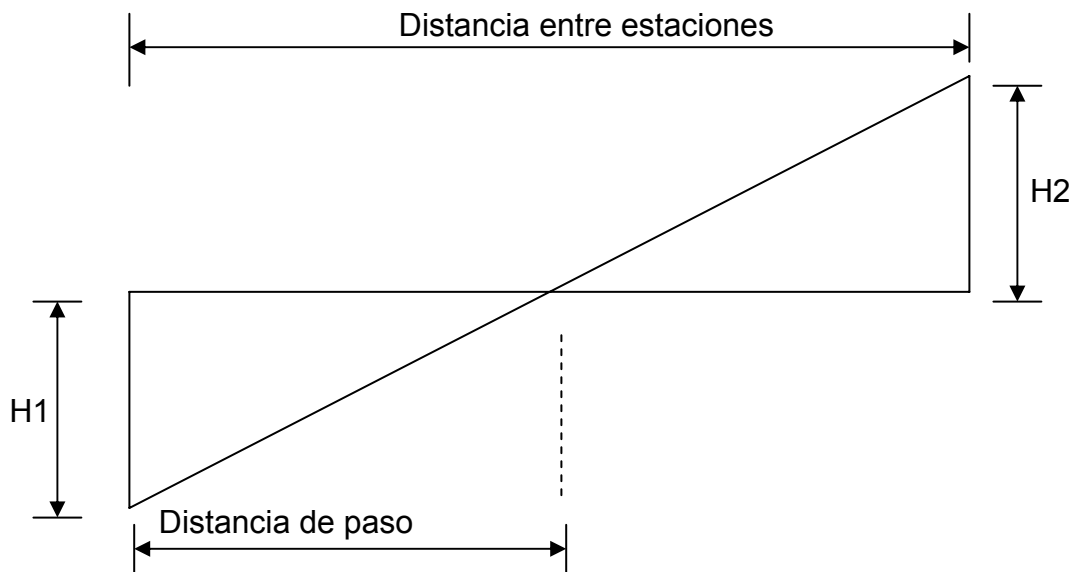


Figura 10. Área de relleno



Continuación figura 10.



2.2.6. Diseño hidráulico

2.2.6.1. Diseño de cunetas

El primer paso para diseñar una cuneta es considerar su longitud y conforme a esto, el área de carretera que drenará, o del terreno aledaño, si es necesario, según las características pluviales del área (detalladas en el numeral

anterior), se calcula el caudal que deberá conducirse en la cuneta, para establecer las condiciones de la cuneta:

- Pendiente.
- Tipo de sección que se pondrá en el canal.
- Material de canal (coeficiente de rugosidad).

Con base en esta información se calcula:

- Relación entre área y tirante en el canal.
- Relación entre el radio hidráulico y el tirante que se tenga.
- Caudal que puede conducir el canal según la pendiente y el tirante (fórmula de Manning).

Al igual que el caudal tributario y el que puede conducir el canal, se determina el tirante que deberá tener, el canal para cuneta; generalmente se hace de sección trapezoidal, semicircular, cuadrada e incluso triangular.

Cuando el tramo que drena la cuneta se hace muy largo, y por ende el área resulta conduciendo caudales muy altos, se hace necesario descargarlos.

En la mayoría de casos se desvía la cuneta hacia una pendiente apropiada, haciendo un canal revestido con concreto o balasto para evitar la erosión y el daño a la sub_base y base de la carretera, en caso contrario, se hace pasar por debajo de la carretera con un drenaje transversal.

2.2.6.2. Bombeo de la superficie

Se le llama bombeo o pendiente transversal a la forma que se le da a la sección del camino para evitar que el agua de lluvia se estanque y, por lo tanto, ocasione trastornos al tránsito e infiltraciones en las terrecerías que provocan

saturaciones en las mismas, reblandecimientos del terreno y, finalmente, destrucción. Sirve también para evitar que el agua corra longitudinalmente sobre la superficie y la erosione. El bombeo depende no solamente de la precipitación pluvial sino de la clase de superficie de la carretera, ya que una superficie dura requiere menos pendiente que una superficie rugosa. Al proyectar el bombeo de una carretera debe tomarse en cuenta también la comodidad para los usuarios de la carretera, puesto que una carretera con bombeo exagerado provoca que los conductores de vehículos prefieran el centro.

Para el diseño del proyecto realizado el bombeo es de 3% que este es el recomendado para caminos vecinales.

2.2.6.3. Contra cunetas

Las contracunetas son pequeños canales que se construyen en lugares convenientes, para interceptar el agua que escurre hacia el camino y de esa forma evitar que se dañen los taludes de los cortes o de la superficie de rodamiento. Debe procurarse que la pendiente sea suave, como uniforme y que su trazo no tenga cambios bruscos. Las dimensiones de las contracunetas pueden variar de acuerdo con la cantidad de agua que se recolecte.

2.2.7. Estudio de suelos

2.2.7.1. Análisis para la clasificación del suelo

Los ensayos de suelos son de mucha importancia para poder identificar qué tipo de suelo existe en el área de trabajo, de modo que puedan ser

descritos y clasificados adecuadamente. Dentro de estos ensayos, los principales son el análisis granulométrico y los límites de consistencia.

2.2.7.1.1. Análisis granulométrico

La granulometría es la propiedad que tienen los suelos naturales de mostrar diferentes tamaños en su composición. Este ensayo consiste en clasificar las partículas del suelo según su tamaño, representándolos luego en forma gráfica. A partir de estos datos se calculan los siguientes coeficientes:

Coeficiente de Uniformidad, que indica la variación del tamaño de las partículas de suelo.

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

Donde :

Cu = Coeficiente de uniformidad

D₆₀ = Diámetro máximo del 60%

D₁₀ = Diámetro máximo del 10%

Coeficiente de graduación, que indica una medida de la forma de la curva entre D₁₀ y D₆₀.

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

Donde:

Cg = Coeficiente de graduación

D₃₀ = Diámetro máximo del 30%

D₁₀ = Diámetro máximo del 10%

D₆₀ = Diámetro máximo del 60%

Todo el análisis granulométrico deberá ser hecho por vía húmeda según lo descrito en AASHTO T 27.

2.2.7.1.2. Límites de consistencia

Sirve para determinar, las propiedades plásticas de suelos arcillosos o limosos. Los límites de consistencia de los suelos están representados por su contenido de humedad, y se conocen como:

2.2.7.1.2.1. 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), en la copa de Casagrande, se cierre 1.27 cm. a lo largo de una ranura formada en un suelo moldeado, cuya consistencia es la de una pasta dentro de la copa. El límite líquido fija la división entre el estado casi líquido y el estado plástico.

El límite líquido en ocasiones puede utilizarse para estimar asentamientos en problemas de consolidación, ambos límites juntos son algunas veces útiles para predecir la máxima densidad en estudios de compactación.

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 obligatoriedad al hacerlo sobre muestra preparada en húmedo.

2.2.7.1.2.2. Límite plástico

Es el estado límite de suelo ya un poco endurecido, pero sin llegar a ser semisólido. 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.

El límite plástico se define como el contenido de agua (expresado en porcentaje del peso seco), con el cual se agrieta un cilindro de material de 3mm (1/8 de pulgada) de diámetro, al rodarse con la palma de la mano o sobre una superficie lisa.

El proceso analítico para este ensayo se encuentra en la norma AASHTO T 90.

2.2.7.1.2.3. Índice plástico

El índice plástico es el más importante y el más usado, y es simplemente la diferencia numérica entre el límite plástico y el límite líquido. Indica el margen de humedades, dentro del cual 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 (I.P.) 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.

2.2.7.2. Ensayos para el control de la construcción

La compactación de suelos en general es el método más barato de estabilización disponible. La estabilización de suelos consiste en el mejoramiento de las propiedades físicas del suelo para obtener una óptima estructura, resistencia al corte y relación de vacíos deseable. Para determinar las características de resistencia y de esfuerzo-deformación de los materiales de apoyo, será necesario investigarlos por cualquiera de las siguientes características:

- a. Por penetración
- b. Por resistencia al esfuerzo cortante
- c. Por aplicación de cargas

2.2.7.2.1. Determinación del contenido de humedad

El contenido de humedad es la relación entre el peso del agua contenida en la muestra y el peso de la muestra después de ser secada al horno, expresada en tanto por ciento. En otras palabras no es más que el porcentaje o cantidad de agua presente en el suelo. Es necesario determinar el contenido de humedad para realizar los siguientes ensayos: el ensayo de compactación Proctor, el ensayo de valor soporte, los límites de consistencia, y las densidades de campo.

2.2.7.2.2. Densidad máxima y humedad óptima

Para carreteras en Guatemala se utiliza generalmente el Proctor Modificado, según AASHTO T-180, éste sirve para calcular la humedad óptima de compactación, que ocurre cuando alcanzará su máxima compactación.

La masa de los suelos, está formada por partículas sólidas y vacíos; estos vacíos pueden estar llenos de agua, de aire o de ambos a la vez. Si la masa de un suelo se encuentra suelta, tiene mayor número de vacíos, los que, conforme se someta a compactación, van reduciéndose hasta llegar a un mínimo, es decir cuando la masa del suelo, alcanza su menor volumen y su mayor peso, esto se conoce como Densidad Máxima. Para alcanzar la densidad máxima, es necesario que la masa del suelo tenga una humedad determinada, la que se conoce como Humedad Óptima.

Cuando el suelo alcanza su máxima densidad tendrá mejores características, tales como:

- a. Reducción del volumen de vacíos y la capacidad de absorber humedad.
- b. Aumenta de la capacidad del suelo, para soportar mayores cargas.

El ensayo de compactación Proctor consiste en tomar una cantidad de suelo, pasarlo por el tamiz, añadirle agua y compactarlo en un molde cilíndrico en tres capas, con veinticinco golpes por capa con un martillo de compactación. Luego de compactar la muestra, esta es removida del molde y demolida nuevamente para obtener pequeñas porciones de suelo que servirán para determinar el contenido de humedad en ese momento del suelo.

Se añade más agua a la muestra, con el fin de obtener una muestra más húmeda y homogénea y se realiza nuevamente el proceso de compactación.

Esto se repite sucesivamente para obtener datos para la curva de densidad seca, contra contenido de humedad. Para este ensayo se utiliza un martillo de compactación de caída controlada, cuyo peso sea de 10 libras y se aumenta el número de capas a cinco.

El Proctor modificado, tiene ventaja sobre el estándar en lo siguiente:

- a. Mejor acomodación de las partículas que forman la masa de un suelo, reduciendo su volumen y aumentando el peso unitario o densidad.
- b. Al tener una humedad óptima más baja, las operaciones de riego son más económicas, lo que facilita la compactación.

2.2.7.2.3. Ensayo de equivalente de arena

Esta prueba sirve para evaluar de manera cualitativa la cantidad y actividad de los finos presentes en los suelos por utilizar. Consiste en ensayar los materiales que pasan la malla # 4 en una probeta estándar parcialmente llena, de una solución que propiciará la sedimentación de los finos. Se hace con el fin de conocer el porcentaje relativo de finos plásticos que contienen los suelos y los agregados pétreos.

Este ensayo se lleva a cabo principalmente, cuando se trata de materiales que se utilizarán como base, sub-base, o como materiales de bancos de préstamo. El procedimiento analítico se rige por la norma AASHTO T 176.

2.2.7.3. Análisis para la determinación de resistencia

2.2.7.3.1. Ensayo de valor soporte del suelo (C.B.R.)

Este ensayo conocido como Californian Bearing Ratio (CBR por sus siglas en inglés), es un índice de su resistencia al esfuerzo cortante, en condiciones determinadas de compactación y humedad, se expresa en porcentaje de la carga, requerida, para producir la misma penetración en una muestra estándar de piedra triturada. Para realizarlo es necesario conocer la humedad óptima y la humedad actual del suelo, y así poder determinar la cantidad de agua que se añadirá a la muestra de suelo. Los cilindros se compactan en cinco capas, para 10, 30 y 65 golpes, por cada capa. Para cada cilindro compactado se obtendrá el porcentaje de compactación (%C), el porcentaje de expansión y el porcentaje de CBR. El procedimiento analítico se rige por la norma AASHTO T 193.

Expansión: a cada cilindro se le coloca un disco perforado, con vástago ajustable y el disco de 10 a 13 libras. Sobre el vástago ajustable, se coloca el extensómetro, montado sobre un trípode, ajustando la lectura a cero. Luego de realizar lo anterior, se sumerge en el agua durante cuatro días, tomando lecturas cada 24 horas, controlando la expansión del material. Es importante tener en cuenta, que el peso de 10 a 13 libras colocado sobre el disco perforado con vástago ajustable, corresponde aproximadamente al peso de una losa de concreto. El objeto de sumergir la muestra, durante cuatro días en agua, es para someter a los materiales usados en la construcción, a las peores condiciones a que puedan estar sujetos en un pavimento (si se diese el caso de una pavimentación).

Determinación de la resistencia a la penetración: luego de haber expuesto la muestra en saturación durante cuatro días se saca del agua escurriéndola durante quince minutos. Se quita la pesa, el disco perforado, el papel filtro y se procede a medir la resistencia a la penetración. Cuando se empieza la prueba, se coloca nuevamente sobre la superficie de la muestra, el peso y se procede a hincar el pistón, a una velocidad de penetración de 1.27 centímetros por minuto. Se toma la presión, expresada en libras por pulgada cuadrada necesaria para hincar a determinadas penetraciones.

2.2.8. Especificaciones técnicas

Se utilizó la metodología de la Dirección General de Caminos de Guatemala, ajustándose a las especificaciones para un camino rural; su objetivo principal es que las vías de comunicación sean transitables en toda época del año.

- **Derecho de vía.** El derecho de vía deberá tener un ancho mínimo de 8 metros y un máximo de 10 metros, considerando que en algunos tramos, el camino afecta terrenos de cultivo de personas de escasos recursos económicos y que es necesario derribar el menor número de árboles posible para evitar la deforestación en el área.
- **Ancho de rodadura.** El camino tendrá un ancho de terracería balastada de 5.00 metros.
- **Velocidad de diseño.** Por tratarse de un camino rural económico, la velocidad de diseño promedio para todo el camino rural se proyectó en 20 kilómetros por hora.

- **Pendiente.** La mayor parte del recorrido se encuentra sobre terreno montañoso, sin embargo, se presentan tramos ubicados sobre terreno ondulado, por lo que la pendiente máxima es de 18%, en tramos largos y en corte se proyectó una pendiente mínima del 0.5% sobre la rasante, para facilitar el drenaje en el sentido longitudinal.
- **Bombeo.** El bombeo es la pendiente dada a la corona de las tangentes del alineamiento horizontal, hacia uno y otro lado del eje, para evitar la acumulación de agua sobre la superficie de rodadura; éste permite un drenaje suficiente de la corona con la mínima pendiente. La pendiente mínima de bombeo deberá ser de 3% hacia ambos lados del eje en tangente y en un solo sentido en las curvas.
- **Drenaje transversal.** Para el drenaje transversal se utilizó tubería de concreto, con un diámetro mínimo de 24 pulgadas, como se indica en los planos; asimismo, se ubicarán en los extremos de la tubería muros cabezales y cajas colectoras, construidas de concreto ciclópeo, como se indica en los planos de obras típicas.
- **Drenaje longitudinal.** Se construirán cunetas revestidas de sección triangular a ambos lados de la corona, según se trate de sección en ladera o en corte, serán construidas con la cuchilla de la motoniveladora. Como se indica en los planos de detalles típicos, deberán construirse contracunetas paralelas al eje del camino en la parte superior de las laderas de corte; estas construidas a mano y deberán recibir toda el agua que escurra de la ladera y encausarla fuera del tramo, la sección que se utilizará será en forma de v.

- **Capa de rodadura.** El terreno en el que se aloja el proyecto presenta suelo rocoso, en los que será necesario proteger la terrecería mediante la aplicación de una capa de balasto, la cual es obtenida de un banco de préstamo; dicha capa debe tener 15 centímetros de espesor debidamente compactado. En el proyecto se encuentra cerca un banco de material de balasto de cantera; el balasto es un material homogéneo que debe reunir condiciones de granulometría y calidad uniforme y estar exento de cualquier material perjudicial o extraño (material orgánico o arcilla).

Asimismo se recomienda que sus partículas no excedan de $2/3$ del espesor de la capa de rodadura y en ningún caso ser mayor de 10 centímetros.

2.2.9. Presupuesto

2.2.9.1. Cuantificación por renglones

Tabla XXIII. Cuantificación por renglones

Proyecto: Apertura de carretera

Ubicación: Caserío El Platanillo, San Pedro Sac. San Marcos

Fecha: 04 de Mayo de 2007

INTEGRACIÓN DE PRECIOS UNITARIOS POR RENGLÓN
APERTURA DE CARRETERA, CASERÍO EL PLATANILLO, ALDEA PROVINCIA CHIQUITA
MUNICIPIO DE SAN PEDRO SACATEPÉQUEZ, SAN MARCOS

RENGLÓN:	201	CONCEPTO:	Replanteo topográfico
UNIDAD DE COSTO EXPRESADO EN:		Km.	

MAQUINARIA & EQUIPO				
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	TOTAL
ALQUILER DE EQUIPO DE TOPOGRAFÍA	2	DIA	Q200.00	Q400.00
TOTAL MAQUINARIA & EQUIPO				Q400.00

MANO DE OBRA			
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO
TOPOGRÁFO	2	Día	Q175.00
CADENERO	2	Día	Q87.80
TOTAL MANO DE OBRA			

MATERIALES			
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO
PINTURA DE ACEITE COLOR ROJO	0.5	Galon	Q89.98
CLAVOS DE LÁMINA	2	Libra	Q5.68
PINCEL	1	Unidad	Q5.00
TOTAL MATERIALES			

COSTO DIRECTO(MAQUINARIA & EQUIPO +MANO DE OBRA +MATERIALES)
FACTOR DE INDIRECTOS (42%)
PRECIO UNITARIO

OBSERVACIONES:
1.El precio se obtendrá multiplicando el costo directo por el factor de indirectos. El factor de indirectos se obtendrá de la relacion entre costo directo total y deberá ser constante para todos.
2.Todos los precios deberan tener incl

INTEGRACIÓN DE PRECIOS UNITARIOS POR RENGLÓN
 APERTURA DE CARRETERA, CASERÍO EL PLATANILLO, ALDEA PROVINCIA CHIQUITA
 MUNICIPIO DE SAN PEDRO SACATEPÉQUEZ, SAN MARCOS

REGLÓN:	202	CONCEPTO:	LIMPIEZA GENERAL
UNIDAD DE COSTO EXPRESADO EN:	Global		

MAQUINARIA & EQUIPO				
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	TOTAL
EQUIPO DE LIMPIEZA Y CHAPEO	5	DIA	Q95.00	Q475.00
TOTAL MAQUINARIA & EQUIPO				Q475.00

MANO DE OBRA				
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	TOTAL
AYUDANTES	15	DIA	Q45.00	Q675.00
TOTAL MANO DE OBRA				Q675.00

MATERIALES				
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	TOTAL
				Q0.00
				Q0.00
				Q0.00
TOTAL MATERIALES				Q0.00

COSTO DIRECTO(MAQUINARIA & EQUIPO + MANO DE OBRA +MATERIALES)	Q1,150.00
FACTOR DE INDIRECTOS (42%)	Q483.00
PRECIO UNITARIO	Q1,633.0

OBSERVACIONES:

1. El precio se obtendra multiplicando el costo directo por el factor de indirectos. El factor de indirectos se obtendra de la relacion entre el precio total y el costo directo total y debera ser constante para todos.
 2. Todos los precios deberan tener incl

INTEGRACIÓN DE PRECIOS UNITARIOS POR RENGLÓN
 APERTURA DE CARRETERA, CASERÍO EL PLATANILLO, ALDEA PROVINCIA CHIQUITA
 MUNICIPIO DE SAN PEDRO SACATEPÉQUEZ, SAN MARCOS

REGLÓN:	203	CONCEPTO:	Movimiento de tierra
UNIDAD DE COSTO EXPRESADO EN:	M ³		

MAQUINARIA & EQUIPO				
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	TOTAL
TRACTOR DE CADENA DG, 8 HORAS DE TRAB.	0.007	DIA	Q2,800.00	Q19.60
RETROEXCAVADORA, 8 HORAS DE TRABAJO	0.013	DIA	Q1,400.00	Q18.20
CAMIÓN DE VOLTEO DE 10M ³	0.012	DIA	Q1,200.00	Q14.40
TOTAL MAQUINARIA & EQUIPO				Q52.20

MANO DE OBRA				
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	TOTAL
AYUDANTE	0.003	DIA	Q60.00	Q0.18
OPERADOR	0.003	DIA	Q200.00	Q0.60
TOTAL MANO DE OBRA				Q0.78

MATERIALES				
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	TOTAL
				Q0.00
				Q0.00
				Q0.00
TOTAL MATERIALES				Q0.00

COSTO DIRECTO(MAQUINARIA & EQUIPO +MANO DE OBRA +MATERIALES)	Q52.98
FACTOR DE INDIRECTOS (40%)	Q22.25
PRECIO UNITARIO	Q75.23

OBSERVACIONES:
<p>1.El precio se obtendra multiplicando el costo directo por el factor de indirectos. El factor de indirectos se obtendra de la relacion entre el precio total y el costo directo total y debera ser constante para todos.</p> <p>2.Todos los precios deberan tener incl</p>

INTEGRACIÓN DE PRECIOS UNITARIOS POR RENGLÓN
 APERTURA DE CARRETERA, CASERÍO EL PLATANILLO, ALDEA PROVINCIA CHIQUITA
 MUNICIPIO DE SAN PEDRO SACATEPÉQUEZ, SAN MARCOS

REGLON:	204	CONCEPTO:	Carga y acarreo de material balasto
UNIDAD DE COSTO EXPRESADO EN:		M ³	

MAQUINARIA & EQUIPO				
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	TOTAL
CARGADOR, 8 HORAS	0.013	DIA	Q1,400.00	Q18.20
CAMIÓN DE VOLTEO, 8 HORAS	0.012	DIA	Q1,200.00	Q14.40
TOTAL MAQUINARIA & EQUIPO				Q32.60

MANO DE OBRA				
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	TOTAL
OPERADOR	0.006	DIA	Q200.00	Q1.20
GUARDIÁN	0.006	DIA	Q125.00	Q0.75
TOTAL MANO DE OBRA				Q1.95

INTEGRACIÓN DE PRECIOS UNITARIOS POR RENGLÓN
 APERTURA DE CARRETERA, CASERÍO EL PLATANILLO, ALDEA PROVINCIA CHIQUITA
 MUNICIPIO DE SAN PEDRO SACATEPÉQUEZ, SAN MARCOS

REGLÓN:	206	CONCEPTO:	Conformación de cunetas naturales
UNIDAD DE COSTO EXPRESADO EN:		ML	

MAQUINARIA & EQUIPO				
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	TOTAL
BAILARINA, 60ML DE AVANCE DIÁRIOS	0.015	HRS	Q200.00	Q3.00
TOTAL MAQUINARIA & EQUIPO				Q3.00

MANO DE OBRA				
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	TOTAL
AYUDANTES, 60ML DIÁRIOS	0.017	DIA	Q60.00	Q1.02
OPERADOR BAILARINA, 60ML DIÁRIOS	0.0165	DIA	Q100.00	Q1.65
TOTAL MANO DE OBRA				Q2.67

1.El precio se obtendra multiplicando el costo directo por el factor de indirectos. El factor de indirectos se obtendra de la relacion entre el precio total y el costo directo total y debera ser constante para todos.

2.Todos los precios deberan tener incl

INTEGRACIÓN DE PRECIOS UNITARIOS POR RENGLÓN
 APERTURA DE CARRETERA, CASERÍO EL PLATANILLO, ALDEA PROVINCIA CHIQUITA
 MUNICIPIO DE SAN PEDRO SACATEPÉQUEZ, SAN MARCOS

REGLÓN:	207	CONCEPTO:	Drenaje transversal
UNIDAD DE COSTO EXPRESADO EN:	ML		

MAQUINARIA & EQUIPO				
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	TOTAL
TRANSPORTE DE T.C. Ø 24"	0.05	VIAJE	Q1,000.00	Q50.00
TOTAL MAQUINARIA & EQUIPO				Q50.00

MANO DE OBRA				
DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	TOTAL
ZANJEO	1	ML	Q50.00	Q50.00
RELLENO COMPACTADO	1	ML	Q50.00	Q50.00

INTEGRACIÓN DE PRECIOS UNITARIOS POR RENGLÓN
 APERTURA DE CARRETERA, CASERÍO EL PLATANILLO, ALDEA PROVINCIA CHIQUITA
 MUNICIPIO DE SAN PEDRO SACATEPÉQUEZ, SAN MARCOS

REGLÓN:	208	CONCEPTO:	CAJAS PARA CABEZALES DE 0.2*1*2
UNIDAD DE COSTO EXPRESADO EN:		UNIDAD	

MAQUINARIA & EQUIPO				
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	TOTAL
MEZCLADORA	1	DIA	Q150.00	Q150.00
COMBUSTIBLE	1	DIA	Q75.00	Q75.00
TOTAL MAQUINARIA & EQUIPO				Q225.00

MANO DE OBRA				
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	TOTAL
EXCAVACIÓN PARA CAJA	1	DIA	Q150.00	Q150.00
FUNDICIÓN DE CAJA, DE MAMPOSTERÍA	2	DIA	Q150.00	Q300.00
AYUDANTE	3	DIA	Q75.00	Q225.00
TOTAL MANO DE OBRA				Q675.00

MATERIALES				
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	TOTAL
CEMENTO	5	BOLSA	Q50.00	Q250.00
ARENA	0.5	M³	Q150.00	Q75.00
PIEDRÍN	1	M³	Q150.00	Q150.00
TOTAL MATERIALES				Q475.00

COSTO DIRECTO(MAQUINARIA & EQUIPO + MANO DE OBRA +MATERIALES)	Q1,375.00
FACTOR DE INDIRECTOS (42%)	Q577.50
PRECIO UNITARIO	Q1,952.50

OBSERVACIONES:

- 1.El precio se obtendra multiplicando el costo directo por el factor de indirectos. El factor de indirectos se obtendra de la relacion entre el precio total y el costo directo total y debera ser constante para todos.
2.Todos los precios deberan tener incl

INTEGRACIÓN DE PRECIOS UNITARIOS POR RENGLÓN
APERTURA DE CARRETERA, CASERÍO EL PLATANILLO, ALDEA PROVINCIA CHIQUITA
MUNICIPIO DE SAN PEDRO SACATEPÉQUEZ, SAN MARCOS

RENGLÓN:	209	CONCEPTO:	CABEZAL DE 0.30*0.60*2.00
UNIDAD DE COSTO EXPRESADO EN:		UNIDAD	

MAQUINARIA & EQUIPO				
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	TOTAL
MEZCLADORA	0.25	DIA	Q150.00	Q37.50
COMBUSTIBLE	0.25	DIA	Q75.00	Q18.75
TOTAL MAQUINARIA & EQUIPO				Q56.25

MANO DE OBRA				
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	TOTAL
ELABORACIÓN DE CABEZAL	0.5	DIA	Q150.00	Q75.00
AYUDANTE	1	DIA	Q75.00	Q75.00
TOTAL MANO DE OBRA				Q150.00

MATERIALES				
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	TOTAL
CEMENTO	2	BOLSA	Q50.00	Q100.00
ARENA	0.25	M ³	Q150.00	Q37.50
PIEDRÍN	0.5	M ³	Q150.00	Q75.00
TOTAL MATERIALES				Q212.50

COSTO DIRECTO(MAQUINARIA & EQUIPO +MANO DE OBRA +MATERIALES)	Q418.75
FACTOR DE INDIRECTOS (42%)	Q175.88
PRECIO UNITARIO	Q594.63

OBSERVACIONES:

1.El precio se obtendra multiplicando el costo directo por el factor de indirectos. El factor de indirectos se obtendra de la relacion entre el precio total y el costo directo total y debera ser constante para todos.
2.Todos los precios deberan tener incl

2.2.9.2. Integración de costos unitarios por renglón

Tabla XXIV. Integración de costos unitarios por renglón

Proyecto: Apertura de carretera
 Ubicación: Caserío El Platanillo, San Pedro Sac. San Marcos
 Fecha: 04 de Mayo de 2007

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO U
	TRABAJOS PRELIMINARES			
201	REPLANTEO TOPOGRÁFICO	1	Km	Q1,401.47
202	LIMPIEZA GENERAL	1	Global	Q1,633.00
203	MOVIMIENTO DE TIERRA			
203.1	CORTE	8416	m ³	Q75.23
203.2	RELLENO	9421	m ³	Q75.23
204	CARGA Y ACARREO DE MATERIAL BALASTO	650	m ³	Q56.98
205	APLICACIÓN CAPA DE BALASTO, CONFORMACIÓN	650	m ³	Q266.28
206	CONFORMACIÓN DE CUNETAS NATURALES	1900	ml	Q8.05
207	DRENAJE TRANSVERSAL	18	ml	Q809.40
208	CAJA PARA TRANSVERSAL	3	UND.	Q1,952.50
209	CABEZAL	6	UND.	Q594.63

2.2.9.3. Costo total del proyecto

Tabla XXV. Costo total del proyecto

Proyecto: Apertura de carretera
 Ubicación: Caserío El Platanillo, San Pedro Sac. San Marcos
 Fecha: 04 de Mayo de 2007

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO U	TOTAL
	TRABAJOS PRELIMINARES				
201	REPLANTEO TOPOGRÁFICO	1	Km	Q1,401.47	Q1,401.47
202	LIMPIEZA GENERAL	1	Global	Q1,633.00	Q1,633.00
203	MOVIMIENTO DE TIERRA				
203.1	CORTE	8416	m ³	Q75.23	Q633,135.68
203.2	RELLENO	9421	m ³	Q75.23	Q708,741.83
204	CARGA Y ACARREO DE MATERIAL BALASTO	650	m ³	Q56.98	Q37,037.00
205	APLICACIÓN CAPA DE BALASTO, CONFORMACIÓN	650	m ³	Q266.28	Q173,082.00
206	CONFORMACIÓN DE CUNETAS NATURALES	1900	ml	Q8.05	Q15,295.00
207	DRENAJE TRANSVERSAL	3	ml	Q809.40	Q2,428.20
208	CAJA PARA TRANSVERSAL	3	UND.	Q1,952.50	Q5,857.50
209	CABEZAL	6	UND.	Q594.63	Q3,567.78
	TOTAL DEL PROYECTO				Q1,582,179.46

2.2.10. Cronograma de ejecución

Tabla XXVI. Cronograma de ejecución física y financiera carretera del caserío El Platanillo

Núm.	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UND.	SEMANAS	1er. Mes	2do. Mes	3er. Mes	4to. Mes	5to. Mes	6to. Mes	7mo. Mes
1	Trabajos preliminares										
2	Replanteo topográfico	1	Km.	1	■						
3	Limpieza general	1	Global	1	■						
MOVIMIENTO DE TIERRA											
4	Corte	8416	m³	16	■	■	■	■	■		
5	Relleno	9421	m³	16		■	■	■	■	■	
6	Carga y acarreo de material balasto	650	m³	7					■	■	■
7	Aplicación capa de balasto	650	m³	6						■	■
8	Conformación de cunetas naturales	1900	m	5							■
9	Drenaje Transversal	3	m	6				■	■		
10	Caja para transversal	3	UND.	4				■	■		
11	Cabezal	6	UND.	4							■
EJECUCIÓN FINANCIERA					20%	15%	15%	15%	15%	10%	10%

2.2.11. Evaluación de impacto ambiental

2.2.11.1. Cambios en calidad

Negativos / positivos: a lo largo de la brecha existen dos nacimientos, y riachuelos que son parte de una micro cuenca; estos cuerpos de agua pueden ser impactados debido al derramamiento accidental de combustibles y lubricantes por el uso de maquinaria.

Medidas de mitigación:

- Utilizar maquinaria sin fugas de lubricantes
- Colocar piso impermeable en el área del taller mecánico
- Colocar letrinas en los campamentos, en una proporción de una letrina por cada diez trabajadores
- No realizar servicios a la maquinaria en áreas cercanas a fuentes de agua

2.2.11.2. Alteración del régimen hídrico

Negativos / Positivos: el régimen hídrico puede verse afectado por la inadecuada disposición del material producto de cortes, al depositarse éste en áreas expuestas a la erosión, el mismo puede alojarse en las corrientes de agua.

Medidas de mitigación: vegetar los taludes de corte con gramíneas.

2.2.11.3. Flora y fauna

Negativos / positivos: éste es el impacto más importante debido a la inexistencia de carretera y a los cambios en el alineamiento de la brecha existente, esto provoca eliminación de vegetación arbórea, arbustiva y cultivada.

Como impacto indirecto, mayor facilidad para la extracción de madera y leña; se observó que sin carretera se está presentando lo descrito anteriormente, la cual es transportada a pie o en bestia hacia la carretera existente.

Medidas de mitigación: recuperación de la cobertura vegetativa y arbórea en sitios de instalación de la logística del contratista. Previo a la tala de los árboles debe solicitarse la licencia correspondiente ante las autoridades forestales del país, debe sembrarse árboles a lo largo del derecho de vía y en otras áreas donde sea posible.

CONCLUSIONES

1. El Ejercicio Profesional Supervisado permite poner en práctica los conocimientos adquiridos y proporciona una perspectiva de las situaciones reales que se presentan a diario en la profesión de la ingeniería.
2. La construcción de la carretera para el caserío El Platanillo, agilizará el desplazamiento de las personas y mercancías por medio de vehículos automotores facilitando el acceso al desarrollo de la región.
3. El éxito del proyecto de alcantarillado sanitario del caserío Ojo de Agua, dependerá del cumplimiento de las especificaciones y demás información contenida en los planos, con el agregado de una adecuada supervisión técnica, efectuada por profesionales con experiencia en el ramo.

RECOMENDACIONES

1. Es necesario que el comité, coordine un plan al principio y al final de cada invierno, con la municipalidad, para obtener los recursos y organizar los trabajos a realizarse con el fin de cumplir con el mantenimiento periódico de la carretera, para darle una mayor duración.
2. El comité deberá velar para que el mantenimiento se realice por lo menos cada seis meses, antes y después de cada invierno, y será el encargado de coordinar junto con la municipalidad (u otra organización que los apoye) para organizar, divulgar, dirigir y ejecutar el mantenimiento del camino.
3. Es conveniente que los desechos provenientes de cocinas o de lugares donde se han usado grasas, sean pasados previamente por una caja trampa de grasa para que sean descargados.
4. No usar desinfectantes de alto poder de limpieza en los servicios sanitarios, para evitar la alteración del proceso biológico.
5. Los vecinos del caserío Ojo de Agua, inspeccionar por lo menos una vez al año todos los sistemas que integran el alcantarillado sanitario.

BIBLIOGRAFÍA

1. Crespo Villalaz, Carlos. **Mecánica de Suelos y Cimentaciones** 4ª Ed. México: Editorial Limusa, 1999.
2. Dirección general de Caminos. **Especificaciones Generales para la Construcción de Carreteras y Puentes**. Guatemala: Litografía Guatemalteca, septiembre 2001.
3. INSTITUTO DE FOMENTO MUNICIPAL (INFOM). **Normas generales para diseño de alcantarillados, 2001**.
4. Tubovinil S.A. **Norma ASTM 3034 tubería P.V.C. para alcantarillado sanitario**. folleto de información técnica sobre tubería P.V.C. Guatemala.
5. Unidad Ejecutora de Conservación Vial –COVIAL-. **Especificaciones Especiales**, Edición 2004. Guatemala, S.E., 2004.

APÉNDICE

PLANOS PLANTA-PERFIL ALCANTARILLADO SANITARIO Y APERTURA DE CARRETERA



PLANTA GENERAL
ESC. 1:2000

RAMAL PRINCIPAL

DE.PV	A.PV	Grac.	m%.	Sep.	H.MM	F.MM	DH
1	1	116	25	40	208.26	203.06	37.38
1	2	126	32	3	203.06	200.9	26.74
2	3	126	20	49	200	199.6	66.62
3	4	153	48	40	196.6	183.07	54.85
4	5	129	37	9	183.07	173.51	66.62
5	6	68	31	55	173.51	171.15	20.63
6	7	109	53	29	171.15	164.8	47.00
7	8	95	28	34	164.8	155.15	36.03
8	9	143	58	13	155.15	141.54	70.19
9	10	120	53	39	141.54	135.51	30.64
10	11	103	49	21	135.51	132.85	12.22
11	12	152	30	59	132.85	130.85	40.51
12	13	140	48	15	130.85	127.01	45.69
13	14	131	39	47	127.01	120.17	35.7
14	15	130	13	15	120.17	115.96	32.33
15	15.1	126	59	47	115.96	114.43	8.7
15.1	16	121	30	0	114.43	112.74	17.22
16	17	121	27	0	112.74	109.58	37.81
17	18	138	24	26	109.58	105.49	39.35
18	19	128	5	12	105.49	95.64	94.47
19	20	123	1	56	95.64	92.74	47.8
20	21	123	4	58	92.74	91.49	25.12
21	22	134	45	52	91.49	89.58	37.89
22	23	117	27	7	89.58	84.97	73.49
23	24	117	27	7	84.97	80.34	73.89
24	25	123	13	5	80.34	74	57.21
25	26	148	32	48	74	65.92	80.1
26	27	174	24	20	65.92	61.78	51.6
27	28	176	51	59	61.78	60.04	40.38
28	29	108	7	17	60.04	59.36	36.33
29	30	59	45	27	59.36	56.99	74.79
30	31	55	56	8	56.99	54.35	31.7

RAMAL 1

DE.PV	A.PV	Grac.	m%.	Sep.	H.MM	F.MM	DH
32	33	46	24	38	219.12	211.75	33.73
33	34	34	11	12	211.75	199.84	67.03
34	35	31	46	28	199.84	183.76	97.91
35	36	29	53	39	183.76	178.33	30.55
36	37	29	48	34	178.33	164.6	89.64
37	38	328	45	49	164.6	160.72	16.25
38	39	65	23	45	160.72	154.05	33.85
39	40	2	44	25	154.05	150.44	14.29
40	41	289	50	37	150.44	144.99	27.08
41	42	338	39	32	144.99	138.63	20.23
42	43	16	3	19	138.63	132.99	34.92
43	14	42	3	28	132.99	120.17	53.11

RAMAL 2

DE.PV	A.PV	Grac.	m%.	Sep.	H.MM	F.MM	DH
44.1	44	29	52	35	120.17	115.67	16.48
44	45	6	42	37	115.67	117.17	45.02
45	46	32	56	1	117.17	112.49	22.27
46	47	178	47	7	112.49	111.42	11.46
47	48	37	22	44	111.42	111.93	88.21
48	49	6	46	25	111.93	106.88	76.63
49	50	6	55	20	106.88	101.73	80.62

RAMAL 3

DE.PV	A.PV	Grac.	m%.	Sep.	H.MM	F.MM	DH
58	59	213	45	18	111.42	111.93	65.06
59	60	187	4	18	111.93	106.88	75.51
60	63	186	7	48	106.88	101.46	91.47

RAMAL 4

DE.PV	A.PV	Grac.	m%.	Sep.	H.MM	F.MM	DH
51	50	353	51	33	102.42	101.73	63.69

RAMAL 5

DE.PV	A.PV	Grac.	m%.	Sep.	H.MM	F.MM	DH
52	53	305	15	53	102.42	101.46	82.39

RAMAL 6

DE.PV	A.PV	Grac.	m%.	Sep.	H.MM	F.MM	DH
81	82	225	11	42	101.46	98.3	84.81
82	83	248	36	48	98.3	93.12	89.5
83	86	249	36	48	93.12	85.91	69.76

RAMAL 7

DE.PV	A.PV	Grac.	m%.	Sep.	H.MM	F.MM	DH
84	85	11	25	32	98.3	96.19	78.5
85	86	24	50	14	96.19	85.09	65.53

RAMAL 8

DE.PV	A.PV	Grac.	m%.	Sep.	H.MM	F.MM	DH
90	93	83	2	18	101.73	101.46	6.12
93	94	83	9	56	101.46	94.68	75.47
94	95	21	42	9	94.68	94.63	4.95
95	96	88	21	23	94.63	93.69	35.94
96	98	104	59	59	93.69	85.91	86.34
98	97	332	13	41	85.91	85.13	70
97	98	335	54	49	85.13	85.98	77.98
98	99	287	34	18	85.98	81.22	105.83
99	70	281	13	24	81.22	82.05	68.95
70	71	284	5	29	82.05	73.73	77.2
71	72	275	0	18	73.73	70.24	33.72
72	28	280	19	17	70.24	60.04	101.11

RAMAL 9

DE.PV	A.PV	Grac.	m%.	Sep.	H.MM	F.MM	DH
15.1	15	43	23	32	117.17	115.96	50.45

RAMAL 10

DE.PV	A.PV	Grac.	m%.	Sep.	H.MM	F.MM	DH
73	15.2	44	56	54	115.96	114.43	64.86

RAMAL 11

DE.PV	A.PV	Grac.	m%.	Sep.	H.MM	F.MM	DH
75.1	75	192	35	35	115.96	114.43	37.73
75	76	98	21	28	114.43	110.43	62.28
76	77	82	47	59	110.43	107.9	56.84
77	78	69	49	44	107.9	106.38	14.31
78	79	122	41	5	106.38	103.78	68.21
79	85	188	59	39	103.78	105.28	10.75
85	88	205	10	40	105.28	97.54	48.73
88	20	203	56	2	97.54	92.74	47.7

RAMAL 12

DE.PV	A.PV	Grac.	m%.	Sep.	H.MM	F.MM	DH
80	81	96	8	57	103.80	103.75	0.125
81	82	82	38	21	103.75	102.73	55.8
82	83	95	25	45	102.73	100.65	13.98
83	84	119	43	55	100.65	105.52	55.51
84	85	139	39	29	105.52	105.38	17.82

RAMAL 13

DE.PV	A.PV	Grac.	m%.	Sep.	H.MM	F.MM	DH
19.1	19	40	27	42	86.84	85.63	53.32

RAMAL 14

DE.PV	A.PV	Grac.	m%.	Sep.	H.MM	F.MM	DH
58	57	87	59	24	111.42	111.28	61.65
57	16	6	29	41	111.28	112.74	60.74



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

MUNICIPALIDAD DE SAN PABLO SACATEPEQUEZ

PROYECTO:
ALCANTARILLADO SANTIAGO CASERIO C/O DE AGUA ALDEA PEDRA
GRANDE MUNICIPIO DE SAN PABLO SACATEPEQUEZ, SAN MARCOS

CONTENIDO:
PLANTA GENERAL

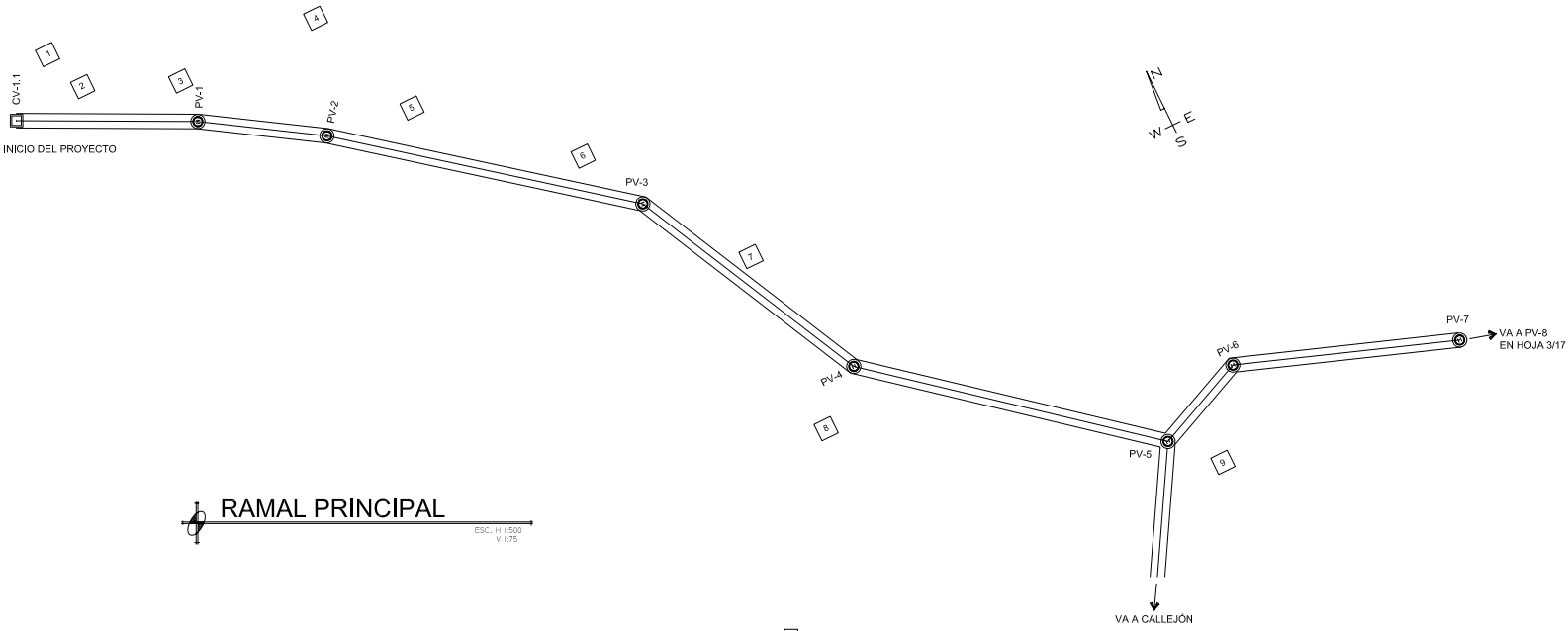
GRUPO: N/A.
CALCULO: N/A.
DIBUJO: N/A.
ESCALA: MEDIANA

ESTUDIANTE:
WILFREDO PUEBES

CARRER:
07/2004

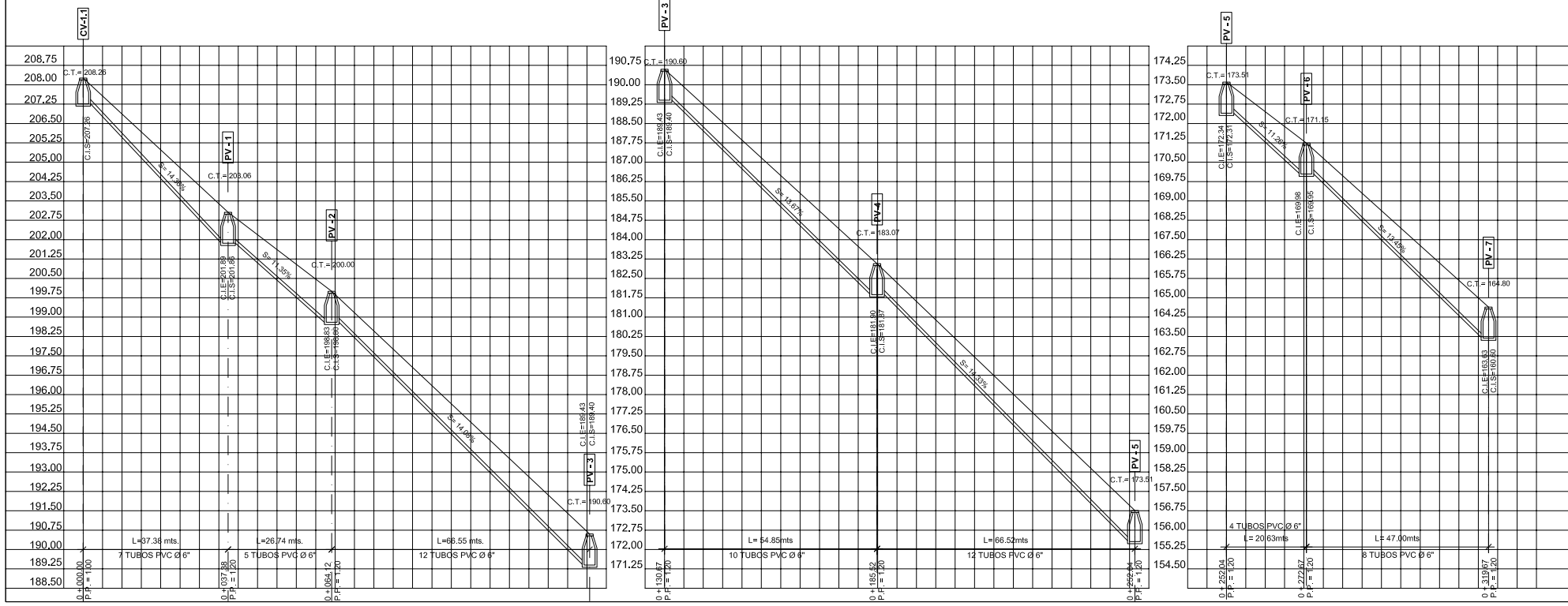
FECHA:
MARZO 2007

HORA:
01



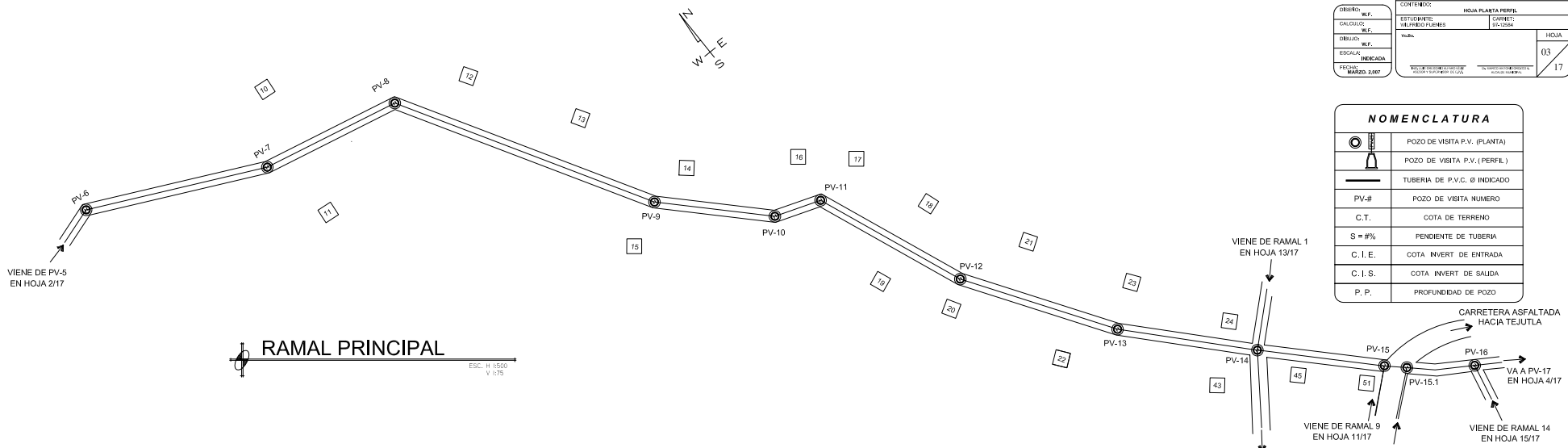
NOMENCLATURA

	POZO DE VISITA P.V. (PLANTA)
	POZO DE VISITA P.V. (PERFIL)
	TUBERIA DE P.V.C. Ø INDICADO
PV-#	POZO DE VISITA NUMERO
C.T.	COTA DE TERRENO
S = #%	PENDIENTE DE TUBERIA
C.I.E.	COTA INVERT DE ENTRADA
C.I.S.	COTA INVERT DE SALIDA
P. P.	PROFUNDIDAD DE POZO

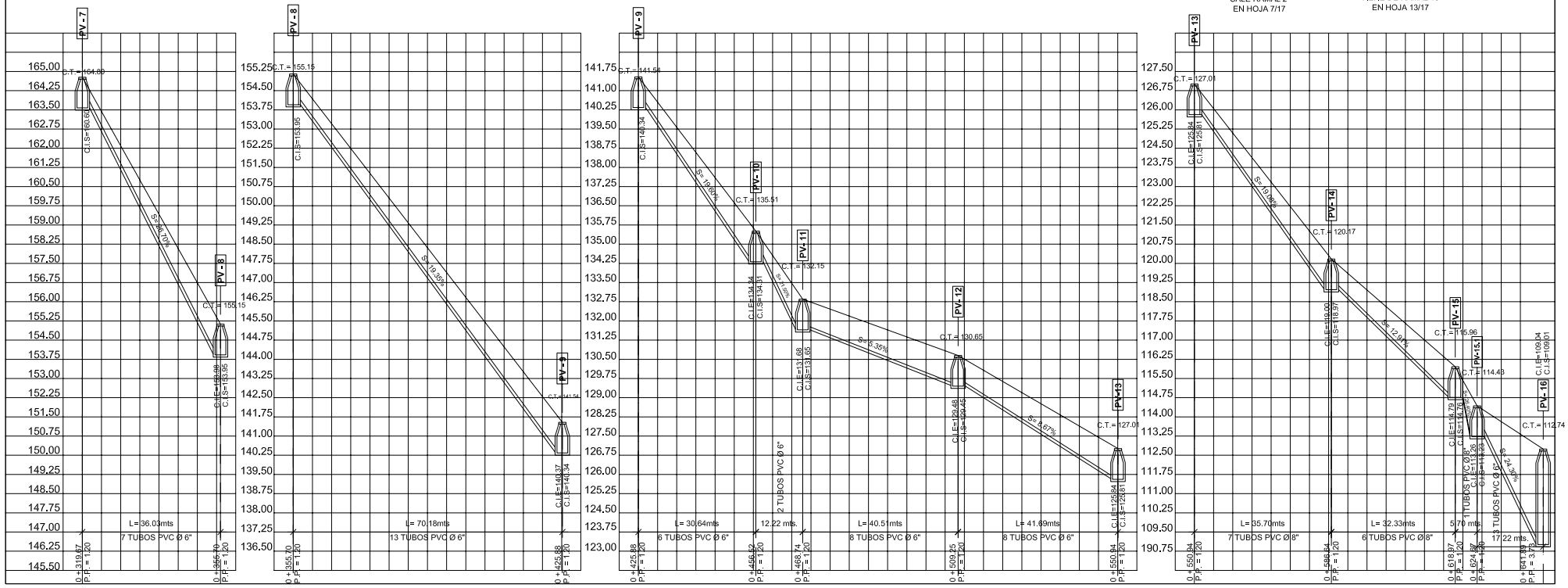


NOMENCLATURA

	POZO DE VISITA P.V. (PLANTA)
	POZO DE VISITA P.V. (PERFIL)
	TUBERIA DE P.V.C. Ø INDICADO
PV-#	POZO DE VISITA NUMERO
C.T.	COTA DE TERRENO
S = #%	PENDIENTE DE TUBERIA
C.I. E.	COTA INVERT DE ENTRADA
C.I. S.	COTA INVERT DE SALIDA
P. P.	PROFUNDIDAD DE POZO

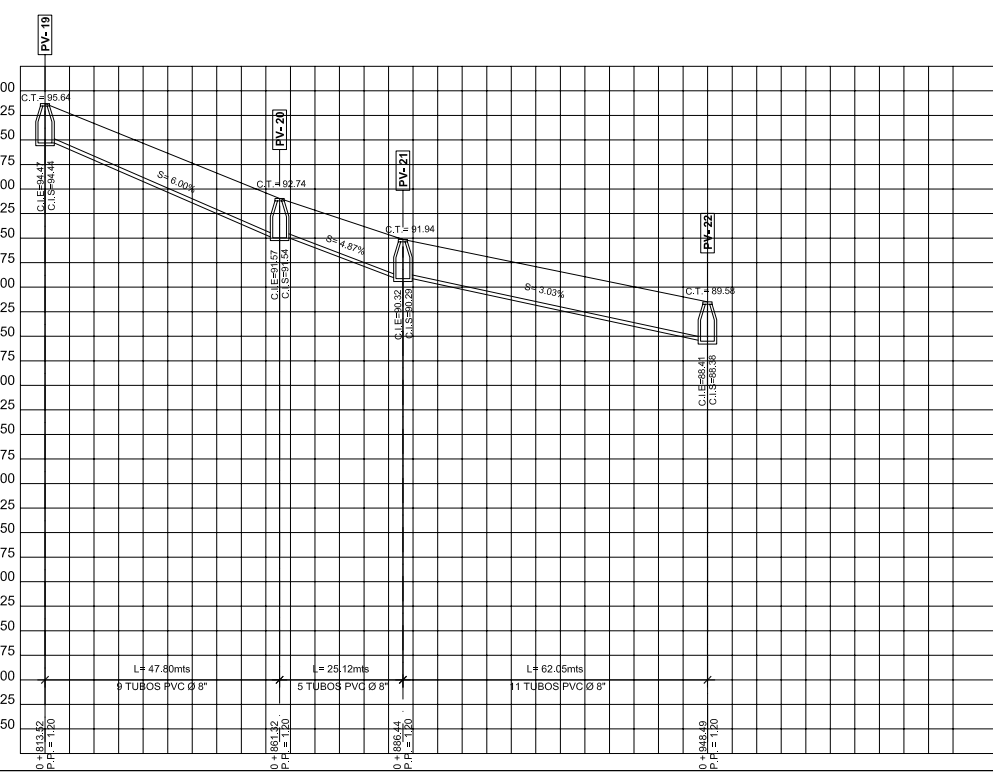
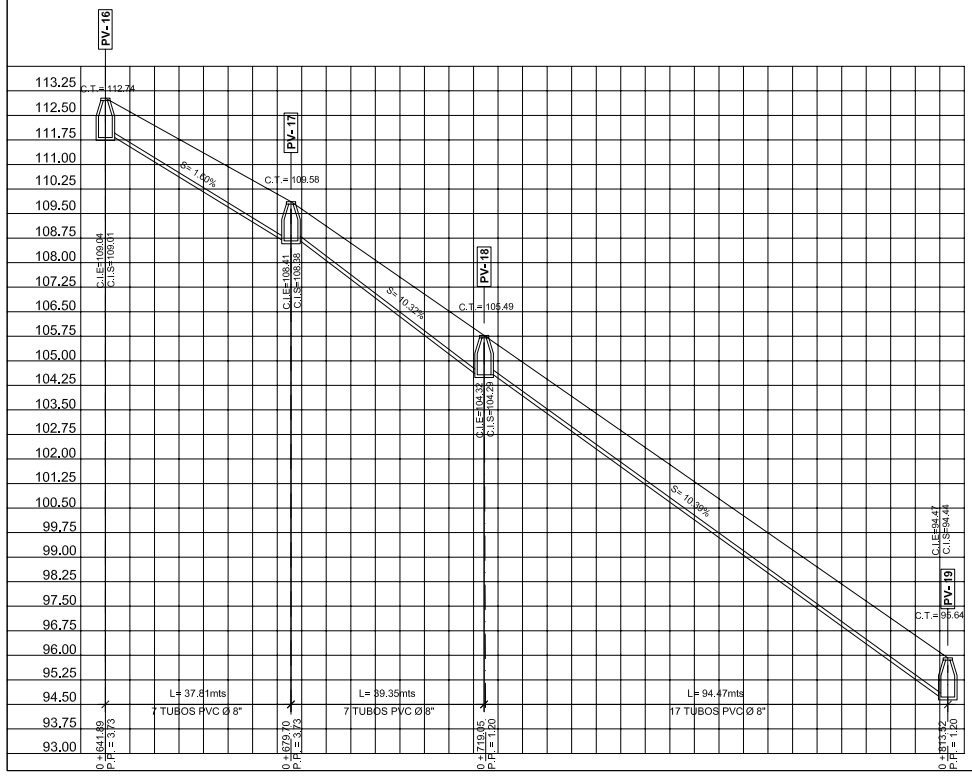
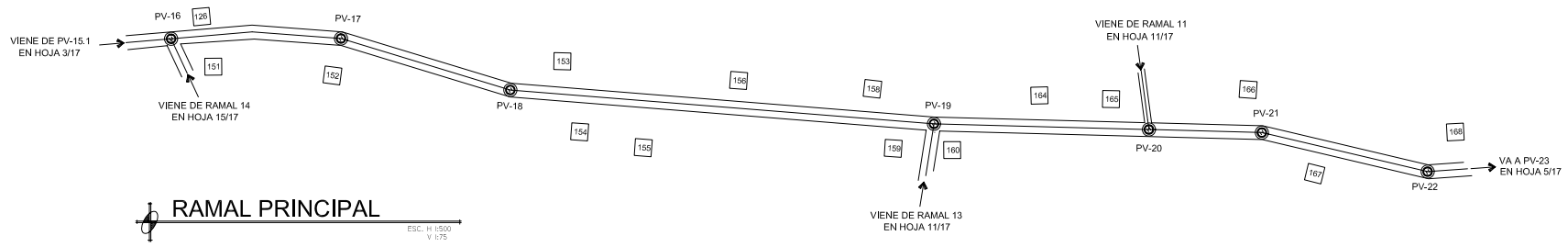


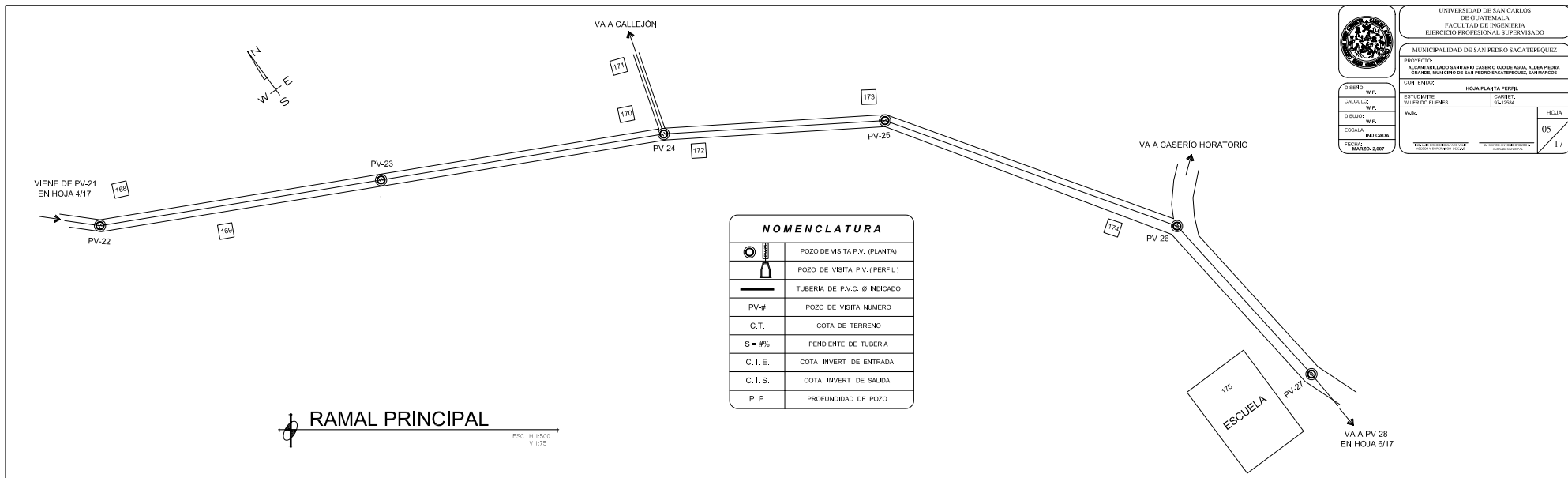
RAMAL PRINCIPAL
 ESC. H: 1:500
 V: 1:75





NOMENCLATURA	
	POZO DE VISITA P.V. (PLANTA)
	POZO DE VISITA P.V. (PERFIL)
	TUBERIA DE P.V.C. Ø INDICADO
P.V.-#	POZO DE VISITA NUMERO
C.T.	COTA DE TERRENDO
S = #%	PENDIENTE DE TUBERIA
C. I. E.	COTA INVERT DE ENTRADA
C. I. S.	COTA INVERT DE SALIDA
P. P.	PROFUNDIDAD DE POZO



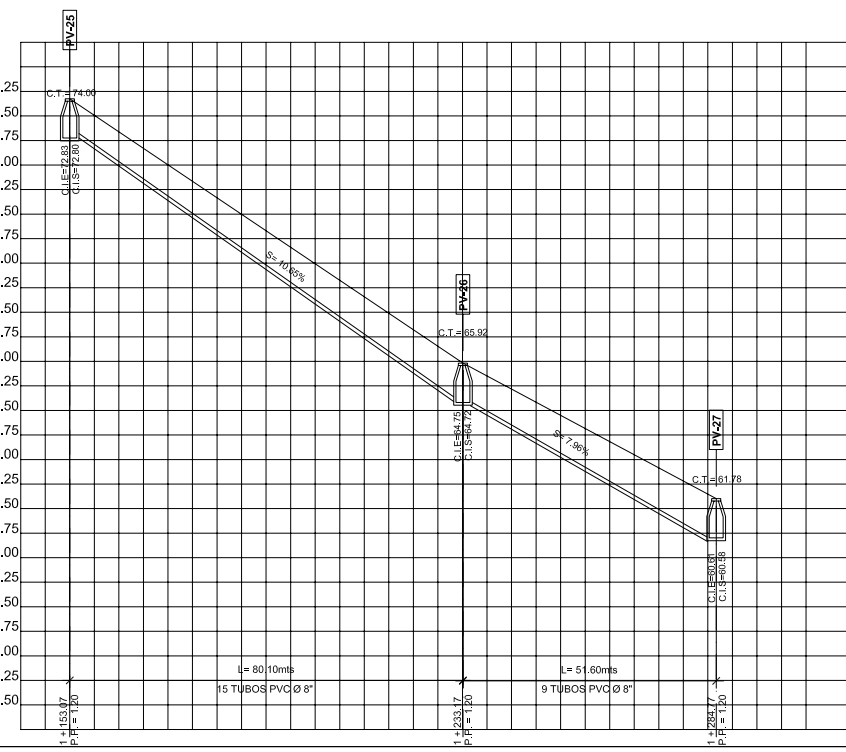
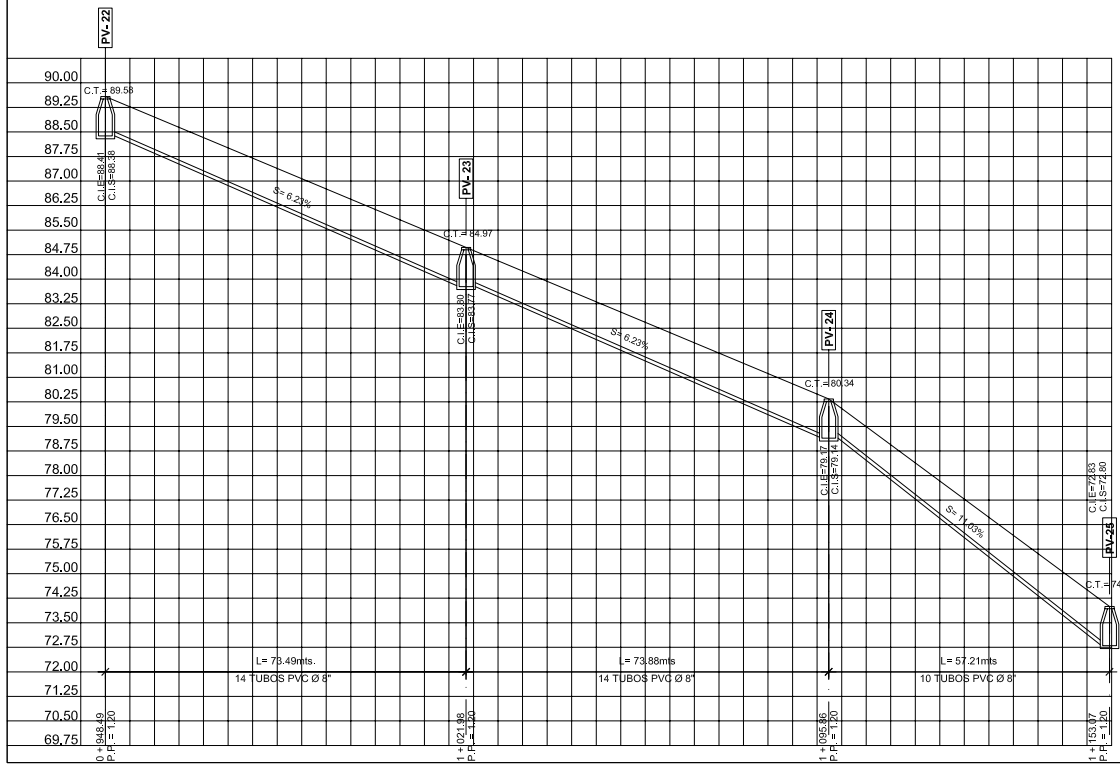


NOMENCLATURA

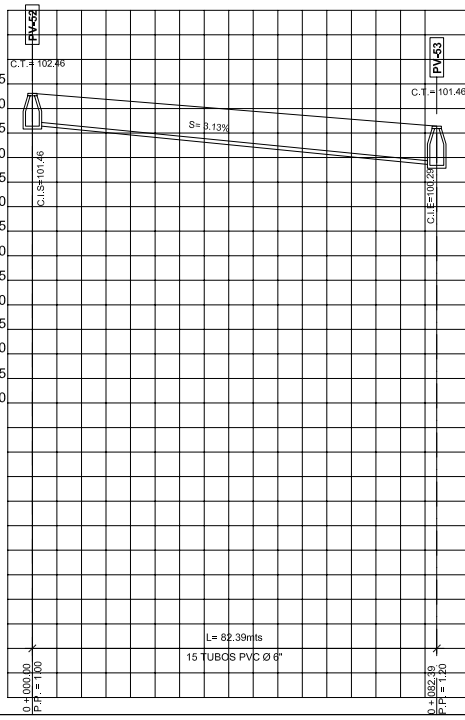
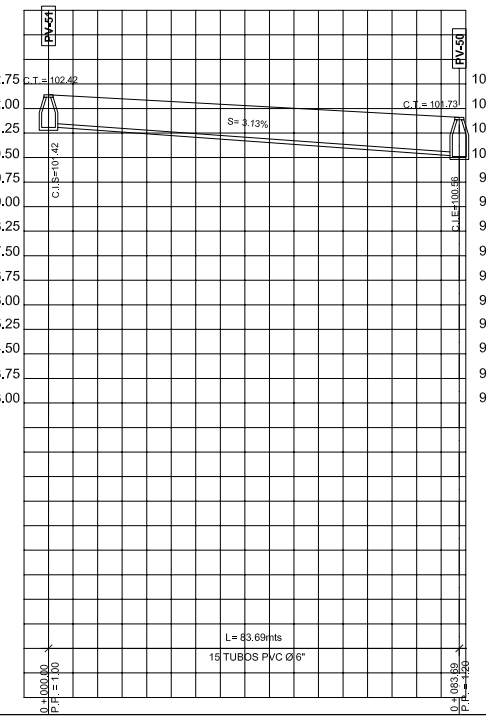
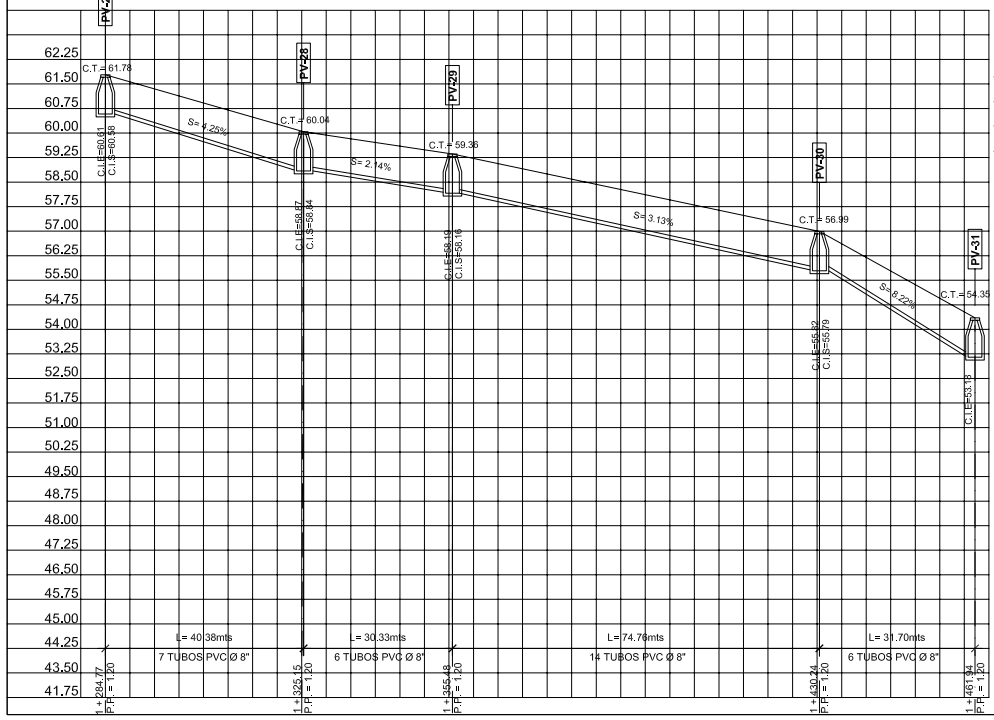
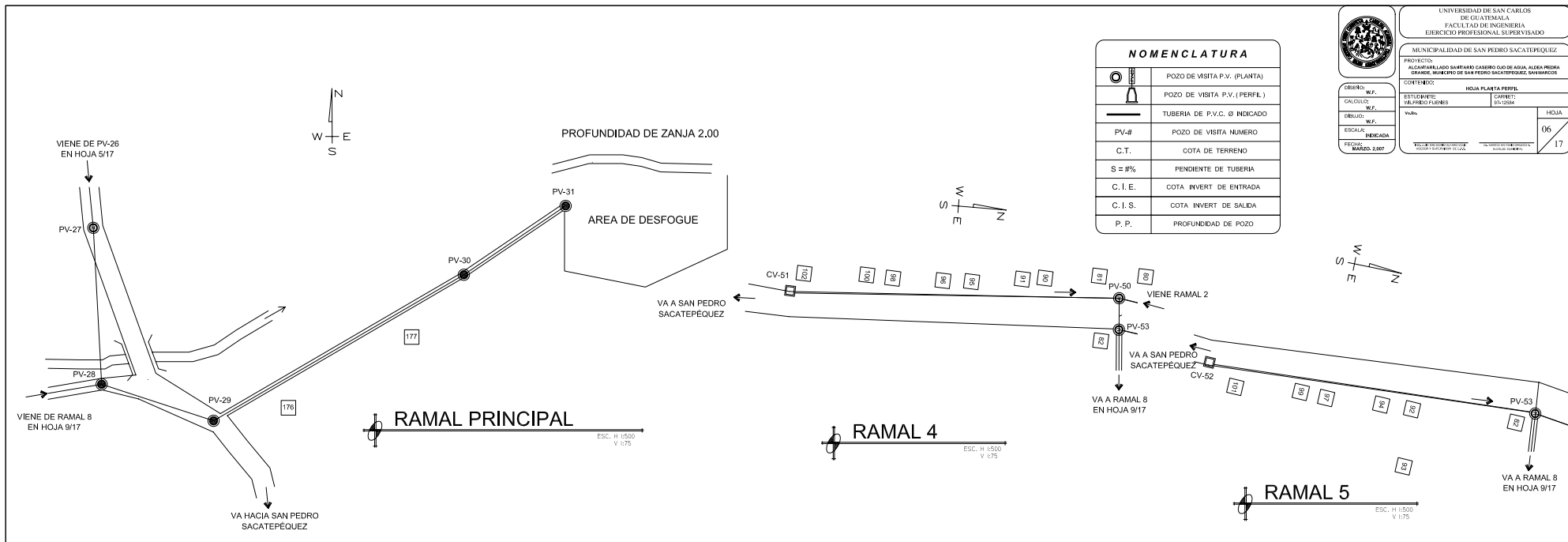
	POZO DE VISITA P.V. (PLANTA)
	POZO DE VISITA P.V. (PERFIL)
	TUBERIA DE P.V.C. Ø INDICADO
PV-#	POZO DE VISITA NUMERO
C.T.	COTA DE TERRENO
S = #%	PENDIENTE DE TUBERIA
C. I. E.	COTA INVERT DE ENTRADA
C. I. S.	COTA INVERT DE SALIDA
P. P.	PROFUNDIDAD DE POZO

RAMAL PRINCIPAL

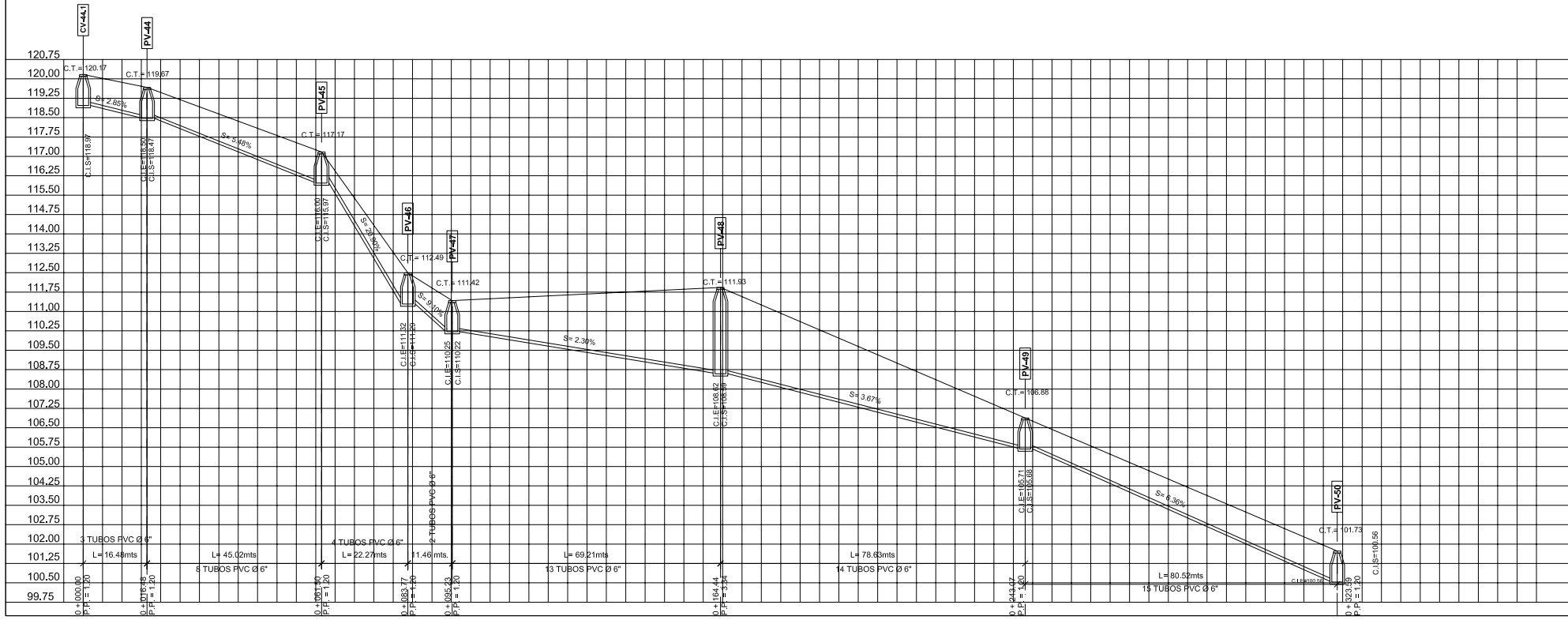
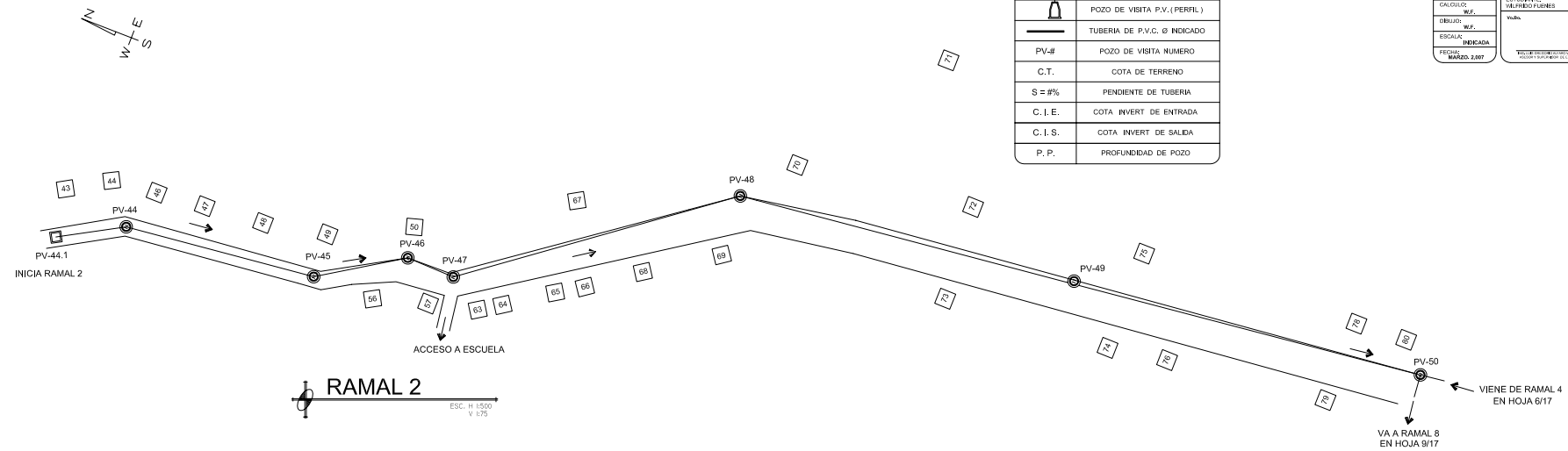
ESC. 1:1500
V. 1/75



NOMENCLATURA	
	POZO DE VISITA P.V. (PLANTA)
	POZO DE VISITA P.V. (PERFIL)
	TUBERIA DE P.V.C. Ø INDICADO
P.V.-#	POZO DE VISITA NUMERO
C.T.	COTA DE TERRENDO
S = #%	PENDIENTE DE TUBERIA
C. I. E.	COTA INVERT DE ENTRADA
C. I. S.	COTA INVERT DE SALIDA
P. P.	PROFUNDIDAD DE POZO

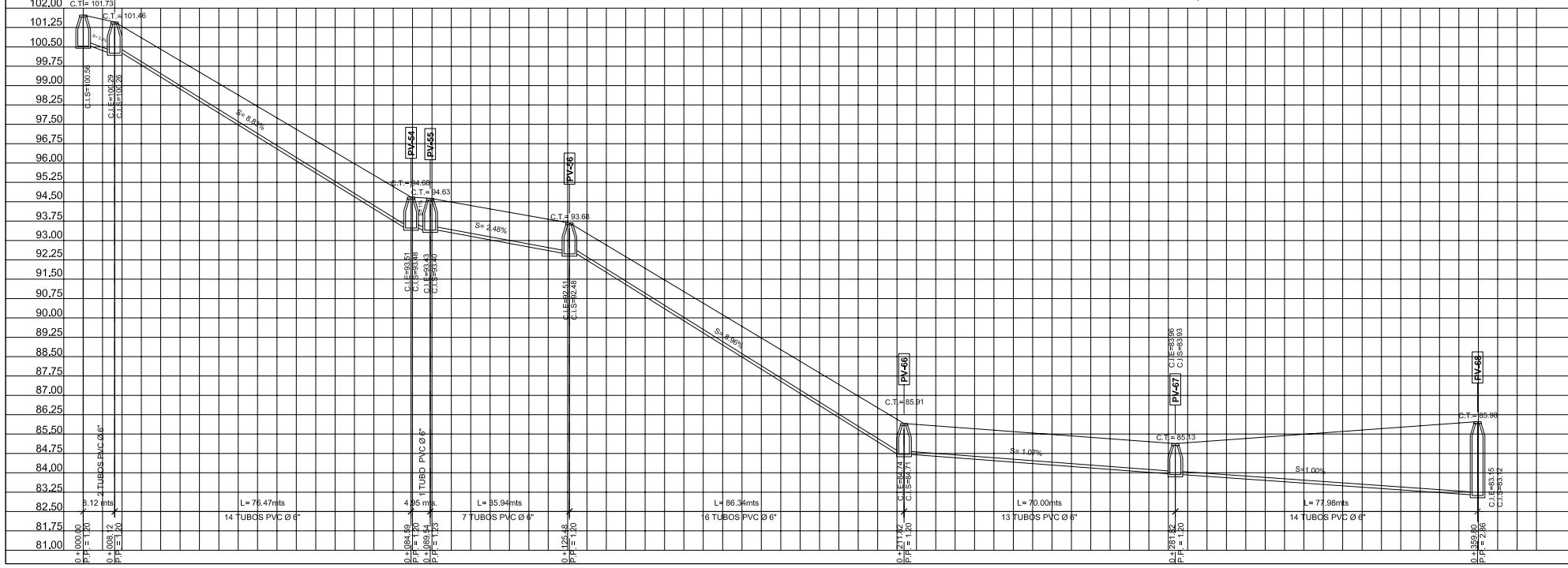
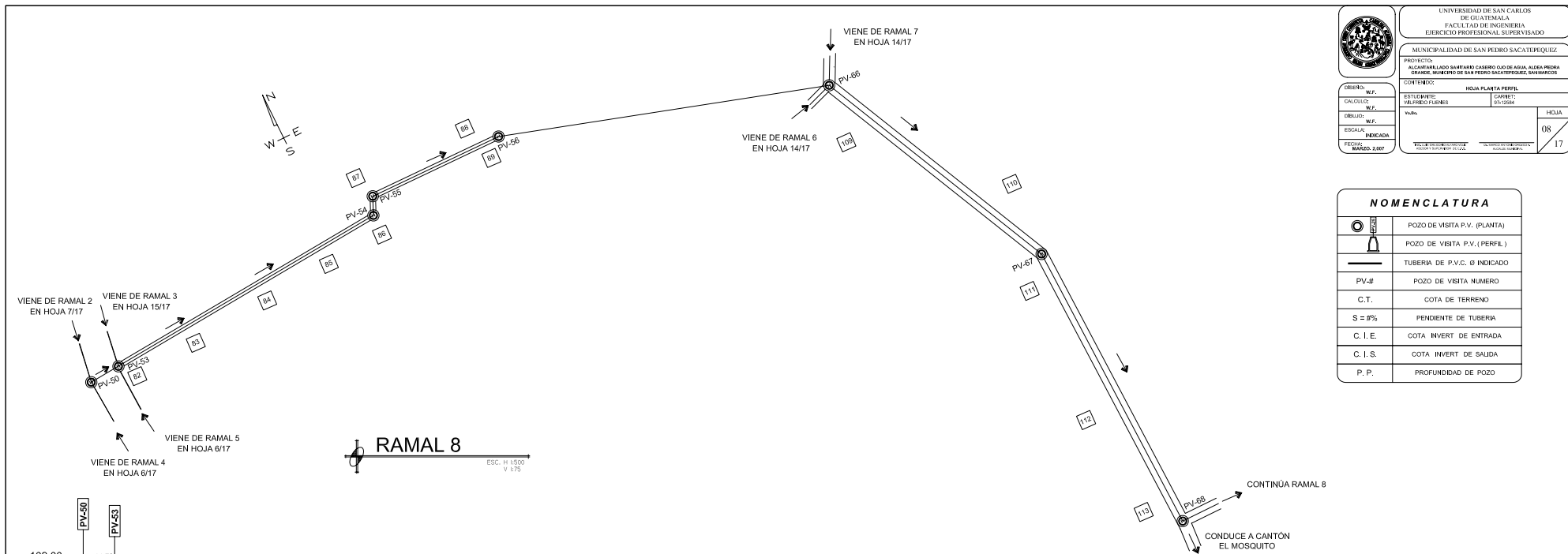


NOMENCLATURA	
	POZO DE VISITA P.V. (PLANTA)
	POZO DE VISITA P.V. (PERFIL)
	TUBERIA DE P.V.C. Ø INDICADO
P.V.-#	POZO DE VISITA NUMERO
C.T.	COTA DE TERRENO
S = #%	PENDIENTE DE TUBERIA
C. I. E.	COTA INVERT DE ENTRADA
C. I. S.	COTA INVERT DE SALIDA
P. P.	PROFUNDIDAD DE POZO



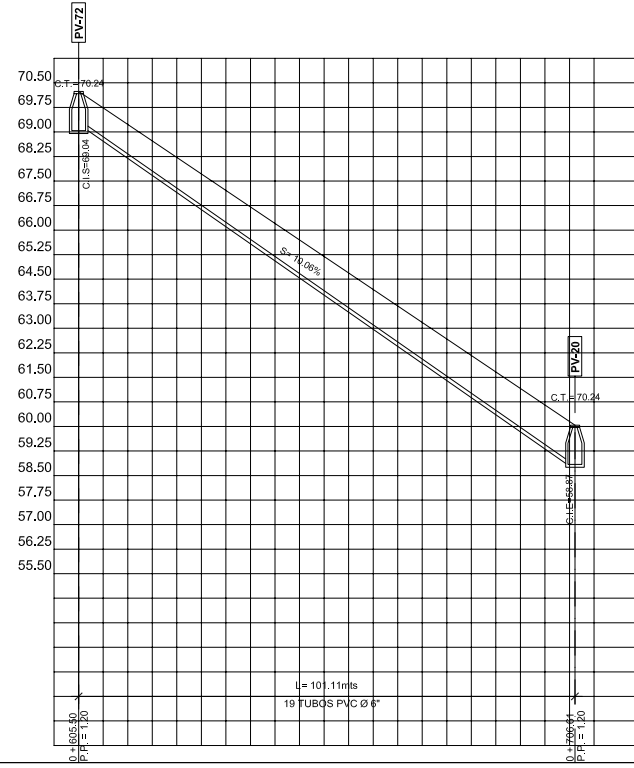
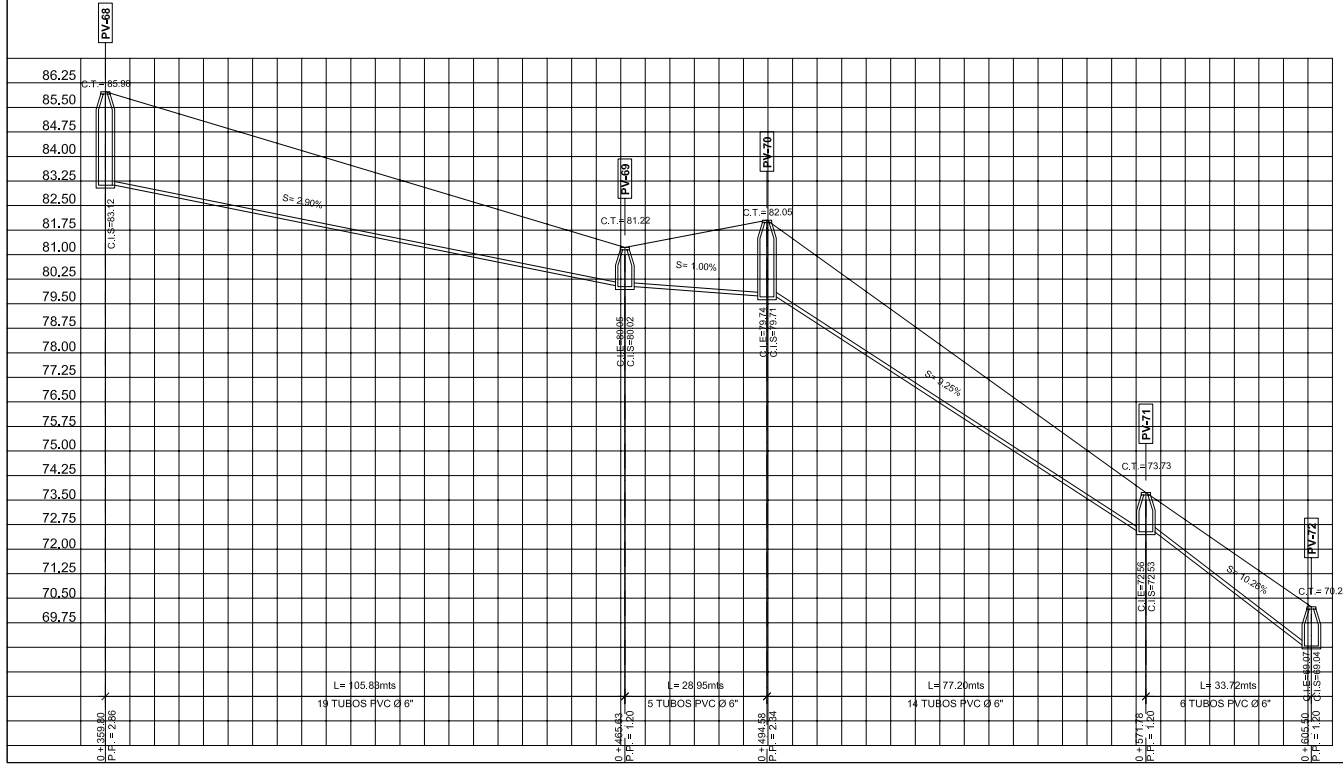
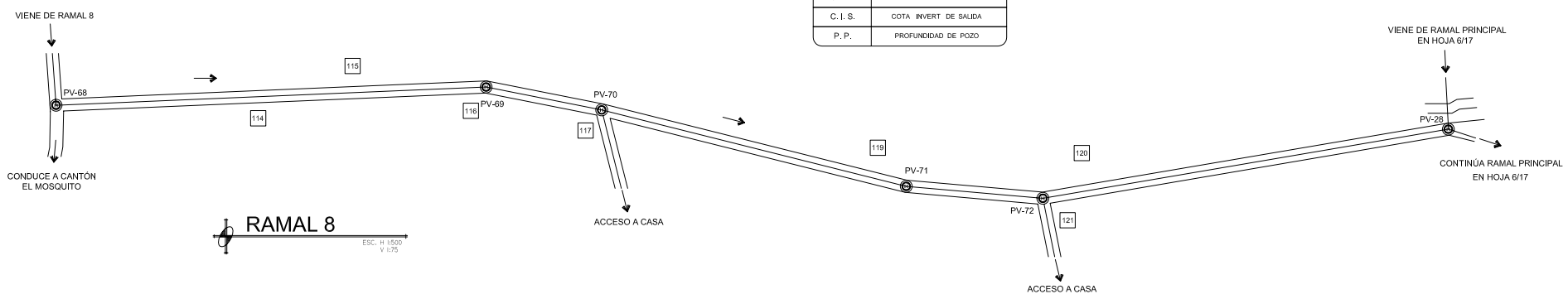
NOMENCLATURA

	POZO DE VISITA P.V. (PLANTA)
	POZO DE VISITA P.V. (PERFIL)
	TUBERIA DE P.V.C. Ø INDICADO
PV-#	POZO DE VISITA NUMERO
C.T.	COTA DE TERRENO
S = #%	PENDIENTE DE TUBERIA
C. I. E.	COTA INVERT DE ENTRADA
C. I. S.	COTA INVERT DE SALIDA
P. P.	PROFUNDIDAD DE POZO



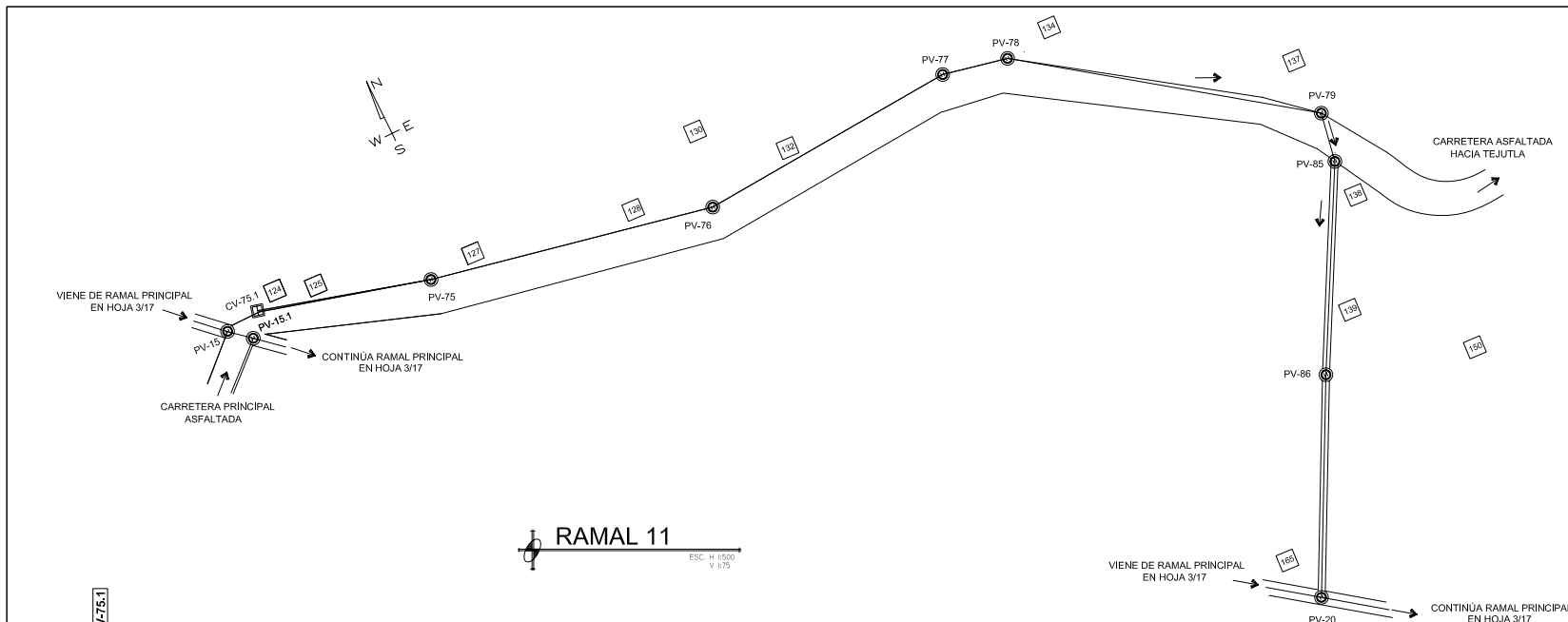


NOMENCLATURA	
	POZO DE VISITA P.V. (PLANTA)
	POZO DE VISITA P.V. (PERFIL)
	TUBERIA DE P.V.C. Ø INDICADO
P.V.-#	POZO DE VISITA NUMERO
C.T.	COTA DE TERRENO
S = #%	PENDIENTE DE TUBERIA
C.I.E.	COTA INVERT DE ENTRADA
C.I.S.	COTA INVERT DE SALIDA
P.P.	PROFUNDIDAD DE POZO

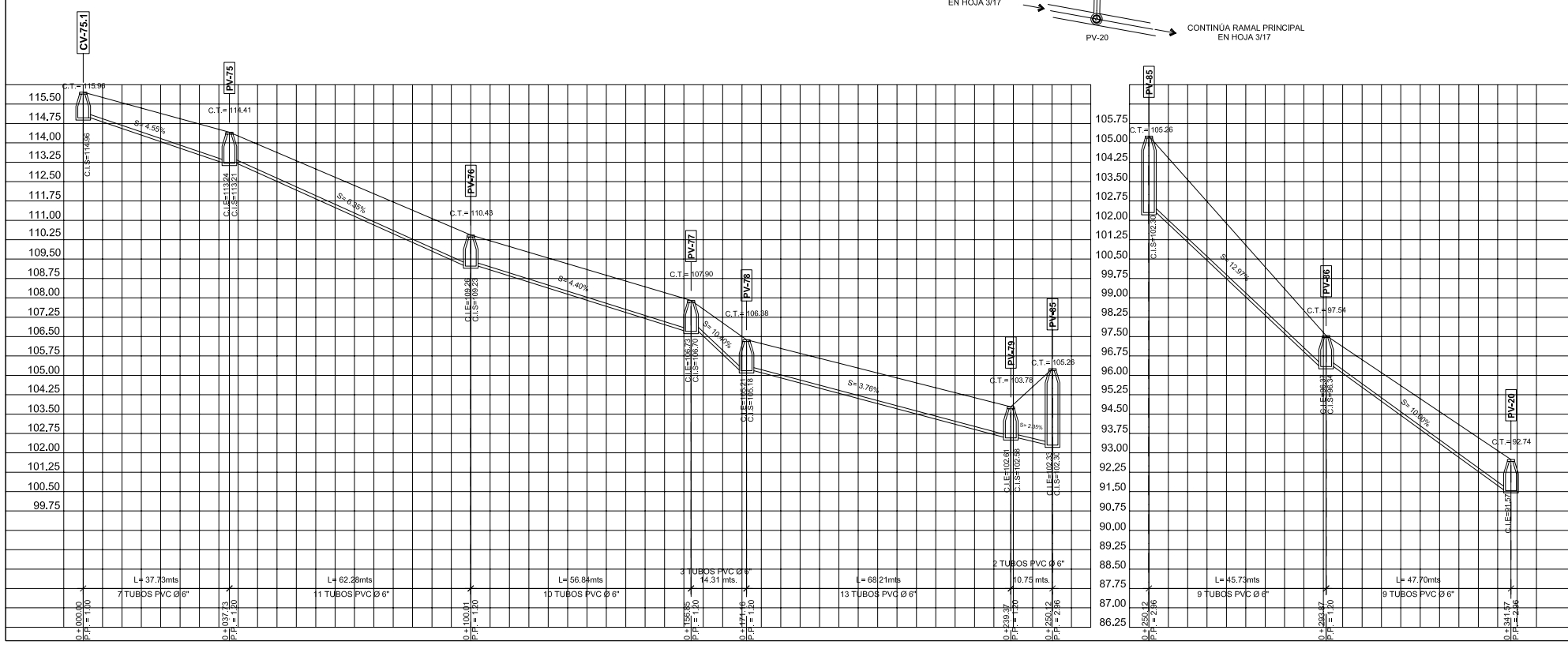


NOMENCLATURA

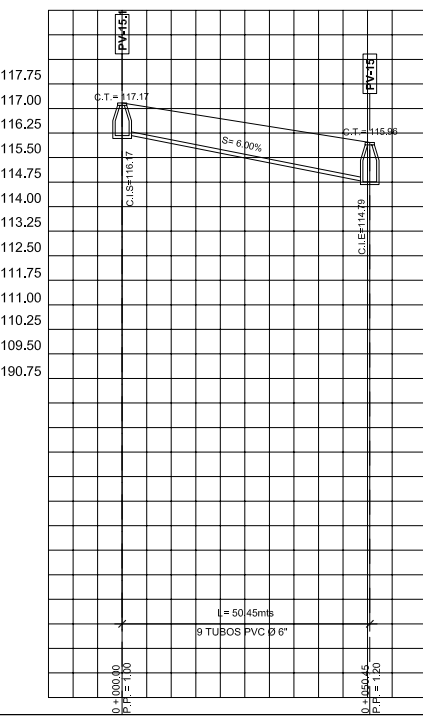
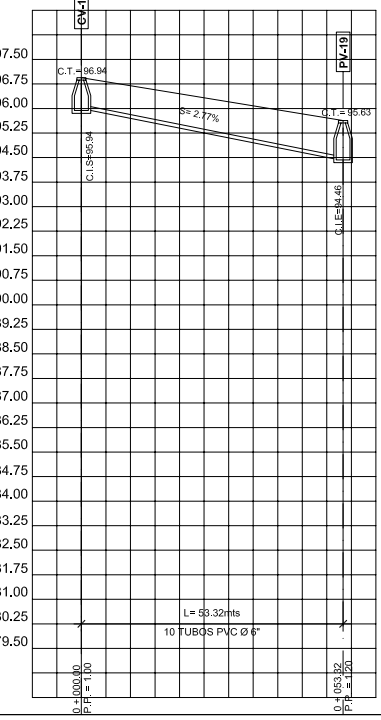
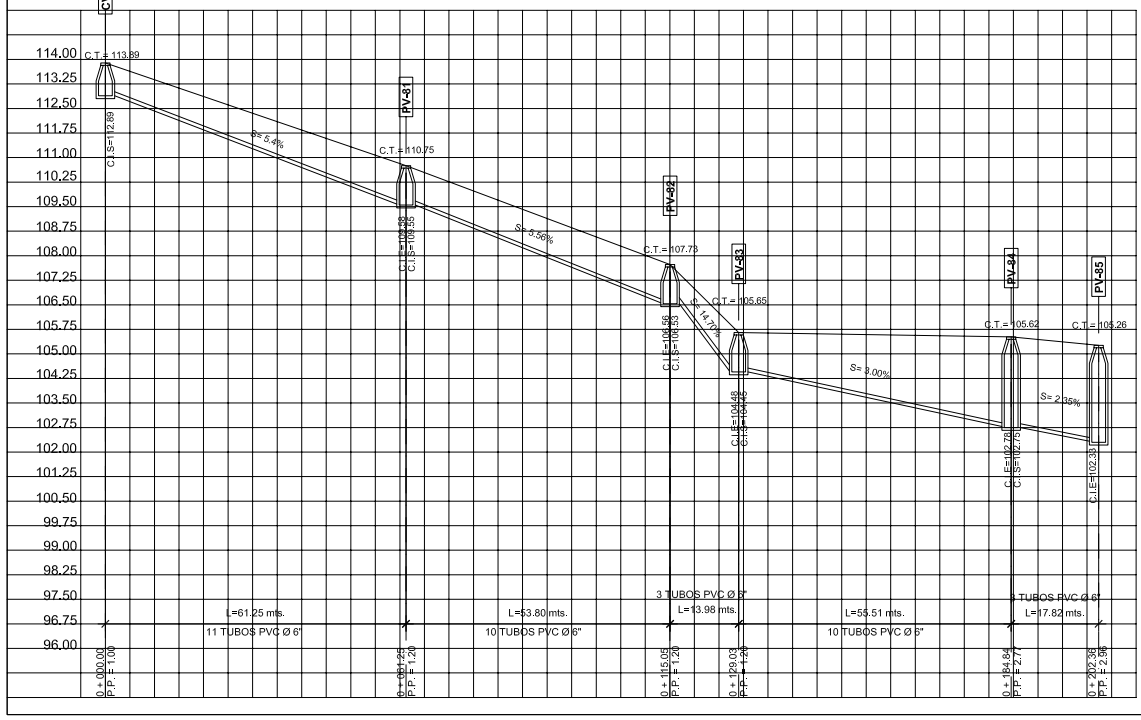
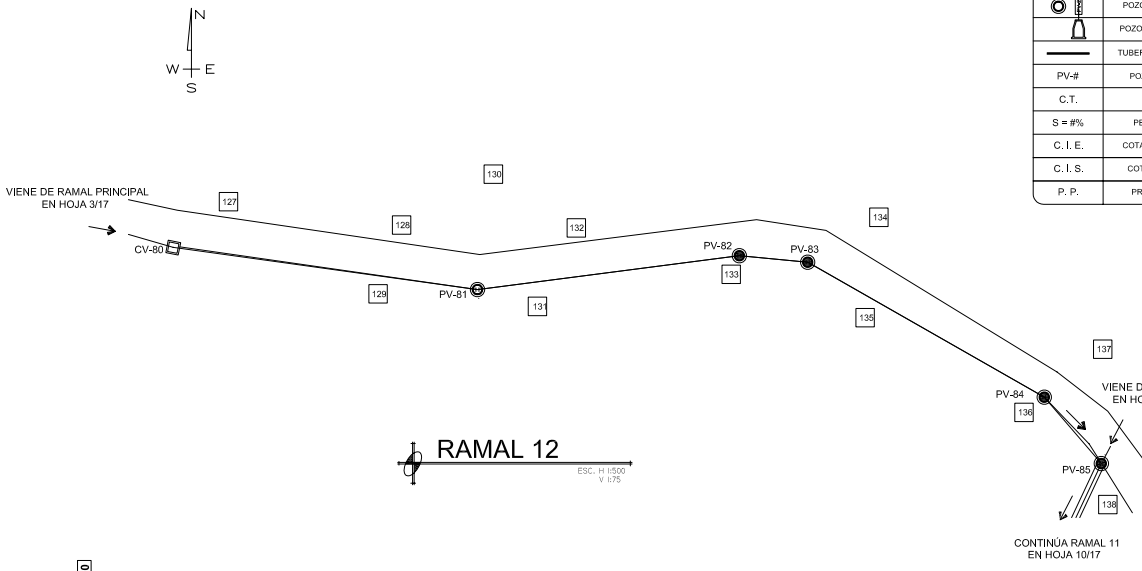
	POZO DE VISITA P.V. (PLANTA)
	POZO DE VISITA P.V. (PERFIL)
	TUBERIA DE P.V.C. Ø INDICADO
P.V.-#	POZO DE VISITA NUMERO
C.T.	COTA DE TERRENO
S = #%	PENDIENTE DE TUBERIA
C. I. E.	COTA INVERT DE ENTRADA
C. I. S.	COTA INVERT DE SALIDA
P. P.	PROFUNDIDAD DE POZO



RAMAL 11
 ESC. H 1:500
 V. 1/2

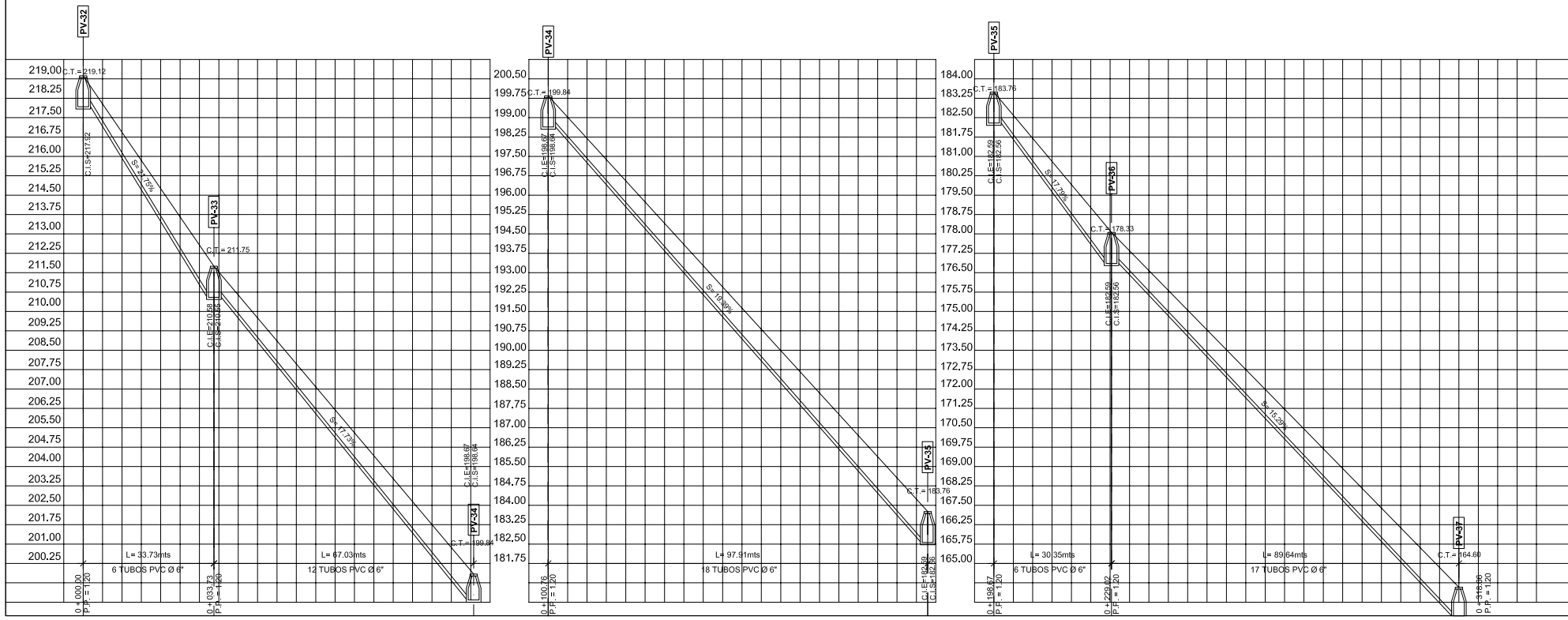
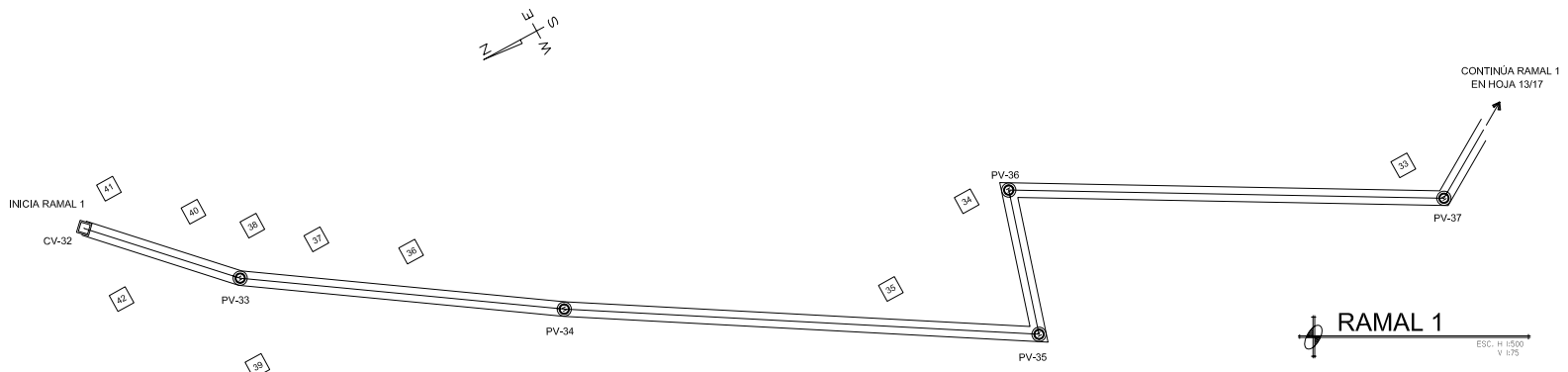


NOMENCLATURA	
	POZO DE VISITA P.V. (PLANTA)
	POZO DE VISITA P.V. (PERFIL)
	TUBERIA DE P.V.C. Ø INDICADO
P.V.-#	POZO DE VISITA NUMERO
C.T.	COTA DE TERRENO
S = #%	PENDIENTE DE TUBERIA
C. I. E.	COTA INVERT DE ENTRADA
C. I. S.	COTA INVERT DE SALIDA
P. P.	PROFUNDIDAD DE POZO



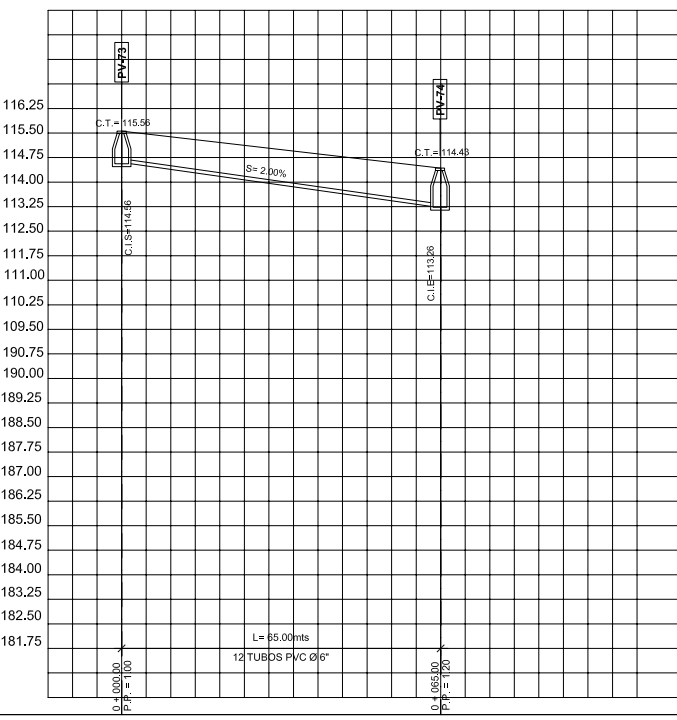
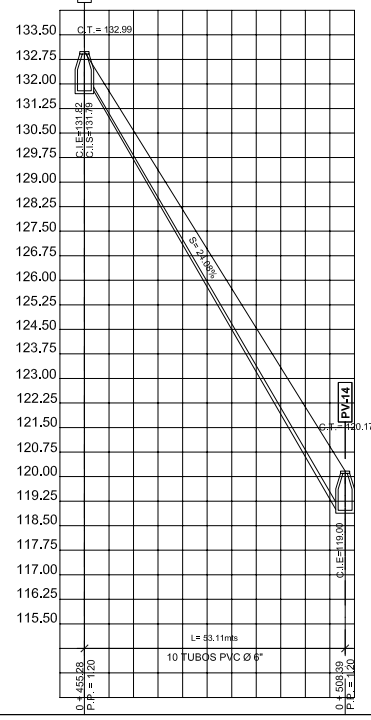
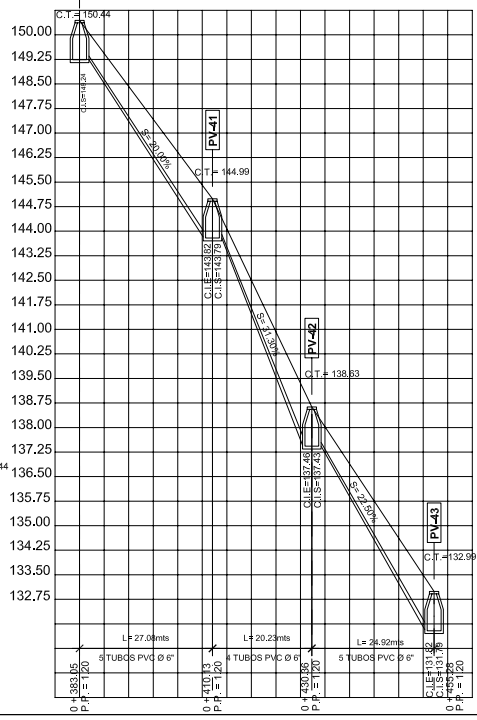
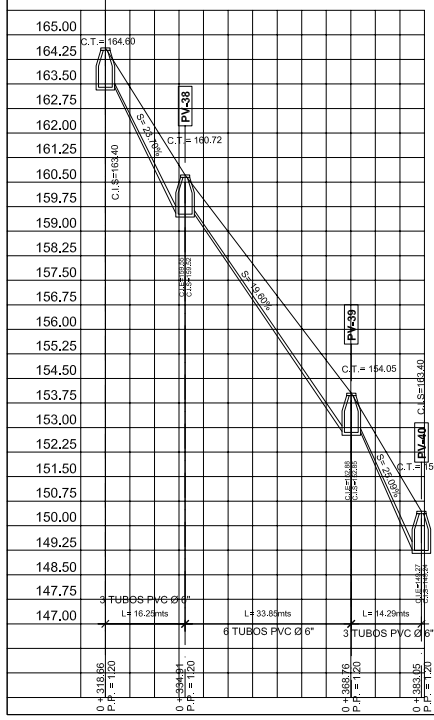
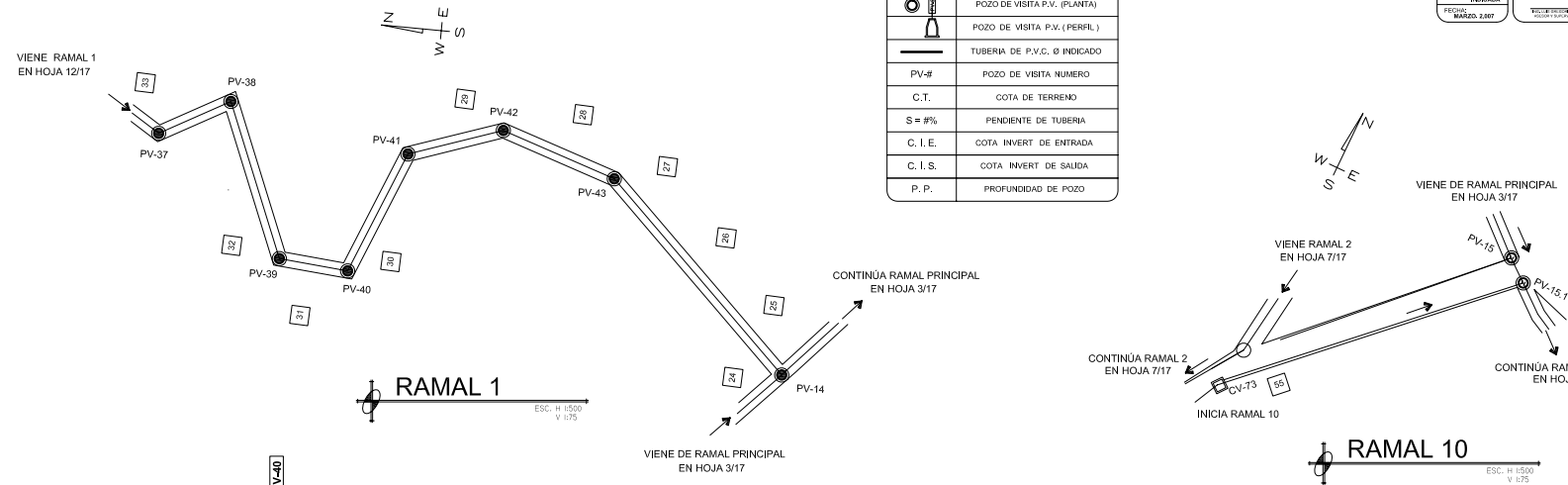
NOMENCLATURA

	POZO DE VISITA P.V. (PLANTA)
	POZO DE VISITA P.V. (PERFIL)
	TUBERIA DE P.V.C. Ø INDICADO
P.V.#	POZO DE VISITA NUMERO
C.T.	COTA DE TERRENO
S = #%	PENDIENTE DE TUBERIA
C. I. E.	COTA INVERT DE ENTRADA
C. I. S.	COTA INVERT DE SALIDA
P. P.	PROFUNDIDAD DE POZO



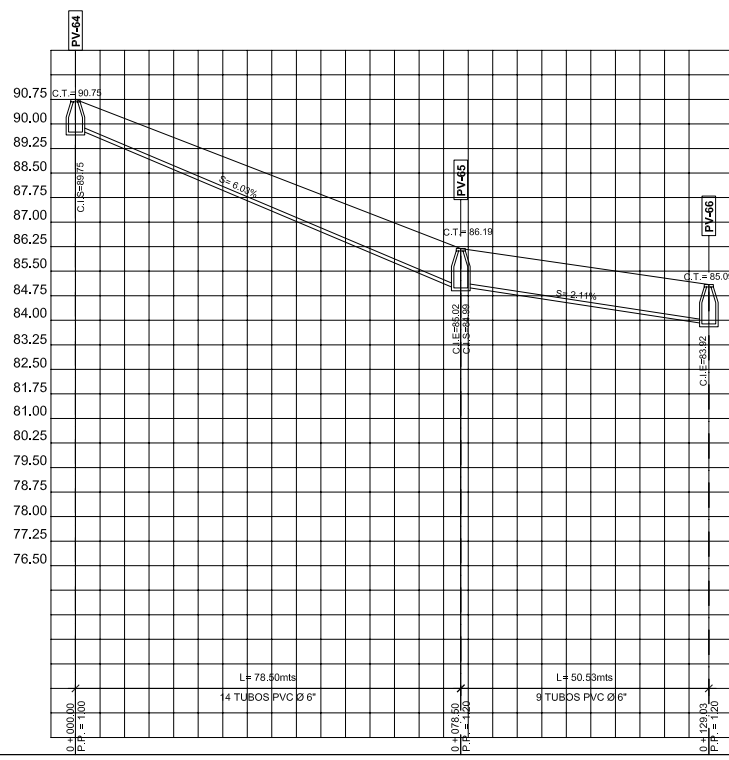
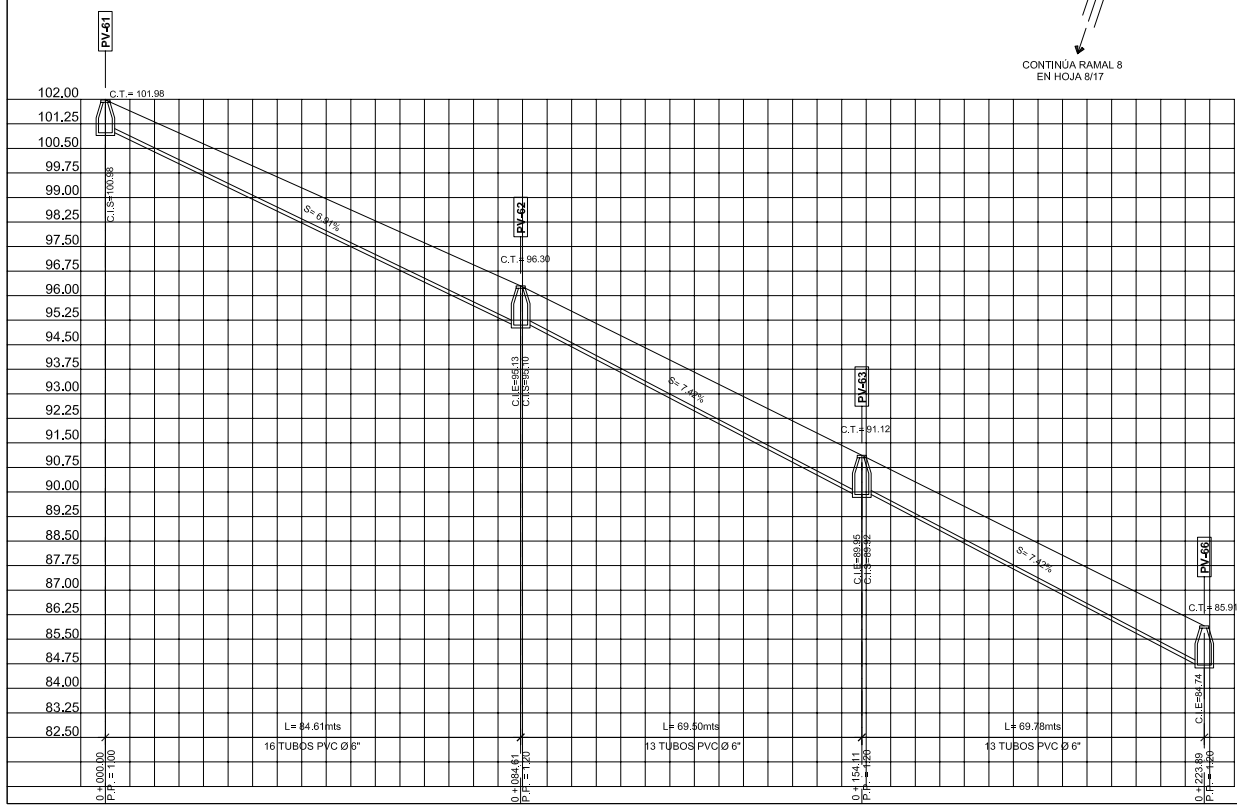
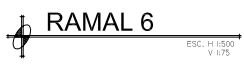
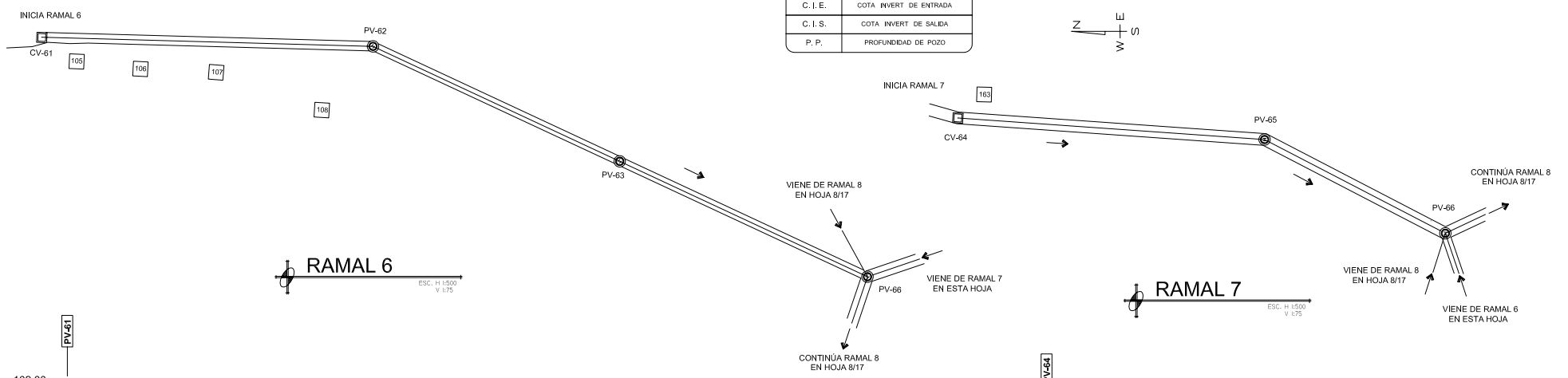
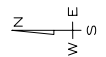
NOMENCLATURA

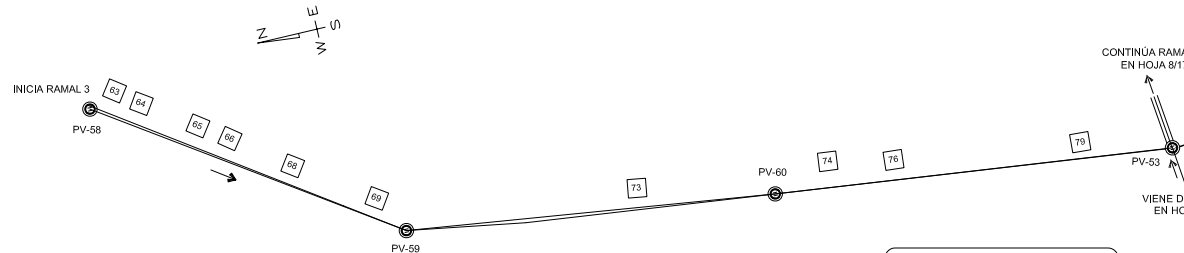
	POZO DE VISITA P.V. (PLANTA)
	POZO DE VISITA P.V. (PERFIL)
	TUBERIA DE P.V.C. Ø INDICADO
PV-#	POZO DE VISITA NUMERO
C.T.	COTA DE TERRENO
S = #%	PENDIENTE DE TUBERIA
C. I. E.	COTA INVERT DE ENTRADA
C. I. S.	COTA INVERT DE SALIDA
P. P.	PROFUNDIDAD DE POZO





NOMENCLATURA	
	POZO DE VISITA P.V. (PLANTA)
	POZO DE VISITA P.V. (PERFIL)
	TUBERIA DE P.V.C. Ø INDICADO
P.V.#	POZO DE VISITA NUMERO
C.T.	COTA DE TERRENO
S = #%	PENDIENTE DE TUBERIA
C. I. E.	COTA INVERT DE ENTRADA
C. I. S.	COTA INVERT DE SALIDA
P. P.	PROFUNDIDAD DE POZO

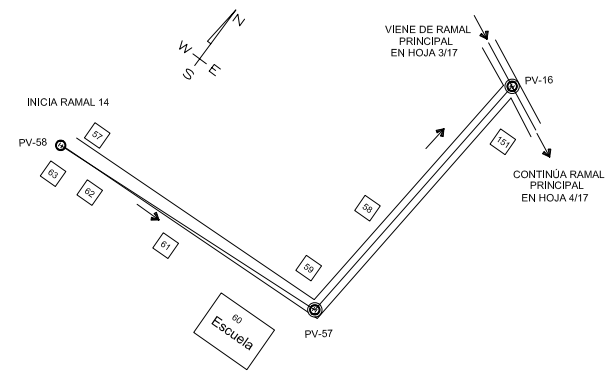




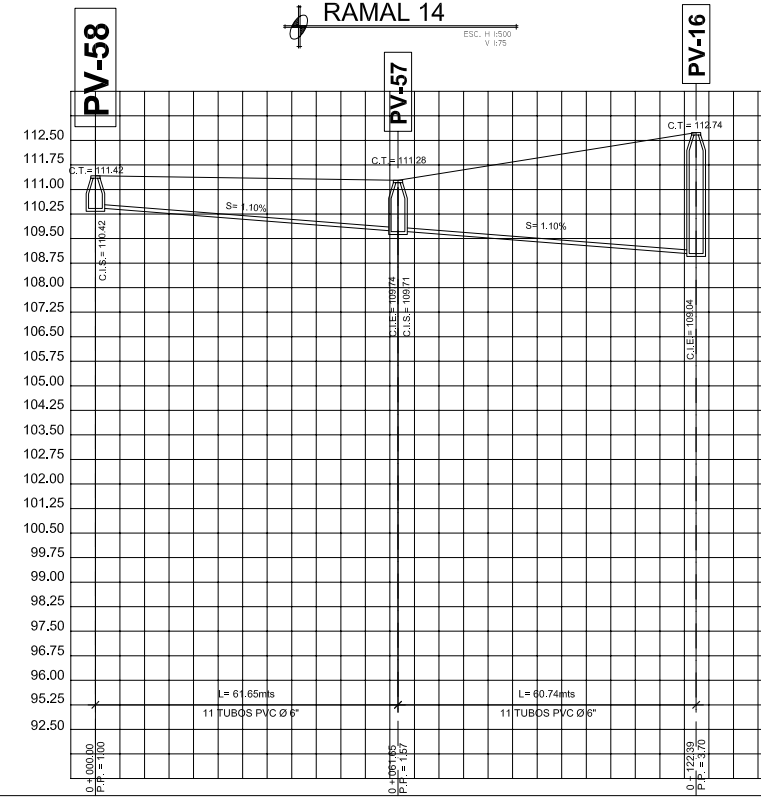
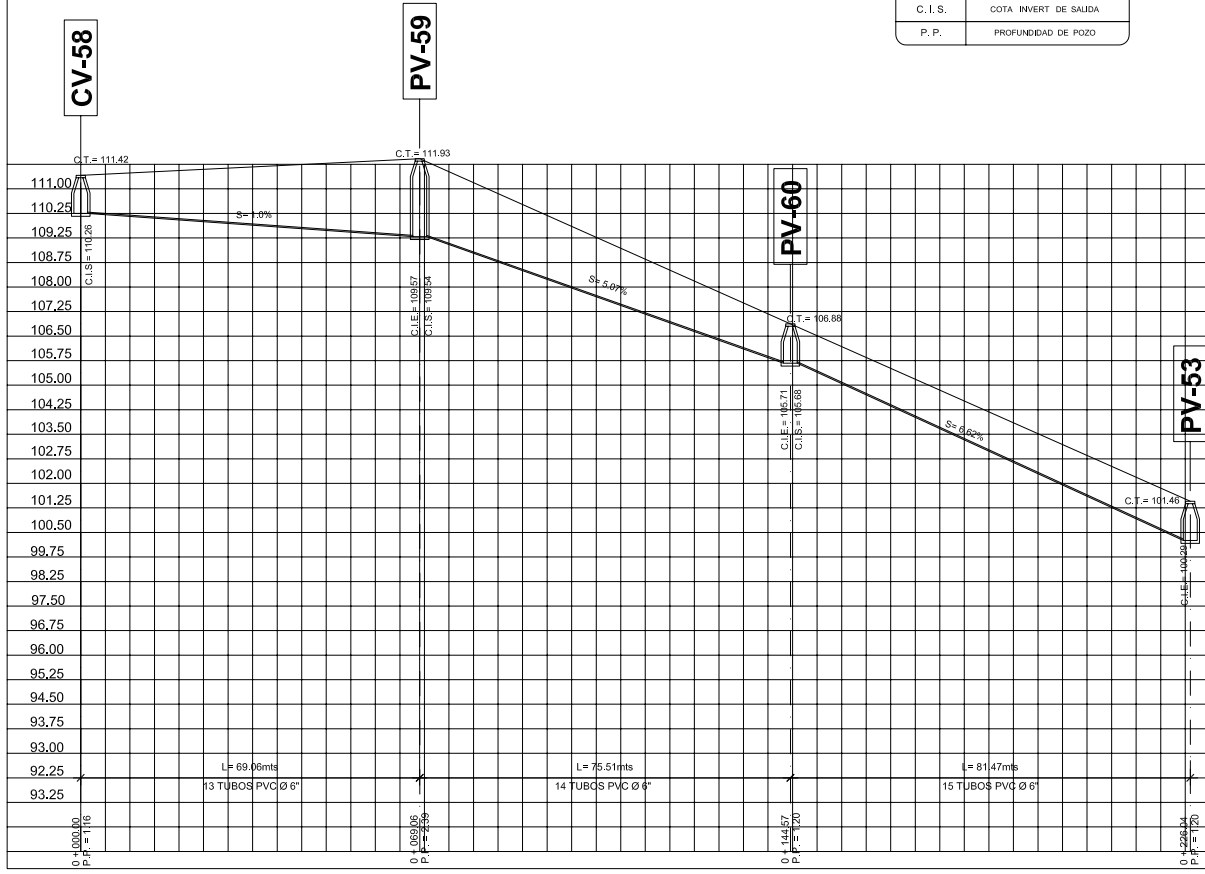
NOMENCLATURA

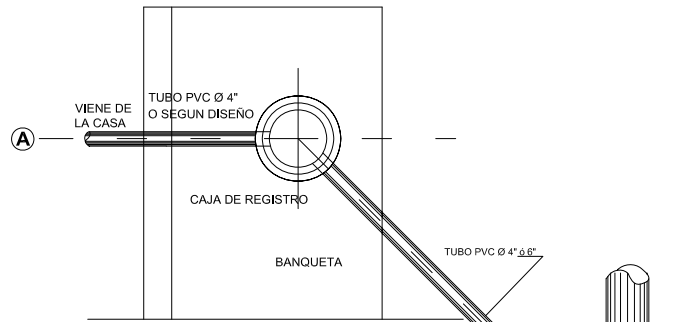
	POZO DE VISITA P.V. (PLANTA)
	POZO DE VISITA P.V. (PERFIL)
	TUBERIA DE P.V.C. Ø INDICADO
PV-#	POZO DE VISITA NUMERO
C.T.	COTA DE TERRENO
S = #%	PENDIENTE DE TUBERIA
C. I. E.	COTA INVERT DE ENTRADA
C. I. S.	COTA INVERT DE SALIDA
P. P.	PROFUNDIDAD DE POZO

RAMAL 3
ESC. H 1:500
V 1:75

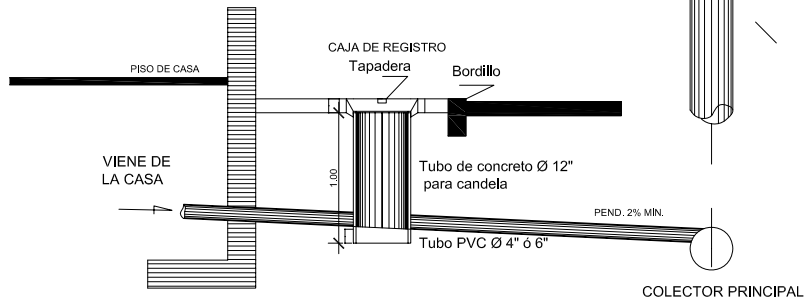


RAMAL 14
ESC. H 1:500
V 1:75

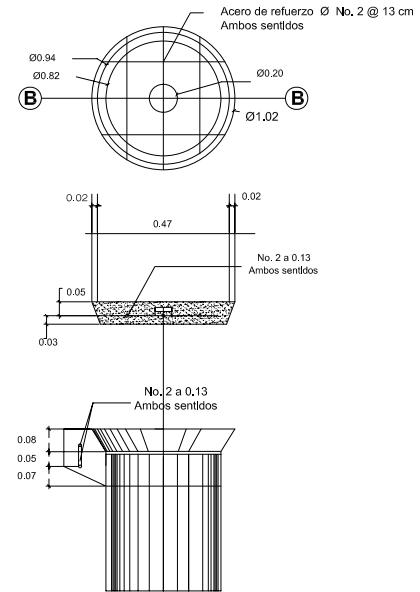




PLANTA CAJA DE REGISTRO
ESCALA 1:10

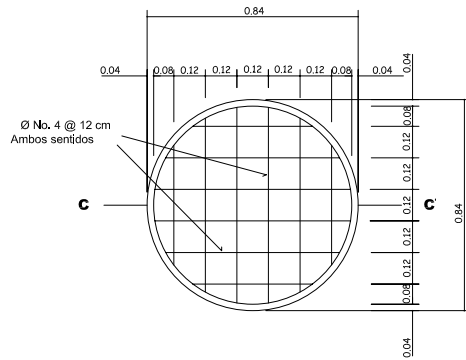


SECCION A-A' DE CAJA DE REGISTRO
ESCALA 1:10

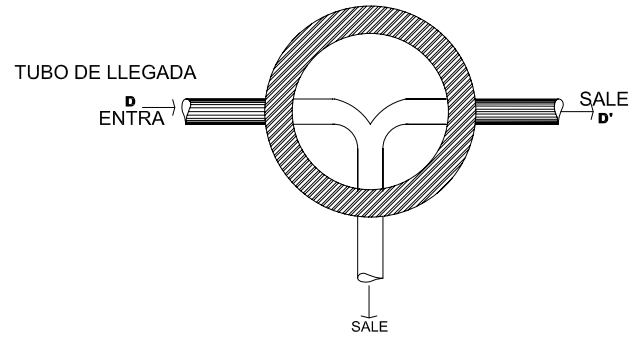


PLANTA Y SECCION DE TAPADERA B - B'
SIN ESCALA

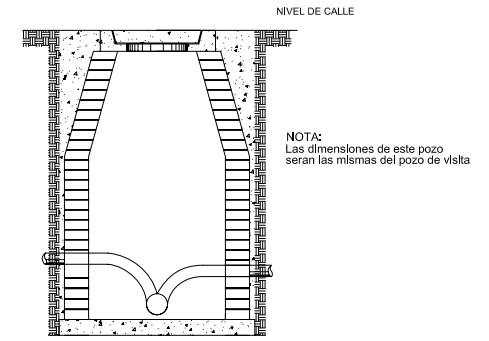
	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO	
	MUNICIPALIDAD DE SAN PIERO SACATEPEQUEZ PROYECTO: ALCA APARILLADO BATHING CASERIO OJO DE AGUA ALDEA PIEDRA GRANDE MUNICIPIO DE SAN PIERO SACATEPEQUEZ, GUATEMALA	
DISEÑO: W.F.	DIBUJO: W.F.	ESCALA: MEDIANA
FECHA: MAYO 2007	ESTUDIANTE: WILFREDO PUEBES	CURSO: 07/2254
		HORA: 16
		17



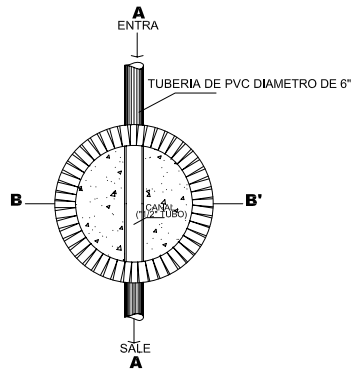
PLANTA DE TAPADERA
SIN ESCALA



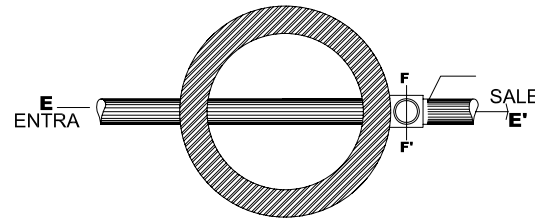
PLANTA DEL POZO
SIN ESCALA



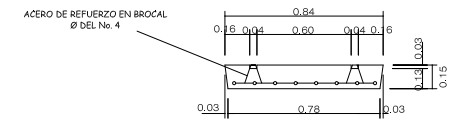
POZO CON 2 ENTRADAS
ESCALA 1:30



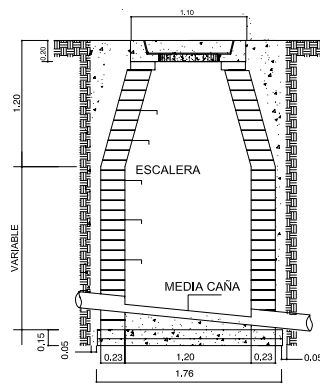
PLANTA DEL POZO
SIN ESCALA



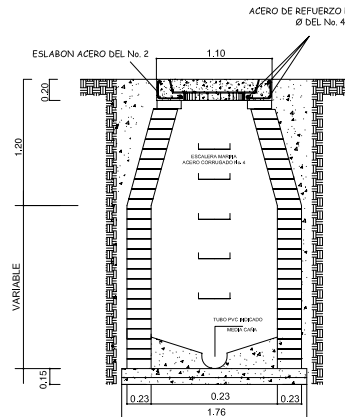
PLANTA DEL POZO
SIN ESCALA



SECCION C-C'
SIN ESCALA



SECCION A-A'
ESCALA 1:30

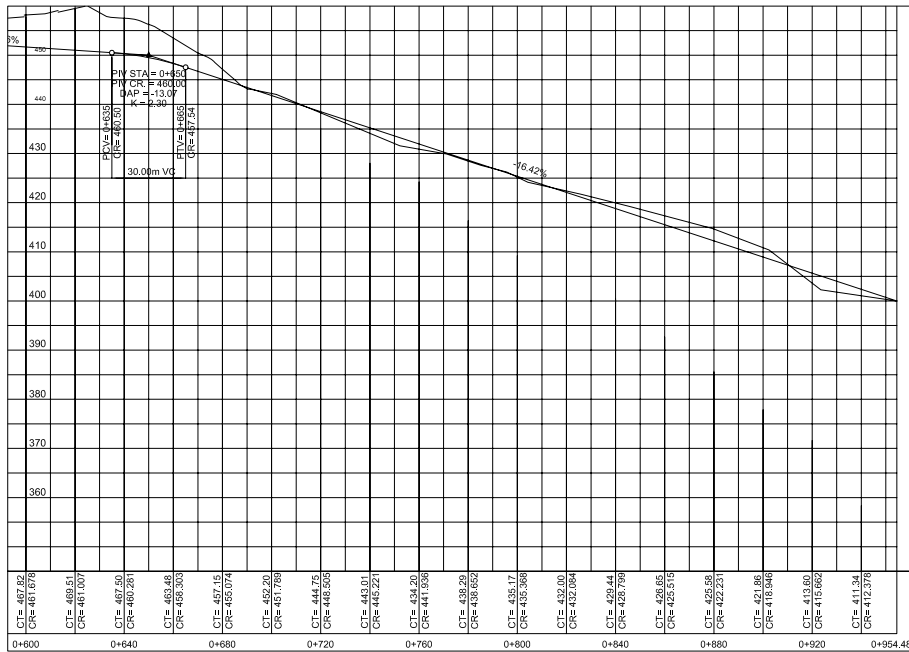
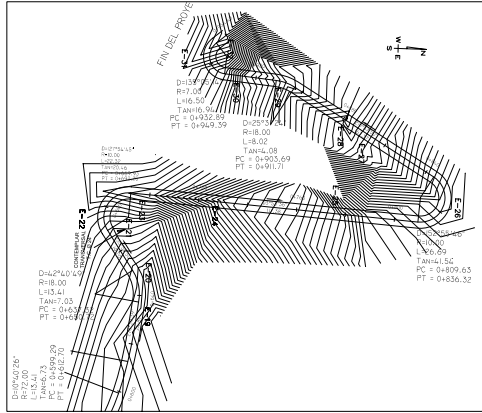


SECCION B-B'
ESCALA 1:30

ANOTACIONES:

- Acero de refuerzo $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$, Grado 60
- Concreto hidráulico resistencia $f'_c = 280 \text{ kg/cm}^2$
- Los agregados deberán estar libres de materia orgánica o algún otro objeto que no permita una buena adherencia en la mezcla de concreto.
- Se usará vibrador de inmersión para concreto durante el proceso de colocación del concreto, para evitar que se produzcan cuevas de ratón al finalizar la función.

		UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	
		FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO	
		MUNICIPALIDAD DE SAN PEDRO SACATEPEQUEZ	
		CONCEJO MUNICIPAL DE SAN PEDRO SACATEPEQUEZ	
DISEÑO: W.F. CALCULO: W.F. DIBUJO: W.F. ESCALA: W.F. FECHA: MARZO 2007	CONTENIDO: DETALLE DE POZO DE VISITA CARRER: 200/004 HOJA: 17	HOJA: 17	



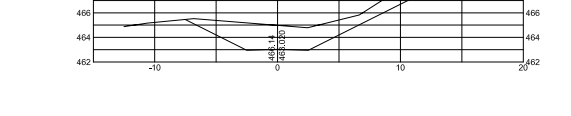
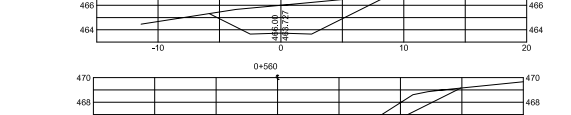
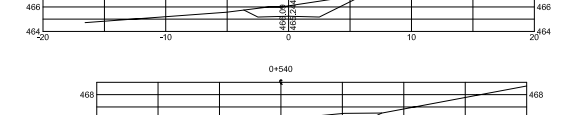
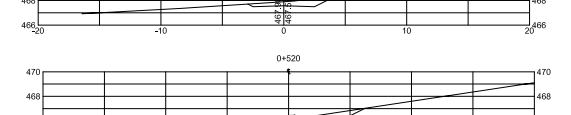
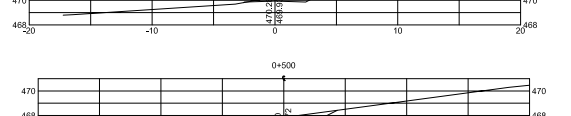
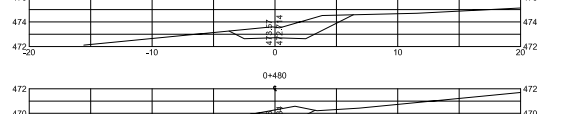
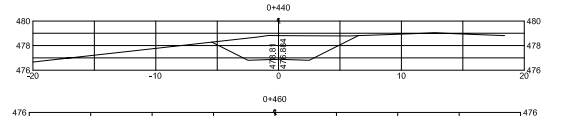
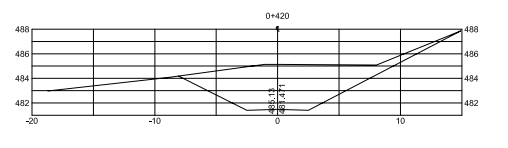
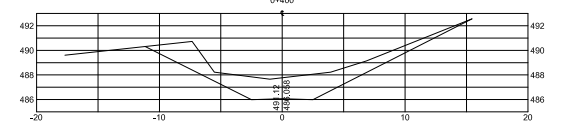
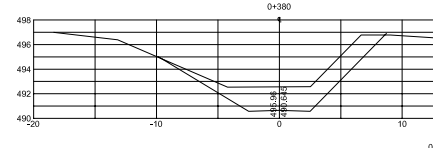
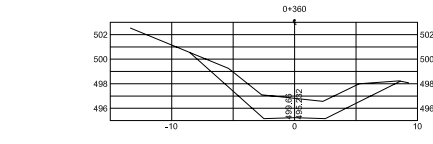
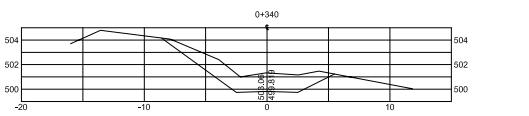
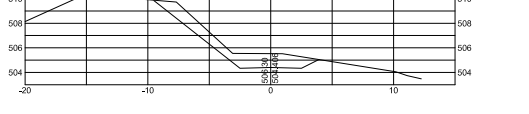
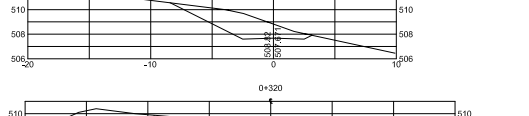
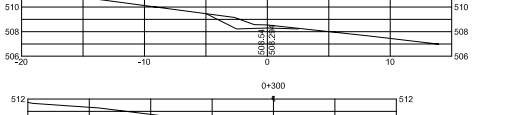
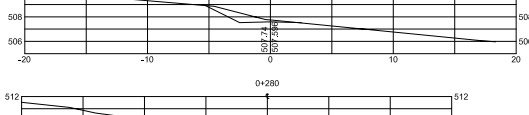
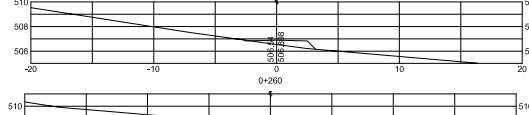
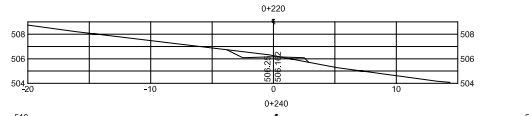
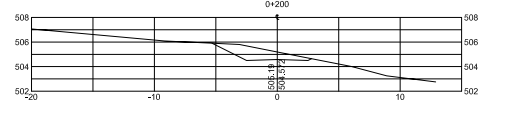
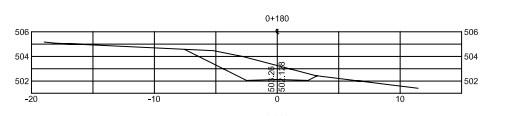
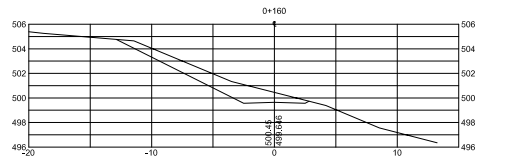
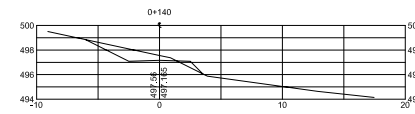
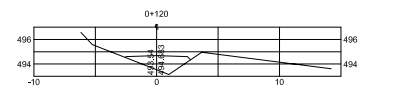
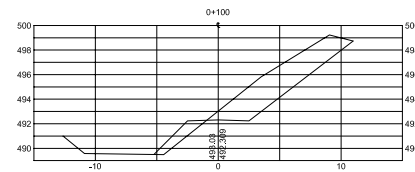
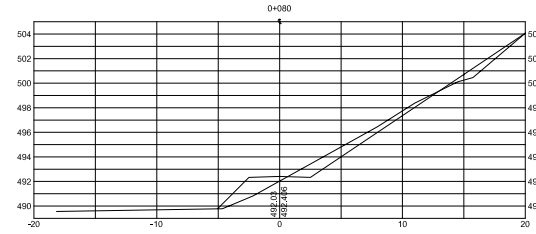
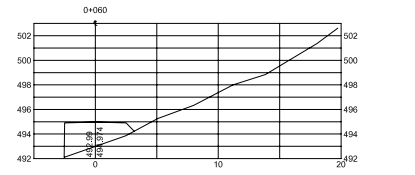
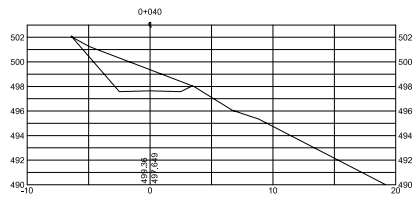
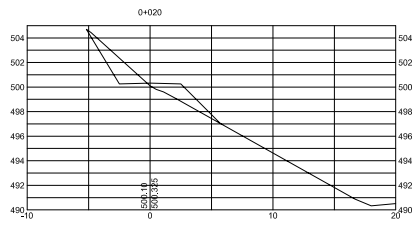
NOMENCLATURA

PC	PRINCIPIO DE CURVA HORIZONTAL
PT	PRINCIPIO DE TANGENTE
L	LONGITUD DE CURVA HORIZONTAL
ST	SUB-TANGENTE
R	RADIO DE CURVATURA
D	DEFLEXION
PCC	PRINCIPIO DE CURVA COMPUESTA
CT	COTA DE TERRENO
CR	COTA RASANTE
PCV	PRINCIPIO DE CURVA VERTICAL
PTV	PRINCIPIO DE TANGENTE VERTICAL
PIV	PUNTO DE INTERSECCION VERTICAL
DAP	DIFERENCIA ALGEBRAICA DE PENDIENTES
STA	ESTACIONAMIENTO
PIV STA	ESTACIONAMIENTO DEL PIV
PIV CR	COTA RASANTE DEL PIV

PLANTA PERFIL

ESC. H:1/1000
V:1/200

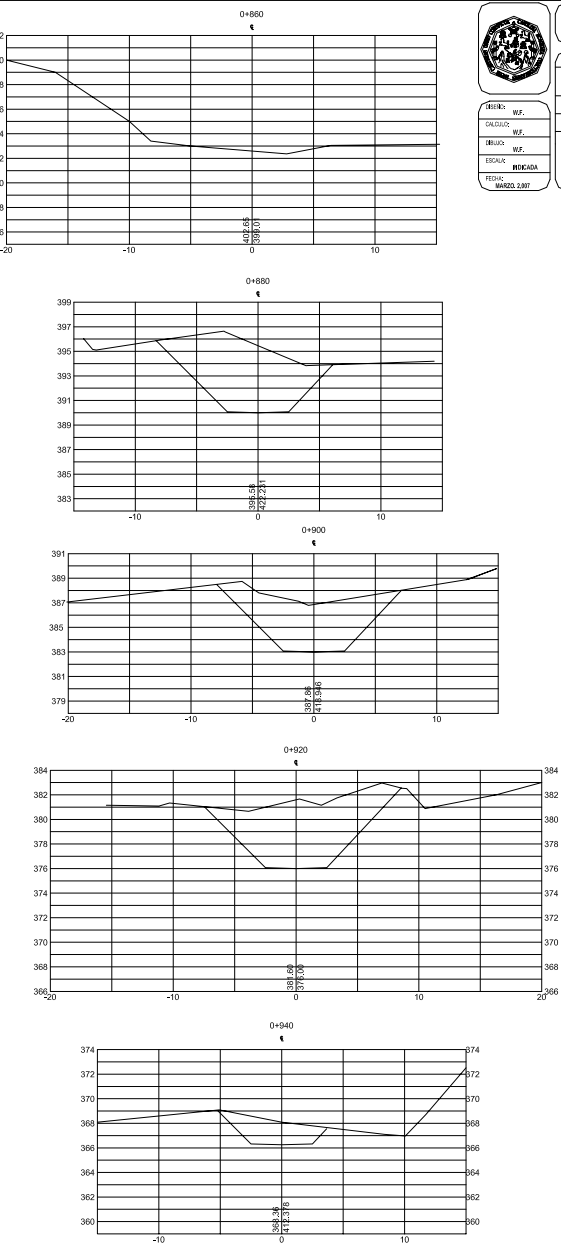
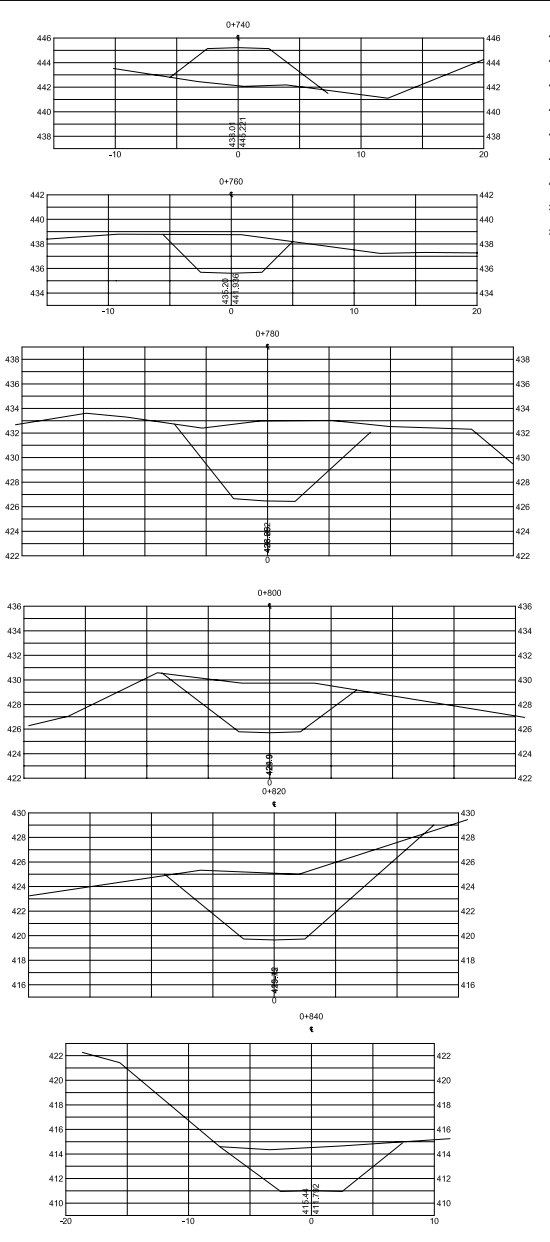
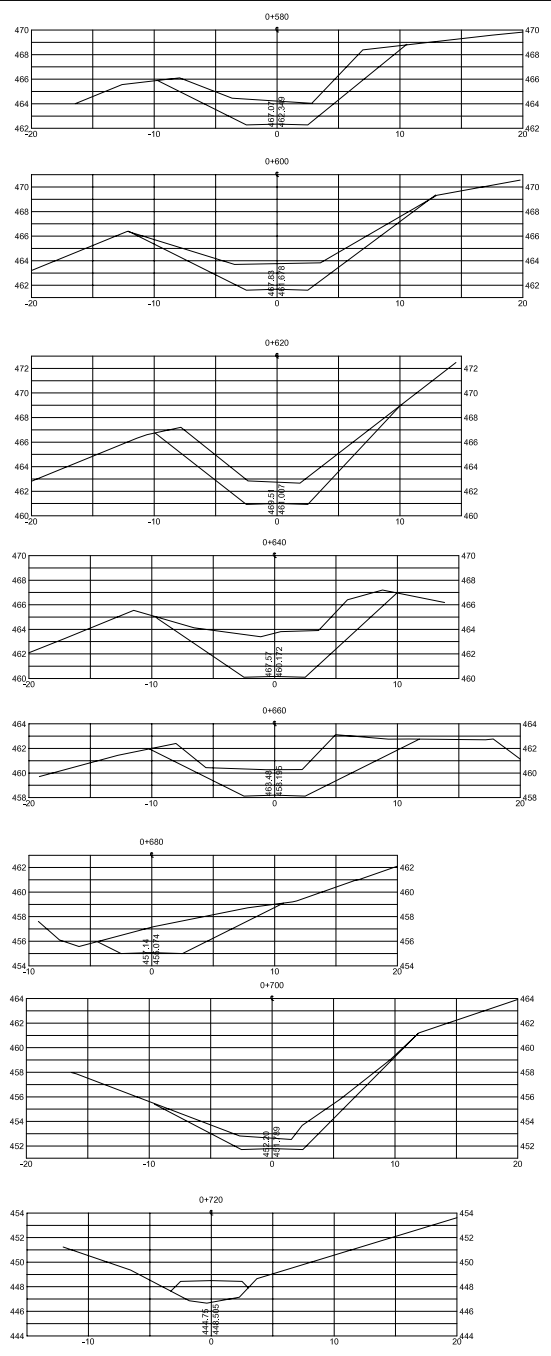
		UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO	
MUNICIPALIDAD DE SAN PEDRO SACATEPEQUEZ			
PROYECTO: APERTURA DE CARRETERA CASERO EL PLATANILLO, PROYUNGA CHUQUETA, MUNICIPIO DE SAN PEDRO SACATEPEQUEZ, SAN MARCOS			
HOJA PLANTA PERFIL		TITULO:	
DISEÑO: N.F.	ESTUDIOS:	NÚMERO:	FECHA:
DIBUJO: N.F.	NOMBRE:	107284	2
ESCALA:	NOMBRE:	107284	5
FECHA:	MARZO 2007		



	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO	
	MUNICIPALIDAD DE SAN PEDRO SACATEPEQUEZ	
PROYECTO: APERTURA DE CARRETERA, CABEZO EL PLATILLO, PROVINCIA CHIMULU, MUNICIPIO DE SAN PEDRO SACATEPEQUEZ, SAN MARCOS		
SECCIONES TRANSVERSALES		HOJA: 3
DISEÑO: W.F. CALCULO: W.F. REVISOR: W.F. ESCRIBIDA: W.F. FECHA: MARZO 2007	TITULO: WILFRIDO FUENES	HOJA: 3

SECCIONES TRANSVERSALES ESC. H:1/200

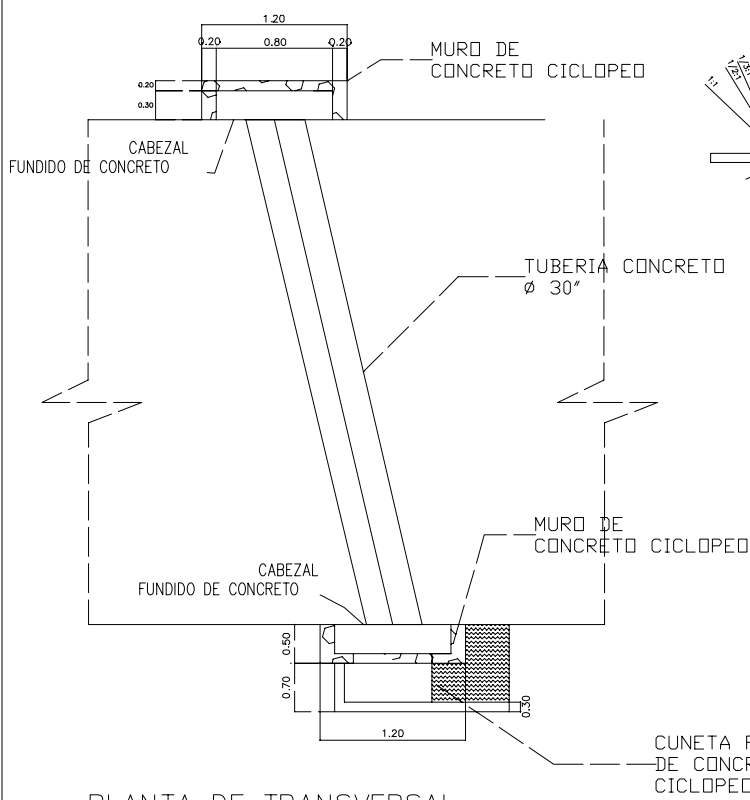
	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO	
	MUNICIPALIDAD DE SAN PEDRO SACATEPEQUEZ	
PROYECTO: APERTURA DE CARRETERA CASERIO EL PLATONILLO, PROVINCIA CHIMULU, MUNICIPIO DE SAN PEDRO SACATEPEQUEZ, SAN MARCOS		
ESTUDIOS: SECCIONES TRANSVERSALES		FECHA: 4
DISEÑO: W.F. CALCULO: W.F. REVISOR: W.F. ESCRIBI: W.F. FECHA: MARZO 2007	TITULO: #1-2004 PLAN:	HORA: 5



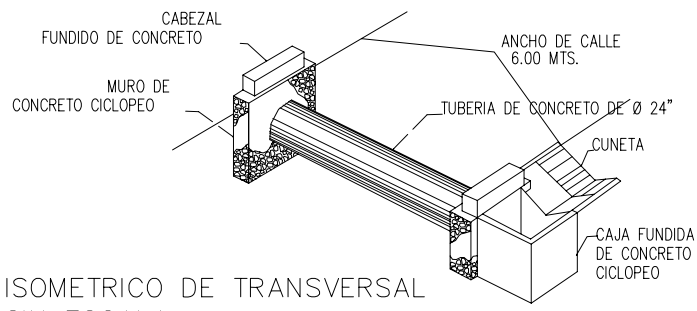
SECCIONES TRANSVERSALES ESC. H:1/200



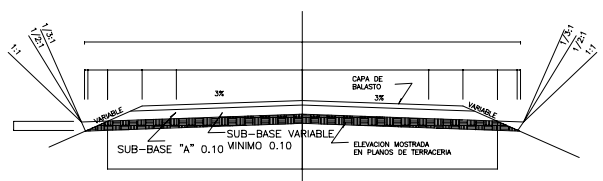
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO	
MUNICIPALIDAD DE SAN PEDRO SACATEPEQUEZ	
PROYECTO: APERTURA DE CARRETERA, CASERIO EL PLATILLO, PROVINCIA CHIQUILA, MUNICIPIO DE SAN PEDRO SACATEPEQUEZ, SAN MARCOS	
HOJA DE DETALLES	
ESTRUCTURAS: WILFRIDO FIENES	FORMAS: R-1284
FECHA: MARZO 2007	PÁGINA: 5



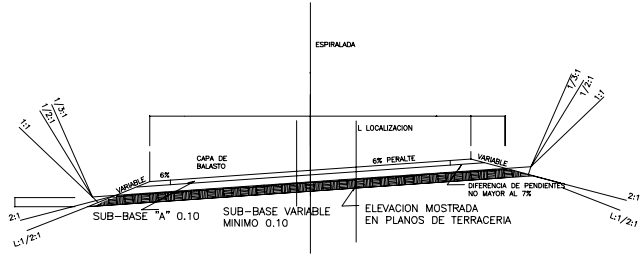
PLANTA DE TRANSVERSAL
ESCALA 1:25



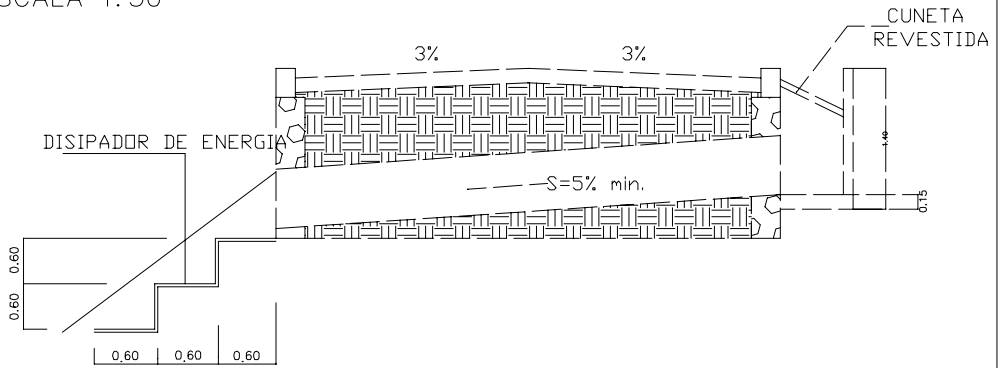
ISOMETRICO DE TRANSVERSAL
SIN ESCALA



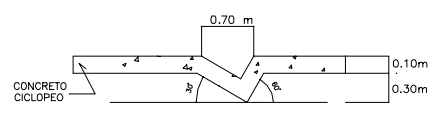
SECCION TIPICA EN TANGENTE
ESCALA 1:50



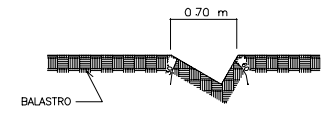
SECCION TIPICA EN CURVA
ESCALA 1:50



SECCION TRANSVERSAL DE CAMINO
ESCALA 1:50



DETALLE DE CUNETA REVESTIDA
ESCALA 1:25



DETALLE DE CUNETA NATURAL
ESCALA 1:25