



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

**DISEÑO DE UN SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA
LA ALDEA CAMPUR Y DE UNA CARRETERA HACIA LA ALDEA SECAQUIB
DE SAN PEDRO CARCHÁ, ALTA VERAPAZ**

Edgar Armando Coronado Veliz
Asesorado por el Ing. Juan Merck Cos

Guatemala, noviembre del 2016

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DE UN SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA
LA ALDEA CAMPUR Y DE UNA CARRETERA HACIA LA ALDEA SECAQUIB
DE SAN PEDRO CARCHÁ, ALTA VERAPAZ**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

EDGAR ARMANDO CORONADO VELIZ
ASESORADO POR EL ING. JUAN MERCK COS

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO CIVIL

GUATEMALA, NOVIEMBRE DEL 2016

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

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

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
EXAMINADOR	Ing. Leonel Montenegro Franco
EXAMINADOR	Ing. Juan Merck Cos
EXAMINADOR	Ing. Oscar Argueta Hernández
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

DISEÑO DE UN SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA CAMPUR Y DE UNA CARRETERA HACIA LA ALDEA SECAQUIB DE SAN PEDRO CARCHÁ, ALTA VERAPAZ

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil, con fecha 5 de octubre del 2015.

Edgar Armando Coronado Veliz



Guatemala, 14 de septiembre de 2016
REF.EPS.DOC.653.09.16

Inga. Christa Classon de Pinto
Directora
Unidad de EPS
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimada Ingeniera Classon de Pinto.

Por este medio atentamente le informo que como Asesor-Supervisor de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), del estudiante universitario **Edgar Armando Coronado Véliz** con carné No. **200721926**, de la Carrera de Ingeniería Civil, procedí a revisar el informe final, cuyo título es: **DISEÑO DE UN SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA CAMPUR Y DE UNA CARRETERA HACIA LA ALDEA SECAQUIB DE SAN PEDRO CARCHÁ, ALTA VERAPAZ.**

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. Juan Merck Cos
ASESOR - SUPERVISOR DE EPS
Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
Facultad de Ingeniería
Ing. Juan Merck Cos
Asesor-Supervisor de EPS
Área de Ingeniería Civil

c.c. Archivo
JMC/ra



USAC
TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala

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

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



Guatemala,
03 de octubre de 2016

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

Estimado Ingeniero Montenegro.

Le informo que he revisado el trabajo de graduación **DISEÑO DE UN SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA CAMPUR Y DE UNA CARRETERA HACIA LA ALDEA SECAQUIB DE SAN PEDRO CARCHÁ, ALTA VERAPAZ** desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Edgar Armando Coronado Véliz, con Carnet No.200721926 , quien contó con la asesoría del Ing. Juan Merck Cos.

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,

DIRIGIDA Y ENSEÑADA A TODOS

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



FACULTAD DE INGENIERÍA
DEPARTAMENTO
DE
HIDRAULICA
USAC

/mrrm.

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





USAC
TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala

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

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



Guatemala,
18 de octubre de 2016

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

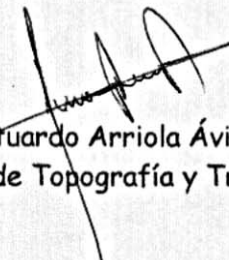
Estimado Ingeniero Montenegro.

Le informo que he revisado el trabajo de graduación **DISEÑO DE UN SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA CAMPUR Y DE UNA CARRETERA HACIA LA ALDEA SECAQUIB DE SAN PEDRO CARCHÁ, ALTA VERAPAZ** desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Edgar Armando Coronado Véliz, con Carnet No. 200721926 quien contó con la asesoría del Ing. Juan Merck Cos.

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

Atentamente,

ID Y ENSEÑAD A TODOS


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



FACULTAD DE INGENIERIA
DEPARTAMENTO
DE
TRANSPORTES
USAC

mrrm.

Mas de 134 años de Trabajo Académico y Mejora Continua





Guatemala, 19 de octubre de 2016
REF.EPS.D.458.10.16

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

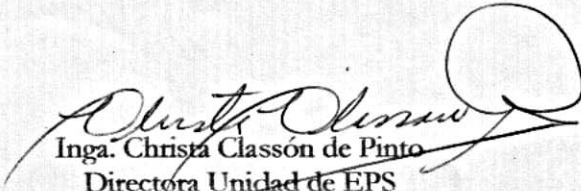
Estimado Ingeniero Montenegro Franco:

Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **DISEÑO DE UN SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA CAMPUR Y DE UNA CARRETERA HACIA LA ALDEA SECAQUIB DE SAN PEDRO CARCHÁ, ALTA VERAPAZ**, que fue desarrollado por el estudiante universitario **Edgar Armando Coronado Véliz, carné 200721926**, quien fue debidamente asesorado y supervisado por el Ing. Juan Merck Cos.

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

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,
"Id y Enseñad a Todos"


Inga. Christa Classón de Pinto
Directora Unidad de EPS

CCdP/ra





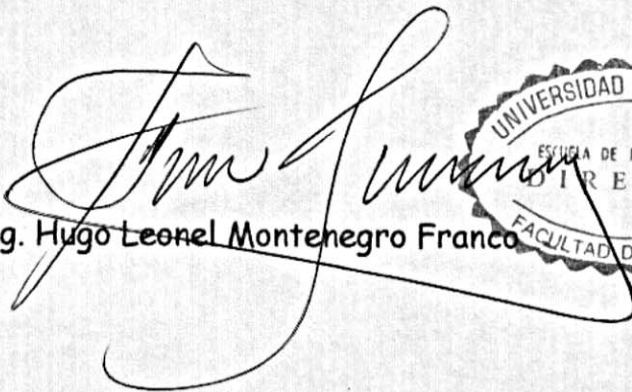
USAC
TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala

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

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



El director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen del Asesor Ing. Juan Merck Cos y de la Coordinadora de E.P.S. Inga. Christa del Rosario Classon de Pinto, al trabajo de graduación del estudiante Edgar Armando Coronado Véliz, titulado **DISEÑO DE UN SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA CAMPUR Y DE UNA CARRETERA HACIA LA ALDEA SECAQUIB DE SAN PEDRO CARCHÁ, ALTA VERAPAZ** da por este medio su aprobación a dicho trabajo.

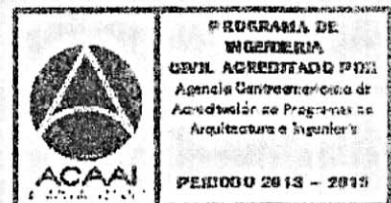

Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco



Guatemala, noviembre 2016.

/mrrm.

Más de 134 años de Trabajo Académico y Mejora Continua



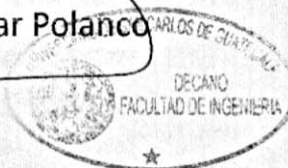


DTG. 551.2016

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Civil, al Trabajo de Graduación titulado: **DISEÑO DE UN SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA CAMPUR Y DE UNA CARRETERA HACIA LA ALDEA SECAQUIB DE SAN PEDRO CARCHÁ, ALTA VERAPAZ**, presentado por el estudiante universitario: **Edgar Armando Coronado Véliz**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:

Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
Decano



Guatemala, noviembre de 2016

/gdech

ACTO QUE DEDICO A:

Dios	Por derramar bendiciones innumerables y la oportunidad de lograr todas mis metas en la vida.
Mis padres y hermanos	Por brindarme su amistad, muestras cariño, apoyo incondicional, comprensión y, sobretodo, guiarme por el camino correcto para lograr esta meta.
Mi abuela	Quien siempre fue una fuente de inspiración para seguir adelante y nunca bajar la cabeza.
Mi familia	Por el consejo y apoyo que graníticamente han puesto a mi diario vivir.
Universidad de San Carlos de Guatemala	Tricentenaria casa de estudios y principalmente a la Facultad de Ingeniería, por formarme como profesional.
DMP, San Pedro Carchá	Por haberme apoyado en todo momento y permitido realizar mí trabajo de graduación, y apoyarme para seguir adelante.

AGRADECIMIENTOS A:

- Dios** Por permitirme culminar una de mis metas, y guiarme siempre por el camino correcto.
- Mis padres** Domingo Armando Coronado Guzmán y Silvia Del Carmen Veliz de Coronado, por ser un modelo a seguir y todo el apoyo que me otorgaron ya que sin ellos no hubiese sido posible este logro.
- Mis hermanos** Mario y Jorge Coronado, por cada momento y apoyo que siempre ha existido de parte de ustedes, gracias.
- Mi abuela** Carmen Romelia de Veliz por todo el apoyo que me brindo incondicionalmente.
- Mis tíos** Duglio Mauricio Veliz, Hugo Giovanni veliz, Edgar Coronado Guzmán, que siempre me han mostrado su apoyo y por ser un ejemplo a seguir
- Mis primos** Allan Giovanni Veliz, Astrid Liseth Veliz, Alex Veliz, Por estar siempre en los momentos apoyándonos.
- Mi familia** Por el consejo y apoyo que graníticamente han puesto a mi diario vivir.

**Universidad de San
Carlos de Guatemala**

Tricentenaria casa de estudios, y principalmente a la Facultad de Ingeniería, por formarme como profesional.

A mi asesor

Ing. Juan Merck, quien de manera incondicional compartió sus conocimientos y me guió en cada paso del EPS.

DMP, San Pedro Carchá

Por haberme apoyado en todo momento y permitido realizar mi trabajo de graduación, y apoyarme para seguir adelante.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	VII
LISTA DE SÍMBOLOS	IX
GLOSARIO	XI
RESUMEN.....	XIII
OBJETIVOS.....	XV
INTRODUCCIÓN.....	XVII
1. FASE DE INVESTIGACIÓN.....	1
1.1. Monografía de la aldea Campur, Secaquib, San Pedro Carchá A.V. ¹	1
1.2. Características físicas.....	1
1.2.1. Ubicación y localización.....	1
1.2.2. Topografía	2
1.2.3. Clima	3
1.2.4. Tipo de vivienda y actividad económica	3
1.2.5. Población y demografía	4
1.3. Características de infraestructura.....	5
1.3.1. Servicios públicos	5
1.3.2. Educación.....	5
1.3.3. Salud	6
1.4. Características socioeconómicas	6
1.4.1. Origen de la comunidad.....	6
1.4.2. Actividad económica.....	7
1.4.3. Idioma y religión.....	7
1.4.4. Cultura	7

1.4.5.	Comercio	8
1.4.6.	Investigación diagnóstica sobre necesidades de servicios básicos e infraestructura de las aldeas Campur y Secaquib.	8
1.4.6.1.	Descripción de necesidades.....	8
1.4.6.2.	Análisis y priorización de las necesidades	10
2.	FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL	11
2.1.	Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable para la aldea Campur, San Pedro Carchá, Alta Verapaz	11
2.1.1.	Descripción del proyecto	11
2.1.2.	Localización de la fuente de abastecimiento	11
2.1.3.	Calidad del agua	12
2.1.3.1.	Análisis físico-químicos	12
2.1.3.2.	Análisis bacteriológico.....	12
2.1.4.	Levantamiento topográfico	13
2.1.4.1.	Altimetría	13
2.1.4.2.	Planimetría	13
2.1.5.	Criterios y parámetro de diseño	14
2.1.5.1.	Periodo de diseño	14
2.1.5.2.	Tasa de crecimiento poblacional	14
2.1.5.3.	Dotación	15
2.1.5.4.	Estimación de población futura	15
2.1.5.5.	Caudal de diseño	17
2.1.5.5.1.	Factor de día máximo (fdm).....	17
2.1.5.5.2.	Factor de hora máximo.....	17

2.1.5.6.	Caudal medio diario.....	18
2.1.5.7.	Caudal máximo diario	18
2.1.5.8.	Caudal máximo horario.....	19
2.1.5.9.	Caudal de bombeo	20
2.1.6.	Diseño hidráulico	20
2.1.6.1.	Captación.....	21
2.1.6.2.	Línea de conducción por bombeo.....	21
2.1.6.3.	Determinación de la potencia de la bomba.....	25
2.1.6.4.	Selección del tipo de bomba.....	26
2.1.6.5.	Golpe de ariete	26
2.1.6.6.	Tanque de Almacenamiento	28
2.1.6.7.	Sistema de desinfección.....	45
2.1.6.8.	Red de distribución	47
2.1.6.8.1.	Diámetro de tubería.....	47
2.1.6.8.2.	Velocidad del agua	48
2.1.6.8.3.	Cota piezométrica.....	48
2.1.6.8.4.	Presión dinámica	49
2.1.6.9.	Conexiones domiciliarias.....	51
2.1.7.	Obras hidráulicas.....	51
2.1.7.1.	Pasos de zanjón	52
2.1.7.2.	Pasos aéreos.....	52
2.1.8.	Válvulas	52
2.1.8.1.	Válvula de limpieza.....	52
2.1.8.2.	Válvula de aire	53
2.1.8.3.	Válvula de compuerta	53
2.1.9.	Caja rompe presión	53
2.1.10.	Programa de operaciones y mantenimiento	53
2.1.11.	Propuesta de tarifa	56

2.1.12.	Evaluación Socioeconómica.....	56
2.1.12.1.	Valor presente neto	57
2.1.12.2.	Tasa de interna de retorno	57
2.1.13.	Evaluación de impacto ambiental inicial.....	59
2.1.14.	Elaboración de Planos	61
2.1.15.	Integración del presupuesto	62
2.2.	Diseño de carretera hacia la aldea Secaquib, San Pedro Carchá, Alta Verapaz	64
2.2.1.	Normas para el diseño de caminos rurales	64
2.2.1.1.	Criterios generales	64
2.2.2.	Descripción del proyecto	65
2.2.3.	Levantamiento topográfico	65
2.2.3.1.	Planimetría	66
2.2.3.2.	Altimetría	66
2.2.3.3.	Secciones transversales.....	66
2.2.4.	Diseño geométrico de carreteras	67
2.2.4.1.	Alineamiento horizontal	67
2.2.4.1.1.	Curvas horizontales	67
2.2.4.2.	Curvas transición.....	73
2.2.4.3.	Peralte	74
2.2.4.4.	Sobre ancho	75
2.2.4.5.	Alineamiento vertical	75
2.2.4.5.1.	Diseño de subrasante ...	75
2.2.4.5.2.	Curvas verticales.....	76
2.2.5.	Movimientos de tierras	84
2.2.5.1.	Seccionamiento transversal	85
2.2.5.2.	Cálculo de áreas de secciones transversales	85
2.2.5.2.1.	Cálculo de volúmenes...	86

	2.2.5.2.2.	Balance y diagrama de masas.....	91
2.2.6.		Drenajes	92
	2.2.6.1.	Drenaje transversal.....	92
	2.2.6.2.	Drenaje longitudinal (cunetas)	97
2.2.7.		Estudios de Suelos	100
	2.2.7.1.	Límites de Attemberg.....	100
		2.2.7.1.1. Límite líquido	101
		2.2.7.1.2. Límite plástico.....	102
		2.2.7.1.3. Índice plástico.....	102
	2.2.7.2.	Granulometría.....	102
	2.2.7.3.	Ensayo de compactación o proctor modificado	103
	2.2.7.4.	Ensayo del valor soporte (C,B,R)	103
2.2.8.		Diseño de carpeta de rodadura	104
	2.2.8.1.	Balasto.....	105
2.2.9.		Elaboración de planos y detalles	107
2.2.10.		Presupuesto.....	107
2.2.11.		Evaluación ambiental inicial.....	109
CONCLUSIONES			111
RECOMENDACIONES.....			113
BIBLIOGRAFÍA.....			115
APÉNDICES			117
ANEXOS.....			129

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Mapa de ubicación del municipio de San Pedro Carchá.....	2
2.	Esquema de losa del tanque de almacenamiento.....	29
3.	Diagrama de momentos de la losa del tanque de almacenamiento.....	32
4.	Sección de viga intermedia del tanque de almacenamiento	36
5.	Diagrama de áreas.....	37
6.	Dimensiones del muro.....	42
7.	Elementos de curva horizontal	68
8.	Elementos de curvas verticales.....	76
9.	Curva vertical convexa	79
10.	Curva vertical cóncava o columpio.....	79
11.	Cálculo de volúmenes de movimiento de tierra.....	87
12.	Secciones con distancia de paso	88
13.	Cálculo de distancia de paso	89
14.	Cálculo analítico de distancia de paso	89
15.	Diagrama de masas	91

TABLAS

I.	Datos de la estación meteorológica Chabón.....	3
II.	Tabla de dotación de agua potable	15
III.	Costo por tubo de PVC	23
IV.	Selección de bomba.....	26
V.	Funcionamiento de las losas.....	30

VI.	Cálculo de momento positivos y negativos	32
VII.	Áreas de acero y espaciamientos para momentos actuantes.....	35
VIII.	Momento producido por peso propia del muro	43
IX.	Medidas de mitigación de impacto ambiental en un proyecto de agua potable	60
X.	Integración del presupuesto.....	63
XI.	Para el diseño de carreteras.....	70
XII.	Valores de “K” según velocidad de diseño.....	80
XIII.	Cálculo de curva vertical.....	82
XIV.	Relaciones para dibujo de taludes	86
XV.	Parámetros A, B, n obtenido en análisis estadísticos	94
XVI.	Valores indicativos del coeficiente de escorrentía	95
XVII.	Profundidad de acuerdo al tipo de tránsito	97
XVIII.	Presupuesto de construcción de carretera	108
XIX.	De impactos ambientales.....	109

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
HI	Altura del instrumento
Φ	Ángulo de fricción interna
A	Área
As	Área de acero de refuerzo
Asmáx	Área de acero máximo permitido
Asmin	Área de acero mínimo permitido
CM	Carga muerta
CMu	Carga muerta última
CU	Carga última
Pu	Carga última viga
CV	Carga viva
CVu	Carga viva última
Q	Caudal
Qdis	Caudal de diseño
DH	Distancia horizontal
S	Espaciamiento del acero de refuerzo
Est	Estación
e	Excentricidad
d	Factor de flujo plástico del concreto
Hab	Habitantes
H	Horas
kg	Kilogramo
kg/cm²	Kilogramo por centímetro cuadrado

l/hab/d	Litros habitante día
l/s	Litros por segundo
L	Longitud del elemento
m	Metro (s)
m/s	Metros por segundo
M	Momento
Mb	Momento balanceado
MCM	Momento inducido por la carga muerta
MCV	Momento inducido por la carga viva
MS	Momento inducido por la fuerza sísmica
M(-)	Momento negativo
M(+)	Momento positivo
Mx	Momento último actuando en el sentido X
My	Momento último actuando en el sentido Y
Wc	Peso volumétrico del concreto
Ws	Peso volumétrico del suelo
in	Pulgadas
f' c	Resistencia a la compresión del concreto
Fy	Resistencia a la fluencia del acero de refuerzo
TIR	Tasa interna de retorno
Ton	Toneladas
VPN	Valor presente neto
Vs	Valor soporte del suelo

GLOSARIO

Aforo	Medir la cantidad de agua que lleva una corriente en una unidad de tiempo.
Altimetría	Procedimiento utilizado para definir las diferencias de nivel existente entre puntos distintos de terreno o construcción.
Azimut	Es el ángulo formado por su dirección horizontal y la del norte verdadero, determinado astronómicamente. El azimut se mide en el plano horizontal en el sentido de las agujas del reloj.
Base	Capa de suelo constituida por el material seleccionado, de granulometría y espesor determinado que se construye sobre la sub-base.
Caudal	Es el volumen de agua que pasa en una sección de flujo por unidad de tiempo.
Concreto	Es un material pétreo, artificial, obtenido de la mezcla en proporciones determinadas, de cemento, arena, pedrín y agua.

Dotación	Cantidad de agua que una persona necesita por día para satisfacer sus necesidades. Se expresa en litros por habitante por día.
Estación	Cada uno de los puntos en el que se coloca el instrumento topográfico en cualquier operación de levantamiento planimétrico o de nivelación.
Factor de retorno	Factor que indica la relación que existe entre la cantidad de agua que consume al día y la dotación destinada para cada persona. Puede variar este factor en función de la región de estudio.
Momento	Esfuerzo al que está sometido un cuerpo, resultado de la aplicación de una fuerza a distancia de su centro de masa.
Pendiente	Inclinación necesaria con respecto a una línea horizontal, diseñada para que el agua que conducen las alcantarillas se desplace libremente haciendo uso de la fuerza de gravedad.
Período de diseño	Tiempo durante el cual un sistema dará un servicio satisfactorio a la población.
Planimetría	La planimetría solo toma en cuenta la proyección del terreno sobre un plano horizontal imaginario (base productiva).

RESUMEN

Con el Ejercicio Profesional Supervisado se realiza un trabajo práctico, en el que se beneficia a pobladores de las comunidades del interior de la República de Guatemala. Por esta razón, en este trabajo de graduación, se desarrollaron los diseños de un sistema de abastecimiento de agua potable para la aldea Campur y de una carretera hacia la aldea Secaquib de San Pedro Carchá, Alta Verapaz. El documento consta de dos capítulos cuyo contenido se describe a continuación.

En el primer capítulo se indican los antecedentes de las comunidades, las razones que propiciaron la realización de los proyectos, la localización y la descripción de los proyectos de agua potable y la apertura de carretera. Con esto se indican los beneficios que conllevaría la ejecución de los proyectos, así como los posibles obstáculos que se puedan presentar.

En el segundo capítulo se desarrollan los diseños del sistema de abastecimiento de agua potable para la aldea Campur y de la carretera hacia la aldea Secaquib de San Pedro Carchá, Alta Verapaz. Al final de este trabajo se presentan los planos y presupuesto correspondientes.

OBJETIVOS

General

Diseñar el sistema de abastecimiento de agua potable para la aldea Campur y la carretera hacia la aldea Secaquib, San Pedro Carchá, Alta Verapaz.

Específicos

1. Realizar una investigación monográfica y diagnóstico de necesidades de servicios básicos e infraestructura de las aldeas Campur y Secaquib, municipio de San Pedro Carchá, departamento de Alta Verapaz.
2. Capacitar a los miembros de los COCODE de las aldeas Campur, y Secaquib, sobre aspectos de operación y mantenimiento de los proyectos del sistema de agua potable y carretera mediante el manual de operación.
3. Diseñar el sistema de agua potable para la aldea Campur según normas COGUANOR 29001 y guía de normas sanitarias para el diseño de sistemas rurales de abastecimiento de agua INFOM.
4. Diseñar la carretera hacia la aldea Secaquib según normas de la Dirección General de Caminos.

5. Elaborar los planos, presupuesto y cronograma de ejecución de los proyectos.

INTRODUCCIÓN

Este trabajo de graduación contiene el desarrollo del EPS realizado en el municipio de San Pedro Carchá. Se basa en la atención a las necesidades que priorizaran las autoridades municipales y las Cocodes. Se basan, principalmente, en los servicios básicos (agua potable) e infraestructura vial (carretera), para contribuir al desarrollo de la población por medio del apoyo a las municipalidades.

El primer proyecto consiste en un sistema de abastecimiento de agua potable, para la aldea Campur la cual está localizada a 100km de la cabecera municipal. El proyecto incluye captación, línea de conducción, tanque de almacenamiento y red de distribución. La población aproximada de la aldea Campur es de 954 habitantes, quienes carecen de un sistema de agua potable. Esto pone en riesgo la salud y la calidad de vida de la comunidad.

El segundo proyecto es la carretera que parte de la aldea Secaranila, hacia la aldea Secaquib, con una longitud aproximada de 4,3 km. Estas comunidades carecen de una vía de comunicación que facilite el intercambio y transporte de sus productos, por lo que esta carretera estará beneficiando a 286 habitantes.

1. FASE DE INVESTIGACIÓN

1.1. Monografía de la aldea Campur, Secaquib, San Pedro Carchá A.V.¹

Para llegar a la aldea Campur del municipio de San Pedro Carchá, Alta Verapaz, se utiliza la ruta nacional 5. El significado del nombre de la aldea, según la lengua kekchí es cam = colorado, y pur = jute. Es decir, lugar de los jutes colorados.

A la aldea Secaquib municipio de San Pedro Carchá Alta Verapaz, se llega por la ruta nacional 5. De acuerdo con la lengua maya kekchí su nombre se compone de las voces sec= amarga quib= pacayas. Traducido al español significa lugar de las pacayas amargas.

La información fue proporcionada por la DMP de San Pedro Carchá.

1.2. Características físicas

Las aldeas Campur y Secaquib forman parte del municipio de San Pedro Carchá, Alta Verapaz. Este departamento está al norte del país y es un lugar montañoso.

1.2.1. Ubicación y localización

La aldea Campur se ubica en la sierra Chamá y, geográficamente, se localiza en la latitud = 15,6333 longitud= -90,05 oeste; a una distancia de 100 km del municipio de San Pedro Carchá.

La República de Guatemala “se encuentra dividida en ocho regiones, las que se establecen política y administrativamente en veintidós departamentos, entre los cuales se encuentra Alta Verapaz, en la zona norte del país, con sus diferentes municipios. Uno de ellos es San Pedro Carchá, A.V”¹.

Figura 1. **Mapa de ubicación del municipio de San Pedro Carchá**



Fuente: municipalidad de San Pedro Carchá Alta Verapaz.

1.2.2. Topografía

El municipio San Pedro Carchá cuenta con una extensión territorial de 1 082 kilómetros cuadrados, de los cuales la mayor extensión presenta una topografía irregular. Los grandes embudos que forman las cordilleras, cerros y numerosas hondonadas, presentan terreno tipo karst, principalmente. Una

¹ Información proporcionado por la dirección municipal de planificación de San Pedro Carchá.

característica específica de esas hondonadas es que carecen de salidas naturales, por lo que, generalmente terminan el embudo, en siguanes o barrancos.

1.2.3. Clima

El factor determinante de las condiciones climatológicas lo constituye la altura sobre el nivel del mar. La estación meteorológica más cercana a los proyectos está ubicada en Chabón y se denomina Chabón. En ella, se observan la elevación de la estación, temperatura, precipitación pluvial, temperatura, evapotranspiración potencial, brillo solar, humedad, velocidad de viento.

Tabla I. **Datos de la estación meteorológica Chabón**

Localidad	Elevación (Msnm).	Temperaturas Max – Min (C°)	Absolutas Max - Min	Precipitación (Milímetros)	Brillo Solar Total/Hrs/Promedio	Humedad Relativa (en %)	Velocidad de Viento (Km/hr.)	Evaporación (Milímetros)
Chabón	380	31.2 - 19.4	38.7 - 13.3	2386.3	-99	81	-99	-99

Fuente: Insivumeh, estación Meteorológica de Chabón.

1.2.4. Tipo de vivienda y actividad económica

Las características usuales de las viviendas en el casco urbano de San Pedro Carchá son las siguientes:

Las casas presentan estructura de block con techo de losa de concreto o lámina, puertas de metal y piso de cemento. Hay otras viviendas fabricados con adobe, techo de lámina, puertas rústicas de madera y piso de tierra.

Las del área rural están construidas con paredes de block techadas con lámina galvanizada, puertas de madera y piso de cemento; mientras que las localizadas en los lugares de difícil acceso, están construidas con adobe, techo de lámina y piso de tierra.

En el municipio predominan las viviendas de dos ambientes. Uno se destina al dormitorio y el otro funge como cocina-comedor. Esta distribución del espacio propicia la aglomeración y las condiciones antihigiénicas son evidentes porque humo que genera la combustión de leña permanece dentro de los ambientes.

1.2.5. Población y demografía

La población económicamente activa –PEA- del municipio es del 40 %. De esta, el 82 % son hombres y el 18 % son mujeres. Lo lamentable de ello es que a las mujeres del área rural no se les favorece con empleo. Cabe mencionar que, la mayoría de la PEA se emplea como mano de obra no calificada. Como consecuencia, la calidad de vida de las familias es deplorable. Por esta razón, es necesario generar programas de capacitación que contribuyan a mejorar los ingresos familiares mediante el involucramiento de la mujer. De esta manera se evitará la marginación femenina de las actividades que contribuyan al desarrollo personal y familiar.

El porcentaje de las mujeres que trabajan en actividades remuneradas no agrícolas es un total de 35,35 %, en tanto que la proporción que trabaja por cuenta propia o en empresas familiares es de 63,61 %. Entre las tareas que desarrollan por cuenta propia está la venta de los productos obtenidos por las actividades de traspatio, que generalmente, venden en los mercados locales. Uno de los factores que incide en esta práctica es la carencia de acceso a la

tierra para su labranza, ya que, es común que solo dispongan de minifundios familiares con extensiones que van de 1 a 30 cuerdas. Otro factor es la falta de asistencia técnica para mejorar la producción, comercialización e involucramiento de la mujer indígena.

De acuerdo con la información proporcionada por representantes del distinto micro regiones, la migración laboral se lleva a cabo durante los periodos de cosecha y la mayoría se dirige a la Ciudad capital, Petén, Puerto Barrios y San Marcos, principalmente, a la empresa minera.

1.3. Características de infraestructura

La función de los centros de población en la región varía según el tamaño, la localización y las vías de comunicación que los conectan con el resto de la región. Asimismo, el propio proceso de desarrollo de los centros de población ha propiciado la creación de zonas o microrregiones que funcionan con base en las interacciones económico-sociales

1.3.1. Servicios públicos

La cabecera municipal cuenta con servicios de: energía eléctrica, agua, centros educativos, centros de salud alcantarillado sanitario, rastro, cementerio, instalaciones deportivas, caminos balastados, pavimentados, transporte, mientras que en áreas rurales carecen de servicios vitales.

1.3.2. Educación

La educación es un elemento indispensable para impulsar el desarrollo del Municipio, por lo que se debe considerar como prioridad en las estrategias de la

inversión social. En áreas rurales, como Campur se cuenta con escuelas para fortalecer una educación integral, Secaranilá carece de escuela y de una vía de acceso, por eso, los pobladores tienen que hacer grandes recorridos para poder ir a la escuela.

1.3.3. Salud

- En Campur funciona un centro de salud atendido por un auxiliar de enfermería y un técnico en salud rural; se ubican en el centro de la aldea.
- Seqaquib carece de un centro de salud por la dificultad de acceso vial, los habitantes tienen que acudir al centro de salud más cercano el cual se localiza en Campur.

1.4. Características socioeconómicas

La evaluación de las características económicas de las aldeas donde se realizaran los proyectos, para posteriormente hacer un análisis financiero y determinar la rentabilidad de los proyectos

1.4.1. Origen de la comunidad

La misma se encuentra constituida por una sociedad dividida en grupos sociales y culturales heterogéneos, la mayoría de la población es indígena.

- El origen de la población de la aldea Campur es indígena, pertenecientes a la etnia quekchí. Hablan quekchí y español.

- El origen de la población de la aldea Secaquib es indígena, también perteneciente a la etnia quekchí. Hablan quekchí y español.

1.4.2. Actividad económica

- En la aldea Campur, el 80 % de la población se dedica a la agricultura, un 10 % se dedica a servicios generales y el otro 10 % emigra para trabajos fuera de la aldea.
- En la aldea Secaquib la actividad económica predominante es la agricultura (pacaya, maíz, frijol).

1.4.3. Idioma y religión

Los idiomas que habla la población de las aldeas Campur y Secaquib es el Quekchí y español; el 20 % son bilingües. Profesan las religiones católica y evangélica.

1.4.4. Cultura

Las tradiciones que aún se conservan en el municipio son las festividades de El Paabank. Se han heredado mitos y leyendas de los ancestros, entre ellas destacan el matrimonio, cuya costumbre consiste en pedir la mano de la mujer, solicitándola a los padres y reciben la bendición ante el sacerdote del pueblo. Luego, los padrinos los bendice en su propia casa; finalmente, comparten la tortilla como símbolo de la vida que llevarán en común.

1.4.5. Comercio

Las poblaciones se dedican a la agricultura, principalmente a los cultivos café, maíz, frijol y cardamomo.

1.4.6. Investigación diagnóstica sobre necesidades de servicios básicos e infraestructura de las aldeas Campur y Secaquib.

De acuerdo con la información obtenida de la municipalidad y visitas de campo realizadas a las diferentes aldeas del municipio de San Pedro Carchá, las necesidades básicas son.

1.4.6.1. Descripción de necesidades

Las necesidades que se presentan dependen de cada comunidad o población. Las más comunes en el municipio son el agua e infraestructura vial hacia las aldeas.

- Aldea Campur

Agua potable: la aldea Campur carece de un sistema adecuado, eficiente y capaz para satisfacer las necesidades de la aldea. Actualmente, subsanan la necesidad mediante la captación de agua pluvial, la cual les provoca enfermedades.

Alcantarillado sanitario: se cuenta con un sistema de drenaje para la región donde hay agua potable. En los sectores donde no existe alcantarillado, los desechos sólidos se depositan a flor de tierra. Esto es foco de

contaminación y malos olores. Es evidente el mal manejo de los desechos sólidos.

Centro de Salud: esta aldea cuenta con un centro de salud que tiene atención materna y emergencias primarias.

Infraestructura escolar: cuenta con escuelas de nivel primario y nivel básicos. Es indudable que la construcción de una escuela coadyuvará en el fomento de la superación personal.

Infraestructura vial: tiene infraestructura vial la cual permite la comercialización de productos agrícolas.

- Aldea Secaquib

Infraestructura vial: esta aldea carece de infraestructura vial ya que no tiene un acceso por ninguna de las aldeas cercanas.

Agua potable: carece de un sistema de abastecimiento. En la actualidad se abastecen mediante el agua pluvial, la cual es foco de enfermedades.

Alcantarillado sanitario: no cuenta con alcantarillado sanitario, los desechos sólidos se depositan a flor de tierra por lo que son foco de contaminación y malos olores. Es evidente el mal manejo de los desechos sólidos.

Centro de Salud: en esta aldea no hay un centro de salud, por lo que deben asistir a la aldea con centro de salud más cercano.

Infraestructura escolar: cuenta con escuelas de nivel primario y nivel básico. Es indudable que la construcción de una escuela coadyuvará en el fomento de la superación personal.

1.4.6.2. Análisis y priorización de las necesidades

De acuerdo con la evaluación anterior y comunicación con las comunidades, se llegó a la conclusión dar prioridad a las necesidades, de la siguiente forma:

- Aldea Campur
 - Agua potable
 - Alcantarillado sanitario
 - Infraestructura escolar

- Aldea Secaquib
 - Infraestructura vial
 - Agua potable
 - Alcantarillado sanitarios
 - Centro de salud
 - Infraestructura escolar

2. FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL

2.1. Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable para la aldea Campur, San Pedro Carchá, Alta Verapaz

A continuación se describe el proyecto Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable para la aldea Campur, San Pedro Carchá, Alta Verapaz

2.1.1. Descripción del proyecto

El proyecto consiste en el diseño del sistema de abastecimiento de agua potable, que beneficiará a 1 727 habitantes en el futuro. El periodo de diseño del proyecto es de 20 años, el tipo de servicio es predial y se contará con tanques de distribución de 70 metros cúbicos. La red de distribución se hará por medio de ramales abiertos y la fuente es un nacimiento tipo acuífero libre, el sistema de conducción se hará por bombeo.

2.1.2. Localización de la fuente de abastecimiento

Una fuente de agua se define como el lugar donde al agua brota naturalmente de la tierra, originándose del ciclo hidrológico, es decir, los procesos de circulación del agua a través de distintos medios, para el uso cotidiano del ser humano. El nacimiento se localizara en las coordenadas UTM (817657, 1728931), ubicadas a 1 km de la aldea.

2.1.3. Calidad del agua

Es el agua sanitariamente segura y agradable a los sentidos; es sanitariamente segura, no trasmite enfermedades y libre de sustancias tóxicas.

2.1.3.1. Análisis físico-químicos

El análisis físico – químico sanitario del agua indica si el agua está contaminada, también proporciona información para su estudio, pero no es suficientemente preciso para detectar pequeños grados de contaminación con aguas negras.

El análisis físico - químico sanitario demostró que el agua es potable, según lo que indica la Norma Coguanor NGO 29 001. En función de los diferentes parámetros evaluados, el agua se encuentra dentro de los límites máximos aceptables. Esto indica que es adecuada para el consumo humano como lo demuestra el informe del laboratorio que se adjunta en el anexo.

2.1.3.2. Análisis bacteriológico

Las pruebas bacteriológicas se han diseñado de manera que sean muy sensibles y específicas, para revelar cualquier contaminación en la muestra de agua. El propósito de estos es indicar su contaminación con aguas negras y la posibilidad de que puedan transmitir enfermedades al consumirla.

Acorde a los resultados que se exponen en el informe de laboratorio, se concluye que el agua es potable, el resultado garantiza que el agua es apta para consumo humano; sin embargo, se le incorporará un sistema de desinfección a base de pastillas de tricloro.

2.1.4. Levantamiento topográfico

Consiste en hacer una topografía de un lugar, describiendo el terreno en concreto. Mediante el levantamiento topográfico, se realiza un escrutinio de una superficie, incluyendo las características naturales y artificiales de esa superficie.

2.1.4.1. Altimetría

Es la diferencia de alturas de un terreno. Generalmente, se proyecta en un plano vertical, la cual es conocida como superficie o plano de comparación.

Una vez realizado el levantamiento por medio de estación total, los datos recabados son puntos con descripción Z, a lo largo de la línea central de la conducción, red de distribución, viviendas y estructuras para el proyecto.

2.1.4.2. Planimetría

Es la parte de la topografía que comprende los métodos y procedimientos para la representación a escala, sobre una superficie plana, de todos los detalles interesantes del terreno.

El levantamiento se realizó por medio de estación total, los datos recabados son coordenadas X-Y. A partir de este se trazó la línea central de línea de conducción y red distribución, y se ubicaron las viviendas y estructuras para el proyecto. El equipo que se utilizó fue una estación total digital con dos prismas y brújula

2.1.5. Criterios y parámetro de diseño

Para el diseño del sistema de agua, se deben tomar en cuenta las normas de diseño donde se considera la ubicación, clima cálido o frío, tipo de fuente, aforo, población, tipo de servicio, población futura, tasa de crecimiento y área para construcción de tanques de captación y distribución.

2.1.5.1. Periodo de diseño

Es el tiempo para el cual se considera que el diseño de un acueducto o sistema de agua potable será funcional, y cumplirá su cometido (abastecer de agua a una comunidad) con eficiencia. Para determinarlo se tomarán en cuenta los factores siguientes:

- Vida útil de los materiales
- Costo y tasa de interés
- Calidad de los materiales y de la construcción
- Población de diseño

Un periodo recomendado por la Unidad Ejecutora del Programa de Acueductos Rurales (UNEPAR) es de 20 años, Para este proyecto se determinó utilizar un periodo de diseño de 20 años, para el equipo de bombeo, de 10 años.

2.1.5.2. Tasa de crecimiento poblacional

En el municipio de San Pedro Carchá se tiene una tasa de crecimiento poblacional de 3 % anual, la cual fue obtenida del último censo realizado por el Instituto Nacional de Estadística (INE) en el año 2002.

2.1.5.3. Dotación

Es la cantidad de agua asignada a una persona en un día, expresado en l/ha/d. Esta debe satisfacer las necesidades de consumo de los habitantes para que desarrollen sus actividades diarias de la mejor manera.

La dotación se debe definir, tomando en cuenta las características, como el clima, nivel socioeconómico, tipo de abastecimiento y costumbre de donde se ubicará el proyecto. En este caso, se adoptó una dotación de 80 l/ha/d de acuerdo con lo convenido entre Cocode de la aldea y la municipalidad.

Tabla II. **Tabla de dotación de agua potable**

Tipo de zona	Clima	Dotación (lts./hab./día)	Tipo de conexión
Rural		40 – 60	Llena cántaros
	Frio	60 – 90	Predial
	Cálido	90 – 120	Predial
Urbana	Frio	120 – 150	Domiciliar
	Cálido	150 – 200	Domiciliar
Metropolitana		200 – 300	Domiciliar

Fuente: Quezada, abril de 2005.

2.1.5.4. Estimación de población futura

Para determinar la estimación de la población de diseño se deben tomar en cuenta las condiciones sociales, estos son factores que determinan o condicionan su crecimiento.

Se requiere de un cálculo aproximado de la población objetivo, durante el periodo de diseño, ya que este presentará variaciones en el transcurso del

tiempo, como un crecimiento de población, por natalidad, mortalidad, inmigración y emigración.

Los métodos para estimar la población futura son: aritmético, exponencial y geométrico. Para este proyecto se usará el método geométrico, ya que el crecimiento de población, en Guatemala, se ajusta a la proyección de este método. Consiste en el cálculo de la población con base en la tasa de crecimiento poblacional, que se tiene registrado por los censos de población; debe proyectarse según el periodo de diseño que se estime el proyecto.

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

Donde

P_f = Población al final del período de diseño (habitantes)

P_o = Población en el año inicial del período de diseño (habitantes)

r = Tasa de crecimiento anual (%)

n = Periodo de diseño (años)

En este caso, se utilizó la tasa de crecimiento del 3%, según INE y la Dirección Municipal de Planificación, del municipio de San Pedro Carchá, se determinó una población de 956 habitantes, y el periodo de diseño de 20 años, se tiene la información siguiente:

$$P_o = 956$$

$$r = 3 \%$$

$$n = 20 \text{ años}$$

$$P_f = 956 * (1 + 0.03)^{20} = 1\,727 \text{ habitantes}$$

$$P_f = 1\,727 \text{ habitantes}$$

2.1.5.5. Caudal de diseño

El caudal de diseño es el que se necesita transportar por la tubería: uno por la línea de conducción y otro por la red de distribución; ambos se verán afectados por los siguientes factores:

2.1.5.5.1. Factor de día máximo (fdm)

Este factor depende del consumo máximo de un día durante el registro de un año, varía según el sector al cual se servirá. Este factor puede variar de 1,2 a 1,5, se recomienda utilizarlo de la siguiente forma:

Poblaciones menores de 1 000 habitantes un fdm de 1,4 a 1,5

Poblaciones mayores de 1 000 habitantes un fdm de 1,2

El factor de día máximo a utilizar en el proyecto es de 1,2, por que la población futura es mayor a 1000 habitantes.

2.1.5.5.2. Factor de hora máximo

Es el factor de consumo máximo de una hora en el transcurso del día, se usa para el diseño de la red de distribución y varía de 2 a 3.

Poblaciones menores de 1 000 habitantes un fhm de 2 a 3

Poblaciones mayores de 1 000 habitantes un fhm de 2

El factor de hora máximo a utilizar es de 2 por que la población futura excede más de los 1000 habitantes.

2.1.5.6. Caudal medio diario

Es la cantidad de agua requerida para satisfacer las necesidades de una población en un día de consumo promedio. El caudal medio diario se calcula según la ecuación:

$$Qmd = \frac{P_f(Dot)}{8\ 6400}$$

Donde

Qmd = caudal medio en l/s

P_f = poblacion futura

Dot = dotación en l/ha/d

$$Qmd = \frac{1\ 727(80)}{8\ 6400}$$

$$Qmd = 1,6\ l/s$$

2.1.5.7. Caudal máximo diario

Es el caudal con que se diseña la línea de conducción, el cual corresponde al mayor consumo que se da en un día del año. Se adoptó un f_{dm} para el proyecto, un factor de 1,2.

$$Q_{max\ d} = F_{dm} * Qmd$$

Donde

FDM = Factor de día máximo

Qmd = Caudal medio

Sustituyendo tenemos que:

$$Q_{\max d} = 1,2(1,6l/s)$$

$$Q_{\max d} = 1,92$$

2.1.5.8. Caudal máximo horario

El caudal máximo horario se utiliza para diseñar la red de distribución. Se define como el máximo consumo de agua observado durante una hora del día, en el periodo de un año.

$$Q_{\max h} = Fdh * Qmd$$

Donde

$Q_{\max h}$ = caudal maximo horario, l/s

Fmh = factor máximo horario

Qmd = caudal medio diario, l/s

Sustituyendo tenemos que:

$$Q_{\max h} = 2(1,6l/s)$$

$$Q_{\max h} = 3,2 l/s$$

2.1.5.9. Caudal de bombeo

Para determinar el caudal de bombeo es importante definir antes el período de bombeo, el cual se determina en función del caudal que proporciona la fuente. En este caso, se determina por medio del que se necesita para abastecer a todas las viviendas en este proyecto.

Dicho período afecta directamente el diámetro de la tubería de descarga, la potencia de la bomba y las dimensiones del tanque de alimentación. De acuerdo con U.N.E.P.A.R., las horas de bombeo, utilizadas para motores diésel, es de 8 a 12 horas, por lo que se asumió 12 horas de bombeo.

Es importante aclarar que el equipo de bombeo es el que debe diseñarse para un período de 10 años.

$$Qb = \frac{(Q_{maxd} * Tb)}{24}$$

Donde

Qb = Caudal de bombeo en l/s

Q_{maxd} = Caudal máximo diario l/s

Tb = Número de horas de bombeo al día

$$Qb = \frac{(1,92 * 12)}{24} = 3,84$$

2.1.6. Diseño hidráulico

El estudio de la hidráulica tiene que ver con el uso, características y manejo de los líquidos.

2.1.6.1. Captación

El diseño de la obra de captación deberá realizarse tomando en cuenta el caudal máximo diario, la captación garantiza que el caudal sea continuo. Esta obra es la encargada de recolectar el agua proveniente del nacimiento. La aldea cuenta con un tanque de captación que solo necesita limpieza y mantenimiento

2.1.6.2. Línea de conducción por bombeo

La tubería de descarga se coloca inmediatamente después de la bomba, en un sistema de abastecimiento de agua potable para el área rural. Esta tubería descarga el líquido a un tanque de distribución, aunque se podría conectar directamente a la tubería de distribución.

De acuerdo con las normas de UNEPAR, la velocidad requerida debe ser entre 0,4 m/s a 3 m/s. Además, debe colocarse en la ruta más directa posible, desde la bomba hasta el punto de descarga. En las líneas de impulsión o bombeo, se aconseja utilizar un solo diámetro para toda la línea, este diámetro recibe el nombre de diámetro económico. Una vez determinado el caudal de bombeo, se puede diseñar la tubería de descarga con la siguiente ecuación:

$$\Phi = \sqrt{\frac{1,974 * Qb}{V}}$$

Donde

Φ = diámetro óptimo para bombeo

Qb =caudal de bombeo

V = velocidad entre 0,4 a 3 m/s

Se procede a verificar la velocidad y la pérdida de carga, para obtener los diámetros comerciales inmediatos inferior y superior.

Sustituyendo los datos

$V = 0,4$ m/s mínima

$V = 3$ m/s máxima

$Q_b = 3,84$ l/s

$$\Phi_{1_{vel\ max}} = \sqrt{\frac{1,974 * 3,84}{0,4}} = 4,35 \quad \Phi_{2_{vel\ min}} = \sqrt{\frac{1,974 * 3,84}{3}} = 1,59$$

Los diámetros efectivos son los que se encuentran entre 1,59 y 4,35

Los diámetros efectivos comerciales 2 ½, 3, 4 y 5.

Chequeo de velocidades de diámetros comerciales

$$V_1 = \frac{1,974 * 3,84}{(2,655)^2} = 1,08$$

$$V_2 = \frac{1,974 * 3,84}{(3,23)^2} = 0,73$$

$$V_3 = \frac{1,974 * 3,84}{(4,154)^2} = 0,44$$

Nota: La tubería de diámetro \emptyset_5 no se incorpora en el diseño porque la velocidad es menor 0,4 m/s.

Amortización

$$A = \frac{r * (r + 1)^n}{(r + 1)^n - 1}$$

Donde

A = amortización

r = Tasa de interés

n = número de meses que se desea pagar la tubería

$$A = \frac{1,25\% * (1,25\% + 1)^{120}}{(1,25\% + 1)^{120} - 1} = 0,016$$

Cálculo de tubería que se utilizará

$$CT = \frac{L * 1,05}{6m}$$

Donde:

L = longitud de impulsión

$$CT = \frac{810,06}{6m} = 135 \text{ tubos}$$

Tabla III. **Costo por tubo de PVC**

Diámetro	Amortización	Costo de la tubería	Cantidad De tubos	Costo por mes	Costo de tubos
2 ½	0,016	Q 230,00	135	Q 501,32	Q 31,073,00
3	0,016	Q 339,00	135	Q 738,90	Q 45,798,90
4	0,016	Q 548,00	135	Q 1 194,44	Q 74,034,80

Fuente: elaboración propia.

Calcular las pérdidas de carga con la ecuación de Hazen & Williams

Qb= 3,84

L=841,48

C=150

Tubería de 250 psi

$$hf_{2 \ 1/2} = \left(\frac{1\ 743,811 * 841,48 * 3,84^{1,85}}{150^{1,85} * (2,095)^{4,87}} \right)$$

$$hf_{2 \ 1/2}'' = 17,87$$

$$hf_3 = \left(\frac{1\ 743,811 * 841,48 * 3,84^{1,85}}{150^{1,85} * (3,088)^{4,87}} \right)$$

$$hf_3'' = 6,86$$

$$hf_4 = \left(\frac{1\ 743,811 * 841,48 * 3,84^{1,85}}{150^{1,85} * (3,97)^{4,87}} \right)$$

$$hf_4'' = 2,02$$

Pérdida por velocidad

$$H_{2,5} = \frac{(1,21)^2}{2 * (9,8)}$$

$$H_{2,5} = 0,07$$

$$H_3 = \frac{(0,84)^2}{2 * (9,8)}$$

$$H_3 = 0,40$$

$$H_3 = \frac{(0,47)^2}{2 * (9,8)}$$

$$H_3 = 0,10$$

En pérdidas menores se aplicará un 10 % de la sumatoria de todas las pérdidas.

$$H_{2,5} = 10\%(88 + 19,19 + 0,07)$$

$$H_{2,5} = 10,65$$

$$H_3 = 10\%(88 + 7,9 + 0,04)$$

$$H_3 = 9,51$$

$$H_4 = 10\%(88 + 1,95 + 0,01)$$

$$H_4 = 9,03$$

Sumatoria de todas las pérdidas más un factor de seguridad de 5

$$CDT_{2,5} = 88 + 17,87 + 0,07 + 10,62 + 5 = 123,15$$

$$CDT_3 = 88 + 6,86 + 0,04 + 9,51 + 5 = 110,67$$

$$CDT_4 = 88 + 2,02 + 0,01 + 9,03 + 5 = 104,30$$

2.1.6.3. Determinación de la potencia de la bomba

Se determinó la colocación de una bomba de eje horizontal. Para el cálculo de la potencia de la bomba se utiliza la expresión matemática siguiente:

$$POT = \frac{CDT * Q_b}{76 * e_b}$$

Donde

Q_b = caudal de bombeo (l/s)

CDT = carga dinámica total (m)

e_b = eficiencia de la bomba (60 % - 70 %)

P = potencia requerida por la bomba (hp)

$$POT_{(2\frac{1}{2})} = \frac{123,15 * 3,84}{76 * (60\%)}$$

$$POT_{(2\frac{1}{2})} = 10,25 \text{ HP}$$

$$POT_{(2\frac{1}{2})} = (10,25 \text{ HP}) * (0,746) = 7,64 \text{ kw}$$

$$POT_{(3)} = \frac{110,67 * 3,84}{76 * (60\%)}$$

$$POT_{(3)} = 9,23 \text{ HP}$$

$$POT_{(3)} = (9,32 \text{ HP}) * (0,746) = 6,88 \text{ kw}$$

$$POT_{(4)} = \frac{104,30 * 3,84}{76 * (60\%)}$$

$$POT_{(4)} = 8,77 \text{ HP}$$

$$POT_{(4)} = (8,67 \text{ HP}) * (0,746) = 6,62 \text{ kw}$$

2.1.6.4. Selección del tipo de bomba

El diseño de cada bomba es diferente según su fabricante y características, por lo que, para elegirla correctamente, todos los fabricantes de bombas publican la curva de operación, que no es más que la gráfica de cuánta presión y flujo, combinados puede dar. Para este proyecto se escogerá una bomba que cumpla con la potencia de bombeo y al precio de bombeo mensual, para un diámetro óptimo de 3 pulgadas con un costo mensual de Q. 5 101,30.

Tabla IV. Selección de bomba

Ø	POT (hp)	POT (kw)	Horas De bombeo	Costo mensual (diésel)	Costo mensual (energía)	Costo total (diésel)	Costo total (energía)
2,5	10	7,74	360	Q4 853,39	Q5 291,69	Q5 354,71	Q5 793,01
3	10	6,95	360	Q4 362,40	Q4 756,36	Q5 101,30	Q5 495,26
4	10	6,54	360	Q4 103,46	Q4 474,03	Q5 297,90	Q5 668,47

Fuente: elaboración propia.

2.1.6.5. Golpe de ariete

Se denomina golpe de ariete al choque violento que se produce sobre las paredes de un conducto forzado, cuando el movimiento líquido es modificado bruscamente. En otras palabras, el golpe de ariete se puede presentar en una

tubería que conduzca un líquido hasta el tope, cuando se tiene un frenado o una aceleración en el flujo la ecuación es:

$$a = \frac{1420}{\sqrt{1 + \frac{K}{E} * \frac{Di}{e}}}$$

Donde

K = módulo de elasticidad del agua

E = módulo de elasticidad del material

Di = diámetro interno del tubo

e = espesor de pared del tubo (mm)

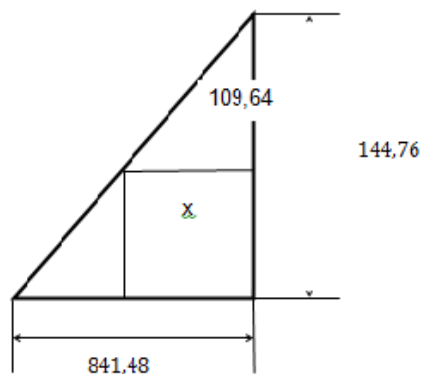
$$a = \frac{1420}{\sqrt{1 + \frac{20670}{28100} * \frac{78,44}{5,23}}}$$

$$a = 35,12$$

Caso crítico en sistemas de conducción o impulsión es cuando se suman el CDT de la tubería con los resultados del golpe de ariete.

$$\text{Caso Critico} = 109,64 + 35,12$$

$$\text{Caso Critico} = 144,76 \text{ mca}$$



El método de triángulos semejantes para determinar a qué distancia se encuentra el caso crítico a lo largo de toda la tubería.

$$\frac{x}{841,48} = \frac{109,64}{144,90}$$

$$x = \frac{109,64(841,48)}{144,90}$$

$$x = 637,33 \text{ mt}$$

Esto significa que en una distancia de 637,33 m puede ubicar tubería de 160 psi y una distancia de 204,08 m tubería de 250 psi a partir del equipo de bombeo y se recomienda colocar una válvula de cheque en el punto donde se unen las tuberías para aliviar el golpe de ariete.

2.1.6.6. Tanque de Almacenamiento

Para este proyecto, se diseñará un tanque semienterrado con estructura a base de muros de gravedad de concreto ciclópeo y cubierta de losa de concreto reforzado, el diseño se detalla a continuación.

- Cálculo de volumen:

$$VT = \frac{\% * Qmd * 8\ 6400}{1\ 000}$$

$$VT = \frac{42\% * 1,92 * 86\ 400}{1\ 000}$$

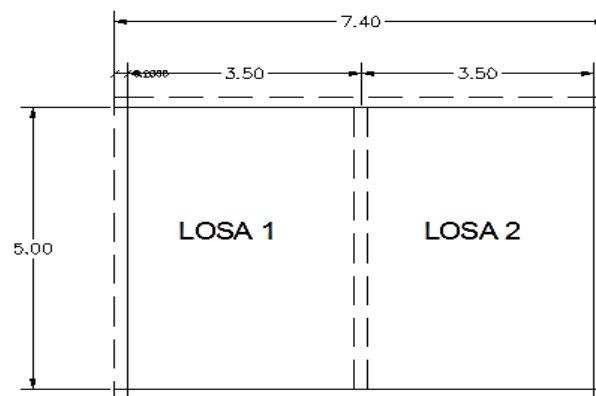
$$VT = 69,62 \quad \sim \sim \quad VT = 70,00 \text{ m}^3$$

Las dimensiones del tanque serán de 7 m de largo y 5 m de ancho y una profundidad de 2 m, con el cual se tendrá un volumen de 70 m^3 .

- Diseño de losa

Con base en el método 3 de la *American Concrete Institute (ACI)*, se diseñarán las losas; dos iguales de 3,5 mts x 5,00 mts, unidas por viga intermedia, tal como se muestra en la siguiente figura.

Figura 2. **Esquema de losa del tanque de almacenamiento**



Fuente: elaboración propia.

Si la relación $m = a/b$ es mayor que 0,5 debe diseñarse en 2 sentido; si es menor que 0,5 se diseñará en un sentido.

Donde

a = lado de menor longitud de la losa

b = lado de mayor longitud de la losa

Tabla V. **Funcionamiento de las losas**

Descripción	LOSA 1	LOSA 2
m=a/b	0,70>0,5	0,70>0,5

Fuente: elaboración propia.

Para determinar el espesor de la losa (t) se utilizará la siguiente ecuación.

$$t = \frac{\text{perímetro}}{180} \qquad t = \frac{2(3,5) + 2(5)}{180}$$

$$t = 0,094m$$

El espesor que se utilizará es de 10 cm

- Integración de cargas
 - Carga muerta (CM)

Se considera el peso propio de la losa y las sobrecargas.

$$CM = \delta_c * t + \text{sobrecarga}$$

$$CM = (2 - 400 \frac{\text{Kgs}}{\text{m}^3} * (0,10\text{mts})) + 50 \text{ Kgs/m}^2$$

$$CM = 290 \text{ kgs/m}^2$$

- Carga viva (CV)

Debido a que la losa únicamente soportará cargas en ocasiones eventuales por ser solo de cubierta, se asumirá una CV = 150 Kgs/m²

Carga última (CU)

También conocida como carga de diseño, se tomará en cuenta la carga muerta y la carga viva.

$$CU = 1,4CM + 1,7CV$$

$$CU = 1,4(290) + 1,7(150)$$

$$CU = 661$$

Determinación de momentos

Para determinar los momentos negativos y positivos en los puntos críticos de la losa, se emplearán las ecuaciones especificadas por la ACI:

$$MA (-) = CAn * CU * A2$$

$$MB (-) = CBn * CU * B2$$

$$MA (+) = CAcm * Cmu * A2 + CAcv * CVu * A2$$

$$MB (+) = CBcm * Cmu * B2 + CBcv * CVu * B2$$

Donde

C_{An} = Coeficiente (-) en A, según relación a/b y empotramiento.

C_{Bn} = Coeficiente (-) en B, según relación a/b y empotramiento.

C_{Acm} = Coeficiente de carga muerta (+) en A, según relación a/b y empotramiento.

C_{Acv} = Coeficiente de carga viva (+) en A, según relación a/b y empotramiento.

C_{Bcm} = Coeficiente de carga muerta (+) en B, según relación a/b y empotramiento.

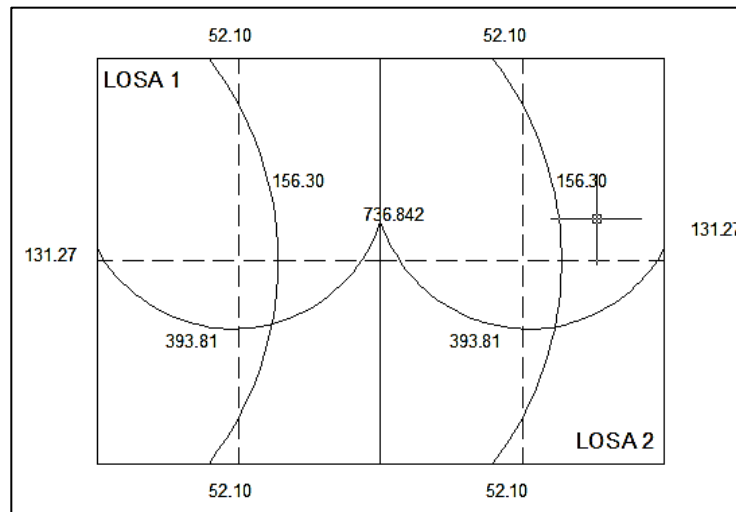
C_{Bcv} = Coeficiente de carga viva (+) en B, según relación a/b y empotramiento.

Tabla VI. **Cálculo de momento positivos y negativos**

Descripción	Losa 1	Losa 2
Relación $m=a/b$	0,07	0,70
Caso del ACI	Caso 6	Caso 6
MA (-) (Kg-m)	736,84975	736,84975
MB (-) (Kg-m)	No existe	No existe
MA (+) (Kg-m)	393,813	393,813
Mb (+) (Kg-m)	156,3	156,3

Fuente: elaboración propia.

Figura 3. **Diagrama de momentos de la losa del tanque de almacenamiento**



Fuente: elaboración propia.

Nota: como las losas son simétricas no hay necesidad de balancear los momentos porque son iguales.

Diseño de acero de refuerzo

El refuerzo para la losa se diseña considerando una viga de ancho unitario de un metro; el procedimiento es el siguiente:

Suponiendo varillas núm, 3

$$d = 10\text{cms} - 2,5$$

$$d = 7,5$$

Acero mínimo (A_{smin}) que deberá de utilizarse para refuerzo:

$$A_{smin} = 14,1 * 100 * \frac{d}{2} 810$$

$$A_{smin} = 14,1 * 100 * \left(\frac{7,5}{2} 810\right)$$

$$A_{smin} = 3,76$$

Espaciamiento mínimo (S_{min}) para el acero mínimo (A_{smin}):

$$3,76 \text{ cms}^2 \rightarrow 100 \text{ cms}$$

$$0,71 \text{ cms}^2 \rightarrow S_{min} \Rightarrow S_{min} = 18,88 \text{ cms}$$

Cálculo del momento resistente $A_{smin} = 3,76 \text{ cms}^2$

$$Mu = \varphi \left[A_{smin} * Fy \left(d - \left(\frac{A_{smin} * Fy}{1,7 * F'c * b} \right) \right) \right]$$
$$Mu = 0,9 \left[3,76 * 2810 \left(7,5 - \left(\frac{3,76 * 2810}{1,7 * 210 * 100} \right) \right) \right]$$

$$Mu = 68 - 503,55 \text{ Kg} - \text{cm}$$

$$Mu = 685,035 \text{ Kg} - m$$

Para los momentos menores o igual a Mu_{Asmin} , colocará, $Asmin$, con espaciamiento de 18 cm; para los momentos mayores al Mu_{Asmin} , calcular el área del acero requerido de la siguiente forma:

$$MA (-) = 736,84975 \text{ Kg.} - mt$$

$$A_{sreq} = \left[b * d - \sqrt{(b * d)^2 - \frac{Mu * b}{0,003825 * f'c}} \right] * 0,85 \left[\frac{f'c}{fy} \right]$$

$$A_{sreq} = \left[100 * 7,5 - \sqrt{(100 * 7,5)^2 - \frac{736,849 * 100}{0,003825 * 210}} \right] * 0,85 \left[\frac{210}{2810} \right]$$

$$A_{sreq} = 4,06$$

Calculando espaciamiento (S_{req}) para el acero requerido (A_{sreq}):

$$4,06 \text{ cms}^2 \rightarrow 100 \text{ cms}$$

$$0,71 \text{ cms}^2 \rightarrow S_{req} \Rightarrow S_{req} = 17,43 \text{ cms}$$

Por armado se va a utilizar un espaciamiento de $S_{req} = 15 \text{ cms}$ en ambos sentidos.

Tabla VII. **Áreas de acero y espaciamientos para momentos actuantes**

Tipo de Momento	Momento	Espesor de losa	Peralte	Asreq	Smax
(-)	52,10	10	7,5	3,76	15
(-)	131,27	10	7,5	3,76	15
(+)	156,30	10	7,4	3,76	15
(+)	393,81	10	7,5	3,76	15
(-)	736,84	10	7,5	4,06	15

Fuente: elaboración propia.

Verificación por corte

Los esfuerzos por corte deberán ser resistidos únicamente por el concreto que conforma la losa, por eso, solo se comprueba si el espesor de la losa es el adecuado para soportar los esfuerzos.

Cálculo del corte máximo actuante:

$$V_{max} = \frac{CU * l}{2}$$

$$V_{max} = \frac{661 * 5,20}{2}$$

$$V_{max} = 1\ 718,6\ kg$$

Cálculo del corte máximo resistente:

$$V_{res} = 45 * f'c * t$$

$$V_{res} = 45 * 210 * 10$$

$$V_{res} = 9\ 4500$$

Como $V_{\max} < V_{\text{res}}$ significa que el espesor es adecuado y la losa resiste los esfuerzos de corte.

- Diseño de viga que divide la losa

Datos:

$$F'c = 210 \text{ kgs/cm}^2$$

$$Fy = 2,810 \text{ kgs/cm}^2$$

$$t = 10 \text{ cms (losa)}$$

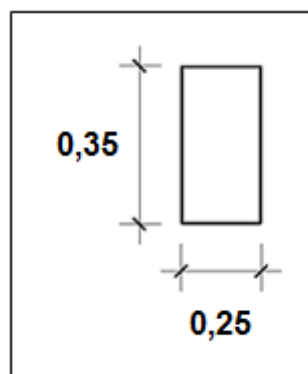
$$\delta c = 2\,400 \text{ kgs/m}^3$$

$$\text{Recubrimiento} = 4 \text{ cm}$$

$$d = 35 \text{ cms} - 4 \text{ cm} = 31 \text{ cm}$$

$$CU = 661 \text{ kgs/mt}^2$$

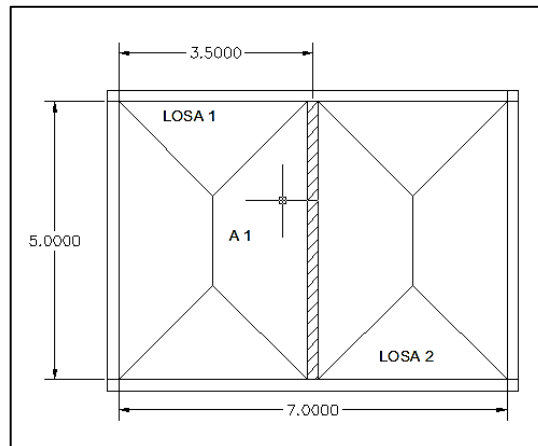
Figura 4. **Sección de viga intermedia del tanque de almacenamiento**



Fuente: elaboración propia,

Con las dimensiones propuestas de la viga se determina el peso de la viga y el peso de la losa por medio de método de áreas tributarias.

Figura 5. Diagrama de áreas



Fuente: elaboración propia.

$$A1 = \frac{5 + 1,5}{2} * (1,75)$$

$$A1 = 5,69$$

Peso de la losa sobre la viga del área A1

$$w1 = \frac{CU * A1}{L}$$

$$w1 = \left(\frac{661 * 5,69}{5} \right) * 2 = 751,88$$

Peso propio de la viga

$$W_{viga} = 1,4 * (b * h * \gamma_{concreto})$$

$$W_{viga} = 1,4 * (0,35 * 0,25 * 2400)$$

$$W_{viga} = 294,00$$

Carga total

$$W_{Total} = W_{Vigo} + 2 * w1$$
$$W_{Total} = 294,00 + 2(751,88)$$
$$W_{Total} = 1\ 798,43$$

Determinación de momentos y constante actuante en la viga.

Momento negativo

$$M(-) = \frac{CT * L^2}{8}$$
$$M(-) = \frac{1\ 797,78 * 5^2}{8}$$
$$M(-) = 5\ 618,05$$

Momento positivo

$$M(+) = \frac{CT * L^2}{12}$$
$$M(+) = \frac{1\ 797,78 * 5^2}{12}$$
$$M(+) = 3\ 745,36$$

Corte último

$$Vu = \frac{CT * L}{2}$$
$$Vu = \frac{1\ 797,78 * 5}{2}$$
$$Vu = 4\ 494,44$$

Cálculo de área requerida

$$A_{sreq} = \left[b * d - \sqrt{(b * d)^2 - \frac{Mu * b}{0,003825 * f'c}} \right] * 0,85 \left[\frac{f'c}{fy} \right]$$

Cálculo de área de acero máximo (A_{smax})

$$A_{smax} = \rho_{max} * b * d$$
$$\rho_b = \frac{\beta_1 * (0,003) * (Es) * (0,85) * f'c}{fy * (fy + (0,003 * Es))}$$
$$\rho_b = \frac{0,85 * (0,003) * (2\ 100\ 000) * (0,85) * 210}{2810 * (2810 + (0,003 * 2\ 100\ 000))}$$

$$\rho_b = 0,037$$

$$\rho_{max} = 0,5 * \rho_b$$

$$\rho_{max} = 0,5 * (0,037)$$

$$\rho_{max} = 0,0185$$

$$A_{smax} = (0,0185) * (25) * (31)$$

$$A_{smax} = 14,34$$

Cálculo de área de acero mínimo (A_{smin})

$$A_{smin} = \rho_{min} * b * d$$

$$A_{smin} = \frac{14,1}{fy} * b * d$$

$$A_{smin} = \frac{14,1}{2\ 810} * (25) * (31)$$

$$A_{smin} = 3,89$$

Como

$A_{smin}=3,89 < A_{sreq}=7,78 < A_{smax}=14,34$ la viga es simplemente reforzada.

Refuerzo longitudinal

Se calculan las áreas requeridas para cada momento, cuidando de mantenerlas dentro del rango permisible.

Para el M (-) 5 618,05 kgs/mts se tiene un área de:

$$A_{sreq} = \left[0,25 * 0,31 - \sqrt{(0,25 * ,031)^2 - \frac{5\ 618,05 * 0,25}{0,003825 * 210}} \right] * 0,85 \left[\frac{210}{2810} \right]$$

$$A_{sreq} = 7,78$$

Para el M(+) 3745,36 kgs/mts se tiene un área de:

$$A_{sreq} = \left[0,25 * 0,31 - \sqrt{(0,25 * ,031)^2 - \frac{3745,36 * 0,25}{0,003825 * 210}} \right] * 0,85 \left[\frac{210}{2810} \right]$$

$$A_{sreq} = 5,03$$

Acero transversal

Este es el refuerzo por corte, se suministra en forma de estribos espaciados a intervalos variables a lo largo del eje de la viga según sea necesario, El procedimiento para el diseño de los estribos es el siguiente:

Cálculo de esfuerzo de corte

$$Vcu = \varphi * (0,53) * \sqrt{f'c} * (b) * (d)$$

$$Vcu = (,85) * (0,53) * \sqrt{210} * (25) * (31)$$

$$Vcu = 5\ 059,483$$

Como el corte resistente es mayor al corte actuante no necesita refuerzo transversal, por corte, solo colocar estribo a $S_{max}=d/2$, esto quiere decir que se colocara cada 15 cm.

Diseño del muro

El muro se puede diseñar y construir de mampostería reforzada, concreto ciclópeo y concreto reforzado. Para este proyecto se optó por utilizar la piedra, que es un material local que predomina en la comunidad, por lo que será muro de gravedad. El tanque será semienterrado, cuya condición crítica se da cuando el tanque se encuentre completamente lleno.

El diseño consiste en verificar que las presiones máximas que se ejercen sobre las paredes del tanque y sobre el suelo, no afecten la estabilidad del tanque,

El muro tendrá una altura total de 3 m considerando que la altura del nivel del agua es de 2,00 m.

Donde

$$\gamma_{suelo} = 1\,500\text{kg/m}^3$$

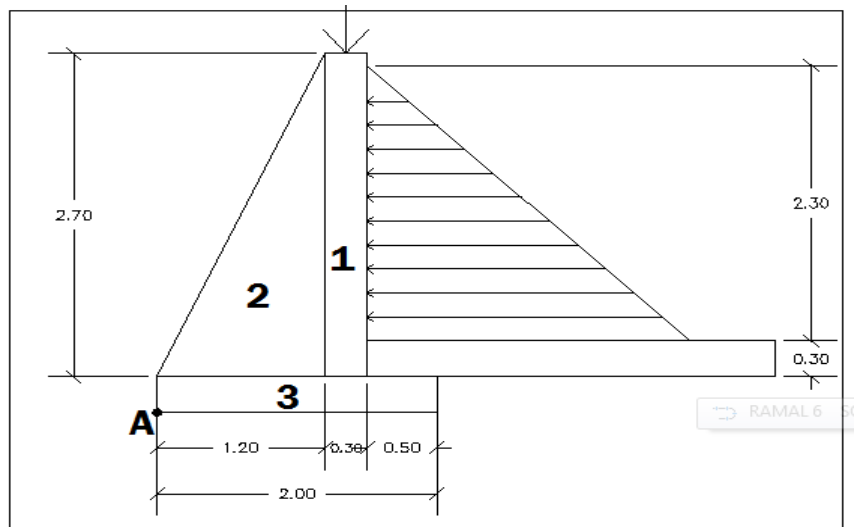
$$\gamma_{agua} = 1\,000\text{kg/m}^3$$

$$\gamma_{concreto} = 2\,400\text{kg/m}^3$$

$$\gamma_{ciclopeo} = 2\,500\text{kg/m}^3$$

$$\text{Valor soporte} = 20\text{ T/m}^3 \text{ (asumido)}$$

Figura 6. Dimensiones del muro



Fuente: elaboración propia.

Cálculo del peso de la losa hacia el muro

$$W_{\text{losa}} = 1\,797,78$$

Carga uniformemente distribuida que ejerce la viga sobre el muro,

$$W_{\text{viga}} = 1,4(\gamma_{\text{concreto}} * b * d)$$

$$W_{\text{viga}} = 1,4(2400 * 0,35 * 0,25)$$

$$W_{\text{viga}} = 294\text{kg/m}$$

Sumatoria de peso de viga y peso de losa

$$W = W_{\text{losa}} + W_{\text{viga}}$$

$$W = 1\,797,78 + 294$$

$$W = 2\,091,78\text{ kg/m}$$

$$M_w = \left(2\,007,78 \frac{\text{kg}}{\text{m}}\right) (1,5 + ,15) = 3\,312,837$$

- Empuje activo

$$Ea_{agua} = \frac{\gamma_{agua} * H^2}{2}$$

$$Ea_{agua} = \frac{1\,000 * (2,3)^2}{2} = 2\,645 \text{ kg}$$

- Empuje pasivo

$$Ep = \frac{\gamma_{suelo} * H^2 * ka}{2}$$

$$Ep = \frac{1500 * (1,3)^2}{2} \left(\frac{1 + \text{sen}(20)}{1 - \text{sen}(20)} \right) = 2\,585,54 \text{ kg}$$

Tabla VIII. **Momento producido por peso propia del muro**

Figura	Área	W(kg)	Brazo (m)	M(T-m)
1	0,81	2 025,00	1,355	2 070
2	1,62	4 050,00	0,80	2 000
3	0,60	1 500,00	1,00	1 500
sumatoria		7 800,00		7 777,50

Fuente: elaboración propia.

Momento de volteo

$$M_v = E_a * H/3$$

$$M_v = 2\,645 * \left(\frac{2,3}{3} + 0,60\right)$$

$$M_v = 3\,614,83 \text{ kg} - \text{m}$$

Verificación

Contra volteo ($F_s > 1,5$)

$$F_{sv} = \frac{M_r + M_{\text{losa y viga}}}{M_v}$$
$$F_{sv} = \frac{7\,777,50 + (1,35 * 2\,091,78)}{3\,614,83}$$
$$F_{sv} = 2,93$$

Deslizamiento ($F_s > 1,5$)

$$F_d = W_t * (0,9) \text{ Tang}(\emptyset)$$
$$F_d = (7\,800,00 + 2\,091,77) * (0,90) * \text{tang}(28)$$
$$F_d = 5,26$$
$$F_{sd} = \frac{F_d}{E_a}$$
$$F_{sd} = \frac{5,26}{2,645}$$
$$F_{sd} = 1,99$$

Presión en el suelo bajo la base del muro

$$a = \frac{(M_r - M_v)}{W_t}$$
$$a = \frac{1\,0601,39 - 3614,83}{9\,891,77}$$
$$a = 0,71$$

Cálculo de presiones mínimas y máximas

$$e_x = \frac{B}{2} - x$$

$$e_x = \frac{2,00}{2} - 0,71$$

$$e_x = 0,29\text{m}$$

$$S_x = \frac{B}{6}(L)$$

$$S_x = \frac{(2,00)^2}{6}(1) = 0,67$$

Cálculo de la presión que el muro transmite al suelo.

$$q = \frac{W_t}{A} \pm \frac{W_t * e}{S}$$

$$Q_{\max} = \frac{9\,891,77}{2,0 * 1} + \frac{9\,891,77 * 0,29}{0,67}$$

$$q_{\max} = 16,22 \text{ toneladas} < v,s,$$

$$Q_{\min} = \frac{9\,891,77}{2,0 * 1} - \frac{9\,891,77 * 0,29}{0,67}$$

$$q_{\min} = 5,66 \text{ toneladas} > 0$$

El muro resiste las fuerzas a que será prometido.

2.1.6.7. Sistema de desinfección

Para garantizar que el agua que se suministre a la aldea es potable, se incorporará un sistema de desinfección a base de pastillas de tricloro.

El funcionamiento no requiere energía eléctrica porque será automático.

La presentación del hipoclorito, consiste en pastillas o tabletas que tienen un tamaño de 3" de diámetro, por 1" de espesor, con una solución de cloro al 90 % y un 10 % de estabilizador, el peso de la tableta es de 200 gr y la velocidad a que se disuelve es de 15 gr en 24 horas.

La fórmula a utilizar para hipocloritos, la cual es:

$$G = \frac{C * M * D}{\%Cl}$$

Donde

G= Cantidad en gramos que se requiera

C= miligramos por litro

M= litros de agua a tratarse por día

D = número de días que durará el tricloro

%Cl = concentración de cloro

Para este proyecto se determina la cantidad de tabletas de tricloro que se necesita para clorar el agua, para un período de 30 días.

$$M = Qm * 86\,400 \text{ seg}$$

$$M = 3,20 \frac{\text{litros}}{\text{seg}} * (86\,400 \text{ seg}) = 273\,480 \text{ litros por día}$$

$$\%Cl = 70\%$$

$$D = 30 \text{ días}$$

$$G = \frac{0,002 * 273\,480 * 30}{0,7} = 23\,442 \text{ gr}$$

Se usarán 118 tabletas de tricloro al mes.

Según la norma COGUANOR 29001, como tratamiento preventivo contra las bacterias y virus, la cantidad mínima de cloro que se le debe aplicar al agua es de 2 p.p.m. (partes por millón), es decir, 2 gramos por metro cúbico de agua.

El hipoclorador tiene las dimensiones de aproximadamente 0,30 metros de diámetro y 0,90 metros de alto. Se debe colocar en una caja a la entrada del tanque de distribución que tendrá la función de proteger al hipoclorador y estará constituido por una tapadera de registro con pasador y candado.

2.1.6.8. Red de distribución

Por lo general, en los sistemas de agua potable en área rural, es muy frecuente utilizar redes abiertas, debido a que las viviendas están lejanas y dispersas y no en bloque como normalmente se encuentra el área urbana. Por ello, se diseñó una red de distribución por ramales abiertos para este proyecto.

Al igual que la línea de conducción, los ramales de la red de distribución se calculan con la ecuación de Hazen & Williams, verificando que las velocidades y las presiones se encuentren dentro de los rangos establecidos.

2.1.6.8.1. Diámetro de tubería

Para determinar el diámetro de la tubería de la red de distribución, se aplica la ecuación de Hazen & Williams.

$$H_f = \frac{1743,811 * L * Q_d^{1,85}}{C^{1,85} * \phi^{4,87}}$$

Donde

Hf = Pérdida de carga [m]

L = Longitud de tubería [m]

Q = Caudal de conducción [l/s]

C = Coeficiente de fricción de la tubería (PVC C = 150; HG C =100)

Ø = Diámetro de la tubería [pulg]

2.1.6.8.2. Velocidad del agua

Es importante conocer la velocidad del agua dentro del sistema porque es un caudal forzado e interesa conocer su comportamiento. Si es muy lenta puede provocar sedimentación y si es muy rápida puede erosionar la tubería.

Para calcular la velocidad se utiliza la siguiente ecuación:

$$V = \frac{1,974 * Q}{\varnothing^2}$$

Donde

v = Velocidad del flujo en la tubería

Q = Caudal (l/s)

Ø = Diámetro de la tubería en pulgadas

2.1.6.8.3. Cota piezométrica

Sirve para referenciar gráficamente los cambios de presión en el sistema, por lo que para cada punto de la tubería indica la pérdida de carga o altura de presión que ha sufrido el agua desde el recipiente de alimentación, es decir desde el tanque de distribución hasta el punto de estudio.

Con la siguiente ecuación se obtiene la piezométrica:

$$C_p = C_i - H_f$$

Donde

C_p = Cota piezométrica [m]

C_i = Cota de inicio del tramo [m]

H_f = Pérdida de carga [m]

2.1.6.8.4. Presión dinámica

Cuando el agua se encuentra en movimiento dentro del sistema, la presión dinámica modifica su valor, el cual disminuye por la resistencia o fricción de las paredes de la tubería.

Lo que inicialmente era una altura de carga estática, al estar en movimiento, se convierte en una carga de menor valor, debido al consumo de presión, que se conoce como pérdida de carga.

La presión dinámica se calcula con la siguiente ecuación:

$$P_D = C_p - C_t$$

Donde

P_D = Presión dinámica m

C_p = Cota piezométrica m

C_t = Cota del terreno m

Cálculo de un tramo de diseño de red de distribución:

Datos:

Cota inicial tanque:	1 025,924 m
Cota final, 175:	961,957 m
Longitud:	490,73 m
Hf disponible:	63,97 mca
Coefficiente PVC (C):	150
Caudal (Qdm):	4,88 L/s

- Cálculo de diámetro teórico

$$\varnothing = \left(\frac{1\,743,811 * (490,73 * 1,05) * (4,88)^{1,85}}{(150)^{1,85} * (1\,025,924 - 961,957)} \right)^{\frac{1}{4,87}}$$
$$\varnothing = 1,94 \text{ plg.}$$

Se propone un diámetro igual o mayor, que cumpla con los requerimientos mínimos para la red de distribución. En este tramo se selecciona un diámetro comercial de 2,5 pulg,

- Cálculo de pérdida

$$H_f = \frac{1\,743,811 * (490,73 * 1,05) * (4,88)^{1,85}}{(150)^{1,85} * (2,655)^{4,87}}$$
$$H_f = 13,69 \text{ mca}$$

- Cálculo de velocidad

$$V = \frac{1,9735 * 4,88}{(2,655)^2}$$
$$V = 1,37 \text{ m/s}$$

Nota: $0,4 \text{ m/s} < 1,37 \text{ m/s} < 3,0 \text{ m/s}$, el diámetro de tubería cumple los parámetros.

- **Cota piezométrica**

$$CP = \text{cota inicial} - H_f$$

$$CP = 1\,025,924 \text{ m} - 13,69$$

$$CP = 1\,012,234 \text{ m}$$

Presión:

$$Pd = CP - \text{cota final}$$

$$Pd = 1\,012,234 - 961,957$$

$$Pd = 50,227 \text{ m}$$

Ver resumen de cálculos en cuadro de apéndice 1.

2.1.6.9. Conexiones domiciliarias

Es la instalación que se coloca en cada domicilio, para que cada familia pueda abastecerse del agua. En este caso, por ser un sistema predial, está conformado por: tubos de pvc de $\frac{1}{2}$ chorro.

2.1.7. Obras hidráulicas

Es el conjunto de estructuras cuyo objetivo es controlar el agua, cualquiera que sea su origen, con fines de aprovechamiento o de defensa.

2.1.7.1. Pasos de zanjón

Los pasos de zanjón se utilizan si la depresión en la tubería es leve y se puede salvar mediante esta estructura. Está constituida por dos torres de concreto debidamente reforzadas para mantener la tubería sobre el paso de zanjón. No se utilizaron en el proyecto porque no son necesarias.

2.1.7.2. Pasos aéreos

Se utilizan para superar obstáculos naturales, como barrancos, zanjones, ríos, quebradas, etc. Los pasos aéreos están constituidos por dos torres de concreto reforzado debidamente cimentadas, que sostienen un cable de acero, el cual va anclado a dos pesos muertos, enterrados uno a cada lado. Su finalidad es que este cable cuelgue por medio de péndolas. La tubería es de HG entre las torres. En este proyecto no se utilizaron porque son innecesarios.

2.1.8. Válvulas

Son accesorios, que ayudan a controlar el flujo de agua dentro del sistema para efectuar reparaciones y mantenimiento. Se localizarán, en lo posible, para que permita aislar los ramales de la red de distribución de agua potable.

2.1.8.1. Válvula de limpieza

Las válvulas de limpieza sirven para extraer los sedimentos que se pueden depositar en las partes bajas de la tubería. Se colocan en la línea de conducción. Consta de una tee colocada en la línea, a la cual se conecta lateralmente un niple con una válvula de compuerta y otro niple hasta el punto adecuado de desfogues.

2.1.8.2. Válvula de aire

Se utiliza para retirar la acumulación de aire en la tubería para evitar que se reduzca, Se coloca en las partes altas de la línea de conducción.

2.1.8.3. Válvula de compuerta

Las válvulas de compuerta sirven para aislar secciones de la instalación para efectuar alguna reparación, inspección o mantenimiento. Estarán enterradas y protegidas por cajas construidas de block, ladrillo o mampostería de piedra con tapaderas de concreto reforzado. En este proyecto se colocaron al principio de cada rama de la red de distribución.

2.1.9. Caja rompe presión

Se utilizan para las líneas de conducción y red de distribución. Su objetivo es hacer caer la piezométrica en un punto específico del trayecto, para iniciar de nuevo el diseño, utilizando como punto de referencia este punto. En el dimensionamiento ha de considerarse la maniobrabilidad de las válvulas que se instalen dentro de ellas (compuerta, flotador, entre otros) En este proyecto se utilizó caja rompe presión en la estación 175.

2.1.10. Programa de operaciones y mantenimiento

La correcta operación y las buenas prácticas de mantenimiento son necesarias para el buen funcionamiento y prolongación de la vida útil de un sistema de abastecimiento de agua potable. Se consideran dos tipos de mantenimiento:

- Mantenimiento preventivo
- Mantenimiento correctivo

Mantenimiento preventivo

Se entenderá como mantenimiento preventivo todas las acciones y actividades que se planifiquen y realicen, para que no haya daños en el equipo e instalaciones del sistema de agua. Se realizará para disminuir la gravedad de las fallas que puedan presentarse.

Mantenimiento correctivo

El mantenimiento correctivo se realizará ante cualquier daño accidental o premeditado que se presente en el sistema. Se tendrá que realizar inmediatamente, para evitar que la población carezca de agua.

Los siguientes dispositivos deben privilegiarse porque son partes importantes dentro del sistema de abastecimiento:

- Captación

Para el caso de las obras de captación, se recomienda visitar la fuente de agua una vez al mes. Esto permitirá identificar desperfectos, verificar el estado de limpieza de la misma y corregir algún problema. Se limpiará la fuente de maleza y vegetación, tierra, piedra o cualquier otro material, que dé lugar a obstrucción o represente un peligro de contaminación del agua.

El tanque de captación deberá revisarse para evitar rajaduras y filtraciones. Debe verificarse que rebalse y que las tapaderas de visita estén en

su lugar y en buen funcionamiento. Si el agua estuviera empozada, se harán canales de desagüe, para drenar el agua y evitar contaminación. Al notar derrumbes o deslaves que afecten el tanque de captación

- Línea de conducción

Mantener una brecha sobre la línea de conducción, para facilitar la inspección de la tubería, observar si hay deslizamiento o hundimiento de la tierra. Ver si existen áreas húmedas anormales sobre la línea; si es así, explorar para controlar posibles fugas de agua.

Abrir las válvulas de limpieza, para extraer los sedimentos existentes.

- Válvulas

Revisar el buen funcionamiento de las válvulas, abrir y cerrar las válvulas lentamente para evitar daño a la tubería debido a las altas presiones.

Observar que no haya fuga, ruptura o falta de limpieza, si existieran debe separarse o cambiarse. Esta actividad se puede hacer cada tres meses.

- Tanque de distribución o almacenamiento

Es importante realizar inspecciones cada tres meses y observar que el tanque no tenga grietas o filtraciones revisar que la escalera que conduce a la parte superior, se encuentre en buenas condiciones.

La limpieza del tanque realizarla, cada seis meses, hay que cortar la entrada del agua de la línea de conducción cerrando la válvula. Abrir la válvula

de drenaje del tanque para vaciarlo. En el interior, las paredes y el fondo del tanque se limpian con cepillos metálicos. Luego limpiar con agua los residuos.

Vigilar que las válvulas de limpieza, tubos de salida y distribución se encuentren en buen estado.

- Red de distribución

Inspeccionar la tubería de la red de distribución para encontrar fugas u otros problemas y repararlos. Las válvulas deben girar con facilidad y estar libres de grietas o fugas; si existen, deben repararse o cambiarse.

- Conexiones domiciliarias

Inspeccionar la instalación de la tubería y accesorios para comprobar que no existan fugas o daños, si los hay, repararlos.

2.1.11. Propuesta de tarifa

El costo de operación y funcionamiento del sistema de abastecimiento de agua, dependen de de la capacidad económica de los beneficiarios. Para tal efecto se propone que los beneficiarios paguen una tarifa de Q. 20,00, de acuerdo con lo establecido entre COCODES y municipalidad.

2.1.12. Evaluación Socioeconómica

La evaluación de estos proyectos no es un atractivo económico. Sin embargo, es indispensable realizar un análisis financiero y determinar su rentabilidad. Para ello, se utilizarán los métodos del valor presente neto y la tasa interna de retorno.

2.1.12.1. Valor presente neto

El valor presente neto (VPN) se utiliza para comparar alternativas de inversión. Consiste en transformar la inversión inicial, los ingresos y egresos anuales, así como valores de rescate futuros de un proyecto a un valor presente. De esta manera se determina su rentabilidad al término del período de funcionamiento.

Egresos:

Costo de ejecución (CE) Q. 59 615,83

Costo de operación y mantenimiento anual (CA) Q 60 000,00

Costo de operación y mantenimiento

$$I_{Anual} = N * Pt * 12$$

$$I_{anual} = N \times Pt \times 12$$

Donde

I_{anual} = Ingreso anual

N = Número de viviendas.

Pt = Propuesta de tarifa

$$I_{Anual} = (160) * (20) * (12) = 3 8400$$

VPN = ingresos – egresos

$$VPN = 38400 - 599 615,83 - 60 000,00$$

$$VPN = -621 215,83$$

2.1.12.2. Tasa de interna de retorno

La tasa interna de retorno (TIR) es igual a la suma de los ingresos actualizados, con la suma de los egresos actualizados igualando al egreso

inicial. También se puede decir que es la tasa de interés que hace que el VPN del proyecto sea igual a cero. Este método consiste en encontrar una tasa de interés en la cual se cumplen las condiciones buscadas en el momento de iniciar o aceptar un proyecto de inversión.

La TIR es la tasa que está ganando un interés sobre el saldo no recuperado de la inversión en cualquier momento de la duración del proyecto. Es el método más utilizado para comparar alternativas de inversión y se obtiene del valor presente.

Para la TIR, el proyecto es rentable cuando la TIR es mayor que la tasa de costo de capital, dado que se ganará más ejecutando el proyecto, que efectuando otro tipo de inversión.

El modelo matemático es el siguiente:

$$I = (VP - VR) * Crf + (VR * i) + D$$

Donde

VP = valor presente

VR = valor de rescate

D = desembolsos

I = ingresos

n = número de periodos

i = tasa de interés

Crf = factor de recuperación de capital

El cálculo de la TIR consiste en prueba y error. Se comienza con una tasa tentativa de actualización y con ella, se trata de calcular un valor actual neto, se

tantea hasta que sufra un cambio de signo el (VP). Después, continúa por medio de la siguiente fórmula:

$$TIR=R+(R_2-R_1)*\left(\frac{VPN(+)}{VPN(+)-VPN(-)}\right)$$

Donde

TIR = Tasa interna de retorno

R = Tasa inicial de descuento

R₁ = Tasa de descuento que origina el VPN (+)

R₂ = Tasa de descuento que origina el VPN (-)

VPN (+) = Valor presente neto positivo

VPN (-) = Valor presente neto negativo

2.1.13. Evaluación de impacto ambiental inicial

Se identifica los impactos ambientales que pueden ser generados como resultado del proyecto.

En los proyectos de agua potable, edificios públicos y en general todas las actividades realizadas por el ser humano en la tierra, generan un impacto en los componentes ambientales. Este impacto puede ser positivo, negativo irreversible o negativo con posibles mitigación o neutros. El análisis en cada fase del proyecto se presenta a continuación.

Características físicas: entre ellas están, la tierra, el agua y la atmósfera.

Condiciones culturales: uso del suelo e interés humano.

Condiciones biológicas: flora y fauna.

Relaciones ecológicas: la explotación de las fuentes de agua causará cambios en la hidrología del lugar. Sin embargo, los caudales que se captarán para abastecimiento de agua son tan pequeños, que su impacto puede ser poco significativo.

Para evaluar un proyecto es necesario basarse en los resultados, un balance entre el beneficio contra el impacto que se tendrá durante la construcción y operación del proyecto. Este proyecto es necesario para evitar enfermedades gastrointestinales en la población.

Tabla IX. **Medidas de mitigación de impacto ambiental en un proyecto de agua potable**

Componente	Impacto	Medidas de mitigación
Suelos	Remoción de cobertura vegetal	La construcción y adecuada disposición de los residuos orgánicos.
Recursos hídricos	Material de desperdicio alteración y contaminación de agua superficiales	Seleccionar sitios adecuados y colocar capas no mayores de 0.25 m compactado.
Calidad del aire	Contaminación del aire por polvo generado en construcción	Construcción durante estación seca, alteración mínima de corrientes de aguas naturales.
Ruidos y/o vibraciones	Incremento en los niveles de ruido	<ul style="list-style-type: none"> • Realizar labores de excavación e instalación de tuberías en horarios diurnos. • Mantener los vehículos en las mejores condiciones mecánicas.
Vegetación y fauna	Remoción y afectación de la cobertura vegetal y fauna	<ul style="list-style-type: none"> • Restaurar las zonas afectadas con especies establecidas en el lugar.

Continuación de la tabla IX.

Población	Variación de las costumbres y cultura de las comunidades cercanas	<ul style="list-style-type: none">• Evitar la interrupción entre el tráfico peatonal y/o vehicular y los frentes de trabajo.• Situar rutas alternativas en fechas de importancia para la población.• Incremento en los niveles de accidentabilidad• Mantener una ajustada señalización en el área de la obra en etapa de ejecución y operación.• Instalar cercos perimetrales en los frentes de trabajo.
Paisaje	Impacto visual	<ul style="list-style-type: none">• Recuperar y restaurar el espacio público afectado, una vez finalizada la obra, retirando todos los materiales y residuos provenientes de las actividades constructivas.

Fuente: elaboración propia.

2.1.14. Elaboración de Planos

La elaboración de planos es el proceso final del diseño del sistema de abastecimiento de agua potable. Los planos son el producto de las visitas de campo y de los cálculos.

El juego de planos para este sistema de abastecimiento de agua potable es el siguiente:

- Planta general.
- Planta de densidad de vivienda.
- Planta-perfil de línea de conducción.
- Planta-perfil red de distribución.
- Detalles de obras de arte.
- Detalle estructurales de tanque de distribución.

- Detalle de caja para válvulas.
- Detalle de válvula de aire, limpieza y domiciliar (ver apéndice planos constructivos).

2.1.15. Integración del presupuesto

El presupuesto se elaboró sobre la base de precios unitarios, aplicando como indirectos con valor de 33 por ciento del total del costo directo. Se aplicaron prestaciones laborales del 85,64 por ciento. El precio de los materiales y maquinaria se basaron en el lugar donde se construirá la obra de infraestructura.

Tabla X. Integración del presupuesto

PRESUPUESTO						
PROYECTO:		CONSTRUCCIÓN SISTEMA DE AGUA POTABLE				
UBICACIÓN:		ALDEA CAMPUR				
MUNICIPIO:		SAN PEDRO CARCHÁ, ALTA VERAPAZ				
No.	Renglón	Cantidad	Unidad de medida	Precio unitario	Monto parcial	Monto total
	Preliminares y topografía					
1,1	Preliminares	4 509,00	M ²	3,70	Q 16 699,16	Q 26 508,66
1,2	Levantamiento topográfico	4,51	Km/día	2 175,06	Q 9 809,50	
2	Excavación	2 560,00	M ³	41,97	Q 107 451,40	Q 107 451,40
3	Caja para válvulas	12,00	UNIDADES	2 305,87	Q 27 670,44	Q 27 670,44
4	Válvulas	12,00	UNIDADES	2 077,01	Q 24 924,08	Q 24 924,08
5	Linea de conduccion					Q 85 182,95
5,1	Tuberia de 3" de 250 psi	841,48	ml	101,23	Q 85 182,95	
6	Tanque de distribucion 70 m3	1,00	UNIDAD	155 884,90	Q 155 884,90	Q 155 884,90
7	Red de distribucion					Q 99 458,52
7,1	Tubo PVC 2.5" 160 PSI	777,63	ml	49,58	Q 38 554,20	
7,2	Tubo PVC 2" 160 PSI	937,69	ml	35,73	Q 33 501,66	
7,3	Tubo PVC 1 1/2" 160 PSI	543,55	ml	24,87	Q 13 516,94	
7,4	Tubo PVC 1 " 160 PSI	912,54	ml	15,22	Q 13 885,71	
8	Caseta de Bombeo	1,00	UNIDAD	19 370,39	Q 19 370,39	Q 19 370,39
9	Caja Rompe Presión c/valvula	1,00	U	5 151,49	Q 5 151,49	Q 5 151,49
10	Equipo de Bombeo de 10 hp	1,00	Unidad	42 028,00	Q 42 028,00	Q 42 028,00
11	desinfeccion	1,00	UNIDAD	5 985,00	Q 5 985,00	Q 5 985,00
TOTAL DEL PROYECTO					Q	599 615,83

Fuente: elaboración propia.

2.2. Diseño de carretera hacia la aldea Secaquib, San Pedro Carchá, Alta Verapaz

A continuación se presenta el diseño de carretera hacia la aldea Secaquib, San Pedro Carchá, Alta Verapaz

2.2.1. Normas para el diseño de caminos rurales

Se utilizan para el diseño de los caminos rurales, donde se aplican criterios o parámetros generales que establece la Dirección General de Caminos.

2.2.1.1. Criterios generales

La elaboración del trabajo de campo, se inicia en el estudio y análisis para fijar el eje de la carretera o diseño de la línea de localización. Un trazo óptimo es el que se adapta económicamente a la topografía del terreno. Esto depende del criterio adoptado y, a su vez, dependen del volumen del tránsito y la velocidad de diseño por utilizar.

Dada la dependencia mutua entre los proyectos, los alineamientos que deben guardar una relación que permita construir con el menor movimiento de tierras posible y con el mejor balance entre los volúmenes de excavación y relleno. En algunas circunstancias obligan al incumplimiento de estas normas, solo cuando sean justificables por razones económicas, sin olvidar la importancia de estas recomendaciones para lograr el diseño de carreteras seguras y de tránsito cómodo.

Los criterios de diseño se basan en la tabla XVII, que son los que define la Dirección General de Caminos. Para un índice de aforo vehicular de 10 a 100 se define un carretera tipo “F”, con una velocidad de diseño de 20 kilómetros por hora para una región montañosa, radio mínimo de 18 metros, pendiente máxima de 14 por ciento y ancho de calzada de 5,5 metros.

- Dirección General de Caminos

Es una Institución Gubernamental que planifica, diseña, ejecuta y supervisa las obras de construcción, mejoramiento, ampliación, reconstrucción y mantenimiento de las carreteras en la República de Guatemala, contribuyendo al desarrollo Nacional y al bienestar económico y social de la población guatemalteca.

2.2.2. Descripción del proyecto

El proyecto consiste en diseñar la carretera tipo “F” para la aldea Secaquib, con una longitud de 4 385,22 metros, en región montañosa, velocidad de diseño de 20 kilómetros por hora, con una pendiente máxima de 14 por ciento, carpeta de rodadura de balasto, ancho promedio de 5 metros, cunetas naturales, cunetas revestidas y drenajes transversales.

2.2.3. Levantamiento topográfico

Para un estudio topográfico es necesario realizar un levantamiento de esa naturaleza y resulta de la línea preliminar seleccionada. El levantamiento topográfico en este tipo de proyectos consiste en definir la localización en planta, (alineamiento horizontal), el perfil de la línea central sirve para determina la secciones transversales (alineamiento vertical).

2.2.3.1. Planimetría

Es la parte de la topografía que proyecta sobre un plano horizontal los elementos de la poligonal como puntos, líneas rectas, curvas, diagonales, contornos, superficies, etc., sin considerar su diferencia de elevación. De acuerdo con avance tecnológico, se utilizó una estación total digital y un software AutoCAD civil 3d, que cumplen con todos los requerimientos para el diseño geométrico de carreteras.

2.2.3.2. Altimetría

La altimetría es la diferencia de alturas de un terreno y, generalmente, se proyecta en un plano vertical, la cual es conocida como superficie.

El objetivo primordial de la nivelación es referir una serie de puntos a un mismo plano de comparación para deducir los desniveles entre los puntos observados. Se utilizó equipo topográfico digital y herramientas del software civil 3d cumpliendo con los criterios de cálculo de altimetría.

2.2.3.3. Secciones transversales

Las secciones transversales consisten en la medición de las elevaciones del terreno y de sus correspondientes distancias perpendiculares a la izquierda y a la derecha de la línea eje. Las lecturas deben tomarse en la línea eje, en los puntos altos y bajos y en las localidades donde se presentan cambios de pendiente para determinar con precisión el perfil del terreno.

2.2.4. Diseño geométrico de carreteras

El diseño geométrico consta de un trazo óptimo en el cual es necesario conocer las especificaciones que regirán el diseño, así como encontrar una armonía entre las normas para el alineamiento horizontal y vertical.

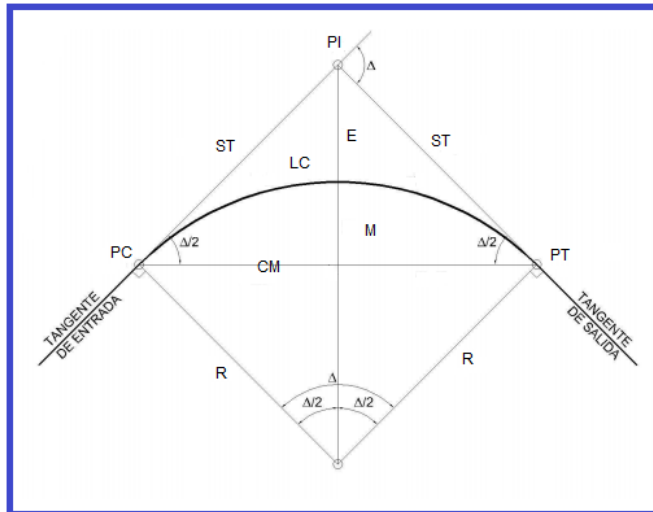
2.2.4.1. Alineamiento horizontal

El alineamiento horizontal es la proyección sobre el plano horizontal del eje de la subcorona del camino y los elementos que integran el alineamiento son las tangentes, las curvas horizontales y las curvas de transición y sobreebancho.

2.2.4.1.1. Curvas horizontales

Una curva horizontal es un arco de circunferencia utilizado para unir dos tangentes de un alineamiento. Luego de calcular los puntos de intersección, la distancia y los azimuts, se calculan las partes que integran la curva, a causa de que la alineación debe combinarse en forma armoniosa con la topografía existente.

Figura 7. Elementos de curva horizontal



Fuente: elaboración propia.

Donde:

G= Grado de curvatura

ST = subtangente

Δ = Angulo de deflexión

R = Radio de la curva

E = External

LC = Longitud de curva.

CM = Cuerda máxima

PC = Principio de curva

PI = Punto de intersección de 2 alineamientos

PT = Punto donde termina la curva

O = Centro de la curva circular

OM = Ordenada media

- Ángulo de deflexión (Δ)

Entre azimuts existe una diferencia angular denominada delta (Δ), es la que se forma con la prolongación de dos alineamientos rectos. Puede ser a la izquierda o a la derecha. Es igual al ángulo central subtendido por el arco (Δ)

- Subtangente (ST)

Es un segmento de recta que se dibuja entre el PI y el PC o entre el PI y el PT. Su longitud se mide sobre la prolongación de las tangentes.

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

- Radio de la curva

Es el radio del arco de círculo que conforma la curva horizontal. Se representa con la letra R y está relacionado con el grado de curvatura de la siguiente forma:

$$R = \frac{1\,145,9156}{G}$$

El radio de curvatura está condicionado a la velocidad de diseño ya que, mientras más velozmente avance un vehículo, más grande debe ser el radio de la curva para que mantenga un balance y trayectoria adecuados. Se determinara de acuerdo con la velocidad de diseño, según a la especificación de la Dirección General de Caminos tabla XVI.

Tabla XI. Para el diseño de carreteras

T.P.D.A	Carreteras	Velocidad de diseño(km)	Ancho de calzada (m)	Radio minimo(m)	Pendiente maxima (%)
5,000 A 3,000	TIPO "A"		2X 7.20		
	LLANAS	100.00		375.00	3.00
	ONDULADAS	80.00		225.00	4.00
	MONTAÑOSAS	60.00		110.00	5.00
3,000 A 1,500	TIPO "B"		7.20		
	LLANAS	80.00		225.00	6.00
	ONDULADAS	60.00		110.00	7.00
	MONTAÑOSAS	40.00		47.00	8.00
1,500 A 900	TIPO "C"		6.50		
	LLANAS	80.00		225.00	6.00
	ONDULADAS	60.00		110.00	7.00
	MONTAÑOSAS	40.00		47.00	8.00
900 A 500	TIPO "D"		6.00		
	LLANAS	80.00		225.00	6.00
	ONDULADAS	60.00		110.00	7.00
	MONTAÑOSAS	40.00		47.00	8.00
500 A 100	TIPO "E"		5.50		
	LLANAS	50.00		75.00	8.00
	ONDULADAS	40.00		47.00	9.00
	MONTAÑOSAS	30.00		30.00	10.00
100 A 1	TIPO "F"		5.50		
	LLANAS	40.00		47.00	10.00
	ONDULADAS	30.00		30.00	12.00
	MONTAÑOSAS	20.00		18.00	14.00

Fuente: tabla XVI de las Especificaciones de la Dirección General de Caminos. p. 120.

- Grado de curvatura (G)

El grado de curvatura es el ángulo obtenido por un arco de 20 metros, dado que el grado de curvatura es inversamente proporcional al radio, las curvas son más cerradas mientras mayor sea el grado de curvatura.

$$G = \frac{1\ 145,9156}{R}$$

- Longitud de curva (LC)

Es la longitud del arco que forma la curva circular, es directamente proporcional al radio de curva y al ángulo de deflexión. Se representa con la letra LC y su relación con el ángulo de deflexión y el radio de curva es:

$$LC = \frac{20 * \Delta}{G^\circ}$$

- Cuerda máxima (CM)

Es la recta comprendida entre el PC y el PT de las cuerdas que se pueden trazar en una curva horizontal. La cuerda máxima es la más grande, de ahí su nombre. Se identifica con las letras CM.

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

- External (E)

Es la distancia entre el PI y el punto medio de la curva. La línea que define la external tiene la misma dirección que la línea que define la ordenada media, y su relación con la tangente y el radio es la siguiente:

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

- Ordenada media (OM)

Es la longitud de la flecha en el punto medio de la curva. Es la distancia más grande que existe entre la curva horizontal y la cuerda máxima. y se relaciona con el radio y el ángulo de deflexión como:

$$OM = R * \left(1 - \cos \left(\frac{\Delta}{2} \right) \right)$$

Ejemplo de cálculo de curva horizontal

Datos de la Curva núm. 2:

R=51,43 (radio elegido en función de la deflexión)

PC: 0+052,33

PT: 0+095,42

Deflexión (Δ): 48°00'43"

Grado de curvatura

$$G = \frac{1\,145,9156}{R}$$

$$G = \frac{1\,145,9156}{51,43} = 22,28$$

Subtangente (ST):

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

$$ST = (51,43) * \tan \left(\frac{48^{\circ}00'43''}{2} \right) = 22,90m$$

Longitud de curva (LC)

$$LC = \frac{c * \Delta}{G^{\circ}}$$

$$LC = 20 * \frac{48^{\circ}00'43''}{22,28} = 43,09$$

Cuerda máxima (CM)

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

$$CM = 2 * (51,43) * \operatorname{sen}\left(\frac{48^{\circ}00'43''}{2}\right) = 41,843$$

External (E)

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

$$E = (51,43) * \left(\frac{1}{\cos\left(\frac{48^{\circ}00'43''}{2}\right)} - 1 \right) = 4,87$$

Ordenada media

$$OM = R * \left(1 - \cos\left(\frac{\Delta}{2}\right) \right)$$

$$OM = (51,43) * \left(1 - \cos\left(\frac{48^{\circ}00'43''}{2}\right) \right) = 4,45$$

2.2.4.2. Curvas transición

Se usan para proporcionar un cambio gradual de dirección al pasar un vehículo de un tramo en tangente a otro en curva circular. También se puede proporcionar a lo largo de esta un cambio gradual en la sobreelevación

(peralte) y en la ampliación (sobree ancho) que sean necesarios introducir a las curvas para aumentar su seguridad.

2.2.4.3. Peralte

El peralte es la sobre elevación que se le da a la sección transversal en la curva, para contrarrestar la fuerza centrífuga que se produce al trasladarse en un movimiento circular; esta fuerza hace que el vehículo tenga un movimiento hacia fuera de la curva.

Para el cálculo del peralte se necesitan las especificaciones de diseño geométrico, donde se verán los anchos máximos, éstos dependen del tipo de carretera, velocidad de diseño y grado de curvatura.

El peralte será repartido proporcionalmente en la longitud de la curva, empezará a partir del PC menos la media longitud de la espiral y terminará en el PT más la media longitud de espiral. Esta longitud espiral se obtiene de las especificaciones y de acuerdo a la velocidad de diseño y el grado de curva. Por repartirse proporcionalmente en el PC y el PT, el peralte tendrá la mitad del valor máximo en dichos puntos; se acostumbra colocar a la izquierda del listado en la hoja de movimiento de tierras, la estación donde principia y donde termina la curva espiralada.

Cuando el peralte es menor del 3 % y la curva es hacia la izquierda, el lado izquierdo de la sección típica, permanece con el 3 % y el lado derecho de la sección se peralte con el porcentaje calculado en esa estación para el lado hacia dónde va la curva.

En casos que el peralte sea mayor del 3 %, se inclina toda la sección típica hacia el lado donde va la curva de acuerdo con el porcentaje calculado en cada estación.

2.2.4.4. Sobre ancho

Es el ancho adicional proporcionado en las curvas debido a que, al circular en ellas, los vehículos ocupan mayor espacio, porque aunque los neumáticos sigan la dirección de la curva la carrocería tiende a seguir tangencialmente al movimiento

Ver resumen de cálculos de curvas horizontales en apéndice 2.

2.2.4.5. Alineamiento vertical

El alineamiento vertical es la proyección sobre un plano vertical del eje central de la subcorona. Al eje de la subcorona en alineamiento vertical se le llama línea subrasante.

2.2.4.5.1. Diseño de subrasante

Es la proyección sobre un plano vertical del desarrollo del eje de la carretera, sobre la superficie modificada por los cortes y rellenos y sin ninguna capa adicional.

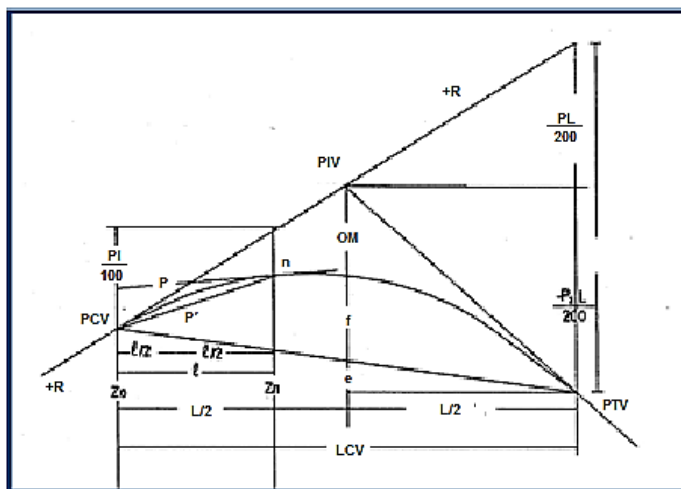
En este proyecto se aplicó como pendiente máxima el 14 %, carretera tipo F, los factores que determinan la pendiente máxima son: el tipo de carretera, determinado por el TPDA, y el tipo de terreno se incorporará carrileras para las pendientes del 14 %.

2.2.4.5.2. Curvas verticales

En el alineamiento vertical se estudian las curvas verticales, cuya finalidad es enlazar dos tangentes consecutivas del alineamiento vertical, para que en su longitud se efectuara el paso gradual de la pendiente de la tangente de entrada a la de la tangente de salida. Deben de dar por resultado un camino de operación segura y confortable, apariencia agradable y con características de drenaje adecuada. El punto común de una tangente y una curva vertical en el inicio de esta, se representa PCV y como PTV. Estas curvas pueden ser circulares o parabólicas, aunque las más usadas en Guatemala son las curvas parabólicas simples, que son regidas por la Dirección General de Caminos, debido a la facilidad de cálculo y a su adaptación a las condiciones de terreno.

Las especificaciones para curvas verticales están en función de la diferencia algebraica de pendientes y de la velocidad de diseño.

Figura 8. Elementos de curvas verticales



Fuente: elaboración propia.

Donde

PIV = Punto de intersección de las tangentes

PCV = Punto donde comienza la curva vertical

PTV = Punto donde termina la curva vertical

n = Punto sobre cualquier punto en la curva

P1 = Pendiente de la tangente de entrada en %

P2 = Pendiente de la tangente de salida en %

A = Diferencia algebraica entre pendientes de la tangente

L = longitud de la curva

OM = ordenada máxima

t = Desviación respecto a la tangente de un punto cualquiera

K = Variación de la longitud por unidad de pendiente

- Pendiente de la tangente de entrada o salida %

Es la inclinación que existen entre PCV al PIV o PIV al PTV, la cual se calcula con la siguiente ecuación:

$$P1 = \left(\frac{P_{ef} - P_{ei}}{D_{Hf} - D_{Hi}} \right) * 100 \quad o \quad P2 = \left(\frac{P_{ei} - P_{ef}}{D_{Hi} - D_{Hf}} \right) * 100$$

Donde:

P1 : Pendiente de la tangente de entrada en %

P2 : Pendiente de la tangente de Salida en %

P_{ef} : Punto de elevación de tangentes

P_{ei} : Punto de elevación de intersección de tangentes

D_{Hi} : Distancia horizontal de inteseccion de tangentes

D_{Hf} : Distancia horizontal de tangentes

- Diferencia algebraica entre pendientes de la tangente

Es la diferencia de la pendiente de tangente de entrada y pendiente de tangente de salida la ecuación es:

$$A = (\pm P1) - (\pm P2)$$

Donde:

P1 : Pendiente de la tangente de entrada en %

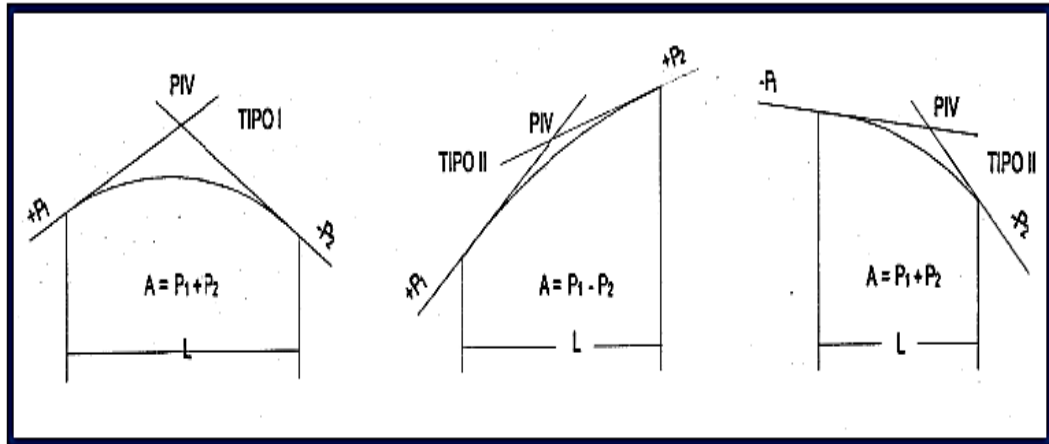
P2 : Pendiente de la tangente de Salida en %

- 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 al punto anterior, es decir hacia arriba en determinado tramo.

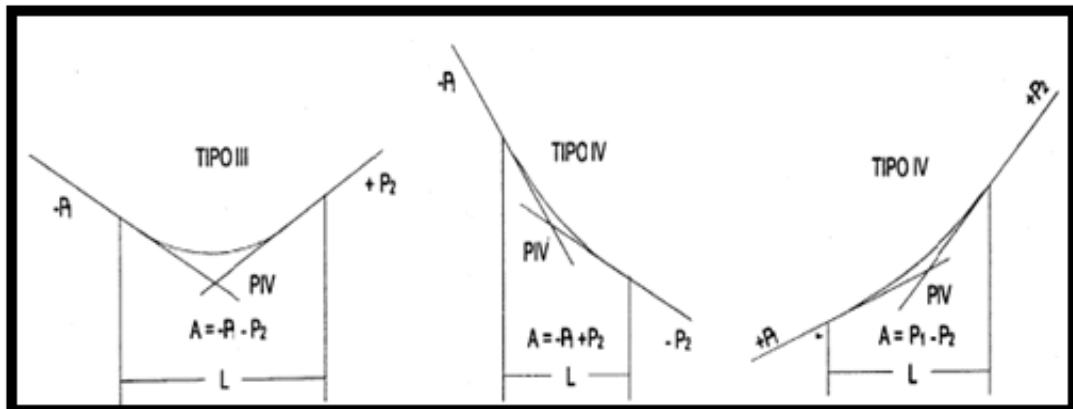
Se entiende por pendiente negativa aquella en la cual a medida que se avanza sobre la carretera, decrece la altura respecto al punto anterior, es decir hacia abajo en determinado tramo.

Figura 9. **Curva vertical convexa**



Fuente: elaboración propia.

Figura 10. **Curva vertical cóncava o columpio**



Fuente: elaboración propia.

- Criterios de Seguridad

Valores de k para

La longitud mínima o longitud de seguridad de las curvas verticales, se calcula con la expresión siguiente:

$$L = k * A$$

$$L=0,6V \quad \text{Según normas AASHTO}$$

Donde

L = longitud mínima de la curva vertical en metros

A = diferencia algebraica de las pendientes de las tangentes verticales %

K = parámetro de la curva, cuyo valor mínimo se especifica en la tabla.

Tabla XII. **Valores de "K" según velocidad de diseño**

Velocidad de diseño	Valores de "K" según tipo de curva	
	Cóncava	Convexa
K.P.H.		
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

Fuente: elaboración propia.

- Criterio de comodidad

En el diseño de curvas verticales cóncavas en donde la fuerza centrífuga en el vehículo al cambiar de dirección de suma al peso propio del mismo.

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

- Criterio de apariencia

En el diseño de curvas verticales con visibilidad completa, para evitar al usuario la impresión de un cambio súbito de pendiente.

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

- Criterio de drenaje

En el diseño de curvas verticales cóncavas o convexas en zonas de corte, lo cual conlleva a modificar las pendientes longitudinales de las cunetas.

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

- Ordenada media

Es la distancia ente PIV y la curva, medida verticalmente.

$$OM = \frac{AL}{800}$$

Donde

A: diferencia de pendientes

L: Longitud de curva vertical

Ejemplo de cálculo de curva vertical

Tabla XIII. **Cálculo de curva vertical**

Descripción	EST	ELEV PIV	LCV
Punto 1	0+ 000	997,00	
Punto 2	0+092,10	999,10	18
Punto 3	0+201,06	1 001,886	37
Punto 4	0+341,07	1 008,00	

Fuente: elaboración propia.

Cálculo de pendiente de la tangente de entrada o salida

$$P1 = \frac{999,1 - 997}{92,1 - 0} = 2,28$$

$$P2 = \frac{1\ 001,886 - 999,1}{201,06 - 92,10} = 2,56$$

$$P3 = \frac{1\ 008,00 - 1\ 001,886}{341,07 - 201,06} = 4,37$$

Cálculo de diferencia de pendientes (A)

$$A1 = (+2,56) - (+2,28) = 0,28$$

$$A2 = (+4,37) - (+2,56) = 1,81$$

Criterios para cálculo de longitud mínima de para la cuerda vertical

Velocidad de diseño 20 K/h

Factor k:

K para cóncava = 2

K para convexa = 1

$$L = (1,81)(2) = 3,62 \text{ m (Es la menor longitud de curva que puede tener de acuerdo la velocidad de diseño aplicando el factor k)}$$

Longitud de curva mínima según las normas AASHTO es el 60 % de la velocidad de diseño, que se obtiene con la siguiente forma $L = (0,6)(20) = 12 \text{ m}$ la longitud mínima de una curva vertical

Cálculo de ordenada media

$$OM1 = \frac{0,28 * (18)}{800} = 0,0062227355$$

$$OM2 = \frac{1,81 * (37)}{800} = 0,082709231$$

Cálculo de abscisas o distancia horizontal

Curva 1

$$PCV = 92,10 - \frac{18}{2} = 83,10$$

$$PTV = 92,10 + \frac{18}{2} = 101,10$$

Curva 2

$$PCV = 201,06 - \frac{37}{2} = 182,56$$

$$PTV = 201,06 + \frac{37}{2} = 219,56$$

Cálculo de elevación de las abscisas

Curva 1

$$ELEV PCV = 999,10 - \left((2,28) \frac{18}{2} \right) / 100 = 998,8948$$

$$ELEV PCV = 999,10 + \left((2,56) \frac{18}{2} \right) / 100 = 999,3304$$

Curva 2

$$ELEV PCV = 1001,886 - \left((2,56) \frac{37}{2} \right) / 100 = 1001,4124$$

$$ELEV PCV = 1001,886 + \left((4,37) \frac{37}{2} \right) / 100 = 1002,6944$$

Ver resumen de cálculo de curvas verticales en apéndice 3.

2.2.5. Movimientos de tierras

El movimiento de tierras es la utilización o disposición de los materiales extraídos en los cortes, en la cantidad que puedan ser reutilizables. Se debe tomar en cuenta que el movimiento de tierras se encuentra directamente enlazado con el diseño de la sub-rasante, por lo tanto deberá ser factible desde el punto de vista económico, dependiendo de los requerimientos que el tipo de camino fije.

2.2.5.1. Seccionamiento transversal

Para el cálculo de las áreas se deben tener dibujadas las secciones transversales de la línea de localización, en estaciones cada 20 metros y sobreponerle la sección típica seleccionada con sus taludes que delimitan las áreas de corte y relleno las relaciones de acuerdo al corte y relleno.

2.2.5.2. Cálculo de áreas de secciones transversales

La obtención de áreas consiste en la determinación del área de la sección dibujada y delimitada por el contorno de la sección típica y el contorno de la sección transversal del nivel inferior de la capa vegetal.

El procedimiento más común es el grafico, permitiendo medir las áreas, por medio de un planímetro graduado.

Para aplicar el método grafico se marcan las áreas para delinearlas con el planímetro, teniendo un punto de partida y retornando al mismo al recorrer el contorno en dirección de las agujas del reloj. El resultado es el área en metros cuadrados.

Otro procedimiento es el método matricial que es a través de las coordenadas que delimitan a la sección de corte y relleno, establecidas por determinantes.

El método de la inclinación del talud de la carretera es un método que está en función de las propiedades de los materiales. Sin embargo, cuando no se tiene gran cantidad de datos y para fines de cálculo de volúmenes de movimiento de tierras, es recomendable usar la siguiente tabla:

Tabla XIV. **Relaciones para dibujo de taludes**

CORTE			RELLENO	
ALTURA(m)	H-V		ALTURA(m)	H-V
0-3	1-1		0-3	2-1
3-7	1-2		>3	3-2
>7	1-3			

Fuente: PÉREZ MÉNDEZ, Augusto Rene. *Metodología de actividades para el diseño Geométrico de carreteras*. p. 65.

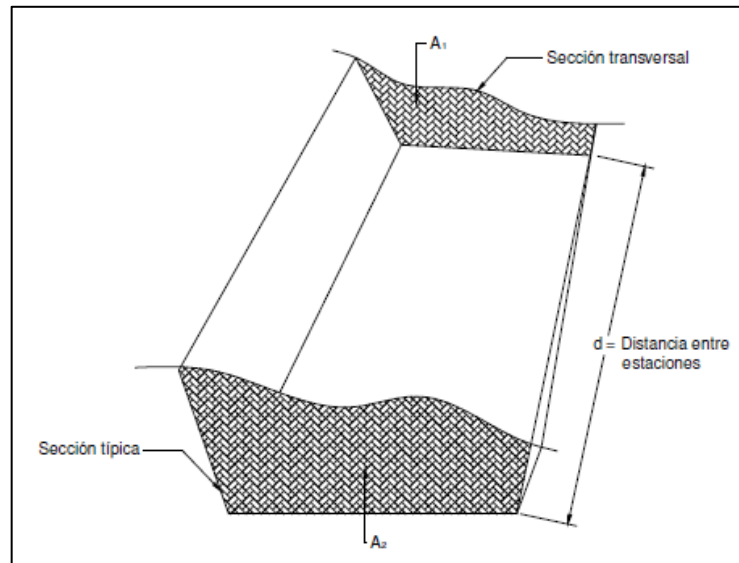
El cálculo de las secciones transversales se realizó por medio del *software* AutoCAD Civil 2013. Los resultados de las aéreas de secciones transversales se presentan en los planos de detalles de la carretera.

2.2.5.2.1. Cálculo de volúmenes

Una vez se han determinado las áreas de las secciones de construcción, se calculan los volúmenes de tierra. Para ello, se supone que el camino está formado por una serie de prismáticos, tanto en corte como en relleno.

Como la distancia entre dos secciones transversales es de 20 metros, regularmente, o sea una estación, el volumen en este caso será.

Figura 11. **Cálculo de volúmenes de movimiento de tierra**



Fuente: elaboración propia.

$$vol = \frac{A_1 + A_2}{2} * distancia$$

Donde:

V = volumen (corte o relleno)

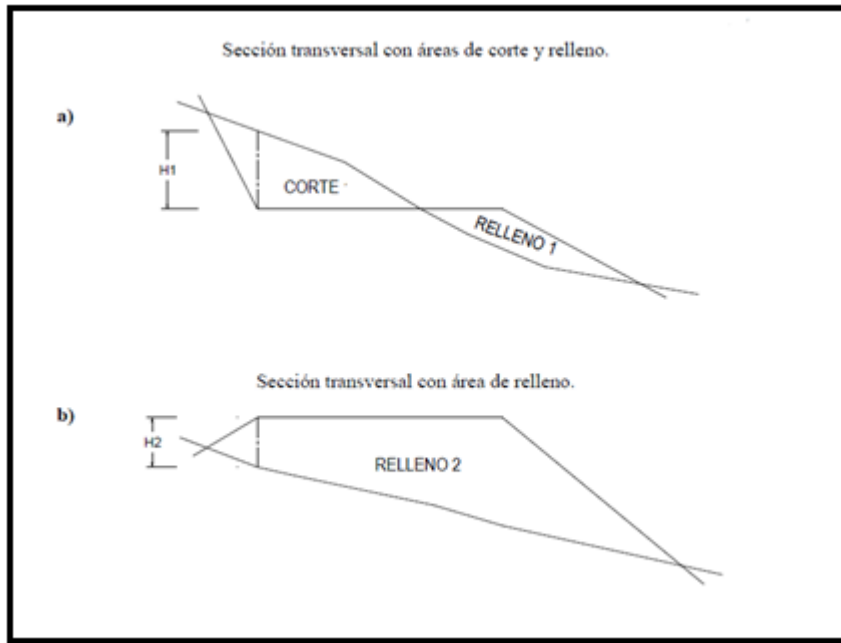
A1 = área estación 1

A2 = área estación 2

d = distancia entre estaciones (20 m)

Cuando las secciones a tratar contemplan áreas de corte y relleno, deben calcularse las distancias de paso, que corresponden al punto donde el área de la sección cambia de corte a relleno o viceversa. Para determinar la distancia de paso, se realiza una relación de triángulos, con la distancia entre estaciones, los cortes y los rellenos.

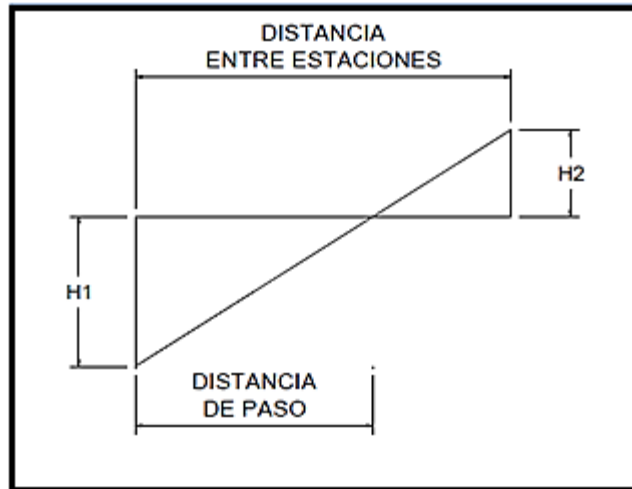
Figura 12. Secciones con distancia de paso



Fuente: PÉREZ, Augusto René, *Metodología de actividades para el diseño geométrico de carreteras*. p. 66.

Se mide H_1 y H_2 , con la ayuda de dos escuadras se forma el siguiente diagrama, para luego leer gráficamente la distancia de paso. Ver figura 13

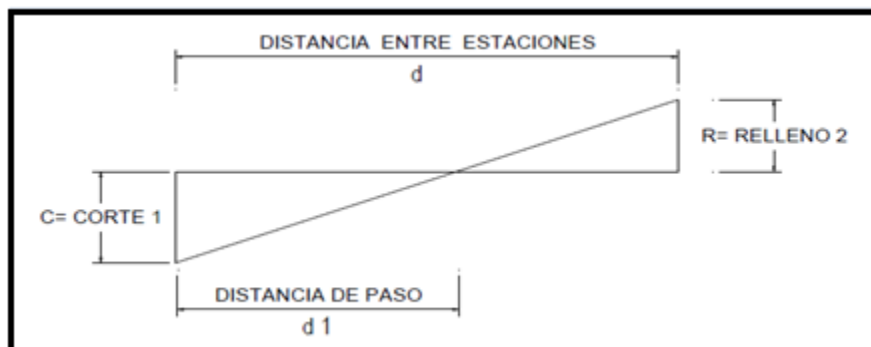
Figura 13. **Cálculo de distancia de paso**



Fuente: PÉREZ, Augusto René. *Metodología de actividades para el diseño geométrico de carreteras*. p. 66.

Para calcular la distancia de paso, analíticamente se cambia H_1 por corte 1 y H_2 por relleno 2 y se efectúa una relación de triángulos.

Figura 14. **Cálculo analítico de distancia de paso**



Fuente: PÉREZ, Augusto René. *Metodología de actividades para el diseño geométrico de carreteras*. p. 67.

Las distancias de paso deben ser anotadas debajo del área a que corresponden, encerrándolas dentro de un pequeño círculo. Es evidente que en casos combinados la suma de las dos distancias de paso deben ser igual a la que hay las entre las dos estaciones.

El cálculo de volúmenes en los casos que exista distancia de paso, estará dado por el producto de la mitad del área por la distancia de paso. Las columnas de volúmenes en las hojas de movimiento de tierras tienen sus líneas de forma que quedan entre las que corresponden a las estaciones, lo cual facilita la anotación del volumen.

La forma de calcular los volúmenes es correcta para tramos rectos, pero no cumple para los que están en curva. Sin embargo, debido a las cantidades de metros cúbicos de tierra que se trabajan, resulta insignificante.

No obstante, se mencionarán a continuación las fórmulas para obtener el volumen ponderado exacto de corte y relleno.

Despejando D_1 queda:

$$D_1 = \frac{R}{C + R} * D$$

$$Vol\ corte = \frac{C}{2} * D_2$$

$$Vol\ relleno = \frac{R}{2} * D_1$$

Donde:

C = Área de corte

R = Área de relleno

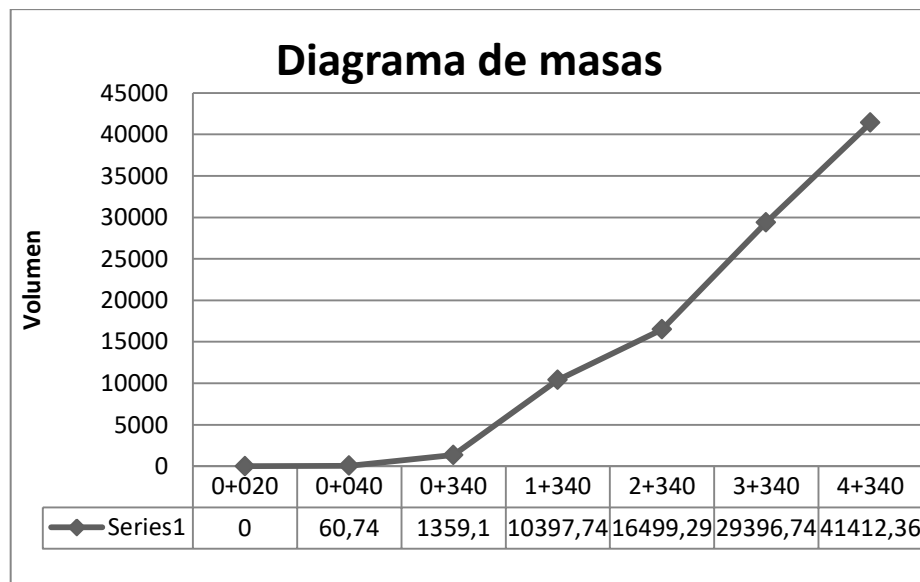
D = Distancia de paso

El cálculo de volumen de corte y relleno se realizó por medio del *software* AutoCad Civil 2013. Los resultados de volúmenes de corte y relleno se presentan en los planos de detalles de la carretera.

2.2.5.2.2. Balance y diagrama de masas

Determina la acumulación de volúmenes de corte y relleno, según la distancia al punto de partida u origen. El corte suele considerarse positivo y el relleno negativo. El volumen de ambos está dado en metros cúbicos. En este proyecto, siendo una apertura, al hacer balance de masa existe más corte que relleno y por lo tanto la gráfica se representa de la siguiente manera.

Figura 15. Diagrama de masas



Fuente: elaboración propia.

2.2.6. Drenajes

La vida útil de la carretera dependerá mucho de los drenajes. Estos evitan derrumbes o deslizamientos y para que funcionen eficientemente, deben de tener mantenimiento constante. Entre los objetivos que tienen los drenajes en una carretera se pueden mencionar:

- Conducir el agua fuera de la superficie de la carretera sin hacer daño a la misma y a su estructura.
- Disminuir o reducir al mínimo la velocidad del agua y la distancia que el agua tiene que recorrer.
- Conducir el agua subterránea que se encuentre, cuando sea necesario.
- Prevenir impactos negativos al ambiente a ambos lados de la carretera.

En las carreteras existen drenajes transversales (tuberías, bóvedas, puentes, badenes, entre otros) y longitudinales (cunetas y contra cunetas).

2.2.6.1. Drenaje transversal

Este se encuentra formado por tuberías y bóvedas. Las tuberías pueden ser de concreto reforzadas, lámina de Hg corrugada o pvc. El objetivo del drenaje transversal es dar paso rápido al agua que no pueda desviarse en otra forma y tenga que cruzar de un lado a otro el camino. En este proyecto se diseñó el drenaje transversal con tubería de hg y el procedimiento para calcular es el siguiente:

- Análisis de precipitación

El régimen de lluvias en Guatemala manifiesta una distribución temporal y espacial muy variada. Este régimen se debe a la combinación de diferentes condiciones geográficas y meteorológicas. La época de lluvias básicamente ocurre entre mayo y octubre.

Entre los estudios para el análisis del régimen de lluvias de un país se encuentra el régimen de intensidades de lluvia. Entre las mayores aplicaciones de este tipo de análisis se encuentra el diseño hidráulico de diferentes obras hidráulicas para la evacuación de las escorrentías originadas por eventos de lluvias en áreas urbanas y rurales. Normalmente, este tipo de aplicaciones requiere de eventos de lluvias intensas asociados a una duración y a una frecuencia de ocurrencia. Las curvas de duración-intensidad-frecuencia (DIF) ofrecen dicha relación. Estas curvas representan gráficamente y mediante una ecuación la frecuencia con la cual un evento puede presentarse en un período dado, esto es, relacionan el tiempo de duración, la intensidad de la precipitación y el período de retorno en una sola gráfica.

La ecuación de las curvas de intensidad de lluvia se define por:

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

Los parámetros de ajuste A, B y n se basan en el análisis estadístico de las tormentas seleccionadas para el propósito.

Tabla XV. **Parámetros A, B, n obtenido en análisis estadísticos**

Tr(años)	2	5	10	20	25	30	50	100
A	1302	2770	46 840	39 560	39 060	38 020	36 470	35 420
B	12	16	45	45	45	45	45	45
N	0,0868	0,968	1,43	1,385	1,381	1,374	1,362	1,353
R2	0,997	0,989	0,996	0,995	0,995	0,995	0,995	0,995

Fuente: datos obtenidos del INSIVUMEH.

El parámetro t es el tiempo de concentración que tarda el agua de lluvia en escurrir desde el punto más lejano de la cuenca hasta la estación en estudio.

$$t = \frac{3L^{1,15}}{154H^{0,38}}$$

$$t = \frac{3(495)^{1,15}}{154(14)^{0,38}} = 8,97$$

Con el tiempo de concentración se puede obtener la intensidad de lluvia

$$I_{tr} = \frac{39060}{(45 + 8,97)^{1,381}} = 158,35$$

La estación meteorológica utilizada para el análisis de caudales del proyecto fue la estación Cobán, ubicada en el municipio de Cobán, departamento de Alta Verapaz, de la cuenca de Cahabón,

Tabla XVI. **Valores indicativos del coeficiente de escorrentía**

Uso del suelo	pendiente del terreno	Capacidad de infiltración del suelo		
		Altos (suelos arenosos)	Medio (suelos francos)	Bajo (suelos arcillosos)
Tierra agrícola	< 5%	0,30	0,50	0,60
	5-10%	0,40	0,60	0,70
	10-30%	0,50	0,70	0,80
Potreros	< 5%	0,10	0,30	0,40
	5-10%	0,15	0,35	0,55
	10-30%	0,20	0,40	0,60
Bosques	< 5%	0,10	0,30	0,40
	5-10%	0,25	0,35	0,50
	10-30%	0,30	0,50	0,60

Fuente: National Engineering Handbook, Sec. 4: Hydrology, USDA, 1972. p. 128.

Cálculo del drenaje transversal

Área = 3,8 Ha.

C = 0,6

I = 158,35 mm/h

Para estimar caudales por el método racional se emplea la expresión:

$$Q = \frac{CIA}{360}$$

Donde:

Q = Caudal en m^3 / s

C = Coeficiente de escorrentía

I = intensidad de lluvia en mm/hr

A = área en hectáreas

Caudal a drenar, el cual se calcula con la ecuación del método racional.

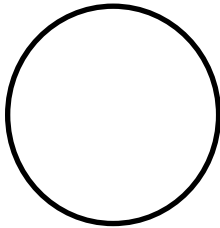
$$Q = \frac{0,6 * 158,35 * 3,80}{360} = 1,00 \text{ m}^3/\text{s}$$

Luego se calcula el radio hidráulico, con el caudal según la ecuación de Manning.

Donde

N = coeficiente de rugosidad del material (0,024)

S = 3 %



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

$$Q = \frac{1}{n} \left(\frac{\pi D^2}{4} \right) * \left(\frac{\pi D}{2} \right)^{2/3} * S^{1/2}$$

$$Q = \frac{1}{0,024} (0,785D^2) * (0,264D)^{2/3} * (0,03)^{1/2}$$

$$Q = 4,662D^{8/3}$$

$$D = \left(\frac{Q}{4,662} \right)^{3/8} \text{ para un } Q=1,0$$

$$D = 0,56\text{m}$$

$$D = 22,10 \text{ pulg}$$

El diámetro es de 30 pulgadas. El material de la tubería es metálica corrugada, ya que es el mínimo diámetro que se utiliza para drenaje transversal en carretera.

La profundidad mínima para instalar la tubería debe ser tal, que el espesor del relleno evite el daño a los conductos ocasionado por las cargas vivas y de impacto, debiendo respetar las profundidades mínimas establecidas.

Esta profundidad se mide a partir de la superficie de la subrasante, hasta la parte superior del tubo, determinada por la siguiente tabla:

Tabla XVII. **Profundidad de acuerdo al tipo de tránsito**

Profundidad de acuerdo al tipo de tránsito	
TN (tránsito normal)	1m
TP (tránsito Pesado)	1,2m

Fuente: elaboración propia.

2.2.6.2. Drenaje longitudinal (cunetas)

La cuneta es una zanja de sección triangular o trapezoidal destinada a recoger y encausar hacia afuera del corte, el agua que escurre de la superficie del camino por bombeo, así como la que escurre por los taludes de los cortes. Se construyen paralelamente al eje del camino y se alojan a partir de la corona. Las cunetas para este proyecto serán naturales.

Son zanjas que se hacen en lugares convenientes, para evitar que llegue a las cunetas más agua que aquella para la cual fue diseñada.

Las contra cunetas se construyen transversales a la pendiente del terreno, las que interceptan el paso del agua y la alejan de los cortes y rellenos. Cuando el camino sigue la dirección de la misma pendiente del terreno, no se deben construir contra cunetas.

Se consideró utilizar una cuneta con un ancho de 0,50 metros, talud del lado de la corona de 0,35 metros y talud extremo de 0,35 metros. Se optó por una sección triangular, porque es más fácil de construir con equipo mecánico y también es más sencillo su mantenimiento.

Se verificará en el siguiente inciso si la cuneta considerada es la adecuada para transportar el caudal de diseño.

Cálculo del área de la cuneta

Área = 0,75 Ha,

C = 0,4

I = 158,35 mm/h

Para estimar caudales por el método racional se emplea la expresión:

$$Q = \frac{CIA}{360}$$

Donde:

Q = Caudal en m^3 /s

C = Coeficiente de escorrentía

I = intensidad de lluvia en mm/hr

A = área en hectáreas

Caudal a drenar, el cual es encontrado con la ecuación del método racional.

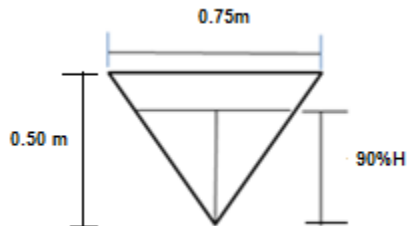
$$Q = \frac{0,4 * 158,35 * 0,75}{360} = 0,1319 \text{ m}^3/\text{s}$$

Condiciones de diseño:

lleno al 90 %

S=2,48 %

Q= radio hidráulico



Fórmula del radio hidráulico

$$Rh = \frac{A}{P} = \frac{\text{área}}{\text{perímetro mojado}}$$

$$Rh = \frac{0,1518}{1,801} = 0,08437$$

Donde:

N= coeficiente de rugosidad del material (0,030)

S=2,48 %

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

$$Q = \frac{1}{0,030} (0,1518)(0,08437)^{2/3} * (0,0248)^{1/2}$$

$$Q = \frac{1}{0,030} (0,1518) * (0,1923722) * (0,16)$$

$$Q = 0,1534 \text{ m}^3/\text{s}$$

Cumple el ya que el caudal de la cuneta $0,1534 \text{ m}^3/\text{s} > 0,1319 \text{ m}^3/\text{s}$

2.2.7. Estudios de Suelos

Los estudios de suelos se deben realizar antes de ejecutar la obra, para determinar las propiedades físico-mecánicas de los suelos, clasificarlos y describirlos adecuadamente. Serán la base principal para el diseño de la carretera. En este proyecto se realizó el análisis a una muestra de la aldea Secaquib y al material balasto. Los resultados del análisis de laboratorio son los siguientes:

2.2.7.1. Límites de Attemberg

Los límites de attemberg son medidas de la consistencia de un suelo. Tienen como fin la determinación de las propiedades plásticas de los suelos arcillosos o limosos. Estos estudios son muy importantes para proyectos de pavimentación.

2.2.7.1.1. Límite líquido

Es el estado del suelo cuando se comporta como una pasta fluida. Se define como el contenido de agua necesario para que, a un determinado número de golpes (normalmente 25 golpes), en la copa de Casagrande, se cierre 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 debe determinarse, con muestras del suelo que hayan cruzado la malla núm. 40, si el espécimen es arcilloso, es preciso que nunca haya sido secado a humedades menores que su límite plástico.

El límite líquido fija la división entre el estado 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.

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.

Según el resultado del análisis se puede clasificar el tipo de suelo como arena limosa con fragmentos de roca. El resultados de análisis de laboratorio se presentan en el anexo.

2.2.7.1.2. Limite plástico

Está definido como el contenido de agua expresado en porcentaje del peso seco, con el cual se agrieta un cilindro de material de 1/8 de pulgada de diámetro, al rodarse con la palma de la mano sobre una superficie lisa.

2.2.7.1.3. Índice plástico

El índice plástico está determinado como la diferencia entre el limite líquido y el limite plástico.

Clasificación de la plasticidad de un suelo:

IP. = 0 – suelo no plástico

IP. Entre 0 y 7 – suelo con baja plasticidad

IP. Entre 7 y 17 – suelo con plasticidad media

IP. Mayor de 17 – suelo altamente plástico

2.2.7.2. Granulometría

El análisis granulométrico, se refiere a la determinación de la cantidad en porcentaje de diversos tamaños de las partículas que constituyen el suelo. Conocidas las composiciones granulométricas del material, se le representa gráficamente.

Los resultados de este ensayo, son: 71,66 % de arena, 28,34 % de finos. El suelo se clasificó como arena limosa color beige.

2.2.7.3. Ensayo de compactación o proctor modificado

La prueba de Proctor Modificado, según la norma AASTHO. T-180 se refiere a la determinación del peso por unidad de volumen de un suelo que ha sido compactado por un procedimiento definido para diferentes contenidos de humedad.

Los resultados del suelo informan que a una humedad óptima, llegará a su densidad seca máxima, aumentando su resistencia y la capacidad de absorción de agua, ya que se reducen los vacíos entre las partículas del suelo $1\ 535\ \text{kg}/\text{m}^3$ y una humedad óptima de 19,70 %,

2.2.7.4. Ensayo del valor soporte (C,B,R)

El ensayo de razón soporte California (C.B.R), determina la capacidad soporte de un suelo y agregados compactados en condiciones de una humedad óptima a niveles de compactación variable. El ensayo lo desarrolló la División de Carreteras de California en 1929, como una forma de clasificación y evaluación de la capacidad de un suelo para ser utilizado como sub-base o material de base en construcciones de carreteras.

El ensayo mide la resistencia al corte de un suelo bajo condiciones de humedad y densidad controladas, permitiendo obtener un porcentaje de la relación de soporte. El porcentaje CBR (o simplemente CBR), está definido como la fuerza requerida para que un pistón normalizado penetre a una profundidad determinada. Una muestra compactada de suelo a un contenido de

humedad y densidad dadas con respecto a la fuerza necesaria para que el pistón penetre a esa misma profundidad y con igual velocidad, una probeta con una muestra estándar de material triturado.

Se obtiene al 95 % de compactación y el suelo ensayado tiene un 55 % CBR

2.2.8. Diseño de carpeta de rodadura

La carpeta de rodadura se coloca después de haber conformado la subrasante. De esta manera se le protege y sirve de superficie de rodadura para ayudar a prolongar la vida útil de la carretera. Evita la acción de desgaste de la carretera, por el tránsito de vehículos, animales de carga y la acción erosiva del agua durante época lluviosa.

La carpeta de rodadura debe presentar las siguientes características: ser de calidad uniforme y estar libre de materia orgánica o materiales extraños que puedan ser perjudiciales; ser estable, relativamente impermeable, entre otras. Dichas características se encuentran en el balasto. Al existir una subrasante y se coloque la capa de balasto, debe ser conformada y escarificada, de acuerdo con las líneas, pendientes y secciones típicas.

El espesor total de la capa de balasto, no debe ser menor de 10cm ni mayor de 25 cm; deben compactarse como mínimo al 90 % de la densidad máxima.

2.2.8.1. Balasto

Es un material clasificado que se coloca sobre la subrasante terminada de una carretera de terracería para protegerla y que sirva de superficie de rodadura, para permitir el libre tránsito durante todas las épocas del año.

Los resultados de ensayos, correspondientes al suelo balasto:

- Ensayo de límites de Atterberg

Límite líquido: 22,3 %

Índice plástico: 5,2 %

Cumple con el requerimiento de la sección 304, para capa de subbase y base granular de las especificaciones generales para la construcción de carreteras y puentes de la Dirección General del Caminos.

- Ensayo de granulometría

55,95 de grava, 25,10 de arena, 18,95 de finos. El suelo se clasificó con fragmentos de roca y arena limosa color beige.

La fracción de finos no cumple las especificaciones pero el índice de plasticidad es menor a los parámetros requeridos, con lo cual se puede determinar que son finos de mediana plasticidad y no afecta al desempeño de transmisión de carga hacia la base.

- Ensayo de compactación

Según el resultado del ensayo, el suelo posee una densidad seca máxima de $2,103 \text{ kg/m}^3$ y una humedad óptima de 8,20 %.

- Ensayo de valor soporte

A 10 golpes de compactación, el porcentaje es de 26,8 % al 90,8 % de compactación.

A 30 golpes de compactación, el porcentaje es de 72,9 % al 94,5 % de compactación.

A 65 golpes de compactación, el porcentaje es de 106,3 % al 98,7 % de compactación.

Cumple la especificación de la sección 304 que establece para una base tiene que ser mayor a un 70 % de CBR al 95 % de compactación y el suelo ensayado tiene un 76 % CBR a 95 % de compactación.

- Ensayo de peso unitario

Según el resultado del ensayo el suelo posee un peso unitario de $1\ 842 \text{ kg/m}^3$ con una descripción del suelo fragmentos de roca y arena limosa color beige.

Según todos los ensayos realizados a la muestra de suelo, se puede determinar que el suelo bueno para para la carretera hacia Secaquib, será de balasto y tendrá espesor de 15 cm.

2.2.9. Elaboración de planos y detalles

El juego de planos para la carretera rural hacia Secaquib es el siguiente:

Planta de ubicación

Planta general

Planta-Perfil de del alineamiento

Secciones transversales

Detalles de ancho de calzada y drenajes transversales.

(Ver en apéndice los planos).

2.2.10. Presupuesto

El presupuesto se elaboró con base en los precios unitarios, tomando los costos indirectos con un valor de 33 por ciento del total del costo directo. Se aplicaron prestaciones laborales del 85,64 por ciento. El precio de los materiales y maquinaria se basa en el lugar donde se construirá la obra.

Tabla XVIII. Presupuesto de construcción de carretera

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA					
PRESUPUESTO DE CONSTRUCCIÓN DE CARRETERA HACIA SECAQUIB					
	LONGITUD:	4 340,00	ml		
	ANCHO DE CALZADA:	5,50	m		
	ANCHO DE RODADURA:	4,00	m		
	ESPESOR DE BALASTO:	0,15	m		
No.	DESCRIPCIÓN RENGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
1,0	TRABAJOS PRELIMINARES				
1,1	Limpieza, chapeo y destronque	2,39	Ha	Q 27 023,46	Q 64 505,00
1,2	Replanteo topografico	4,34	Km	Q 2 187,45	Q 9 493,54
2,0	MOVIMIENTO DE TIERRAS				
2,1	Excavación no clasificada desperdicio	45 565,48	M3	Q 34,09	Q 1 553 340,25
2,2	Excavacion no clasificada	4 153,12	M3	Q 70,25	Q 291 756,68
3,0	SUB-RASANTE				
3,1	Conformación de sub-rasante	23 870,00	M2	Q 5,15	Q 122 979,78
4,0	Capa balasto				
4,1	Corte y carga de material de balasto en banco	3 580,50	M3	Q 89,27	Q 319 636,77
4,2	Acarreo de material de balasto				
4,3	Tendido, conformado y compactado de balasto				
5,0	DRENAJES				
5,1	Excavación estructural de alcantarilla en suelo rocoso	102,00	M3	Q 175,76	Q 17 927,52
5,2	Transversal metalico de 30"	114,00	ML	Q 3 357,67	Q 382 774,00
5,3	Cajas y cabezales de concreto ciclópeo	48,00	M3	Q 1 417,66	Q 68 047,68
5,4	Relleno estructural	85,00	M3	Q 112,30	Q 9 545,50
5,5	Cuneta	7 240,00	ML	Q 2,89	Q 20 907,60
6	Carrileras de empedrado 0.50m* 0.20m	2 120,00	ml	Q 85,57	Q 181 414,00
	TOTAL			Q	3 042 328,32

Fuente: elaboración propia.

2.2.11. Evaluación ambiental inicial

Se identificaron los impactos ambientales que pueden ser generados como resultado de la apertura de carretera y operación del proyecto.

Los proyectos de apertura de carretera y todas las actividades realizadas por el ser humano en la tierra, generan un impacto en los componentes ambientales. Este impacto puede ser de carácter positivo, negativo irreversible o negativo con posible mitigación o neutros.

Tabla XIX. De impactos ambientales

Aspecto ambiental	Impacto ambiental	Manejo ambiental Indicar qué se hará para evitar el impacto al ambiente, trabajadores y/o vecindario
Aire	Gases o partículas (polvo, vapores, humo, hollín, monóxido de carbono, óxidos de azufre, etc.)	Mantenimiento de camiones. Servicios de mantenimiento se deben realizar según el tiempo y horas de trabajo de servicio de los camiones. El mantenimiento se debe realizar en cualquier de las gasolineras cercanas al proyecto.
	Ruido	Se reducirán las horas de trabajo de las maquinas, y el personal que las opere se verá obligado a utilizar tapones de oído. Se respetara el horario de trabajo que es de 8:00 a 16:00 horas para evitar molestias.
	Vibraciones	Los camiones de volteo deben estar obligados a reducir su velocidad a 20 Km/hora, dentro y fuera del proyecto. Así mismo, los camiones deben estar identificados para evitar daños a terceros, durante su movilización.
	Olores	
Agua	Abastecimiento de agua	Regular el uso adecuado del agua en la construcción de las obras civiles del proyecto. Abastecimiento por medio de cisternas para un uso racional del agua, durante la construcción de las obras civiles y el consumo de la misma por parte de los trabajadores y contratistas.

Continuación de la tabla XIX.

	Aguas residuales ordinarias (aguas residuales generadas por las actividades domésticas)	
	Aguas residuales especiales (aguas residuales generadas por servicios públicos municipales, actividades de servicios, industriales, agrícolas, pecuarias, hospitalarias)	
	Mezcla de las aguas residuales anteriores	
	Agua de lluvia	
Suelo	Desechos sólidos (basura común)	Será colocada en toneles, según tipo de desecho. Vidrio, papel, metales, entre otros. Los toneles llenos serán extraídos del área de trabajo y depositados en el basurero municipal.
	Desechos peligrosos (con una o más de las siguientes características: corrosivos, reactivos, explosivos, tóxicos, inflamables y bioinfecciosos)	No se generaran desechos peligrosos.
	Descarga de aguas residuales (si van directo al suelo)	
	Modificación del relieve o topografía del área	Se espera construir obra civil acorde al medio y que esta se encuentre en concordancia con el entorno.
Biodiversidad	Flora (árboles, plantas)	En ambos lados del tramo hay cultivos de cardamomo. En los tramos donde el ancho de la carretera los alcance, serán removidos por los comunitarios y colocados en otras parcelas. En el tramo no existen arboles maderables que puedan ser talados.
	Fauna (animales)	La población según los integrantes del COCODE tiene prohibida la caza de animales salvajes.
	Ecosistema	El proyecto es sobre una línea de la montaña.
Visual	Modificación del paisaje	Se espera construir obra civil en concordancia con el medio y el entorno. Además ya existe otra carretera.
Social	Cambio o modificaciones sociales, económicas y culturales, incluyendo monumentos arqueológicos	Las personas contratadas de las comunidades, donde ejerza influencia el tramos por mejorar, serán beneficiadas económicamente.

Fuente: elaboración propia.

CONCLUSIONES

1. El Ejercicio Profesional Supervisado (EPS) de la Facultad de Ingeniería, (USAC), contribuye al desarrollo del país, ya que se atienden necesidades que la sociedad plantea y demandan soluciones técnicas y económicas, por los beneficios que aportan a los usuarios- También contribuye al crecimiento particular del estudiante, ya que permite comparar lo aprendido durante la formación académica, con la realidad. Por ello, con base en la experiencia vivida, se considera que las autoridades facultativas deben promover y apoyar esta práctica profesional, en la Facultad de Ingeniería.
2. Se realizó la monografía de las aldeas Campur y Secaquib, se determinaron las características físicas de los lugares y sus necesidades básicas para la priorización de los proyectos.
3. Un sistema de agua potable mejorará la calidad de vida de los pobladores de la aldea Campur, ya que contarán con agua de calidad al poseer un sistema de desinfección y la cantidad suficiente. De esta manera evitarán enfermedades. Este proyecto satisfará necesidades básicas del ser humano, por lo que se considera que, tanto autoridades municipales, como COCODE deben gestionar el financiamiento para la ejecución de proyecto en el menor tiempo posible para mejorar la calidad de vida de sus pobladores.
4. Se diseñó la carretera que conduce hacia la aldea Secaquib. Para ello se utilizaron los parámetros establecidos por la Dirección General de

Caminos, para una carretera tipo "F". Además se aplicaron criterios de acuerdo con las características del lugar (topografía, curvas horizontales, curvas verticales, entre otros). Este proyecto debe impulsarse en el menor tiempo porque subsana necesidades de primera necesidad para los beneficiarios y poblaciones circunvecinas.

5. Se elaboraron los planos y presupuesto de acuerdo con parámetros y normas técnicas para su pronta ejecución.

RECOMENDACIONES

A la municipalidad de San Pedro Carchá:

1. Garantizar la supervisión técnica y calificada para la construcción de los proyectos, tanto del sistema de abastecimiento de agua como de la carretera, a través de un profesional de la Ingeniería Civil, para que se cumplan con las especificaciones generales y las contenidas en los planos.
2. Proteger la fuente de agua, circulando el predio para impedir el ingreso de personas y animales, de esta manera estará libre de posibles contaminantes.
3. Realizar el mantenimiento preventivo y correctivo permanentemente para ambos proyectos, en aras de que funcione adecuadamente y tenga una larga vida.
4. Capacitar a las comunidades, sobre aspectos de buen uso de los componentes del sistema de abastecimiento de agua, así como el mantenimiento de la carretera.

BIBLIOGRAFÍA

1. AGUILAR RUIZ, Pedro. *Apuntes sobre el curso de ingeniería sanitaria 1*. Trabajo de graduación Ing. Civil, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería octubre del 2007. 180 p.
2. ARREAGA ESPAÑA, Héctor Amílcar. *Manual de Normas para el diseño geométrico de carreteras*. Guatemala, octubre de 1996.
3. CHIQUIN LÓPEZ, Elder Armando. *Diseño de sistema de abastecimiento de agua potable del área urbana, del municipio de san pablo tamahú, departamento de alta Verapaz*. Trabajo de graduación Ing. Civil, Guatemala, mayo del 2009. 120 p.
4. Instituto de Fomento Municipal INFOM. Unidad ejecutora del programa de acueductos UNEPAR. *Guía para el abastecimiento de agua potable en zonas rurales*. Guatemala: INFOM 1997. 40 p.
5. Guía de normas sanitarias para el diseño de sistemas rurales de abastecimiento de agua para consumo humano. Guatemala: Noviembre 2011. 158 p.
6. Ministerio de comunicaciones, infraestructura y vivienda unidad ejecutora de conservación vial –covial- especificaciones especiales. Guatemala, febrero 2015. 164 p.

APÉNDICES

Apéndice 1. Resumen del cálculo hidráulico

TRAMO	COTAS TOPOGRÁFICAS		DH	HF	DH acumulado	MATERIAL DE 1800 Z50 PSI	C _{pv}	CAUDAL (Q)	Φ Requerido (Pig)	Φ Propuesto (Pig)	Φ interno (log)	perdida de carga hf	COTA PIEZOMÉTRICA		PRESIÓN		velocidad	
	inicio	Final											INICIO	FINAL	PE	PD		
EST	PO																	
TANQUE	J75	8025.924	961.957	490.73	63.967	160	150	4.88	1.94	2.5	2.655	13.69	1022.294	63.967	50.277		1.37	
J75	Nodo 61	961.957	920.054	286.9	41.903	160	150	4.88	1.89	2.5	2.655	8	961.957	41.903	33.903		1.37	
Nodo 61	131	920.054	925.523	296.71	28.634	160	150	0.62	0.9	1	1.195	7.09	925.527	36.434	21.344		0.86	
TRAMO																		
EST	PO																	
Nodo 61	52	920.054	940.988	82.49	13.369	160	150	0.72	1.06	1	1.195	7.2	925.527	21.369	6.169		1.0	
TRAMO																		
EST	PO																	
Nodo 61	Nodo 72	920.054	889.792	319.21	64.165	160	150	3.54	1.57	2	2.199	12.47	925.527	94.487	72.165	51.665	1.46	
Nodo 72	Nodo 81	889.792	865	297.64	44.987	160	150	2.66	1.5	2	2.199	6.88	941.487	99.607	66.457	38.007	1.1	
Nodo 81	96	865	910.078	300.84	24.529	160	150	2.16	1.39	2	2.199	5.05	994.607	99.557	51.879	19.479	0.89	
96	Nodo 117	910.078	879.669	493.79	49.888	160	150	1.88	1.33	1.5	1.754	12.84	929.527	916.717	82.288	37.048	1.08	
Nodo 117	Nodo 153	879.669	867.676	103.76	11.993	160	150	1.08	1.12	1.5	1.754	1.34	916.717	915.377	94.284	47.701	0.7	
TRAMO																		
EST	PO																	
Nodo 72	132	889.792	887.946	31.3095168	53.541	160	150	0.5	0.48	1	1.195	0.63	941.487	940.857	74.011	52.911	0.7	
132	137	887.946	929.888	115.78	31.039	160	150	0.5	0.71	1	1.195	2.33	940.857	938.527	52.139	28.709	0.7	

Continuación del apéndice 1.

TRAMO		COTAS TOPOGRAFICAS		DH	HF	DH acumulado	MATERIAL DE 180 (250)		CAUDAL		Φ requerido Φ propuesta		Φ interno		perdida de carga		COTA PIEDEMONTICA		PRESION		velocidad
EST	PO	inicio	Final				PSI	Cmrc	(Q)	(Pig)	(Pig)	(Pig)	(Pig)	hf	INICIO	FINAL	PE	PD			
Nodo 81	142	885	875.883	115.48	20.617	115.48	160	150	0.5	0.77	1	1.195	2.33	994.607	992.277	88.074	56.394			0.7	
TRAMO		COTAS TOPOGRAFICAS		DH	HF	DH acumulado	MATERIAL DE 180 (250)		CAUDAL		Φ requerido Φ propuesta		Φ interno		perdida de carga		COTA PIEDEMONTICA		PRESION		velocidad
EST	PO	inicio	Final				PSI	Cmrc	(Q)	(Pig)	(Pig)	(Pig)	hf	INICIO	FINAL	PE	PD				
Nodo 117	151	891.689	872.545	73.88	44.172	73.88	160	150	0.60	0.64	1	1.195	2.08	916.717	914.637	89.412	42.092			0.8	
151	152	872.545	873.686	9.22	40.941	82.90	160	150	0.60	0.42	1	1.195	0.26	914.637	914.377	88.261	40.681			0.8	
TRAMO		COTAS TOPOGRAFICAS		DH	HF	DH acumulado	MATERIAL DE 180 (250)		CAUDAL		Φ requerido Φ propuesta		Φ interno		perdida de carga		COTA PIEDEMONTICA		PRESION		velocidad
EST	PO	inicio	Final				PSI	Cmrc	(Q)	(Pig)	(Pig)	(Pig)	hf	INICIO	FINAL	PE	PD				
Nodo 153	163	867.676	855.135	165.52	80.242	165.52	160	150	0.54	0.88	1	1.195	3.94	915.377	914.537	106.822	56.482			0.5	
TRAMO		COTAS TOPOGRAFICAS		DH	HF	DH acumulado	MATERIAL DE 180 (250)		CAUDAL		Φ requerido Φ propuesta		Φ interno		perdida de carga		COTA PIEDEMONTICA		PRESION		velocidad
EST	PO	inicio	Final				PSI	Cmrc	(Q)	(Pig)	(Pig)	(Pig)	hf	INICIO	FINAL	PE	PD				
Nodo 153	166	867.676	873.653	80.27	47.724	80.27	160	150	0.54	0.83	1	1.195	4.43	915.377	910.947	88.304	37.294			0.5	
166	169	873.653	865.395	84.78	45.362	165.05	160	150	0.54	0.83	1	1.195	4.88	910.947	906.267	96.372	40.882			0.5	

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 2. Resumen de cálculo de curvas horizontales

TABLA DE ELEMENTOS DE CURVAS													
	DELTA	R	ST	LC	L	E	OM	CM	PC	PT	LS	E %	SA
1	12°50'21"	128,64	14,47	28,83	28,77	0,81	0,81	28,766	0+016.83	0+045.66	4,5	6,68105	0,55
2	48°00'43"	51,43	22,9	43,09	41,84	4,87	4,45	41,843	0+052.33	0+095.42	9,3	16,7123	1,05
3	51°04'53"	62,15	29,7	55,41	53,6	6,73	6,07	53,596	0+118.68	0+174.09	8,5	13,82745	0,95
4	40°26'07"	23,12	8,52	16,32	15,98	1,52	1,42	15,983	0+191.58	0+207.90	9,8	37,16535	1,2
5	38°54'22"	94,99	33,55	64,5	63,27	5,75	5,42	63,27	0+222.45	0+286.95	6,1	9,04765	0,7
6	9°51'35"	238,07	20,54	40,97	40,92	0,88	0,88	40,918	0+308.47	0+349.44	2,4	3,60995	0,4
7	18°00'55"	128,35	20,35	40,36	40,19	1,6	1,58	40,19	0+391.24	0+431.60	4,5	6,69615	0,55
8	17°43'58"	284,56	44,39	88,07	87,72	3,44	3,4	87,718	0+562.45	0+650.52	2,1	3,0202	0,4
9	12°32'32"	182,2	20,02	39,88	39,8	1,1	1,09	39,805	0+720.06	0+759.95	3,1	4,71695	0,45
10	31°30'49"	144,56	40,79	79,51	78,51	5,64	5,43	78,511	0+783.00	0+862.51	4,2	5,9453	0,55
11	116°55'47"	18,06	29,44	36,87	30,79	16,47	8,62	30,793	0+878.02	0+914.88	9,8	47,5775	1,2
12	30°50'12"	72,49	19,99	39,01	38,54	2,71	2,61	38,543	0+923.90	0+962.92	7,8	11,85655	0,85
13	97°59'11"	21,33	24,54	36,48	32,2	11,18	7,34	32,198	0+983.34	1+019.83	9,8	40,2856	1,2
14	38°45'47"	69,73	24,53	47,18	46,28	4,19	3,95	46,282	1+073.25	1+120.43	7,9	12,3249	0,85
15	74°37'34"	27,4	20,89	35,69	33,22	7,05	5,61	33,222	1+120.51	1+156.21	9,8	31,36295	1,2
16	25°39'04"	107,65	24,51	48,2	47,79	2,75	2,69	47,795	1+169.08	1+217.28	5,5	7,9833	0,65
17	22°45'03"	30	6,04	11,91	11,83	0,6	0,59	11,834	1+240.11	1+252.02	9,8	28,6479	1,2
18	93°56'18"	25,01	26,79	41,01	36,57	11,64	7,94	36,566	1+257.72	1+298.72	9,8	34,3619	1,2
19	26°40'43"	50,37	11,94	23,45	23,24	1,4	1,36	23,241	1+311.62	1+335.07	9,4	17,0635	1,1
20	54°08'42"	30	15,33	28,35	27,31	3,69	3,29	27,307	1+348.32	1+376.67	9,8	28,6479	1,2
21	12°03'46"	147,46	15,58	31,05	30,99	0,82	0,82	30,988	1+434.72	1+465.77	4,2	5,8283	0,55
22	15°03'56"	60,35	7,98	15,87	15,82	0,53	0,52	15,824	1+481.98	1+497.85	8,5	14,23995	0,95
23	10°15'45"	106,57	9,57	19,09	19,06	0,43	0,43	19,063	1+601.31	1+620.40	5,5	8,0644	0,65
24	7°08'07"	154,02	9,6	19,18	19,17	0,3	0,3	19,168	1+660.66	1+679.84	3,8	5,5802	0,5
25	44°44'04"	52,33	21,53	40,86	39,83	4,26	3,94	39,829	1+728.98	1+769.84	9,3	16,42265	1,05
26	17°08'42"	44,2	6,66	13,23	13,18	0,5	0,49	13,178	1+778.29	1+791.52	9,8	19,4423	1,2
27	58°34'32"	30	16,83	30,67	29,35	4,4	3,83	29,352	1+823.48	1+854.15	9,8	28,6479	1,2
28	17°46'54"	47,86	7,49	14,85	14,79	0,58	0,58	14,793	1+869.58	1+884.43	9,8	17,95865	1,15
29	8°39'50"	109,96	8,33	16,63	16,61	0,32	0,31	16,611	1+927.44	1+944.07	5,5	7,81625	0,65
30	48°55'48"	68,76	31,28	58,72	56,95	6,78	6,17	56,949	1+974.34	2+033.06	7,9	12,49985	0,85
31	17°10'24"	61,42	9,27	18,41	18,34	0,7	0,69	18,341	2+056.48	2+074.89	8,5	13,99275	0,95
32	24°55'10"	235,87	52,12	102,59	101,78	5,69	5,56	101,778	2+091.80	2+194.39	2,4	3,64375	0,4

Continuación del apéndice 2.

TABLA DE ELEMENTOS DE CURVAS													
No	DELTA	R	ST	LC	L	E	OM	CM	PC	PT	LS	E %	SA
33	68°45'37"	30	20,53	36	33,88	6,35	5,24	33,881	2+206.78	2+242.78	9,8	28,64755	1,2
34	20°52'58"	30	5,53	10,93	10,87	0,51	0,5	10,874	2+272.57	2+283.50	9,8	28,6479	1,2
35	78°19'09"	21,9	17,83	29,93	27,66	6,34	4,92	27,658	2+314.41	2+344.35	9,8	39,245	1,2
36	31°33'19"	69,09	19,52	38,05	37,57	2,7	2,6	37,571	2+346.04	2+384.09	7,9	12,4395	0,85
37	22°34'10"	193,38	38,59	76,17	75,68	3,81	3,74	75,682	2+412.82	2+489.00	3,1	4,4443	0,45
38	18°26'58"	30	4,87	9,66	9,62	0,39	0,39	9,618	2+494.56	2+504.22	9,8	28,6479	1,2
39	16°58'45"	30	4,48	8,89	8,86	0,33	0,33	8,858	2+542.37	2+551.26	9,8	28,6479	1,2
40	32°02'34"	31,8	9,13	17,78	17,55	1,28	1,24	17,552	2+578.00	2+595.79	9,8	27,02895	1,2
41	18°44'14"	70,29	11,6	22,99	22,88	0,95	0,94	22,885	2+623.63	2+646.61	7,8	12,22675	0,85
42	26°38'36"	148,95	35,27	69,27	68,64	4,12	4,01	68,643	2+682.65	2+751.92	4,2	5,7698	0,55
43	43°51'54"	57,06	22,97	43,68	42,62	4,45	4,13	42,622	2+792.03	2+835.71	8,9	15,06315	1
44	7°48'52"	256,85	17,54	35,03	35	0,6	0,6	35,004	2+865.63	2+900.66	2,4	3,3461	0,4
45	15°21'35"	124,12	16,74	33,27	33,17	1,12	1,11	33,174	2+924.05	2+957.32	4,8	6,9242	0,6
46	14°04'16"	144,73	17,86	35,54	35,45	1,1	1,09	35,453	2+985.37	3+020.91	4,2	5,9384	0,55
47	44°21'15"	54	22,01	41,8	40,76	4,31	3,99	40,764	3+071.44	3+113.24	9,2	15,91655	1,05
48	33°19'39"	30	8,98	17,45	17,21	1,32	1,26	17,205	3+138.99	3+156.44	9,8	28,6479	1,2
49	29°15'49"	30	7,83	15,32	15,16	1,01	0,97	15,156	3+159.54	3+174.86	9,8	28,6479	1,2
50	29°40'07"	30	7,95	15,53	15,36	1,03	1	15,361	3+202.70	3+218.24	9,8	28,6479	1,2
51	45°18'51"	61,98	25,87	49,02	47,75	5,18	4,78	47,753	3+235.64	3+284.66	8,5	13,86585	0,95
52	21°38'01"	76,15	14,55	28,75	28,58	1,38	1,35	28,584	3+302.52	3+331.27	7,5	11,2854	0,8
53	5°31'20"	211,42	10,2	20,38	20,37	0,25	0,25	20,37	3+389.18	3+409.55	2,8	4,06505	0,45
54	90°45'51"	15,25	15,45	24,15	21,71	6,46	4,54	21,707	3+432.41	3+456.57	9,8	56,36375	1,2
55	34°25'22"	18,31	5,67	11	10,83	0,86	0,82	10,835	3+475.29	3+486.29	9,8	46,9422	1,2
56	56°32'47"	22,21	11,94	21,92	21,04	3,01	2,65	21,039	3+499.58	3+521.49	9,8	38,6988	1,2
57	43°35'37"	126,28	50,5	96,08	93,78	9,72	9,03	93,78	3+617.11	3+713.19	4,8	6,80575	0,6
58	10°37'27"	185,45	17,24	34,39	34,34	0,8	0,8	34,338	3+728.65	3+763.03	3,1	4,63435	0,45
59	29°50'52"	42,77	11,4	22,28	22,03	1,49	1,44	22,029	3+815.73	3+838.02	9,8	20,0946	1,2
60	11°50'54"	435,48	45,19	90,05	89,89	2,34	2,33	89,894	3+884.08	3+974.14	1,4	1,97355	0,3
61	31°16'17"	231,03	64,66	126,09	124,53	8,88	8,55	124,533	3+998.83	4+124.92	2,4	3,72005	0,4
62	77°57'36"	68,34	55,3	92,98	85,97	19,57	15,21	85,974	4+176.16	4+269.14	7,9	12,57655	0,85

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 3. **Resumen de cálculo de curvas Verticales**

	ESTACION	PENDIENTE	SUBRASANTE	CORRECCIÓN	SUBRASANTE CORREGIDA
	0+000,00		997		
PCV	83,1	2,28%	998,894	0	998,894
	86	LVC 18 MTS	998,960	-6,51249E-06	998,960
	89		999,028	-2,6956E-05	999,028
PIV	92,1		999,099	-6,272E-05	999,099
	95	2,56%	999,17	-2,88145E-05	999,173
	98		999,25	-7,44174E-06	999,250
PTV	101,1		999,33	0	999,329
		LVC 37 MTS			0,000
PCV	182,56		1001,41	0	1001,413
	189		1001,58	-0,000101387	1001,577
	194		1001,71	-0,000319935	1001,705
	199		1001,83	-0,000660714	1001,833
PIV	201,06		1001,886	-0,000836668	1001,885
	206	4,37%	1002,10	-0,000449499	1002,101
	211		1002,32	-0,000179125	1002,320
	216	LVC 34,00 MTS	1002,54	-3,0982E-05	1002,538
PTV	219,56		1002,69	0	1002,694
					0,000
PCV	324,07		1007,258	0	1007,258
	326		1007,342	3,80569E-06	1007,342
	331		1007,560	4,90665E-05	1007,560
	336	1007,779	0,000145412	1007,779	
PIV	341,07		1008	0,000295268	1008,000
	346	-3,67%	1007,819	0,000148845	1007,819
	351		1007,635	5,1069E-05	1007,635
	356	LVC 22,00 MTS	1007,452	4,37783E-06	1007,452
PTV	358,07		1007,376	0	1007,376
					0,000

Continuación del apéndice 3.

PCV	439,00		1004,403929	0	1004,404
	442,00		1004,293767	2,30279E-06	1004,294
	446,00		1004,146883	1,25374E-05	1004,147
	448		1004,073442	2,07251E-05	1004,073
PIV	450		1004	3,09597E-05	1004,000
	452,00	3,56%	1004,07119	2,07251E-05	1004,071
	454,00		1004,14238	1,25374E-05	1004,142
	456,00		1004,21357	6,39664E-06	1004,214
PTV	461,00		1004,391545	0	1004,392
					0,000
PCV	504,88		1005,953455	0	1005,953
	510,00		1006,135701	-0,000228073	1006,135
	512,00		1006,206891	-0,000441056	1006,206
	514		1006,278081	-0,000723642	1006,277
PIV	515,88		1006,345	-0,001052736	1006,344
	518,00	-7,39%	1006,188382	-0,000686057	1006,188
	520,00		1006,04063	-0,000411823	1006,040
	522,00		1005,892877	-0,000207192	1005,893
PTV	526,88		1005,53236	0	1005,532
					0,000
PCV	574,86		1001,987774	0	1001,988
	578		1001,755802	-0,000291742	1001,756
	583		1001,386421	-0,001960594	1001,384
	588		1001,017039	-0,005108927	1001,012
PIV	592,86		1000,658	-0,009587027	1000,648
	598	-13,92%	999,9426728	-0,004893515	999,938
	603		999,2468292	-0,001828033	999,245
	608		998,5509856	-0,000242031	998,551
PTV	610,86		998,1529631	0	998,153
					0,000
PCV	820		969,0472179	0	969,047
	830		967,6555307	-8,3179E-06	967,656

Continuación del apéndice 3.

	835		966,9596872	-1,87153E-05	966,960
	840		966,2638436	-3,32716E-05	966,264
PIV	845		965,568	-5,19869E-05	965,568
	850	14,00%	966,2680025	-3,32716E-05	966,268
	855		966,9680051	-1,87153E-05	966,968
	860		967,6680076	-8,3179E-06	967,668
PTV	870		969,0680126	0	969,068
					0,000
PCV	1228,42		1019,246994	0	1019,247
	1231		1019,608195	0,000160033	1019,608
	1234		1020,028197	0,000748582	1020,029
	1237		1020,448198	0,001769887	1020,450
PIV	1240,42		1020,927	0,003462051	1020,930
	1243	2,46%	1020,990465	0,002133402	1020,993
	1246		1021,064261	0,000990926	1021,065
	1249		1021,138058	0,000281205	1021,138
PTV	1252,42		1021,222186	0	1021,222
					0,000
PCV	1267,04		1021,58182	0	1021,582
	1272		1021,70383	-0,00041315	1021,703
	1276		1021,802226	-0,00134822	1021,801
	1280		1021,900621	-0,002820687	1021,898
PIV	1284,04		1022	-0,004853362	1021,995
	1288	-13,88%	1021,45037	-0,002855618	1021,448
	1292		1020,895187	-0,001372403	1020,894
	1296		1020,340005	-0,000426585	1020,340
PTV	1301,04		1019,640475	0	1019,640
					0,000
PCV	1325		1016,314934	0	1016,315
	1325		1016,314934	0	1016,315
	1330		1015,620956	-0,001161648	1015,620

Continuación del apéndice 3.

	1335		1014,926978	-0,004646593	1014,922
PIV	1340		1014,233	-0,010454834	1014,223
	1345	-14,00%	1013,533	-0,004646593	1013,528
	1350		1012,833	-0,001161648	1012,832
	1355		1012,133	0	1012,133
PTV	1355		1012,133	0	1012,133
					0,000
PCV	2057		913,853	0	913,853
	2056		913,993	-6,52717E-05	913,993
	2059		913,573	-0,000261087	913,573
	2062		913,153	-0,001631793	913,151
PIV	2065		912,733	-0,00417739	912,729
	2068	-6,89%	912,5263915	-0,001631793	912,525
	2070		912,3886526	-0,000587445	912,388
	2072		912,2509136	-6,52717E-05	912,251
PTV	2073		912,1820441	0	912,182
					0,000
PCV	2180,17		904,8013014	0	904,801
	2185		904,4686618	-0,000260735	904,468
	2190		904,1243144	-0,001079972	904,123
	2195		903,779967	-0,002458034	903,778
PIV	2216,17		902,322	-0,014484736	902,308
	2226	-9,21%	901,4169319	-0,007654433	901,409
	2246		899,5754913	-0,000425477	899,575
	2250		899,2072032	-5,2629E-05	899,207
PTV	2252,17		899,0074069	0	899,007
					0,000
PCV	2336		891,2890084	0	891,289
	2338		891,1048644	7,7811E-06	891,105
	2342		890,7365763	7,00299E-05	890,737
	2346		890,3682881	0,000194527	890,368

Continuación del apéndice 3.

PIV	2350		890	0,000381274	890,000
	2354	-8,12%	889,675286	0,000194527	889,675
	2358		889,350572	7,00299E-05	889,351
	2362		889,0258581	7,7811E-06	889,026
PTV	2364		888,8635011	0	888,864
					0,000
PCV	2796		853,7943914	0	853,794
	2800		853,4696774	-0,000443528	853,469
	2805		853,0637849	-0,002245362	853,062
	2810		852,6578925	-0,005433221	852,652
PIV	2815		852,252	-0,010007107	852,242
	2820	-12,95%	851,6045128	-0,005433221	851,599
	2825		850,9570256	-0,002245362	850,955
	2830		850,3095385	-0,000443528	850,309
PTV	2834		849,7915487	0	849,792
					0,000
PCV	2970		832,1798974	0	832,180
	2980		830,8849231	0,000715012	830,886
	2990		829,5899487	0,002860048	829,593
	3000		828,2949744	0,006435109	828,301
PIV	3010		827	0,011440194	827,011
	3020	-1,51%	826,849045	0,006435109	826,855
	3030		826,6980901	0,002860048	826,701
	3040		826,5471351	0,000715012	826,548
PTV	3050		826,3961801	0	826,396
					0,000
PCV	3101,14		825,6241964	0	825,624
	3106		825,5508323	-0,000347897	825,550
	3112		825,4602593	-0,00173715	825,459
	3118		825,3696864	-0,004186902	825,365
PIV	3124,14		825,277	-0,00779172	825,269
	3130	-12,04%	824,5713817	-0,004327124	824,567

Continuación del apéndice 3.

	3136		823,8489056	-0,001827882	823,847
	3142	LVC 26.00 MTS	823,1264294	-0,000389138	823,126
PTV	3147,14		822,5075082	0	822,508
					0,000
PCV	3327,77		800,7573649	0	800,757
	3328		800,72967	-2,64806E-06	800,730
	3330		800,4888446	-0,000248932	800,489
	3335		799,8867812	-0,002616665	799,884
PIV	3340,77		799,192	-0,008459762	799,184
	3345	-13,99%	798,600275	-0,003850088	798,596
	3350		797,9008366	-0,000711466	797,900
	3352	LVC 25.00 MTS	797,6210612	-0,000156826	797,621
PTV	3353,77		797,37346	0	797,373
					0,000
PCV	4248,98		672,1445962	0	672,145
	4250		672,0019107	1,01681E-05	672,002
	4254		671,44236	0,000246291	671,443
	4257		671,0226969	0,000628623	671,023
PIV	4261,48		670,396	0,001527079	670,398
	4264	-9,10%	670,1666266	0,000973425	670,168
	4267		669,8935631	0,000476159	669,894
	4270	LVC 22.00 MTS	669,6204996	0,000154813	669,621
PTV	4273,98		669,2582353	0	669,258
					0,000
PCV	4287,79		668,0012329	0	668,001
	4290		667,8000761	7,03804E-05	667,800
	4293		667,5270126	0,00039115	667,527
	4296		667,2539491	0,000971301	667,255
PIV	4298,79		667	0,001743624	667,002
	4301	-2,76%	666,9389671	0,001113384	666,940
	4304		666,8561171	0,000483086	666,857
	4307		666,7732671	0,00011217	666,773
PTV	4309,79		666,6962165	0	666,696


Continuación del apéndice 3.

#	EST PIV	ELEV PIV	PE	PS	A	LCV	SEGURIDAD	APARIENCIA	COMODIDAD	DRENAJE	CORRECCION OM	SUBRASANTE CORREGIDA
1	0+092.1	999,028	2,28%	2,56%	0,28%	18,00	Si	si	Si	No	-6,27243E-05	999,0989373
2	0+201.06	1001,886	2,56%	4,37%	1,81%	37,00	Si	No	Si	Si	0,001182991	1001,887183
3	0+341.07	1008	4,37%	-3,67%	8,04%	34,00	Si	No	Si	Si	0,000295268	1008,000295
4	0+450	1004	-3,67%	3,56%	7,23%	22,00	Si	No	Si	Si	3,09597E-05	1004,000031
5	0+515.88	1006,345	3,56%	-7,39%	10,95%	22,00	Si	No	Si	Si	-0,001052736	1006,343947
6	0+592.86	1000,658	-7,39%	-13,92%	6,53%	36,00	No	No	Si	Si	-0,009587027	1000,648413
7	0+845	965,568	-13,92%	14,00%	27,92%	50,00	Si	No	Si	Si	-5,19869E-05	965,567948
8	1+240.42	1020,927	14,00%	2,46%	11,54%	24,00	Si	No	Si	Si	0,003462051	1020,930462
9	1+284.04	1022	2,46%	-13,88%	16,34%	34,00	No	No	Si	Si	0,003462051	1021,995147
10	1+340	1014,233	-13,88%	-14,00%	0,12%	30,00	Si	Si	Si	No	-0,004853362	1014,222545
11	2+065	912,733	-14,00%	-6,89%	7,11%	16,00	Si	No	Si	Si	-0,010454834	912,7288226
12	2+216.17	902,322	-6,89%	-9,21%	2,32%	72,00	Si	Si	Si	Si	-0,00417739	902,3075153
13	2+350	890	-9,21%	-8,12%	1,09%	28,00	Si	No	Si	Si	-0,014484736	890,0003813
14	2+815	852,252	-8,12%	-12,95%	4,83%	38,00	Si	No	Si	Si	0,000381274	852,2419929
15	3+010	827	-12,95%	-1,51%	11,44%	80,00	Si	No	Si	Si	-0,010007107	827,0114402
16	3+124.14	825,277	-1,51%	-12,04%	10,53%	46,00	No	No	Si	Si	0,011440194	825,2692083
17	3+340.77	799,192	-12,04%	-13,99%	1,95%	26,00	Si	No	Si	Si	-0,00779172	799,1835402
18	4+261.48	670,396	-13,99%	-9,10%	4,89%	25,00	Si	No	Si	Si	-0,008459762	670,3975271
19	4+298.79	667	-9,10%	-2,76%	6,34%	22,00	Si	No	Si	Si	0,001527079	667,0017436


Fuente: elaboración propia.

ANEXOS

Anexo 1. Resultado de estudio de agua



**CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**



D.T. No. 26888 ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO SANITARIO No. 4396

INTERESADO: EDGAR ARMANDO CORONADO VÉLIZ, C.A.R.N.E No. 28972926 RECOLECTADA POR: <u>Entomado</u> LUGAR DE RECOLECCIÓN: <u>San Pedro Carchá, Campur</u> FUENTE: <u>Campur Nacimiento</u> MUNICIPIO: <u>San Pedro Carchá</u> DEPARTAMENTO: <u>Alta Verapaz</u>	PROYECTO: <u>EPS: "DISEÑO DE UN SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA CAMPUR, SAN PEDRO CARCHA, ALTA VERAPAZ"</u> DEPENDENCIA: <u>FACULTAD DE INGENIERIA/USAC</u> FECHA Y HORA DE RECOLECCIÓN: <u>2016-05-25, 10:00 am.</u> FECHA Y HORA DE LLEGADA AL LAB.: <u>2016-05-26, 11:00 am.</u> CONDICIÓN DEL TRANSPORTE: <u>Con refrigeración</u>
--	--

RESULTADOS

1. ASPECTO: <u>Aspecto turbio</u>	4. OLOR: <u>Indefinido</u>	7. TEMPERATURA (En el momento de recolección): <u>--</u>
2. COLOR: <u>45.00 Unidades</u>	5. SABOR: <u>-----</u>	8. CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA: <u>50.50 microsiemens</u>
3. TURBIDEZ: <u>09.05 UNT</u>	6. potencial de Hidrogeno (pH): <u>06.29 unidades</u>	9. SÓLIDOS DISUELTOS: <u>48.00 mg/L</u>

SUSTANCIAS		SUSTANCIAS	
	mg/L		mg/L
1. CALCIO (Ca)	98.00	6. CLORURO (Cl ⁻)	11.50
2. NITRÓGENO (NO ₂ ⁻)	00.00	7. MAGNESIO (Mg)	04.87
3. NITRATO (NO ₃ ⁻)	15.70	8. SULFATO (SO ₄ ⁻²)	04.00
4. CLORO RESIDUAL	--	9. HIERRO TOTAL (Fe)	08.12
5. MANGANESO (Mn)	00.02	10. DUREZA TOTAL	48.00


HECROXIDOS	CARBONATOS	HCARBONATOS	ALCALINIDAD TOTAL
mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
06.00	00.00	38.00	38.00


OTRAS DETERMINACIONES: _____

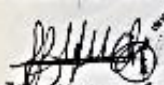
OBSERVACIONES: Desde el punto de vista de la calidad física ASPECTO Aspecto turbio crudo no crudo no crudo. Desde el punto de vista de la calidad química el agua cumple con las normas. Según normas internacionales de la Organización Mundial de la Salud para consumo de agua.

TÉCNICA "STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER" DE LA APHA - A.W.W.A. - W.E.F. 21^{ra} EDITION 2005, NORMAS COGUAÑOR NGO 4 819 (SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES) Y 29801 (AGUA POTABLE Y SUS DERIVADAS), GUATEMALA.

Guatemala, 2016-06-03



 DIRECTOR C.E.I.N.A.C.





 Jefe Técnico Laboratorio

FACULTAD DE INGENIERIA - USAC -
 Edificio T-5, Ciudad Universitaria 2056 12
 Teléfono directo: 2418-9115, Renta: 2418-8000 Ext. 86209 y 86221 Fax: 2418-9121
 Página web: <http://ci.usac.edu.gt>

Continuación del anexo 1.



**CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**



O.T. No. 36088

EXAMEN BACTERIOLOGICO

No. 4387

INTERESADO EDGAR ARMANDO CORDONADO VELLE
CARNÉ No. 200721926

MUESTRA RECOLECTADA POR Ingeniero

LUGAR DE RECOLECCIÓN DE LA MUESTRA: San Pedro Carchá, Campes

FUENTE: Cantina Mestizo

MUNICIPIO: San Pedro Carchá

DEPARTAMENTO: Alta Verapaz

PROYECTO: EPS: "DISEÑO DE UN SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA CAMBUS, SAN PEDRO CARCHA, ALTA VERAPAZ"

DEPENDENCIA: FACULTAD DE INGENIERIA USAC

FECHA Y HORA DE RECOLECCIÓN: 2016-05-24, 10:00 am

FECHA Y HORA DE LLEGADA AL LABORATORIO: 2016-05-26, 11:00 am

CONDICIONES DE TRANSPORTE: Cos. refrigeración

SABOR: ---- **SUSTANCIAS EN SUSPENSIÓN:** Lig. cantidad

ASPECTO: Ligeramente turbia **CLORO RESIDUAL:** _____

OLOR: Inodora

INVESTIGACION DE COLIFORMES (GRUPO COLI - AEROGENOS)

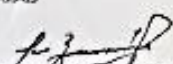
PRUEBAS NORMALES	PRUEBA PRESUNTIVA	PRUEBA CONFIRMATIVA	
		FORMACION DE GAS	
CANTIDAD SEMBRADA	FORMACION DE GAS - 35°C	TOTAL	FECAL 44.5 °C
10,00 cm ³	-----	Innecesaria	Innecesaria
01,00 cm ³	-----	Innecesaria	Innecesaria
00,10 cm ³	-----	Innecesaria	Innecesaria
RESULTADO: NUMERO MAS PROBABLE DE GERMINES COLIFORMES/100cm³		< 1,8	< 1,8

TÉCNICA "STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER" DE LA A.P.H.A. - W.E.F. 21^{MA} NORMA COGUANOR NGO 4 010. SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES (SI), GUATEMALA.


OBSERVACIONES: BACTERIOLÓGICAMENTE el agua se encuentra en la CLASIFICACIÓN I. Calidad bacteriológica que no exige más que un simple tratamiento de desinfección. Según normas internacionales de la Organización Mundial de la Salud para Fuentes de Agua.

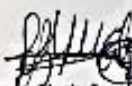
Guatemala, 2016-05-03

Vo.Bo




Ing. Francisco Javier Quiñones de la Cruz
DIRECTOR CIUSAC






Zarón Much Serón
Ing. Químico Col. No. 438
MSc. en Ingeniería Sanitaria
Jefe Técnico Laboratorio




FACULTAD DE INGENIERIA - USAC -
Edificio T-5, Ciudad Universitaria zona 12
Teléfono director: 2418-9115. Planta: 2418-8001 Ext. 86209 y 86221 Fax: 2418-9121
Página web: http://ciusac.edu.gt

Fuente: Centro de Investigaciones de Ingeniería, Usac.

Anexo 2. Resultado de estudios de suelo



**CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**



No. 4810

INFORME No. 0581 S.S

O.T.: 35.473

Interesado: Edgar Armando Coronado Véliz

Proyecto: EPS "Diseño de una Carretera hacia La Aldea Secaquib de San Pedro Carchá, Alta Verapaz",

Asunto: ENSAYO DE LIMITES DE ATTERBERG

Norma: AASHTO T-89 Y T-90

Ubicación: San Pedro Carchá, Alta Verapaz

FECHA: 09 de Noviembre de 2015.


RESULTADOS:

ENSAYO No.	MUESTRA No.	L.L. (%)	I.P. (%)	CLASIFICACION *	DESCRIPCION DEL SUELO
1	1	0.0	0.0	SM	Arena limosa color beige

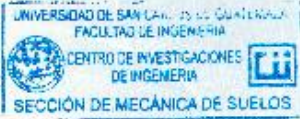
(*) CLASIFICACIÓN SEGÚN CARTA DE PLASTICIDAD

Observaciones. Muestra tomada por el interesado.

Atentamente,




Ing. Teima Maribela Cano Morales
DIRECTORA CIJUSAC




Omar E. Medrano Méndez
Ing. Omar Enrique Medrano Méndez
Jefe Sección Mecánica de Suelos

FACULTAD DE INGENIERIA - USAC -
Edificio T-5, Ciudad Universitaria zona 12
Teléfono directo: 2410-6115, Planta: 2410-8000 Exts. 88209 y 88221 Fax: 2410-9121
Página web: <http://ci.ussc.edu.gt>

Continuación del anexo 2.



**CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**



INFORME No. 0580 S.S

O.T. No. 35,473

No. 4809

Interesado: Edgar Armando Coronado Véliz

Tipo de Ensayo: Análisis Granulométrico con tamices y lavado previo

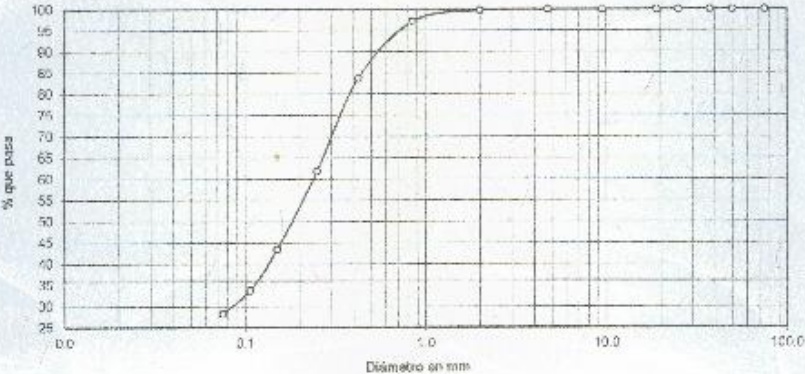
Norma: ASTM D6913-04

Proyecto: EPS "Diseño de una Carretera hacia La Aldea Sochaquib de San Pedro Carchá Alta Verapaz".

Ubicación: San Pedro Carchá, Alta Verapaz

Fecha: 09 de Noviembre de 2015.

Análisis con Tamices:					
Tamiz	Abertura	% que pasa	Tamiz	Abertura	% que pasa
3"	75 mm	100.00	10	2.00 mm	89.76
2"	50 mm	100.00	20	850 μ m	97.13
1 1/2"	37.5 mm	100.00	40	425 μ m	93.79
1"	25 mm	100.00	60	250 μ m	61.91
3/4"	19.0 mm	100.00	100	150 μ m	43.49
3/8"	9.5 mm	100.00	140	106 μ m	33.62
4	4.75 mm	100.00	200	75 μ m	28.34



Descripción del suelo: Arena limosa color beige.

Clasificación: S.C.U.: SM
P.R.A.: A-2-4

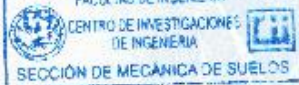
Observaciones: Muestra proporcionada por el interesado.

Atentamente,

Vo. Bo.

Teima Mariacela Cano Morales

Ing. Teima Mariacela Cano Morales
DIRECTORA CIUSAC




Omar Enrique Medrano Méndez


Ing. Omar Enrique Medrano Méndez
Jefe Sección Mecánica de Suelos

FACULTAD DE INGENIERIA - USAC -
Edificio I-5, Ciudad Universitaria zona 12
Teléfono directo: 2418-9110, Planta: 2418-6000 Exts. 68208 y 68221 Fax: 2418-9121
Página web: http://ci.usac.edu.gt

Continuación del anexo 2.



**CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**



No. 4808

INFORME No.: 0579 S.S. O.T. No.: 35.473

Interesado: Edgar Armando Coronado Véliz Norma: A.A.S.H.T.O.T-193

Asunto: Ensayo de Razón Soporte California (C.B.R.)

Proyecto: EPS "Diseño de una Carretera hacia La Aldea Seqaquib de San Pedro Carchá, Alta Verapaz".

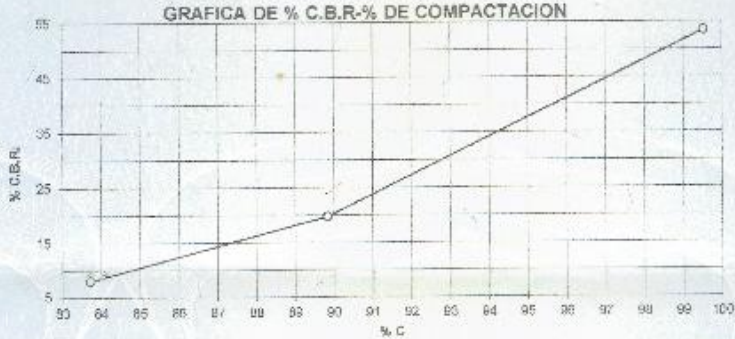
Ubicación: San Pedro Carchá, Alta Verapaz

Descripción del suelo: Arena limosa color beige.


Fecha: 09 de Noviembre de 2015.

PROBETA No.	GOLPES No.	A LA COMPACTACION		C (%)	EXPANSION (%)	C.B.R. (%)
		H (%)	γ_{rel} (Lb/plie ³)			
1	10	20.20	80.2	83.7	0.11	8.1
2	30	20.20	86.1	89.8	0.11	19.8
3	65	20.20	95.4	98.5	0.07	53.5


GRAFICA DE % C.B.R.-% DE COMPACTACION



Atentamente,





Inga. Telma Marciale Cano Morales
DIRECTORA CIJUSAC



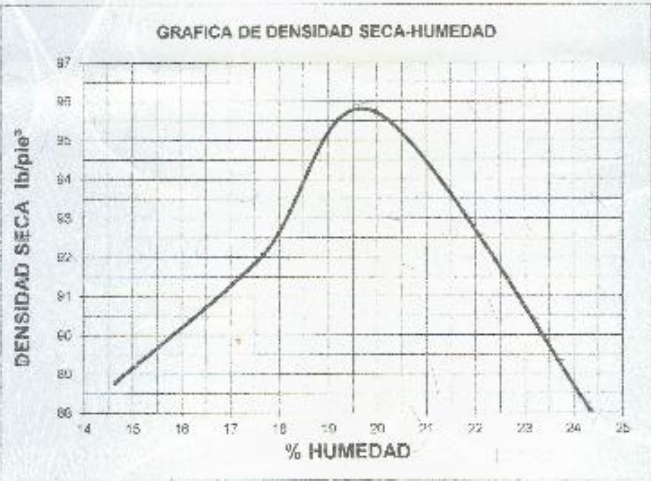
Ing. Omar Enrique Medrano Mendez
Jefe Sección Mecánica de Suelos

FACULTAD DE INGENIERIA - USAC
Edificio de Ciencias Universitarias zona 12
Teléfono director: 2418-9115. Planta: 2418-8000 Exts. 86208 y 86221 Fax: 2418-9121
Página web: <http://cij.usac.edu.gt>

Continuación del anexo 2.


	CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA FACULTAD DE INGENIERIA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	
INFORME No. 0578 S.S. O.T. No.: 35,473 No. 4807		
Interesado: Edgar Armando Coronado Véliz	Asunto: ENSAYO DE COMPACTACIÓN.	Proctor Estándar: () Norma: Proctor Modificado: (X) Norma: A.A.S.T.H.O. T-180
Proyecto: EPS "Diseño de una Carretera hacia La Aldea Secaquib de San Pedro Carchá, Alta Verapaz".	Ubicación: San Pedro Carchá, Alta Verapaz	Fecha: 09 de Noviembre de 2015.

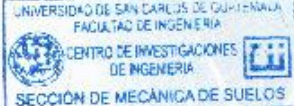

GRAFICA DE DENSIDAD SECA-HUMEDAD



Descripción del suelo: Arena limosa color beige.
Densidad seca máxima: 1,535 Kg/m ³ 95.6 lb/ft ³
Humedad óptima H _{opt} : 19.7 %
Observaciones: Muestra tomada por el interesado.


Atentamente,

Vo. Bo.: 
Inga. Telma Mariela Cano Morales
DIRECTORA CII/USAC




Ing. Omar Enrique Madroño Méndez
Jefe Sección Mecánica de Suelos

FACULTAD DE INGENIERIA -USAC-
Calle 7-44, Ciudad Universitaria, zona 12
Teléfono directo: 2418-5145, Planta: 2418-5000 Exts. 36209 y 36221 Fax: 2418-6121
Página web: <http://ci.usac.edu.gt>

Continuación del anexo 2.



**CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**



No. 4015

INFORME No. 0586 S.S.

O.T.: 35,473

Interesado: Edgar Armando Coronado Véliz

Proyecto: EPS "Diseño de una Carretera hacia La Aldes Secaquib de San Pedro Carchá, Alta Verapaz",

Asunto: ENSAYO DE LIMITES DE ATTERBERG

Norma: AASHTO T-89 Y T-90

Ubicación: San Pedro Carchá, Alta Verapaz.

FECHA: 09 de Noviembre de 2015.

RESULTADOS: Capa de: Balasto.

ENSAYO No.	MUESTRA No.	L.L. (%)	I.P. (%)	CLASIFICACION *	DESCRIPCION DEL SUELO
1	1	22.3	5.2	ML	Fragmentos de roca y arena limosa color beige.
(*) CLASIFICACION SEGUN CARTA DE PLASTICIDAD					

Observaciones: Muestra tomada por el interesado.

Aparentamiento:

Vo. Bo.




Inga. Tefina Manócala Cano Morales
DIRECTORA CI/USAC




Ing. Omar Enrique Meléndez Méndez
Jefe Sección Mecánica de Suelos

FACULTAD DE INGENIERIA –USAC–
Edificio T-5, Ciudad Universitaria zona 12
teléfono directo: 2418-9115, Flanco: 2418-8000 Exts. 86209 y 86221 Fax: 2418-9121
Página web: <http://ci.usac.edu.gt>

Continuación del anexo 2.



**CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

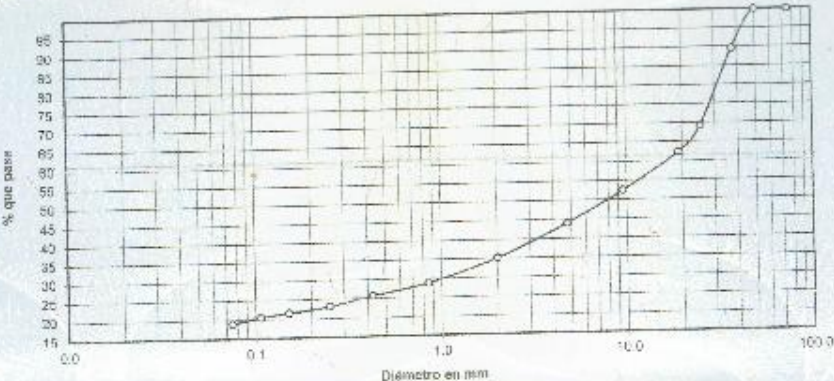


INFORME No. : 0584 S.S. O.T. No. 35.473

No. 4814

Interesado: Edgar Armando Coronado Veliz
 Tipo de Ensayo: Análisis Granulométrico con tamices y lavado previo
 Norma: ASTM D6913-04
 Proyecto: EPS "Diseño de una Carretera hacia La Aldea Secaquib de San Pedro Carchá, Alta Verapaz".
 Ubicación: San Pedro Carchá, Alta Verapaz Capa de: Balasto
 Fecha: 09 de Noviembre de 2015.

Tamiz	Abertura	% que pasa	Tamiz	Abertura	% que pasa
3"	75 mm	100.00	10	2.00 mm	35.18
2"	50 mm	100.00	20	850 µm	29.89
1 1/2"	37.5 mm	89.54	40	425 µm	25.75
1"	25 mm	69.15	80	250 µm	23.14
3/4"	19.0 mm	62.35	100	150 µm	21.57
3/8"	9.5 mm	52.42	140	106 µm	20.52
4	4.75 mm	44.05	200	75 µm	18.95




Descripción del suelo: Fragmentos de roca y arena limosa color beige.

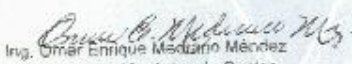
Observaciones: Muestra proporcionada por el Interesado


Atentamente,

% de Gravas	55.85
% de Arenas	25.10
% de Fines	18.95

Va. Ba. 

Inga. Telma Maricela Cano Morales
DIRECTORA CIUSAC



Ing. Omar Enrique Medrano Méndez
Jefe Sección Mecánica de Suelos




UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
SECCIÓN DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERIA – USAC –
Edificio 1-b, Ciudad Universitaria zona 12
Teléfono directo: 2418-9115, Plasma: 2418-8000 Exts. 86203 y 86221 Fax: 2418-9121
Página web: <http://ci.usac.edu.gt>

Continuación del anexo 2.



**CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**



INFORME No.: 0583 S.S. O.T. No.: 35.473 No. **4813**

Interesado: Edger Armando Coronado Véliz Norma: A.A.S.H.T.O.T-193
 Asunto: Ensayo de Razón Soporte California (C.B.R.)
 Proyecto: EPS "Diseño de una Carretera hacia La Aldea Secaquib de San Pedro Carchá, Alta Verapaz",


Ubicación: San Pedro Carchá, Alta Verapaz

Descripción del suelo: Fragmentos de roca y arena limosa color beige.


Fecha: 09 de Noviembre de 2015. Capa de: Balasto.

PROBETA	GOLPES	A LA COMPACTACIÓN		C	EXPANSIÓN	C.B.R.
No.	No.	H (%)	γ_{-2} b/psie ³	(%)	(%)	(%)
1	10	8.90	119.3	90.8	0.13	26.8
2	30	8.90	124.1	94.5	0.20	72.9
3	65	8.90	129.5	98.7	0.15	106.3

GRAFICA DE % C.B.R.-% DE COMPACTACION

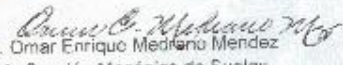


Vo. Bo.:




Inga Telma Maricela Cano Morales
DIRECTORA CIMUSAC

Atentamente,




Ing. Omar Enrique Medrano Mendez
Jefe Sección Mecánica de Suelos



FACULTAD DE INGENIERIA - USAC -
 Edificio I-5, Ciudad Universitaria zona 12
 Teléfono directo: 2416-9115, Planta: 2413-8000 Exts. 86209 y 86221 Fax: 2418-9121
 Página web: <http://ci.usac.edu.gt>

Continuación del anexo 2.

 **CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA** 

No. 4816

INFORME No.: 0586 S. S. O.T.: 35,473

INTERESADO: Edgar Armando Coronado Véliz
PROYECTO: EPS "Diseño de una Carretera hacia La Aldea Secequib de San Pedro Carchá, Alta Verapaz".
ASUNTO: ENSAYO DE PESO UNITARIO SUELTO (P.U.S.)
Norma: A.A.S.T.H.O T-19
UBICACIÓN: San Pedro Carchá, Alta Verapaz.

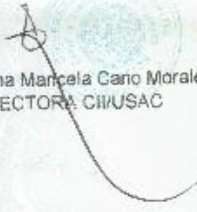
DESCRIPCIÓN DEL SUELO: Fragmentos de roca y arena limosa color beige.

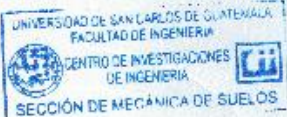
FECHA: 09 de Noviembre de 2015. Capa de: Balasto.

RESULTADO DEL ENSAYO:	
DESCRIPCIÓN DEL SUELO:	
Fragmentos de roca y arena limosa color beige.	
P.U.S.=	1,842 kg/m ³

OBSERVACIONES: Muestra tomada por el interesado.

Atentamente,

Vo. Bo. 
Inga. Telma Mancera Cano Morales
DIRECTORA CIUSAC

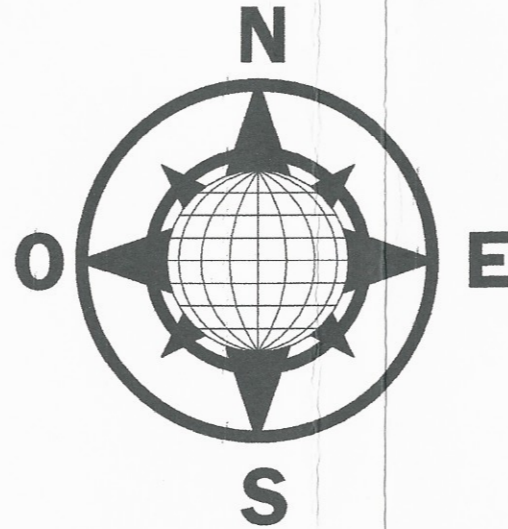

Ing. Omar Enrique Medrano Méndez
Jefe Sección Mecánica de Suelos

FACULTAD DE INGENIERIA - USAC -
Edificio T-5, Ciudad Universitaria zona 12
Teléfono directo: 2418-9115, Planta: 2418-9000 Exts. 86209 y 86221 Fax: 2418-9121
Página web: <http://ci.usac.edu.gt>

Fuente: Centro de Investigaciones de Ingeniería, Usac.

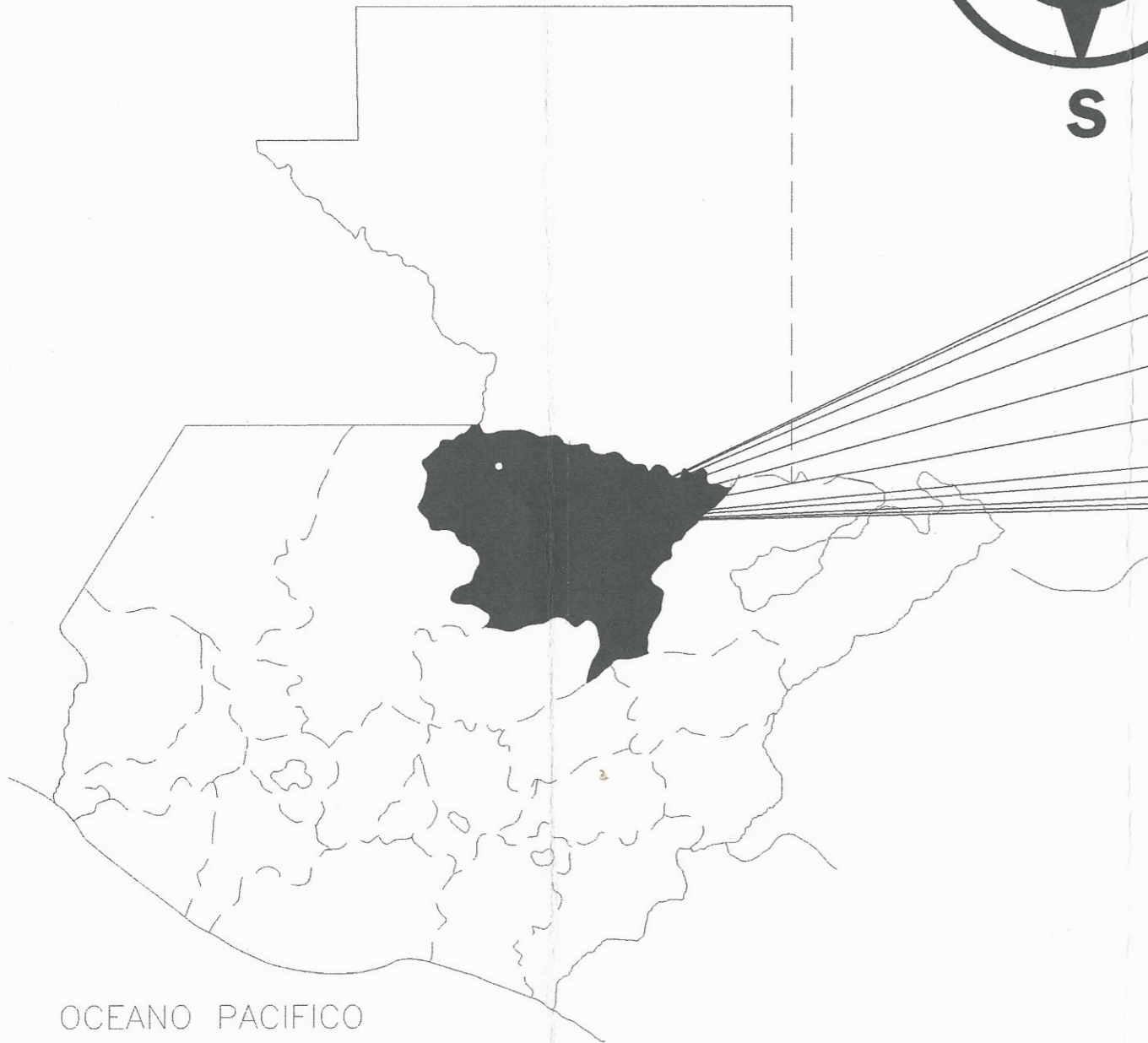
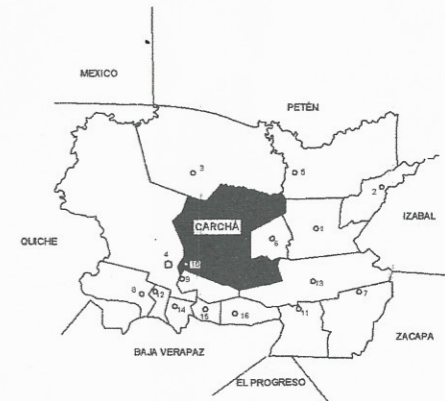
Anexo 3. **Planos de proyectos**

GUATEMALA



DEPARTAMENTO
ALTA VERAPAZ

10. SAN PEDRO CARCHA



OCEANO PACIFICO

INDICE GENERAL

INDICE DE PLANOS	
LOCALIZACION DE PROYECTO	01
PLANTA GENERAL	02
DENSIDAD DE VIVIENDA	03
PLANTA Y PERFIL	04 ~ 08
DETALLES DE VALVULAS	09
DETALLES DE TANQUE DE ALMACENAMIENTO	10
DETALLES DE CASETA DE BOMBEO	11

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIDAD DE EPS

PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA COMUNIDAD DE SAN PEDRO CARCHA, ALTA VERAPAZ.

Ing. JUAN SUAREZ


INDICE GENERAL DE PLANOS

Nombre: EDGAR CORONADO
Apellido: EDGAR CORONADO
Fecha: INDICADA
Fecha: 2016

HOJA No. 01 / 11

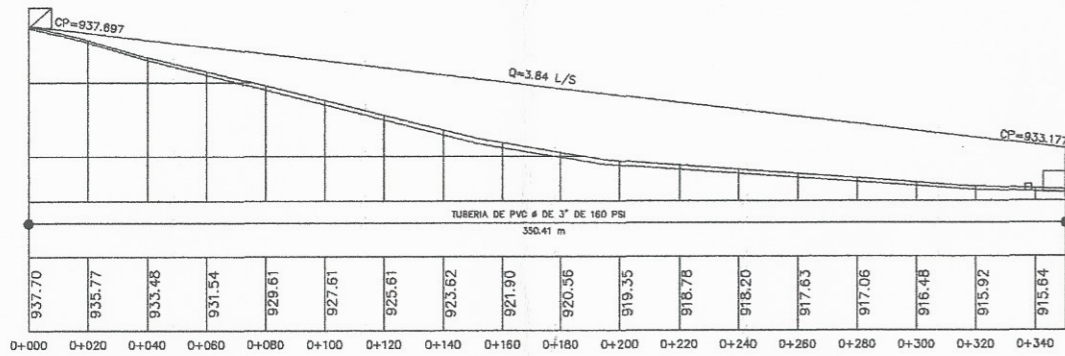


 **PLANTA GENERAL**

		UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA UNIDAD DE EPS	
Proyecto: DISEÑO DEL SISTEMA DE DISTRIBUCION DE AGUA POTABLE PARA LA ZONA URBANA DE SAN JERONIMO CANTON ALTA, VERAPAZ			
Ing. <i>[Signature]</i> SUPERVISOR			
Nombre: EDGAR CORONADO		SEÑOR SUPERVISOR	
Código: EDGAR CORONADO		PLANTA GENERAL PROYECTO DE AGUA	
Estado: INDICADA		EDGAR ARMANDO CORONADO	
Fecha: 2016		Ingeniero	
		HOJA No. 02 / 11	

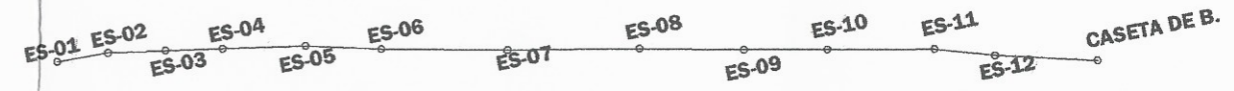


		UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	
		FACULTAD DE INGENIERÍA	
		UNIDAD DE EPS	
Proyecto: DISEÑO DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA COMUNIDAD DE SAN PEDRO GARCÍA, ALTA			
Ejecutor: UNIDAD DE EPS			
Escala: 1/5000			
INDICACIÓN: DENSIDAD DE VIVIENDA PROYECTO AGUA			
Fecha: 2016		HOJA No. 93 / 11	



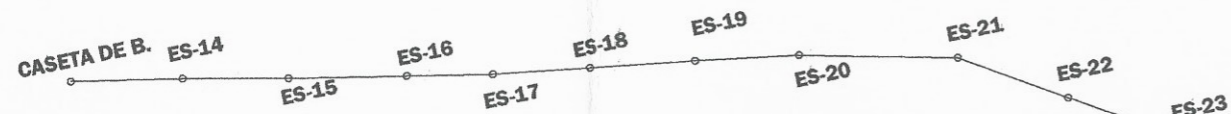
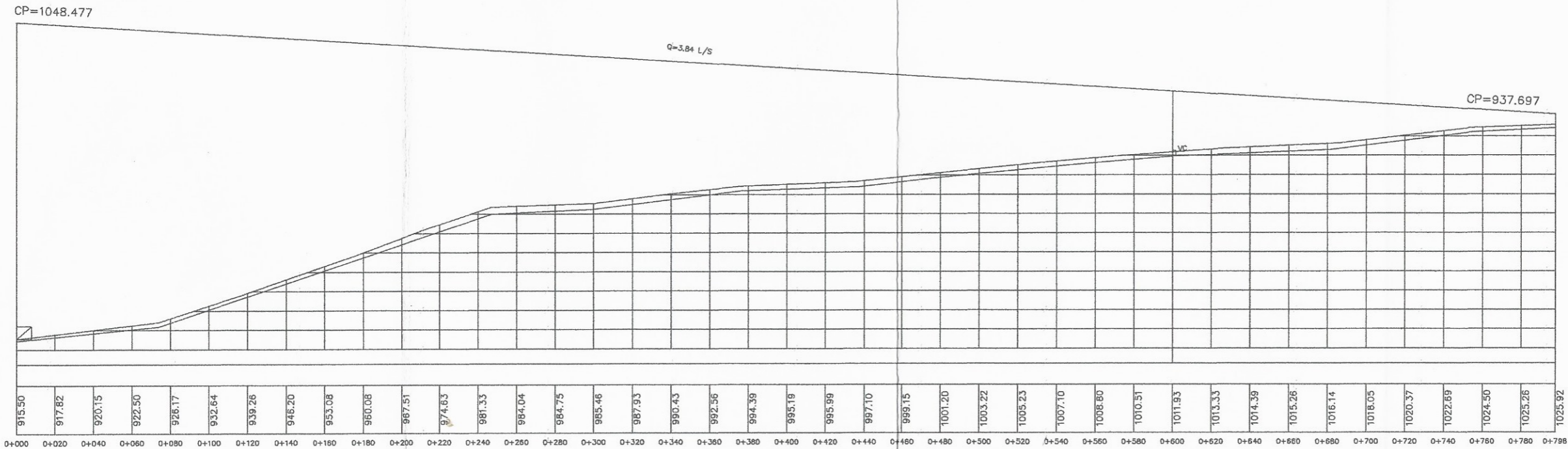
PERFIL DE ES-01 A ES-13

ESCALA HORIZONTAL = 1/1000
ESCALA VERTICAL = 1/500



PLANTA DE ES - 01 A ES - 13

ESC= 1/1250



PLANTA DE ES - 13 A ES - TANQUE

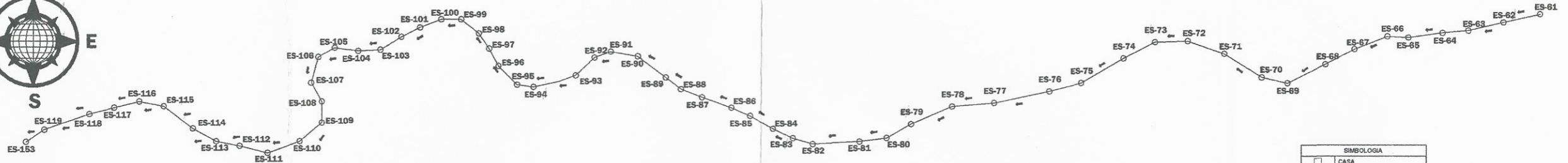
ESC= 1/1250



PERFIL DE ES-13 A ES-TANQUE

ESCALA HORIZONTAL = 1/1000
ESCALA VERTICAL = 1/500

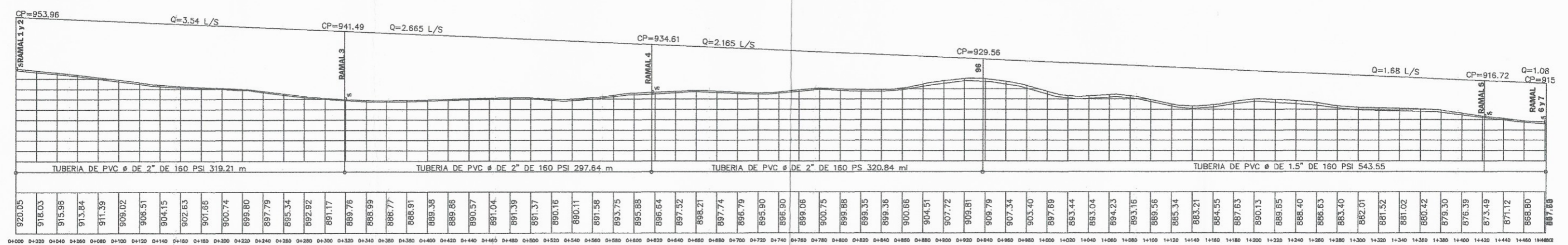
	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA UNIDAD DE EPS-COS	
	DISEÑO DEL CEMENTO ALFALTRERO DE BANDA PERIFERICA PARA EL CEMENTO ALFALTRERO PERIFERICO	
Autor: EDGAR CORONADO	Asesor: Ing. Juan Merino de Espartero	
Copia: EDGAR CORONADO	Unidad: ASesorías de Ingeniería	
Estado: INDICADA	Proyecto: PLANTA Y PERFIL DE LINEA DE CONDUCCION	
Fecha: 2016	Hoja No. 04 / 11	Ing. Juan Merino de Espartero



SIMBOLOGIA	
	CASA
	DIRECCION DEL FLUJO
	TUBERIA
	VALVULA DE COMPUERTA
	VALVULA DE AIRE
	VALVULA DE LIMPIEZA
	C.P. COTA PIEZOMETRICA
	CAUDAL
	DIAMETRO
	PVC CLORURO DE POLIVINILO
	TANQUE DE DISTRIBUCION

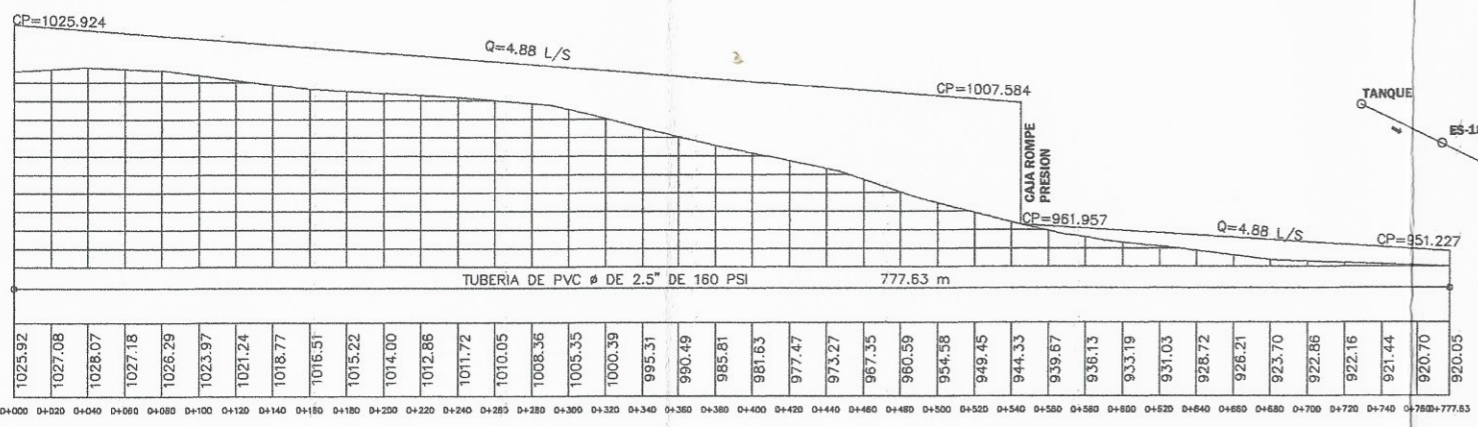
PLANTA DEL RAMAL PRINCIPAL

ESCALA = 1/2000



PERFIL DEL RAMAL PRINCIPAL

ESCALA HORIZONTAL = 1/2000



PLANTA DER RAMAL 0

PERFIL DEL RAMAL 0

ESCALA HORIZONTAL = 1/2000

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIDAD DE ERS

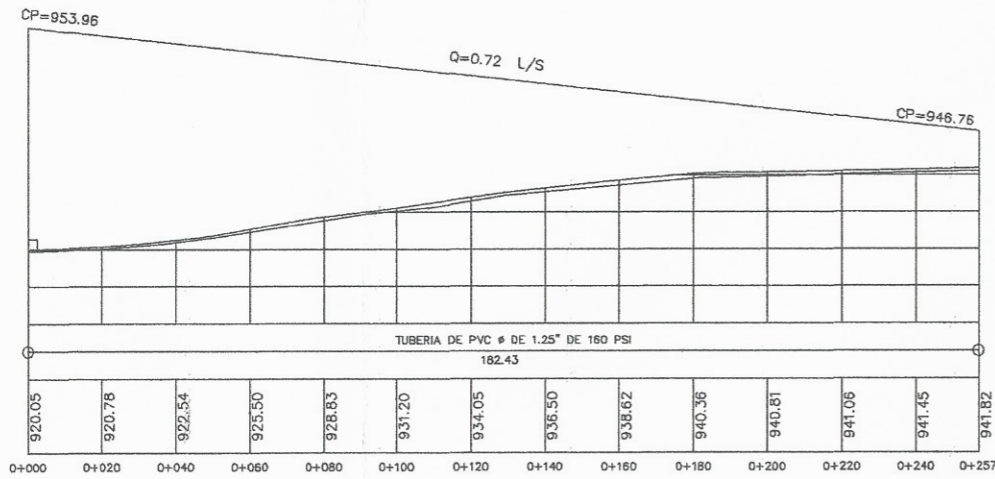
Proyecto: SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE
Escarabamiento de la Planta Perfil de Ramal Principal

Ing. Juan Carlos de la Cruz
Ing. Supriano

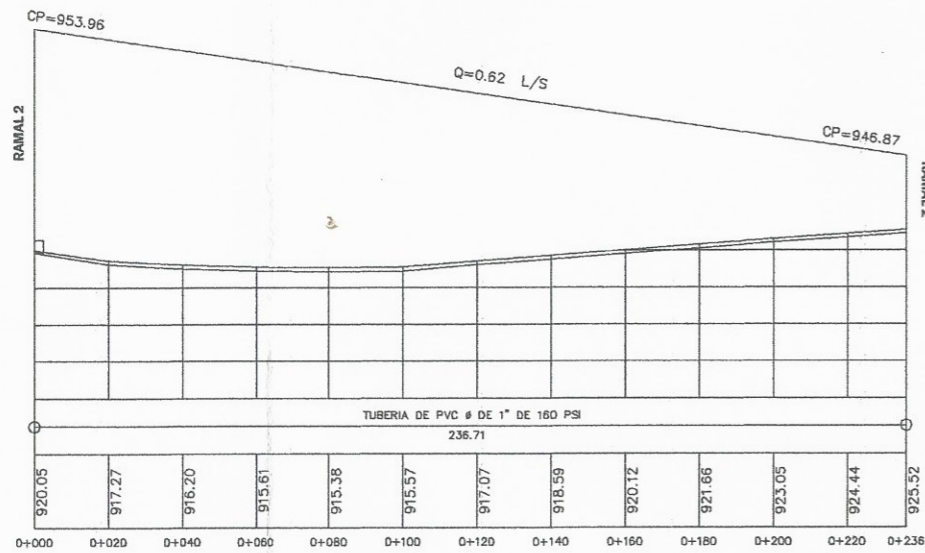
Escarabamiento de la Planta Perfil de Ramal Principal

HOJA No. 05

Fecha: 2016



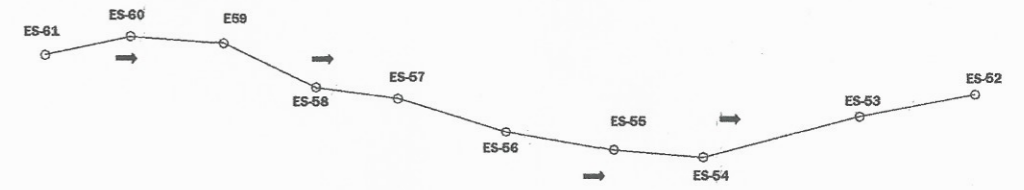
PERFIL RAMAL 1
 ESCALA HORIZONTAL = 1/1000
 ESCALA VERTICAL = 1/500



PERFIL RAMAL 2
 ESCALA HORIZONTAL = 1/1000
 ESCALA VERTICAL = 1/500

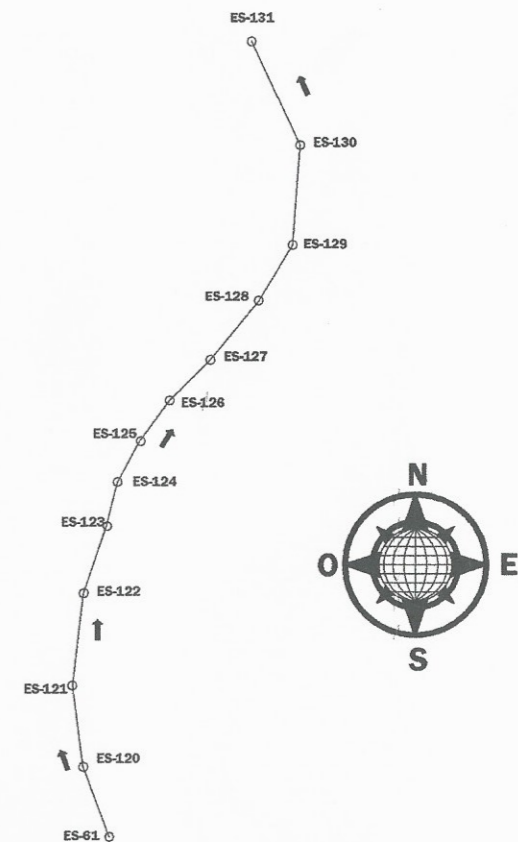


SIMBOLOGIA	
[Square]	CASA
[Arrow]	DIRECCION DEL FLUJO
[Line]	TUBERIA
[Square with X]	VALVULA DE COMPUERTA
[Circle with dot]	VALVULA DE AIRE
[Circle with cross]	VALVULA DE LIMPIEZA
[Circle]	C.P. COTA PIEZOMETRICA
[Circle with Q]	CAUDAL
[Circle with S]	DIAMETRO
[Circle with PVC]	PVC CLORURO DE POLIVINILO
[Circle with TD]	TANQUE DE DISTRIBUCION



PLANTA RAMAL 1
 ESC = 1/1000

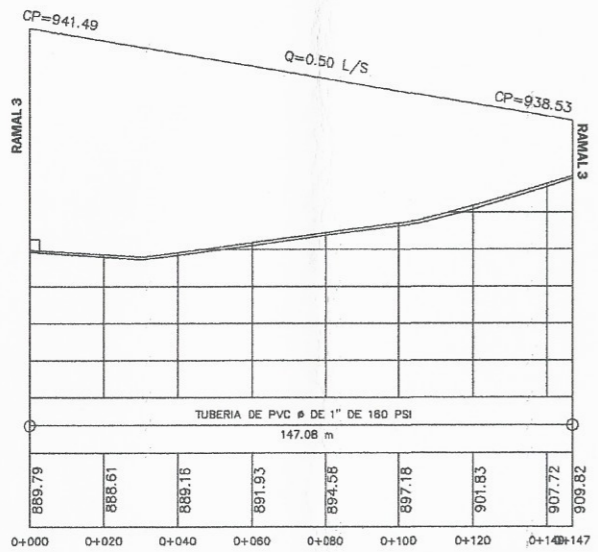
SIMBOLOGIA	
[Square]	CASA
[Arrow]	DIRECCION DEL FLUJO
[Line]	TUBERIA
[Square with X]	VALVULA DE COMPUERTA
[Circle with dot]	VALVULA DE AIRE
[Circle with cross]	VALVULA DE LIMPIEZA
[Circle]	C.P. COTA PIEZOMETRICA
[Circle with Q]	CAUDAL
[Circle with S]	DIAMETRO
[Circle with PVC]	PVC CLORURO DE POLIVINILO
[Circle with TD]	TANQUE DE DISTRIBUCION



PLANTA RAMAL 2
 ESC = 1/1000



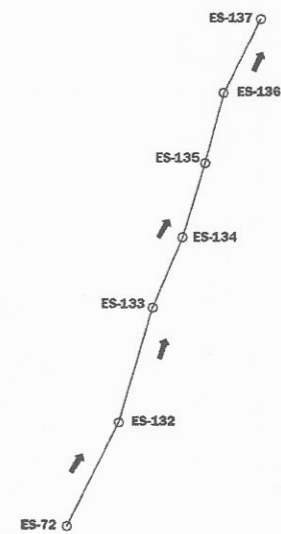
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA UNIDAD DE EPS	
Proyecto: DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA CAMPEON DE SAN PEDRO GARCIA ALTA	
Autor: JUAN MERCK GUZMAN Supervisor: JUAN MERCK GUZMAN	Tema: Practicas de DISEÑO DE RAMAL 2
Fecha: 20/11/2011	Hoja No. 06 de 11



PERFIL RAMAL 3

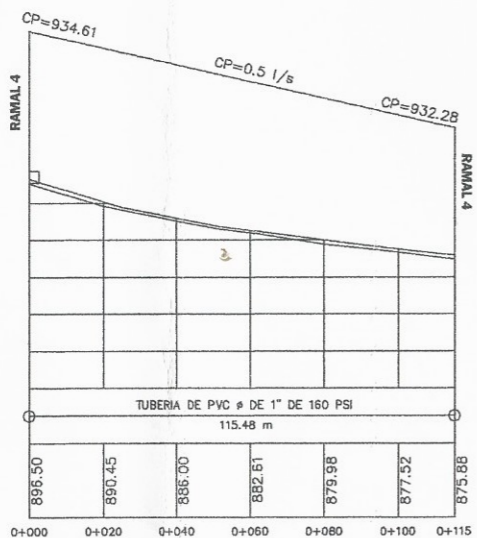
ESCALA HORIZONTAL = 1/1000
ESCALA VERTICAL = 1/500

SIMBOLOGIA	
	CASA
	DIRECCION DEL FLUJO
	TUBERIA
	VALVULA DE COMPUERTA
	VALVULA DE AIRE
	VALVULA DE LIMPIEZA
	C.P. COTA PIEZOMETRICA
	CAUDAL
	DIAMETRO
	PVC CLORURO DE POLIVINILO
	TANQUE DE DISTRIBUCION



PLANTA RAMAL 3

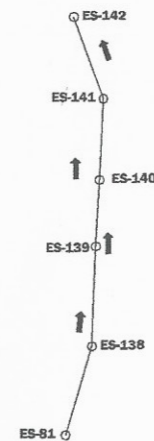
ESC= 1/1000



PERFIL RAMAL 4

ESCALA HORIZONTAL = 1/1000
ESCALA VERTICAL = 1/500

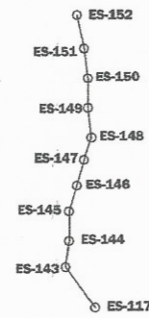
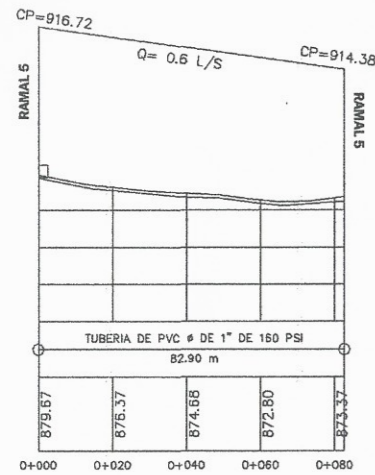
SIMBOLOGIA	
	CASA
	DIRECCION DEL FLUJO
	TUBERIA
	VALVULA DE COMPUERTA
	VALVULA DE AIRE
	VALVULA DE LIMPIEZA
	C.P. COTA PIEZOMETRICA
	CAUDAL
	DIAMETRO
	PVC CLORURO DE POLIVINILO
	TANQUE DE DISTRIBUCION



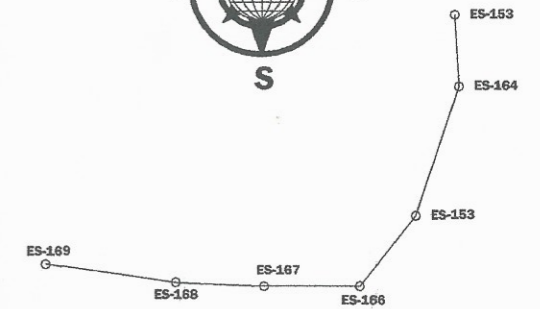
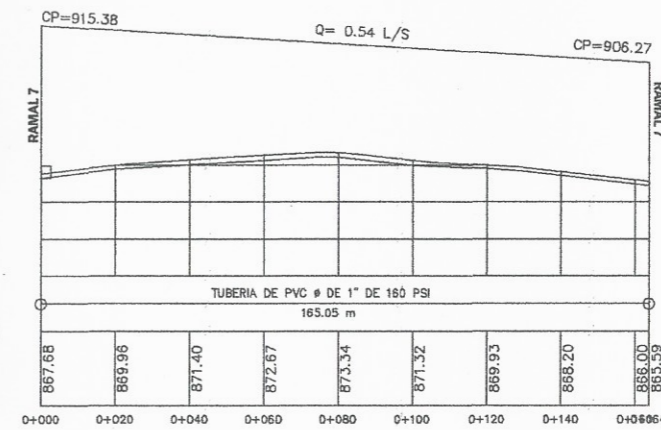
PLANTA RAMAL 4

ESC= 1/1000

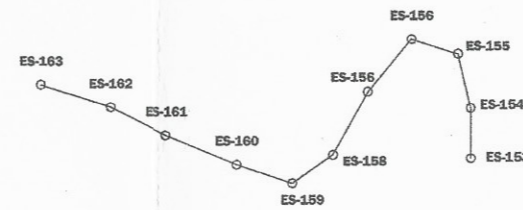
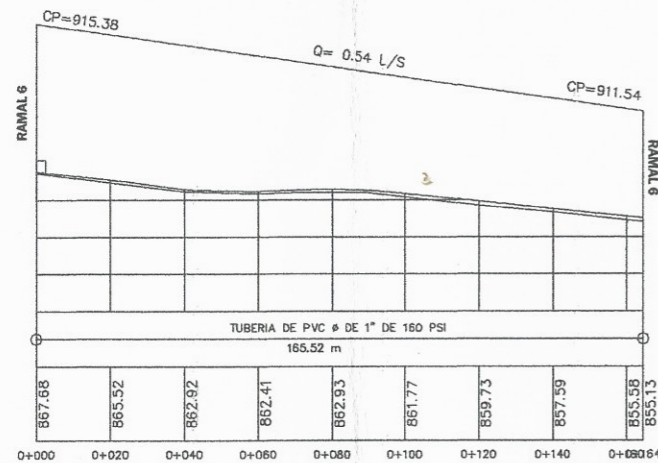
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	
FACULTAD DE INGENIERIA	
Escuela de Ingeniería de EPS	
DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA CAMPE DE SAN PEDRO CARGA ALTA	
Auto: EDO	Elaborado por: Ing. JELAN MERY
Coop: ES	Supervisado por: Ing. JELAN MERY
Sección: INGENIERIA	Asesorado por: Ing. JELAN MERY
Fecha: 20	Unidad: de Práctica de Ingeniería
HOJA No. 07	11



PLANTA Y PERFIL RAMAL 5
ESCALA = 1/1000



PLANTA Y PERFIL RAMAL 7
ESC= 1/1000



PERFIL Y PERFIL RAMAL 6
ESCALA HORIZONTAL = 1/1000

SIMBOLOGIA	
[Square]	CASA
[Arrow]	DIRECCION DEL FLUJO
[Line]	TUBERIA
[Square with X]	VALVULA DE COMPUERTA
[Circle with X]	VALVULA DE AIRE
[Circle with dot]	VALVULA DE LIMPIEZA
[Circle]	C.P. COTA PIEZOMETRICA
[Q]	CAUDAL
[Phi]	DIAMETRO
[PVC]	PVC CLORURO DE POLIVINILO
[TD]	TANQUE DE DISTRIBUCION

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIDAD DE EPS

PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA ALCA DE SAN CARLOS, SAN PEDRO CAYESA ALTA

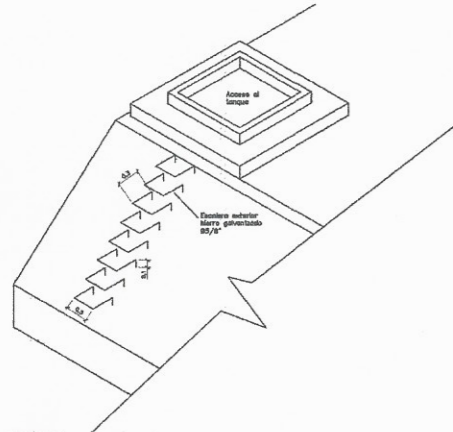
PROYECTO DE: **ALCA PERFILES RAMAL 5, RAMAL 6 Y RAMAL 7**

Elaborado por: **Juan March**
Revisado por: **Juan March**

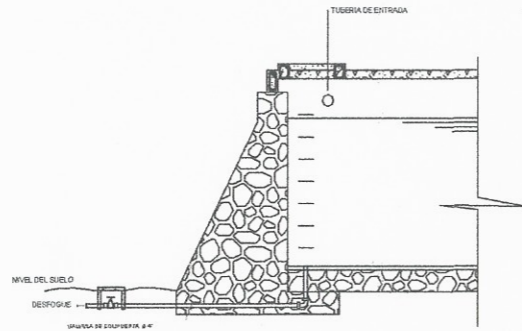
INDICACION: **UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

Fecha: 2016

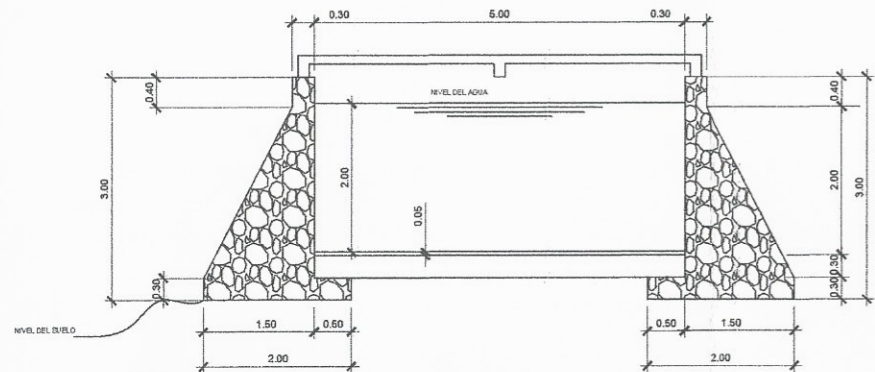
HOJA No. **08**
11



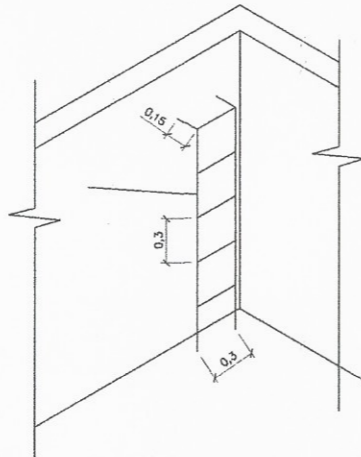
SECCION
ESCALA : 1/50



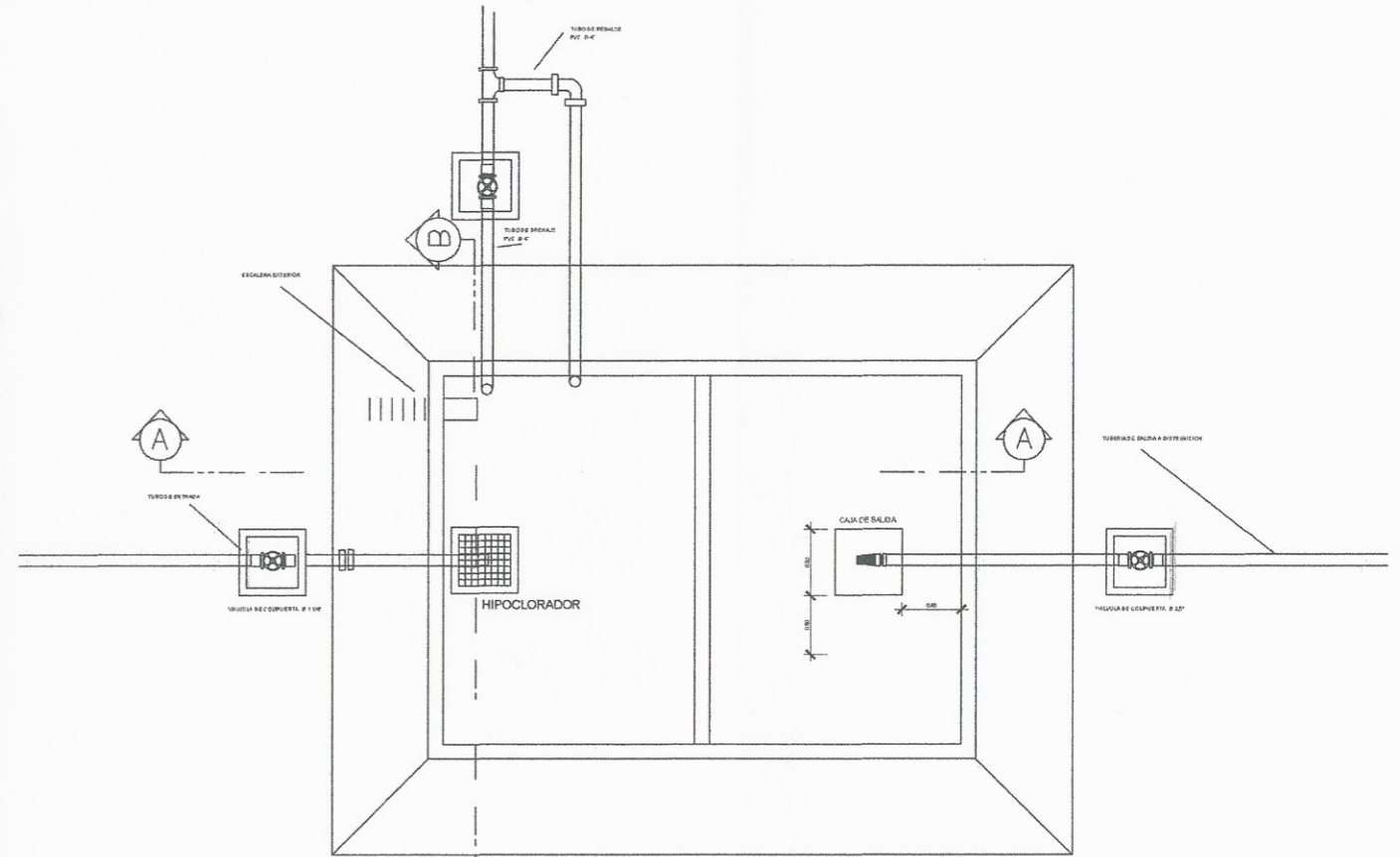
SECCION
ESCALA : 1/50



SECCION FRONTAL
ESCALA : 1/50

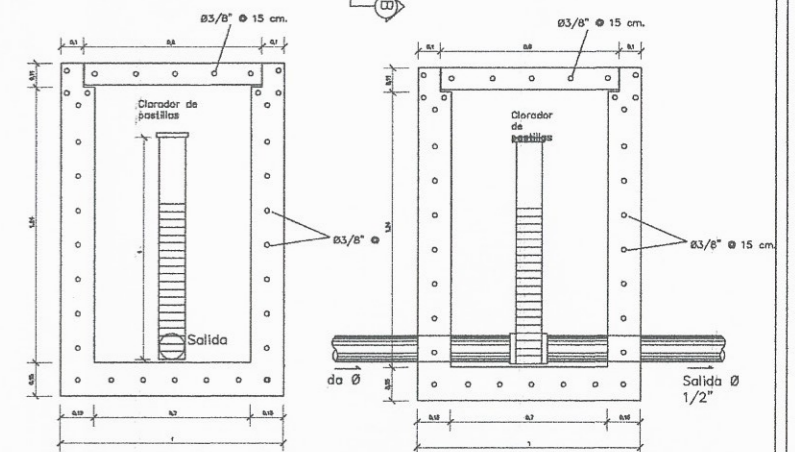
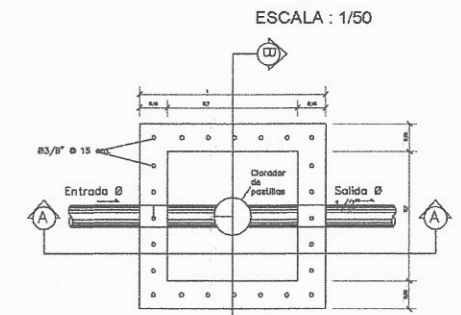


SECCION
ESCALA : 1/50

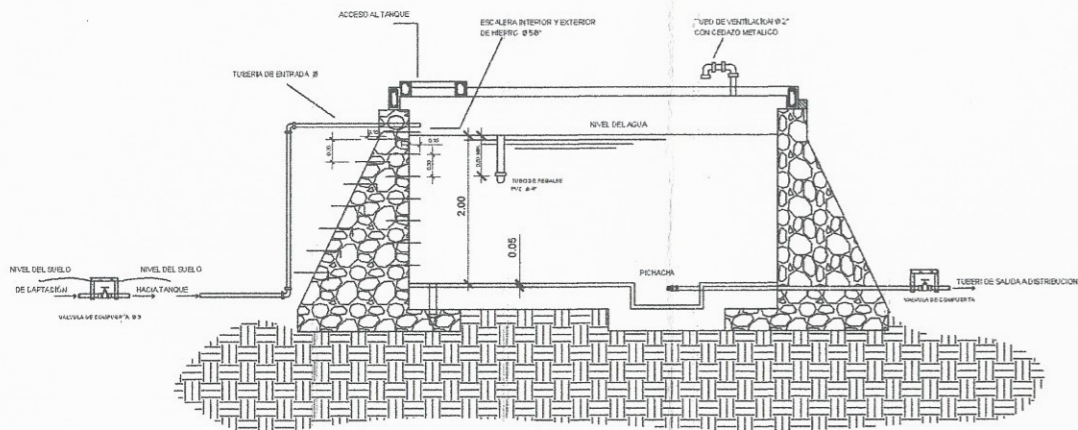


PLANTA DEL TANQUE
ESCALA : 1/50

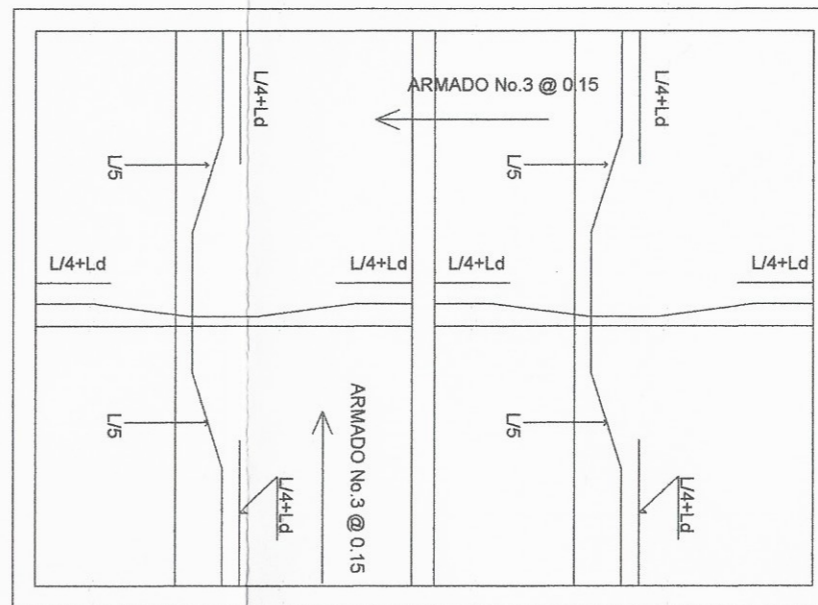
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
CONCRETO:	SE USARA CONCRETO DE $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ o $f_c = 3000 \text{ PSI}$
ACERO DE REFUERZO:	SE USARA ACERO DE REFUERZO DE $f_y = 2810 \text{ kg/cm}^2$ 40'
LONGITUD DE BASTONES	$1/4L + L_d$. DOBLES DE TENSION $1/5L$ $L_d = 30\text{cm}$
MUROS DEL TANQUE	SERAN DE CONCRETO CICLOPEO : 60% PIEDRA BOLA 40% SABIETA-CEMENTO-ARENA
LOS RECUBRIMIENTOS	SERAN DE 0.03m. EXCEPTO DONDE SE INDIQUE LO CONTRARIO



DETALLE DE HIPOCLORADOR
ESCALA : 1/50

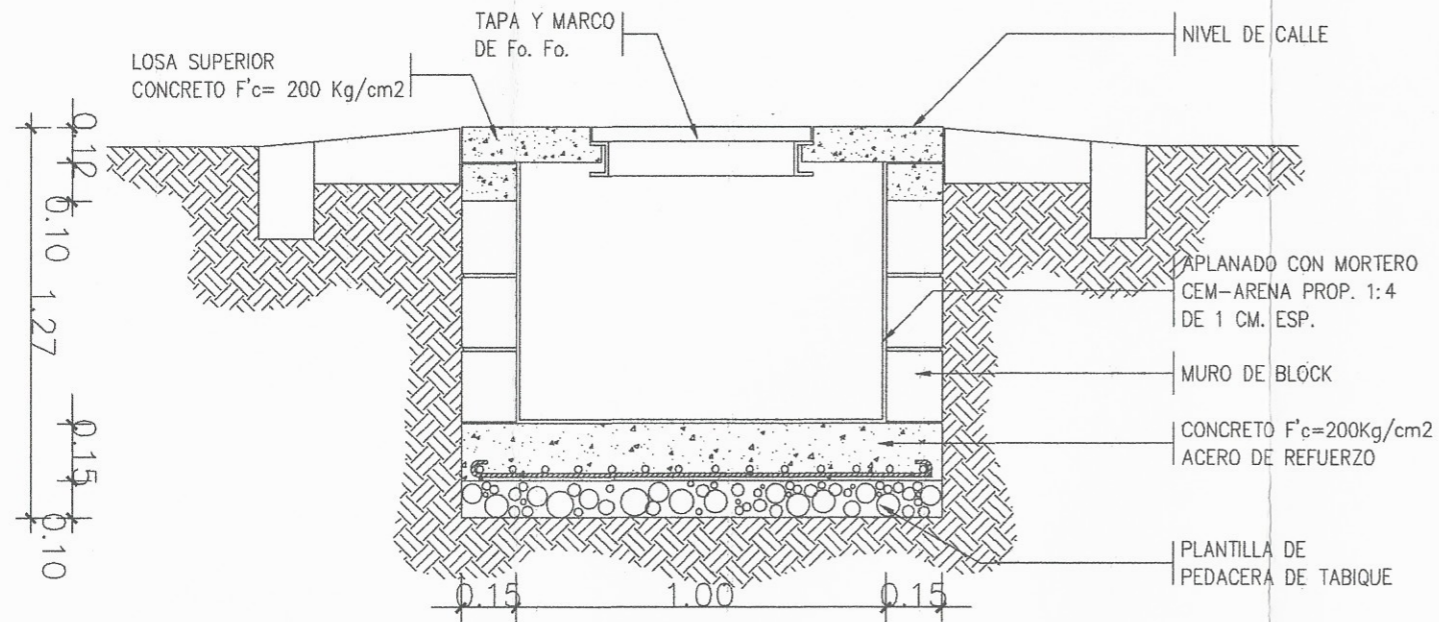


FACHADA LATERAL
ESCALA : 1/50

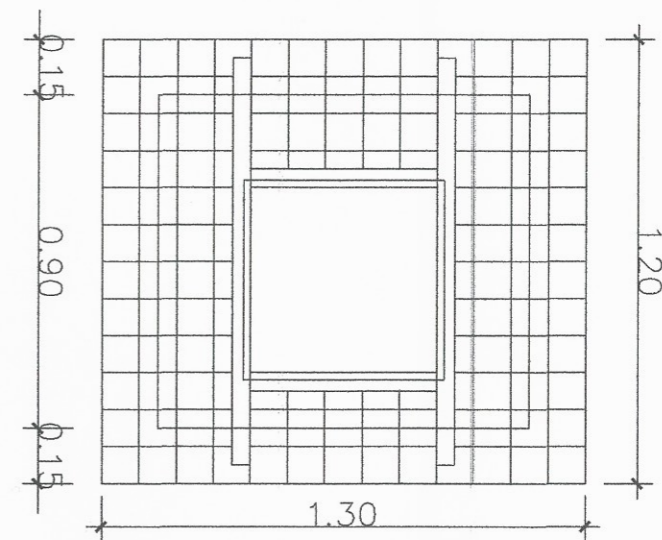


DETALLE DE ARMADOS DE LOSA
ESCALA : 1/50

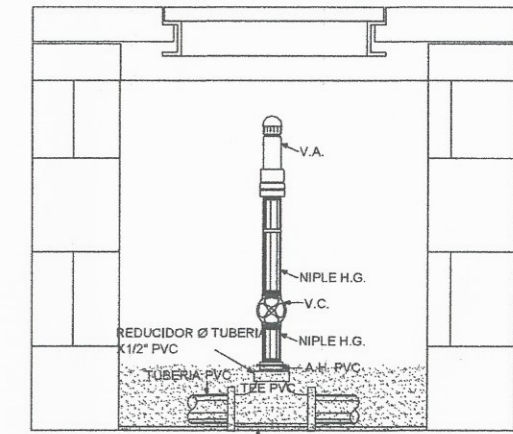
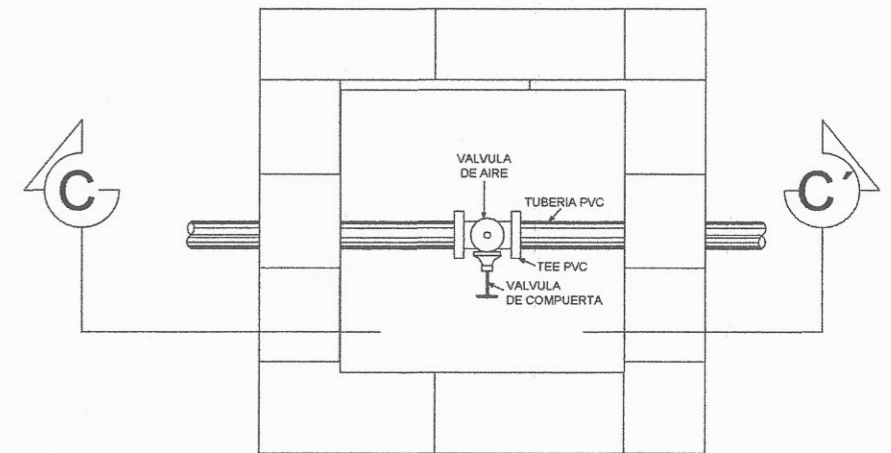
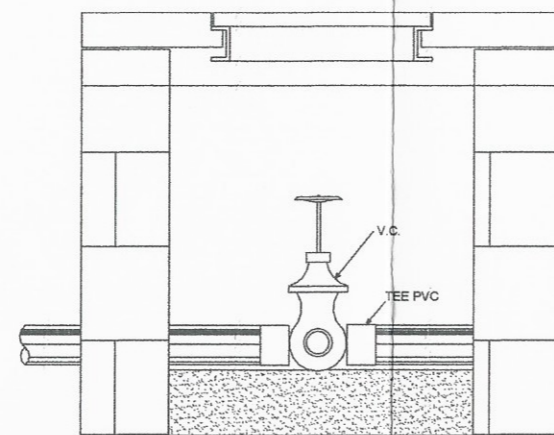
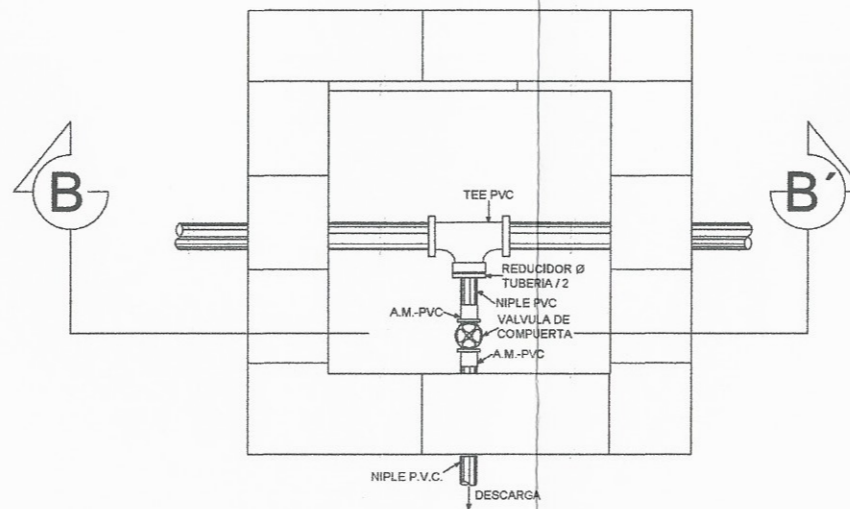
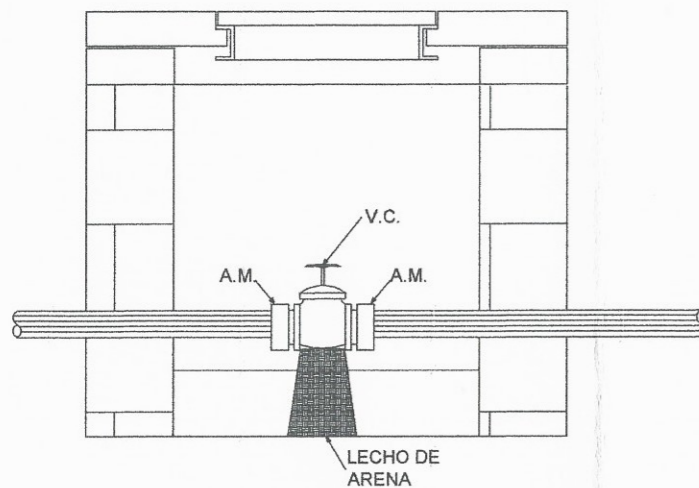
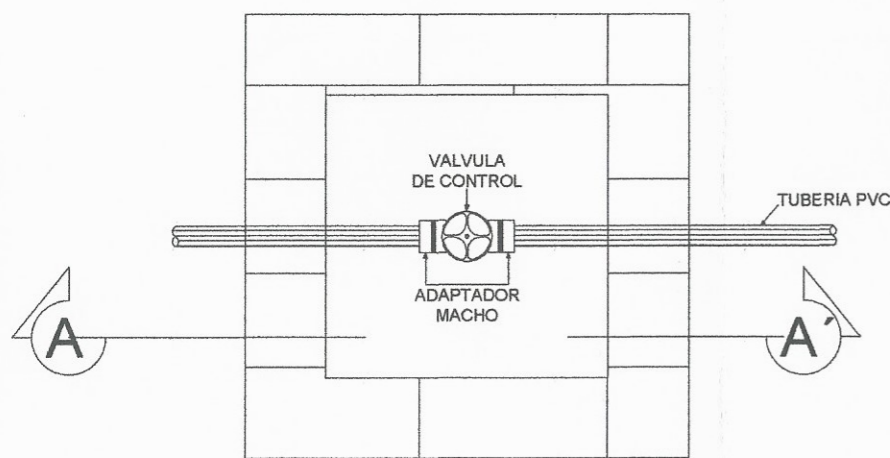
Universidad de San Carlos de Guatemala
 FACULTAD DE INGENIERIA
 UNIDAD DE EPSA
 Proyecto : DISEÑO DEL TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA COMUNIDAD DE SAN PEDRO PARCIAL ALTA
 Ing. Juan Manuel López
 SUPERVISOR DE OBRAS
 TANCHE DE INGENIERIA Y EPSA
 INDICACIONES
 HOJA No. 09
 2016



SECCION DE REGISTRO



LOSA SUPERIOR



VALVULA DE COMPUERTA

ESCALA HORIZONTAL = 1/25

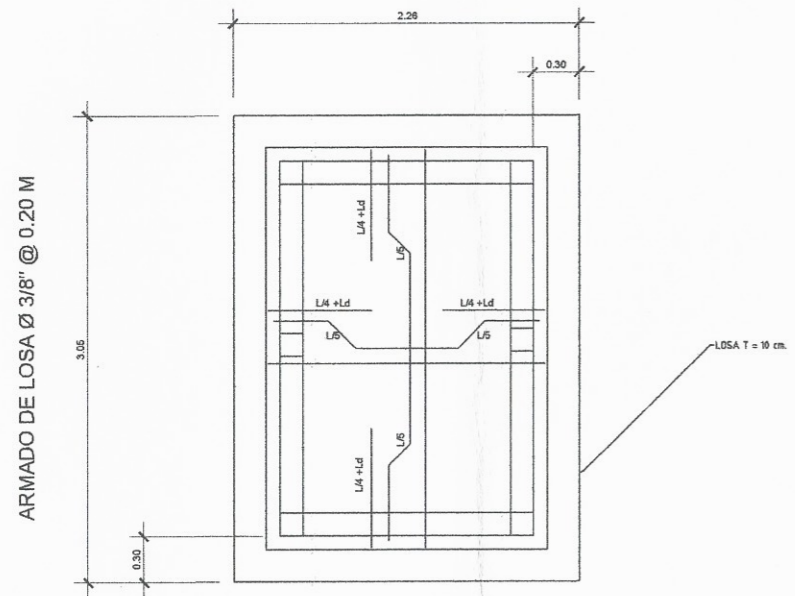
VALVULA DE LIMPIEZA

ESCALA HORIZONTAL = 1/25

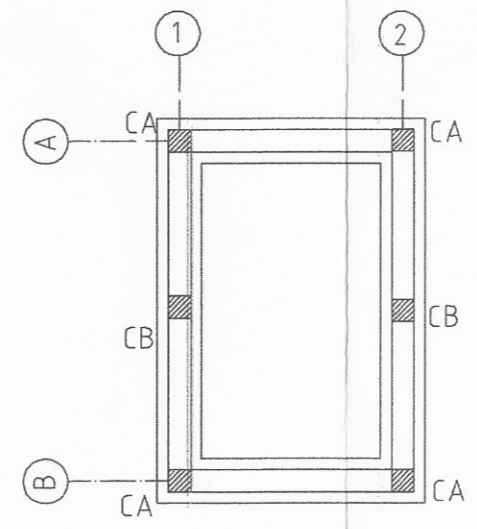
VALVULA DE AIRE

ESCALA HORIZONTAL = 1/25

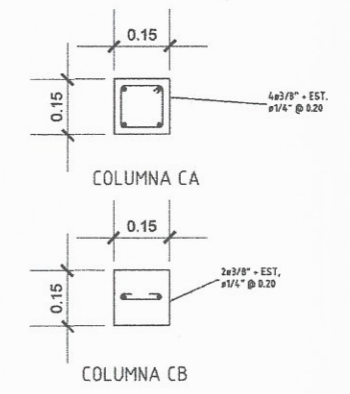
	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA CIUDAD DE EPS
Proyecto:	RECONSTRUCCION DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN LA ALDEA CAMPIR DE LA ZONA DE ALTA CORDILLERA ALTA, MUNICIPIO DE SAN JUAN CAPIATA, DEPARTAMENTO DE ESCUQUATEPEQUEZ, GUATEMALA
Diseño:	EDGAR COHEN YEDRA
Supervisión:	EDGAR COHEN YEDRA
Fecha:	2016
<p style="text-align: center;"> Edgar Cohen Yedra Ingeiero Profesional No. 15048 Colegiado en Guatemala </p>	
<p>11</p>	



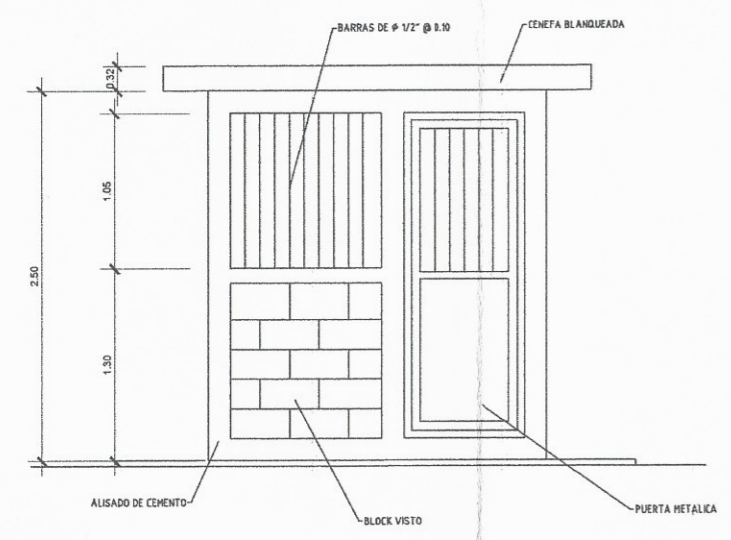
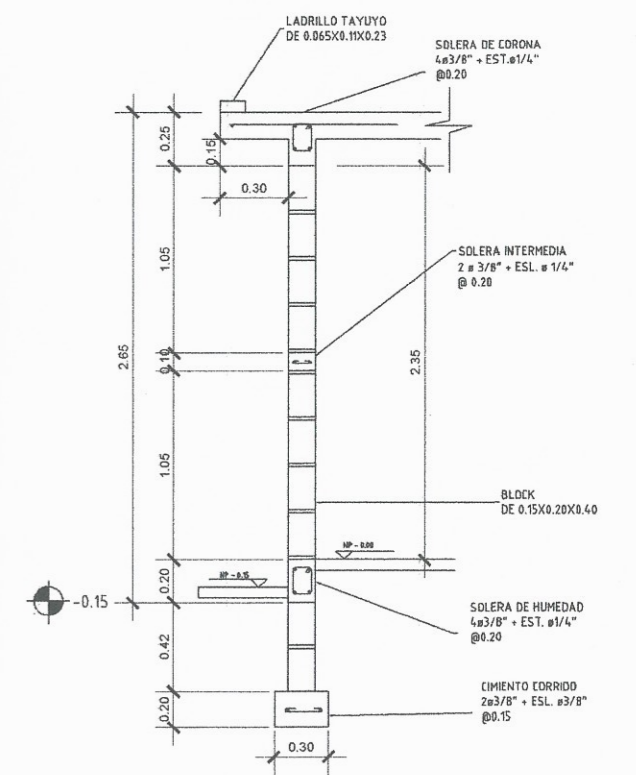
DETALLE DE ARMADO DE LOSA
ESCALA HORIZONTAL = 1/25



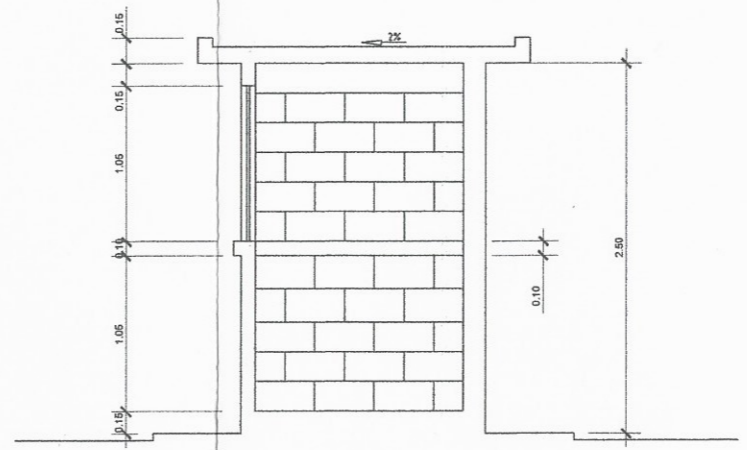
PLANTA DE CIMENTACION
ESCALA HORIZONTAL = 1/25



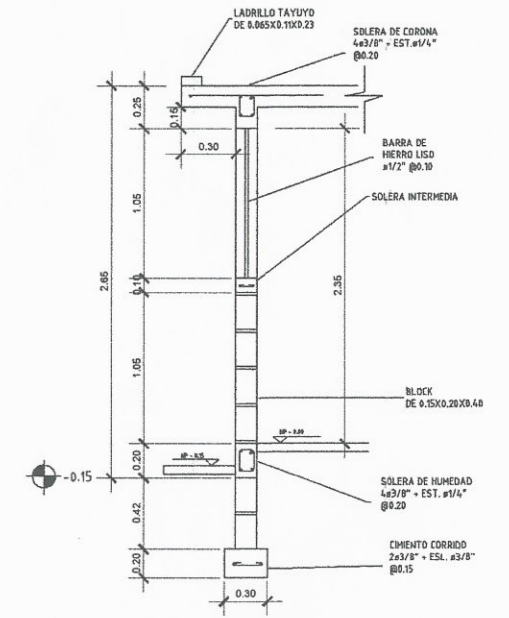
DETALLES
ESCALA HORIZONTAL = 1/25



FACHADA FRONTAL
ESCALA HORIZONTAL = 1/25



FACHADA LATERAL
ESCALA HORIZONTAL = 1/25



DETALLES
ESCALA HORIZONTAL = 1/25

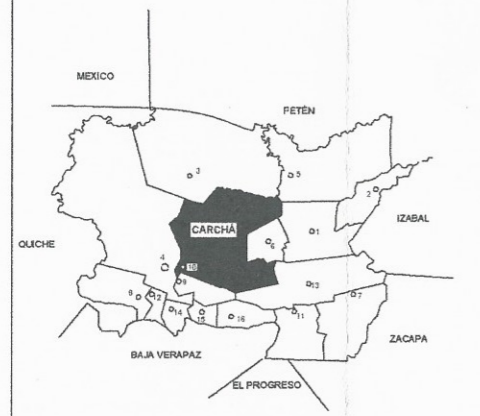
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	
FACULTAD DE INGENIERIA	
CARRERA DE INGENIERIA EN CONSTRUCCION	
DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA CAMPUR DE SAN PEDRO CANTON ALTA VERAPAZ	
Nombre:	EDGAR OCHOA
Apellido:	EDGAR OCHOA
Grado:	INDICADO
Fecha:	2016
DISEÑADO POR: EDGAR OCHOA REVISADO POR: CESOR JIMENEZ APROBADO POR: CESOR JIMENEZ Unidad de Proyecto: HOJA No. 11 Facultad de Ingeniería	

GUATEMALA



DEPARTAMENTO ALTA VERAPAZ

10. SAN PEDRO CARCHA

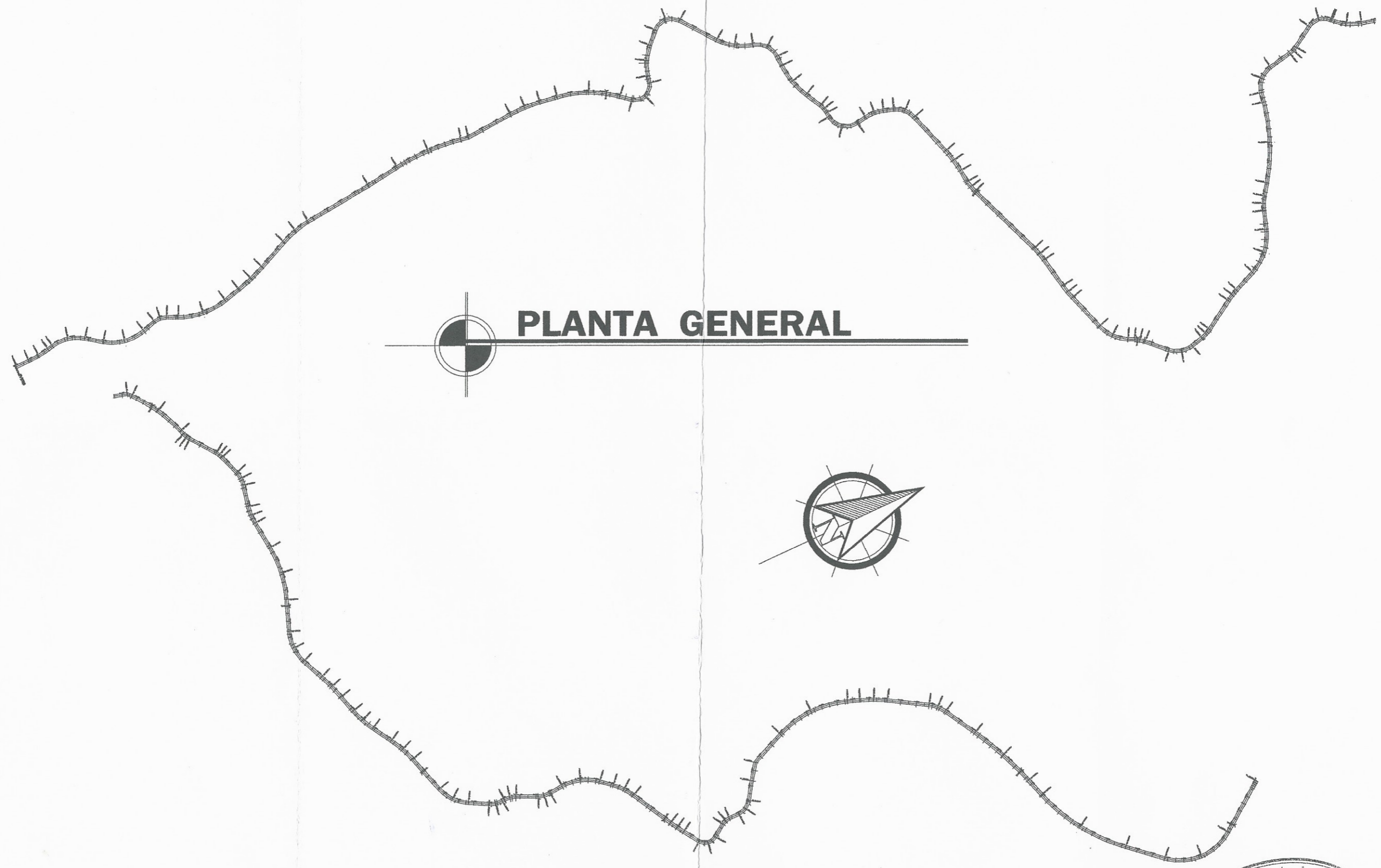


LOCALIZACION DE PROYECTO

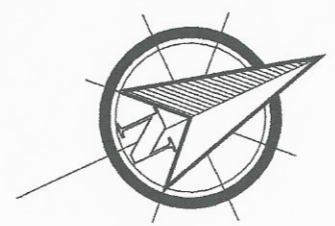
INDICE DE PLANOS

LOCALIZACION DE PROYECTO	01
PLANTA GENERAL	02
ESPECIFICACIONES TECNICAS	03
PLANTA Y PERFIL	04 ~ 10
SECCIONES TRNASVERSALES	11 ~ 16
TABLA DE VOLUMENE	17
DETALLES	18

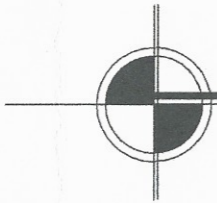
Universidad de San Carlos de Guatemala
 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERIA
 UNIDAD DE EPS
 Merck Cos
 REVISION DE EPS
 Unidad de Prácticas de Ingeniería EPS
 EDGAR CORONADO
 LOCALIZACION DE PROYECTO Y INDICE DE PLANOS
 INDICADA
 2016
 HOJA No.
 01 / 18



PLANTA GENERAL



		UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA UNIDAD DE EPS	
Profesor DE EPS Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS		DISEÑO DEL CEMENTERIO PARA LA ALDEA ESCUQUE DE SAN CARLOS, GUATEMALA, ALTA VERAPAZ	
Nombre: EDGAR CORONADO	Profesor: EDGAR ARMANDO SANCHEZ	Proyecto: PLANTA GENERAL	
Fecha: 2016	Hoja No. 02 / 18	Fecha: 18 de Agosto	



ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

SECCIÓN 203 EXCAVACIÓN Y TERRAPLENES

203.01 EXCAVACIÓN. SE DEBE SUELTAR A LO SIGUIENTE:

(A) **LÍMITES DE LA EXCAVACIÓN:**

LOS TALUDES DE CORTE DEBEN QUEDAR RECORRADOS COMO SE MUESTRA EN LOS PLANOS.

TOCOS LOS TALUDES DE CORTE DEBEN QUEDAR CON SUPERFICIES ASPERAS UNIFORMES, SIN QUEBRES NOTORIOS VISIBLES DESDE LA CARRETERA, EXCEPTO EN ROCA BOLIDA, SE DEBE REDONDEAR LA CORONA Y EL PIE DE TODOS LOS TALUDES. SE DEBE REDONDEAR EL MATERIAL EXISTENTE SOBRE ROCA SQUIDA HASTA DONDE SEA PRACTICO.

SE DEBE CONFORMAR LA SUB-RASANTE HASTA OBTENER UNA SUPERFICIE LISA Y CON LA SECCION TRANSVERSAL REQUERIDA, SE DEBE CONFORMAR LOS TALUDES PARA OBTENER UNA TRANSICION GRADUAL CON OTROS TALUDES SIN QUE SE NOTEN LOS QUEBRES, AL FINAL DE LOS CORTES Y EN LA INTERSECCION DE CORTES CON TERRAPLENES, SE DEBEN AJUSTAR LOS TALUDES EN LOS PLANOS HORIZONTAL Y VERTICAL PARA QUE SE EMPALMEN LINO CON OTRO O AL TERRENO NATURAL.

LAS CUNETAS QUE DRENIEN EL AGUA DE LOS CORTES A LOS TERRAPLENES, SE DEBEN CONSTRUIR EN TAL FORMA, QUE SE EVITE CUALQUIER DAÑO A DICHS TERRAPLENES, DEBIDO A LA EROSION Y DARLES UNA PENDIENTE ADECUADA, REMOVIENDO TODAS LAS RAICES, ROCAS O MATERIAS SIMILARES SALIENTES QUE OBSTRUYAN EL LIBRE CORRIENTO DE LAS AGUAS, PARA EVITAR EL RESBALO DE LA MISMA SOBRE EL TERRAPLEN.

TODO EL MATERIAL EXCAVADO DE LAS CUNETAS SE DEBE DEPOSITAR FUERA DE LOS LÍMITES DE LA CARRETERA, SALVO QUE SE INDIQUE DE OTRA MANERA EN LOS PLANOS O JO AUTORIZO POR ESCRITO EL DELEGADO RESIDENTE Y NO SE DEBE DEJAR APILADO EN MONTONES QUE TENGAN MAL ASPECTO, SINO QUE SE DEBE ESPACIAR EN CAPAS UNIFORMEMENTE CONFORMADAS.

SE DEBE REMOVER TODO EL MATERIAL MAYOR DE 150 MILÍMETROS DE LOS 150 MILÍMETROS SUPERIORES DEL LECHO DE LA CARRETERA, SE DEBE REMOVER EL MATERIAL INADecuADO DEL LECHO DE LA CARRETERA Y REPLAZARLO CON MATERIAL ADECUADO, SE DEBE DEJAR EL NIVEL DE LA SUB-RASANTE DE LA CARRETERA DENTRO DE ± 10 MILÍMETROS Y LOS NIVEL DE ROCA DENTRO DE ± 30 MILÍMETROS DE LA ALINEACION Y RASANTE ESPECIFICADA.

TODAS LAS EXCAVACIONES SE DEBEN EFECTUAR EN TAL FORMA, QUE DRENIEN APROPIADAMENTE PARA EVITAR ESTANCAMIENTOS DE AGUA, DURANTE LA CONSTRUCCION, PUEDEN AMPLIARSE LOS CORTES O VARIARSE LA PENDIENTE DE LOS TALUDES, SI LAS NECESIDADES DEL TRABAJO O LA ESTABILIDAD DEL MATERIAL ASI LO REQUIERE, O SI ES NECESARIO GARANTIZAR LA OBTENICION DE MATERIAL ADICIONAL, SIEMPRE QUE ESPECIFICAMENTE LO AUTORIZE POR ESCRITO EL DELEGADO RESIDENTE.

(B) **EXCAVACION NO CLASIFICADA:**

SIEMPRE QUE SEA FACTIBLE, LOS MATERIALES ADECUADOS QUE SE CORTEN DENTRO DEL PRISMA DE LA CARRETERA, SE DEBEN DE UTILIZAR EN LA CONSTRUCCION DE TERRAPLENES O RELLENOS, SUB-RASANTES, HOMEROS, AMPLIACION Y ACABADO DE LOS TALUDES DE TERRAPLENES Y PARA TODOS AQUELLOS USOS QUE SE INDICAN EN LOS PLANOS. DONDE SEA POSIBLE, LA PARTE DE LA SUB-RASANTE SOBRE LA QUE SE TENGA QUE COLOCAR LA SUB-BASE, SE DEBE CONSTRUIR CON LOS MEJORES MATERIALES DISPONIBLES, PROVENIENTES DE EXCAVACIONES ADYACENTES A LA CARRETERA Y BANCOS DE PRÉSTAMO, TODO EL MATERIAL SOBRIANTE QUE SEA DE BUENA CALIDAD, SE DEBE DE UTILIZAR EN LA AMPLIACION DE TERRAPLENES, DENTRO DEL LÍMITE DE ACARREO LIBRE, SALVO QUE SE INDIQUE DE OTRA MANERA EN LOS PLANOS O JO ORDENE EL DELEGADO RESIDENTE. NINGUN MATERIAL EXCAVADO SE DEBE DESPACHAR, A MENOS QUE ESTE INDICADO EN LOS PLANOS O JO AUTORIZO POR ESCRITO EL DELEGADO RESIDENTE, QUE EN DETERMINARA LOS LUGARES PARA DEPOSITARLO.

(C) **EXCAVACION NO CLASIFICADA DE DESPERDICIO:**

EL MATERIAL DE DESPERDICIO, O SEA EL SOBRIANTE DE LA EXCAVACION NO CLASIFICADA, PODRA DERRAMARSE SOBRE LOS TALUDES COLOCARSE EN BOTADEROS.

EN EL CASO DE QUE EN LOS PLANOS O EN LAS DISPOSICIONES ESPECIALES SE PERMITA EL DERRAME DE MATERIAL DE DESPERDICIO FUERA DEL CORTO, ESTE NO DEBERA OCASIONAR NINGUN DAÑO A LA PROPIEDAD PRIVADA, A LA VIDA HUMANA, A SEMBRADILLOS, NI CONTAMINAR NINGUNA CORRIENTE DE AGUA, NI OBSTRUIR LA INFILTRACION DE LA MISMA HACIA EL SUBSUELO, ASI COMO TAMPOCO OBSTRUIR LOS CANALES DE ENTRADA Y SALIDA DE LAS ALcantarillas COLOCADAS O DE LAS QUE SE DEBEN DE COLOCAR, NI CUBRIR LAS AREAS DONDE SE CONSTRUIRAN LAS CIMENTACIONES DE LAS ESTRUCTURAS.

CUANDO EL DERRAMA SEA DERRAMADO SOBRE EL TALUD DE CORTE Y EN LAS DISPOSICIONES ESPECIALES ASI SE INDIQUE, DEBERAN CONSTRUIRSE Muros DE CONTENCIÓN AL PIE DEL TALUD FORMADO POR EL MATERIAL DERRAMADO, ASISMO, SE DEBE VEGETAR LA SUPERFICIE DEL TALUD Y PROVEER LOS DRENAJES NECESARIOS, LA RE-VEGETACION DEBERA SER EFECTUADA DE ACUERDO CON LO INDICADO EN LA DIVISION 800.

CUANDO EN LAS DISPOSICIONES ESPECIALES O EN LOS PLANOS SE ESTABLEZCA QUE EL MATERIAL DE DESPERDICIO DEBE SER COLOCADO EN CAPAS EN BOTADEROS ESPECIALMENTE ESTABLECIDOS, LAS CAPAS NO SERAN MAYORES DE 500 MILÍMETROS DE ESPESOR Y DEBERAN SER COMPACTADAS CON BANDA DE TRACTOR, EN ESTE CASO, NO SE EXIGIRA CONTROL DE CALIDAD POR MEDIO DE ENSAYOS DE LABORATORIO, A MENOS QUE EN LAS DISPOSICIONES ESPECIALES SE ESTABLEZCA DE OTRA FORMA.

EN EL CASO DE QUE LOS BOTADEROS SE LOCALICEN EN AREAS DE MATERIAL CARBONICO, SE DEBERA CUMPLIR CON LAS DISPOSICIONES ESPECIALES QUE INCLUYE LA COLOCACION DE MATERIAL GRANULAR DE MAYOR TAMANO EN EL FONDO Y DE MENOR TAMANO EN LA PARTE SUPERIOR PARA FAVORECER LOS PROCESOS DE INFILTRACION, LOS TALUDES DEBERAN SER RE-VEGETADOS DE ACUERDO CON LO INDICADO EN LA DIVISION 800 Y SE LES DEBERA PROVEER DE LOS DRENAJES ADECUADOS.

(D) **EXCAVACION NO CLASIFICADA PARA PRÉSTAMO:**

SE DEBE RECURRIR A PRÉSTAMO, SOLAMENTE CUANDO ESTE INDICADO EN LOS PLANOS Y/O DISPOSICIONES ESPECIALES, O JO AUTORIZO POR ESCRITO EL DELEGADO RESIDENTE.

EL CONTRATISTA DEBE NOTIFICAR AL DELEGADO RESIDENTE, CON SUFICIENTE ANTICIPACION, LA NECESIDAD DE EFECTUAR CUALQUIER EXCAVACION DE PRÉSTAMO, A EFECTO DE PERMITIR LA MEDIDA EXACTA DEL BANCO DE PRÉSTAMO, PUESTO QUE NO SE PAGARA NINGUN MATERIAL EXCAVADO, ANTES DE QUE SE HAYAN TOMADO DICHAS MEDIDAS.

LAS AREAS DE PRÉSTAMO DEBEN SER LIMPIADAS, CHAPIADAS Y DESTRONCADAS, ANTES DE INICIAR LA EXCAVACION, SALVO QUE EN LAS DISPOSICIONES ESPECIALES SE ESTABLEZCA DE OTRA MANERA. DICHAS OPERACIONES DEBEN SER EFECTUADAS Y PAGADAS CON CARGO A LA SECCION 202. EL MATERIAL DE PRÉSTAMO DEBE SER MEDIDO EN LA MISMA FORMA QUE LA EXCAVACION NO CLASIFICADA Y PAGADO AL PRECIO UNITARIO DE CONTRATO CORRESPONDIENTE AL RENGLON DE EXCAVACION NO CLASIFICADA PARA PRÉSTAMO, LOS BANCOS DE PRÉSTAMO DEBEN SER EXCAVADOS EN TAL FORMA, QUE SE PROVEAN DE UN DRENAJE ADECUADO Y CON TALUDES MODERADOS PARA DISMINUIR LAS POSIBILIDADES DE DERRUMBES.

EL MATERIAL DE PRÉSTAMO DEBE SER COLOCADO DE ACUERDO CON LAS ESPECIFICACIONES QUE CURREN SU UTILIZACION O COMO JO ORDENE EL DELEGADO RESIDENTE.

203.06 TERRAPLENES EN GENERAL.

EN TODAS LAS AREAS DONDE SE VAYAN A CONSTRUIR TERRAPLENES, SE DEBEN TERMINAR PREVAMENTE LOS TRABAJOS CORRESPONDIENTES A LIMPIA, CHAPEO Y DESTRONQUE, RETIRO DE ESTRUCTURAS, SERVICIOS EXISTENTES, OBSTACULOS Y, SI FUESE REQUERIDO, SUBDRENAJES, DRENAJES Y RETIRO DE MATERIAL INADECUADO.

COMO PARTE DEL TRABAJO DE ESTA SECCION, DEBEN SER RELLENADOS Y COMPACTADOS PERFECTAMENTE TODOS LOS HOYOS Y OTRAS EXCAVACIONES PEQUEÑAS QUE QUEDEN CON MOTIVO DEL DESTRONQUE, DENTRO DE LOS LÍMITES DEL TERRAPLEN, LA SUPERFICIE DEL TERRENO, INCLUYENDO TIERRA ARADA O SUELO O LA QUE SEA EXHIBIDA DEBIDO A PEQUEÑOS DESLICES, DESLIZAMIENTOS U OTRAS CAUSAS, SE DEBE NIVELAR A EFECTO DE COMPACTAR EL TERRAPLEN EN CAPAS UNIFORMES.

CUANDO EL TERRAPLEN A CONSTRUIR TENGA 1 METRO O MENOS DE ALTURA Y EL TERRENO ORIGINAL REQUIERA SER ESCARIFICADO, ESTE DEBE SER COMPACTADO A LA MISMA DENSIDAD Y POR EL MISMO METODO ESPECIFICADO PARA LA COLOCACION DEL RELLENO, CUANDO SE CONSTRUYA UN TERRAPLEN SOBRE UNA CAPA DE BALASTO EXISTENTE, SE DEBERA ESCARIFICAR LA CAPA DE BALASTO HASTA UNA PROFUNDIDAD MINIMA DE 150 MILÍMETROS DEBAJO DE DICHA CAPA Y SE DEBERA COMPACTAR LA SUB-RASANTE DE ACUERDO CON LO INDICADO EN 203.10. CUANDO SE CONSTRUYA UN TERRAPLEN SOBRE UN PAVIMENTO EXISTENTE, SE DEBERA ESCARIFICAR Y HOMOGENEIZAR 200 MILÍMETROS DEBAJO DE LA CAPA DE ROADFLAR. LA SUB-RASANTE EXPUSTA, NUEVA O EXISTENTE EN TODO EL ANCHO DE LA SECCION, DEBERA SER CONFORMADA Y COMPACTADA DE ACUERDO CON LO INDICADO EN 203.28.

ANTES DE QUE SEAN COLOCADOS LOS MATERIALES DE UN TERRAPLEN EN LADERA, LA SUPERFICIE SE DEBE LIMPIAR DE TODA VEGETACION Y CAPA VEGETAL, DEBIENDO ENSEGUIDA CONSTRUIR TERRAZAS O REMOVER EL TERRENO, ESCARIFICANDO HASTA UNA PROFUNDIDAD NO MENOR DE 150 MILÍMETROS, EN LAS LADERAS QUE TENGAN UNA PENDIENTE IGUAL O MAYOR DE 2% HORIZONTAL A 1 VERTICAL, SE DEBEN CONSTRUIR TERRAZAS, EL TERRAPLEN DEBE SER CONSTRUIDO EN CAPAS, COMO SE ESPECIFICA MAS ADELANTE EN ESTA SECCION, PRINCIPANDO EN LA PARTE MAS BAJA, EN CAPAS DE ANCHOS PARCIALES Y AUMENTANDO TALS ANCHOS CONFORME VAYA ALMENTANDO LA ALTURA DEL TERRAPLEN, EL MATERIAL QUE HAYA SIDO AFLOJADO, DEBE SER RE COMPACTADO SIMULTANEAMENTE CON EL MATERIAL DE TERRAPLEN COLOCADO A LA MISMA ELEVACION.

CUANDO EN LA CONSTRUCCION DEL TERRAPLEN SE TERMINE TODO EL MATERIAL RESULTANTE DE LOS TRABAJOS DE EXCAVACION, EL TERRAPLEN DEBERA COMPLETARSE CON MATERIAL DE PRÉSTAMO.

TODOS LOS TERRAPLENES SE DEBEN CONSTRUIR HASTA LLEGAR A LA SUB-RASANTE ESTABLECIDA POR EL DELEGADO RESIDENTE Y EN CAPAS APROXIMADAMENTE PARALELAS A LA SUB-RASANTE INDICADA, SALVO QUE EN LOS PLANOS SE INDIQUE OTRA FORMA DE CONSTRUCCION DE DICHAS CAPAS.

EL CONTRATISTA DEBE COMPACTAR LOS TALUDES DE LOS LADOS DEL TERRAPLEN CON UNA COMPACTADORA DE PATA DE CABRA O POR MEDIO DE UN TRACTOR DE BANDAS, PARA PENDIENTES DE 1:2 (1 VERTICAL A 2 HORIZONTAL) O MAYORES LOS TALUDES DEBEN SER COMPACTADOS CONFORME PROGRESSE LA CONSTRUCCION DEL TERRAPLEN.

203.09 COMPACTACION

(A) **COMPACTACION DE TERRAPLENES DE SUELO:**

LOS TERRAPLENES SE DEBEN COMPACTAR COMO MINIMO AL 90 % DE LA DENSIDAD MAXIMA, DETERMINADA POR EL METODO AASHTO T 99 Y LOS ULTIMOS 300 MILÍMETROS SE DEBEN COMPACTAR COMO MINIMO, AL 95% DE LA DENSIDAD MAXIMA DETERMINADA POR EL METODO CITADO.

EN SECCIONES DE CORTE, LA SUB-RASANTE DEBE SER ESCARIFICADA HASTA UNA PROFUNDIDAD DE 300 MILÍMETROS INMEDIATAMENTE DEBAJO DEL NIVEL DE DISEÑO DE LA SUB-RASANTE; A CONTINUACION DEBE SER COMPACTADA HASTA EL 95% DE LA DENSIDAD MAXIMA DETERMINADA COMO SE INDICA EN EL PARRAFO ANTERIOR, EN AMBOS CASOS, LA COMPACTACION SE COMPROBARA EN EL CAMPO, DE PREFERENCIA MEDIANTE EL METODO AASHTO T 191 (ASTM D 1556), CON LA APROBACION ESCRITA DEL DELEGADO RESIDENTE, SE PUEDEN UTILIZAR OTROS METODOS TECNICOS, INCLUYENDO LOS NO DESTRUCTIVOS.

EL CONTRATISTA DEBE DE CONTROLAR EL CONTENIDO DE HUMEDAD ADECUADO, CALENTANDO EL MATERIAL Y DETERMINANDO LA HUMEDAD A PESO CONSTANTE, O POR EL METODO DEL CARBURU DE CALCIO, AASHTO T 211, A EFECTO DE OBTENER LA COMPACTACION ESPECIFICADA, CADA CAPA DEBE SER NIVELADA CON EQUIPO ADECUADO PARA ASEGURAR UNA COMPACTACION UNIFORME Y NO SE DEBE PROSEGUIR LA COMPACTACION DE UNA NUEVA CAPA, HASTA QUE LA ANTERIOR LLENE LOS REQUISITOS DE COMPACTACION ESPECIFICADOS.

SECCION 205 EXCAVACION ESTRUCTURAL PARA ESTRUCTURAS MAYORES Y MENORES

205.06 EXCAVACION ESTRUCTURAL PARA ALcantarillas LAS:

LA EXCAVACION ESTRUCTURAL PARA ALcantarillas SE DEBE EFECTUAR DE CONFORMIDAD CON EL ALINEAMIENTO, DIMENSIONES, PENDIENTES Y DETALLES MOSTRADOS EN LOS PLANOS RESPECTIVOS O DE ACUERDO CON LAS INSTRUCCIONES ESCRITAS DEL DELEGADO RESIDENTE, CUANDO SE VAYA A COLOCAR UNA ALcantarilla DEBAJO DE LA LINEA DEL TERRENO ORIGINAL, SE DEBE EXCAVAR UNA ZANJA A LA PROFUNDIDAD REQUERIDA, CONFORMANDO EL FONDO DE LA MISMA, DE MANERA QUE SE ASEGURE UN LECHO FIRME EN TODA LA LONGITUD DEL FONDO DE LA ZANJA.

EL ANCHO DE LA ZANJA DEBE SER EL MINIMO QUE PERMITA TRABAJAR CON LIBERTAD A LOS LADOS DE LA ALcantarilla Y PARA LA COMPACTACION COMPLETA DEL RELLENO DEBAJO Y ALREDEDOR DE LA MISMA, EL ANCHO ESTA DELIMITADO POR LAS LINEAS DE PAGO QUE SE ESPECIFICAN EN 205.17.

LAS PAREDES DE LA ZANJA DEBEN QUEDAR LO MAS VERTICALES QUE SEA POSIBLE, DESDE LA CIMENTACION HASTA POR LO MENOS LA CORONA DE LA ALcantarilla.

AL EFECTUAR LA EXCAVACION, EL FONDO DE LA ZANJA DEBE SER CONFORMADA DE TAL MANERA QUE POR LO MENOS EL 10% DE LA ALTURA TOTAL O DEL DIAMETRO VERTICAL, EXTERIOR DE LA ALcantarilla, QUEDA EN CONTACTO CON EL FONDO DE LA ZANJA.

CUANDO EL CORONAMIENTO DE LA ALcantarilla ESTE A UN NIVEL SUPERIOR AL DE LA SUPERFICIE DEL TERRENO ORIGINAL, EL CONTRATISTA DEBE CONSTRUIR UN TERRAPLEN QUE CUMPLA CON LO ESPECIFICADO EN LA SECCION 203, HASTA UNA ELEVACION DE 600 MILÍMETROS ARRIBA DE LA COTA DE DISEÑO DEL CORONAMIENTO DE LA ALcantarilla Y ENSEGUIDA, EXCAVAR Y COLOCAR ESTA, SI EL CONTRATISTA ELIGE CONSTRUIR UN TERRAPLEN HASTA UNA ELEVACION MAYOR DE 600 MILÍMETROS SOBRE LA COTA DE DISEÑO DEL CITADO CORONAMIENTO, NO SE LE PAGARA POR LA EXCAVACION ESTRUCTURAL DEL TERRAPLEN ADICIONAL.

PREVAMENTE A LA COLOCACION DE LAS ALcantarillas, EN TODOS LOS DRENAJES, SE DEBEN DE EXCAVAR LOS CANALES DE ENTRADA Y SALIDA DE ESTAS, DE CONFORMIDAD Y CON CARGO A LA SECCION 204.

SE DEBEN EXCAVAR CAJUELAS PARA DAR CABIDA A LAS JUNTAS DE CAMPANA U OTRAS PARTES QUE SE EXTIENDAN DEBAJO DEL PERIMETRO DE LA ALcantarilla.

CUANDO SE ENCUENTRE ROCA, YA SEA EN ESTRATOS O EN FORMA SUELTA, O CUALQUIER OTRO MATERIAL QUE NO PERMITA POR SU DUREZA CONFORMAR UN LECHO APROPIADO PARA COLOCAR LA ALcantarilla, ESTE MATERIAL DEBE SER REMOVIDO HASTA MAS ABAJO DE LA COTA DE CIMENTACION Y REPLAZARSE POR UNA CAMA DE ARENA U OTRO MATERIAL COMPACTADO, QUE TENGA UN ESPESOR MINIMO DE 300 MILÍMETROS.

CUANDO DEBIDO A LA PRESENCIA DE MATERIALES SUAVES, INADECUADOS O INESTABLES NO SE ENCUENTRE UNA BASE FIRME PARA LA CIMENTACION DE LA ALcantarilla, ESTOS MATERIALES SE DEBEN REMOVER EN UN ANCHO IGUAL AL DE LA EXCAVACION DE QUE SE TRATE Y SE DEBE RELLENAR CON GRANA U OTRO MATERIAL APROPIADO, DEBIDAMENTE COMPACTADO, PARA OBTENER UN LECHO ADECUADO, SALVO QUE SE INDIQUEN OTROS METODOS EN LOS PLANOS. LA PROFUNDIDAD DE LA SOBRE-EXCAVACION INDICADA, SERA DETERMINADA POR EL DELEGADO RESIDENTE.

LAS SOBRE-EXCAVACIONES INDICADAS EN LOS DOS PARRAFOS ANTERIORES, SE DEBEN PAGAR COMO EXCAVACION ESTRUCTURAL PARA ALcantarillas.

EL CONTRATISTA DEBE TOMAR LAS PRECAUCIONES NECESARIAS PARA DESVIAR TEMPORALMENTE CUALQUIER CORRIENTE DE AGUA QUE SE PUEDA ENCONTRAR.

LA CLASE DE LECHO DE CIMENTACION A CONSTRUIR, SEGUN EL CASO, SE MUESTRA EN LOS PLANOS CORRESPONDIENTES.

LA ALcantarilla SE DEBE COLOCAR, HASTA QUE EL LECHO DE CIMENTACION HAYA SIDO APROBADO POR EL DELEGADO RESIDENTE.

EL CONTRATISTA DEBE DE CUMPLIR CON TODO LO APLICABLE DE LO ESPECIFICADO EN ESTA SECCION.

205.12 RELLENO ESTRUCTURAL PARA ALcantarillas.

EN GENERAL, LAS ZANJAS Y LAS EXCAVACIONES SE DEBEN RELLENAR INMEDIATAMENTE DESPUES QUE EL MORTERO DE LA JUNTA HAYA ENDURECIDO LO SUFICIENTE PARA NO OCASIONARLE NINGUN DAÑO Y HASTA UNA ALTURA NO MENOR DE 600 MILÍMETROS SOBRE LA CORONA DE LA ALcantarilla O HASTA LA ALTURA DEL TERRENO NATURAL, SEGUN EL CASO, EL MATERIAL DE RELLENO QUE SE COLOQUE HASTA EL NIVEL DE LA CORONA DE LA ALcantarilla, DEBE CUMPLIR CON LO INDICADO EN 203.03. SI EL MATERIAL RESULTANTE DE LA EXCAVACION NO CUMPLE CON ESTOS REQUISITOS, EL DELEGADO RESIDENTE PUEDE ORDENAR QUE EL MATERIAL HA UTILIZAR PARA EL RELLENO SEA OBTENIDO DE UNA FUENTE COMPLETAMENTE DIFERENTE AL DE LA EXCAVACION, EN CUYO CASO SE PAGARA DE CONFORMIDAD CON LO INDICADO EN LA SECCION 205.

EL MATERIAL DE RELLENO SE DEBE COMPACTAR EN CAPAS QUE NO EXCEDAN DE 150 MILÍMETROS DE ESPESOR, DEBIENDO SER COLOCADAS SIMULTANEAMENTE A AMBOS LADOS DE LA ALcantarilla PARA QUE NO SE PRODUZCAN PRESIONES DESIGUALES.

LA COMPACTACION SE PUEDE HACER POR MEDIO DE COMPACTADORAS MECANICAS, O DE MANO, APROPIADAS.

NO SE PERMITIRA QUE SE OPERE EQUIPO PESADO SOBRE UNA ALcantarilla, SINO HASTA QUE HAYA SIDO HECHO CORRECTAMENTE EL RELLENO Y ESTA SE HAYA CUBIERTO, A PARTIR DE LA CORONA, CON MATERIAL DE POR LO MENOS 600 MILÍMETROS DE ALTURA.

CUANDO SE USE ARENA DE RIO COMO MATERIAL DE RELLENO Y EL DELEGADO RESIDENTE AUTORIZO EL USO DE AGUA PARA LA CONSOLIDACION DEL RELLENO, EL CONTRATISTA SERA RESPONSABLE DE NO HACER FLOTAR LA ALcantarilla.

SECCION 206 RELLENO PARA ESTRUCTURAS

206.04 RELLENO PARA ESTRUCTURAS. EL CONTRATISTA DEBE NOTIFICAR, CON SUFICIENTE ANTICIPACION, AL DELEGADO RESIDENTE QUE INICIARA LOS LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS QUE SEAN NECESARIOS Y PROPORCIONARA LAS PRUEBAS DE LABORATORIO QUE COMPROBEN LA CALIDAD DEL SUELO PARA LA CIMENTACION DEL RELLENO, LOS MATERIALES A UTILIZAR Y LOS LUGARES DE DONDE SERAN EXTRAIDOS, NO SE MEDIRA NI PAGARA NINGUN MATERIAL DE RELLENO QUE SE HAYA COLOCADO ANTES DE QUE JO AUTORIZO EL DELEGADO RESIDENTE.

CUANDO DENTRO DE LOS LÍMITES DEL RELLENO, SE ENCUENTRE FANGO U OTRO MATERIAL INADECUADO PARA LA ADECUADA CIMENTACION DEL RELLENO, EL CONTRATISTA DEBE EXCAVAR TAL MATERIAL, POR LO MENOS 300 MILÍMETROS DEBAJO DE LA SUPERFICIE DEL TERRENO ORIGINAL, O A LA PROFUNDIDAD QUE INDIQUE EL DELEGADO RESIDENTE, ESTE MATERIAL DEBE SER RETIRADO POR EL CONTRATISTA Y DEPOSITADO DONDE AUTORIZO EL DELEGADO RESIDENTE; EL CONTRATISTA DEBE RELLENAR LA EXCAVACION EFECTUADA, CON EL MATERIAL ESPECIFICADO, EL CUAL DEBE SER DEBIDAMENTE CONFORMADO Y COMPACTADO A LA MISMA DENSIDAD ESPECIFICADA PARA EL RELLENO.

CUANDO EL RELLENO A CONSTRUIR TENGA 1 METRO O MENOS DE ALTURA Y EL TERRENO ORIGINAL, REQUIERA SER ESCARIFICADO, ESTE DEBE SER COMPACTADO A LA MISMA DENSIDAD ESPECIFICADA PARA EL RELLENO.

NO SE DEBE COLOCAR NINGUN RELLENO CONTRA CUALQUIER ESTRUCTURA DE CONCRETO, ANTES DE QUE EL CONCRETO HAYA ADQUIRIDO LA RESISTENCIA PARA SOPORTAR LOS ESFUERZOS PRODUCIDOS POR LA CONSTRUCCION DEL RELLENO.

EL RELLENO DEBE SER CONSTRUIDO EN CAPAS SUCESIVAS HORIZONTALES Y DE TAL ESPESOR QUE PERMITA LA COMPACTACION ESPECIFICADA EN ESTA SECCION, LOS ESPESORES DE LAS CAPAS A SER COMPACTADAS, DEBEN SER DETERMINADOS POR EL CONTRATISTA, CON LA APROBACION DEL DELEGADO RESIDENTE, DE CONFORMIDAD CON LA CAPACIDAD DE LA MAQUINARIA O EQUIPO QUE SE VAYA A UTILIZAR, DEBIÉNDOSE EFECTUAR PARA TAL EFECTO, ENSAYOS PARA DETERMINAR EL ESPESOR MAXIMO EN CADA CASO, SIEMPRE Y CUANDO SE LLENEN LOS REQUISITOS DE COMPACTACION QUE SE INDICAN EN ESTAS ESPECIFICACIONES GENERALES.

EN AREAS LIMITADAS O ADYACENTES A ESTRUCTURAS, TALEM COMO ESTRIBOS, ALAS, CABEZALES, BOVEDAS U OTROS, LA COMPACTACION SE PUEDE HACER POR MEDIO DE COMPACTADORAS MECANICAS O CON COMPACTADORAS DE MANO APROPIADAS, SE DEBE TENER ESPECIAL CUIDADO A EFECTO DE EVITAR CUALQUIER ACCION DE CUNA CONTRA LA ESTRUCTURA, LOS TALUDES ALREDEDOR DE ESTRIBOS Y ALAS, DEBEN SER CONSTRUIDOS COMO SE INDICÓ EN LOS PLANOS, LOS RELLENOS ALREDEDOR DE LAS ESTRUCTURAS CITADAS SE DEBEN COLOCAR SIMULTANEAMENTE, A AMBOS LADOS Y A LA MISMA ALTURA, SEGUN EL CASO.

CUANDO SE EMPALMEN CAPAS DE MATERIALES DIFERENTES, ESTAS SE DEBEN ENGRAPAR ADECUADAMENTE EN UNA LONGITUD SUFICIENTE O MEZCLAR LOS MATERIALES DE TAL MANERA QUE SE EVITEN CAMBIOS BRUSCOS EN LOS MATERIALES DE LAS CAPAS.

RELLENO PARA ALcantarillas. CUANDO EL DELEGADO RESIDENTE DETERMINE QUE EL MATERIAL RESULTANTE DE LA EXCAVACION PARA LA CONSTRUCCION DE LA ALcantarilla NO CUMPLE CON LOS REQUISITOS ESTIPULADOS EN 206.12 PARA SER UTILIZADO EN LA CONSTRUCCION DEL RELLENO, EL RELLENO SE CONSTRUIRA CON MATERIAL DE RELLENO PARA ESTRUCTURAS, EL RELLENO DEBE CONSTRUIRSE EN CAPAS, HASTA UNA ALTURA DE 600 MILÍMETROS SOBRE LA CORONA DE LA ALcantarilla, EL RESTO DEL RELLENO HASTA EL NIVEL DE LA SUB-RASANTE, SE DEBE CONSTRUIR, CON CARGO AL RENGLON DE EXCAVACION NO CLASIFICADA QUE CORRESPONDE, DE LA SECCION 203.

PARA EL EFECTO DE INTERPRETACION, EL RELLENO PARA BOVEDAS SE REPRESENTARA GRAFICAMENTE EN EL PLANO RESPECTIVO.

LA COMPACTACION SE DEBE EFECTUAR COMO SE ESPECIFICA EN 205.05, LOS 600 MILÍMETROS SOBRE LA CORONA DE LAS BOVEDAS DEBEN COMPACTARSE COMO MINIMO, AL 95% DE LA DENSIDAD MAXIMA, DETERMINADA POR EL MISMO METODO CITADO EN 205.05.

205.05 COMPACTACION. EN LOS RELLENOS PARA ESTRUCTURAS, CADA CAPA SE DEBE COMPACTAR COMO MINIMO AL 90% DE LA DENSIDAD MAXIMA, DETERMINADA SEGUN EL METODO AASHTO T 199, Y LOS ULTIMOS 300 MILÍMETROS SUPERIORES DEBEN COMPACTARSE COMO MINIMO AL 95% DE LA DENSIDAD MAXIMA DETERMINADA POR EL METODO CITADO.

LA COMPACTACION SE COMPROBARA EN EL CAMPO, DE PREFERENCIA MEDIANTE EL METODO AASHTO T 191 (ASTM D 1556), CON LA APROBACION ESCRITA DEL DELEGADO RESIDENTE, SE PUEDEN UTILIZAR OTROS METODOS TECNICOS, INCLUYENDO LOS NO DESTRUCTIVOS.

EL CONTRATISTA DEBE DE CONTROLAR EL CONTENIDO DE HUMEDAD ADECUADO, CALENTANDO EL MATERIAL Y DETERMINANDO LA HUMEDAD A PESO CONSTANTE, O POR EL METODO DEL CARBURU DE CALCIO, AASHTO T 211, A EFECTO DE OBTENER LA COMPACTACION ESPECIFICADA, CADA CAPA DEBE SER COMPACTADA CON EQUIPO APROPIADO PARA ASEGURAR UNA COMPACTACION UNIFORME Y NO SE DEBE PROSEGUIR LA COMPACTACION DE UNA NUEVA CAPA, HASTA QUE LA ANTERIOR LLENE LOS REQUISITOS DE COMPACTACION ESPECIFICADOS.

SECCION 204 EXCAVACION DE CANALES

204.03 EXCAVACION. LA EXCAVACION SE DEBE EFECTUAR DE CONFORMIDAD CON LA ALINEACION, PENDIENTES, DIMENSIONES Y DETALLES MOSTRADOS EN LOS PLANOS O SEGUN LO REQUIERA POR ESCRITO EL DELEGADO RESIDENTE, TODO EL MATERIAL QUE SE EXCAVE CON CARGO A ESTA SECCION, SERA MATERIAL DE DESPERDICIO NO CLASIFICADO Y SE DISPONDRÁ DE EL COMO SE ACUERDE CON EL DELEGADO RESIDENTE, DE PREFERENCIA EN UN CANAL ABANDONADO O EN DEPRESIONES CERCANAS AL CANAL EXISTENTE.

NINGUN MATERIAL EXCAVADO DE CUALQUIER CANAL, DEBE SER DEPOSITADO O DEJADO A UNA DISTANCIA MENOR DE 1 METRO A PARTIR DEL BORDE DEL MISMO, A MENOS QUE SE MUESTRE DE OTRA MANERA EN LOS PLANOS O JO AUTORIZO POR ESCRITO EL DELEGADO RESIDENTE, DICHO MATERIAL NO DEBE SER APILADO EN MONTONES QUE TENGAN MAL ASPECTO, SINO QUE SE DEBE ESPACIAR EN CAPAS UNIFORMEMENTE CONFORMADAS, EN EL CASO DE LAS CONTRACUNETAS, EL MATERIAL EXCAVADO SE COLOCARA PARALELAMENTE A LA MISMA, COMO UNA BORDA, PARA EVITAR QUE EL AGUA FLUYA SOBRE EL TALUD.

LA CONSTRUCCION DE CANALES CERCANOS A LA CARRETERA, SE DEBE EFECTUAR DE TAL MANERA QUE SE EVITE CUALQUIER DAÑO A LOS TERRAPLENES, DEBIDO A LA EROSION.

SECCION 209 CAPA DE BALASTO

209.03 BALASTO.

DEBE SER DE CALIDAD UNIFORME Y ESTAR EXENTO DE RESIDUOS DE MADERA, RAICES O CUALQUIER MATERIAL PERJUDICIAL O EXTRAÑO, EL MATERIAL DE BALASTO DEBE TENER UN PESO UNITARIO SUELO, NO MENOR DE 1.50 KILOMETRO CUBICO (100 LB PIEN) DETERMINADO POR EL METODO AASHTO T 19, EL TAMANO MAXIMO DEL AGREGADO GRUESO DEL BALASTO, NO DEBE EXCEDER DE 1/8 DEL ESPESOR DE LA CAPA Y EN NINGUN CASO DEBE SER MAYOR DE 100 MILÍMETROS, EL QUE SEA MAYOR, DEBE SER SEPARADO YA SEA POR TAMBAZO EN EL BANCO DE MATERIAL O SEGUN LO AUTORIZO EL DELEGADO RESIDENTE.

LA PORCION DEL BALASTO RETENIDA EN EL TAMZ 4.75 MM (N° 4), DEBE ESTAR COMPRENDIDA ENTRE EL 60% Y EL 40% EN PESO Y DEBER TENER UN PORCENTAJE DE ABRASION NO MAYOR DE 60, DETERMINADO POR EL METODO AASHTO T 96, LA PORCION QUE PASE EL TAMZ 0.425 MM (N° 40), DEBE TENER UN LIMITE LIQUIDO NO MAYOR DE 36, DETERMINADO POR EL METODO AASHTO T 99 Y UN INDICE DE PLASTICIDAD ENTRE 5 Y 11, DETERMINADO POR EL METODO AASHTO T 90, LA PORCION QUE PASE EL TAMZ 0.075 MM (N° 200), NO DEBE EXCEDER DE 15% EN PESO, DETERMINADO POR EL METODO AASHTO T 11.

209.04 COLOCACION DEL BALASTO:

CONFORME SE VAYA TERMINANDO DE CONSTRUIR LA SUB-RASANTE DE ACUERDO CON LO INDICADO EN LA SECCION 203, SE DEBE COLOCAR LA CAPA DE BALASTO, NO SE DEBE DEJAR SIN CUBRIR LA SUB-RASANTE, EN UNA LONGITUD MAYOR DE 2 KILOMETROS, EL ESPESOR TOTAL DE LA CAPA DE BALASTO NO DEBE SER MENOR DE 100 MILÍMETROS NI MAYOR DE 250 MILÍMETROS.

CUANDO LA CAPA DE BALASTO SE DEBA COLOCAR SOBRE UNA SUB-RASANTE EXISTENTE, ESTA DEBE SER PREVAMENTE CONFORMADA, ESCARIFICADA Y COMPACTADA SUPERFICIALEMENTE, RESPETANDO LAS LINEAS, PENDIENTES Y SECCION TIPICA ESTABLECIDAS EN LOS PLANOS Y ESPECIFICACIONES, EN LOS LUGARES DONDE SE ENCUENTRE MATERIAL INADECUADO, SEGUN LO DEFINIDO EN 203.01, ESTOS DEBEN SER REMOVIDOS HASTA UNA PROFUNDIDAD DE POR LO MENOS 300 MILÍMETROS Y REPLAZADOS CON MATERIAL APROPIADO, TODAS LAS ROCAS O PIEDRAS GRANDES QUE SE ENCUENTREN EN EL LECHO DE LA CARRETERA, SE DEBEN EXCAVAR HASTA LOS LÍMITES LATERALES DE LA MISMA, MOSTRADOS EN LOS PLANOS Y A UNA PROFUNDIDAD POR LO MENOS DE 150 MILÍMETROS DEBAJO DE LA SUB-RASANTE.

209.05 COMPACTACION:

LAS CAPAS DE BALASTO SE DEBEN COMPACTAR COMO MINIMO AL 95% DE LA DENSIDAD MAXIMA DETERMINADA POR EL METODO AASHTO T 199.

EL CONTRATISTA DEBE CONTROLAR EL CONTENIDO DE HUMEDAD ADECUADO DEL MATERIAL, POR MEDIO DE ENSAYOS DE LABORATORIO Y CAMPO, SECANDO EL MATERIAL Y DETERMINANDO LA HUMEDAD A PESO CONSTANTE O POR EL METODO DEL CARBURU DE CALCIO, AASHTO T 211, A EFECTO DE OBTENER LA COMPACTACION ESPECIFICADA, LA CAPA DEBE SER NIVELADA, CON EQUIPO APROPIADO PARA ASEGURAR UNA COMPACTACION UNIFORME Y NO SE APROBARA LA COMPACTACION, HASTA QUE SE LLENEN LOS REQUISITOS CORRESPONDIENTES ESPECIFICADOS.

SECCION 803 ALcantarillas DE METAL CORRUGADO

803.07 INSTALACION:

LAS ALcantarillas DE METAL CORRUGADO DEBEN SER COLOCADAS CONFORME SE INDICA EN LOS PLANOS, EN ESTAS ESPECIFICACIONES GENERALES Y DISPOSICIONES ESPECIALES.

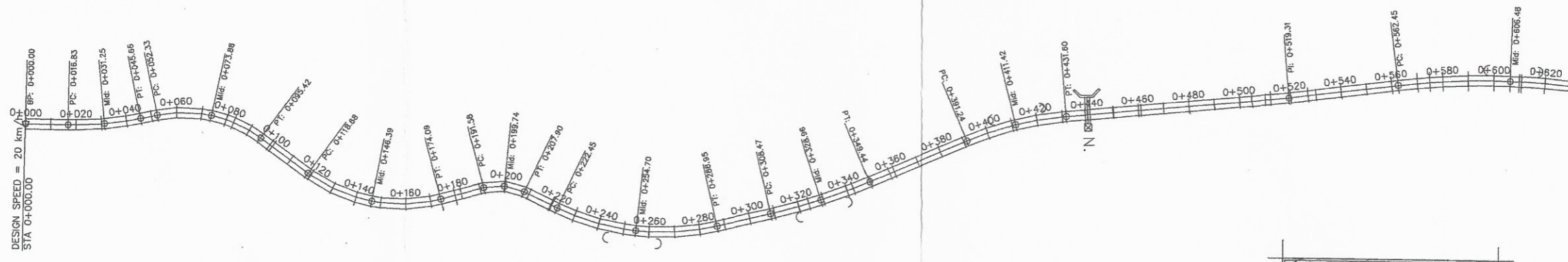
ALcantarilla ANDABLE:

LAS UNONES TRANSVERSALES DE LAS SECCIONES DE LA PARTE SUPERIOR E INTERIOR DE LA ALcantarilla ANDABLE DEBEN SER ALTERNAS, PARA OBTENER EXTREMOS TERMINADOS EN UN PLANO VERTICAL, SE PROVEERAN MEDIAS SECCIONES PARA EL PRINCIPIO Y EL FINAL.

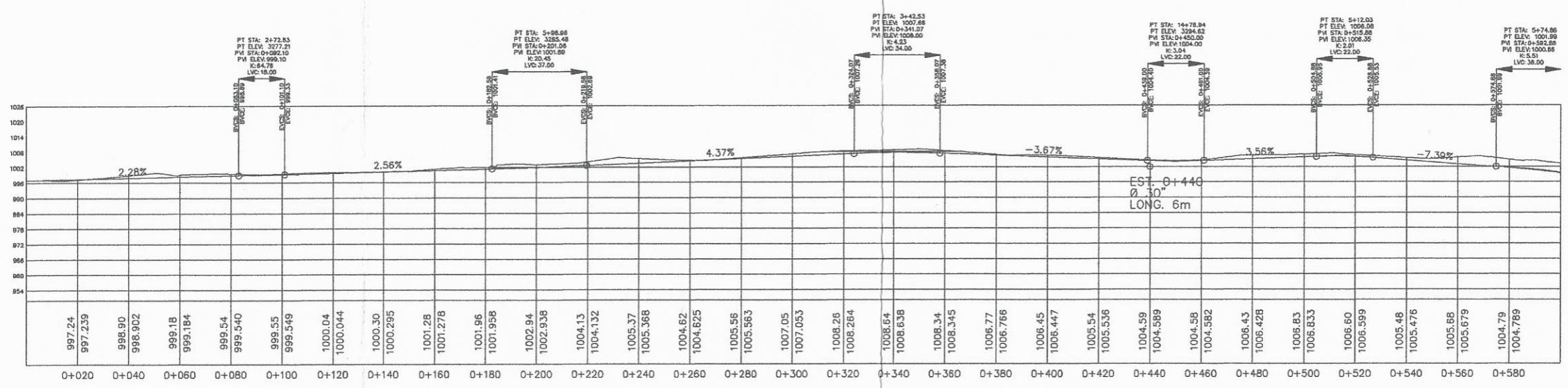
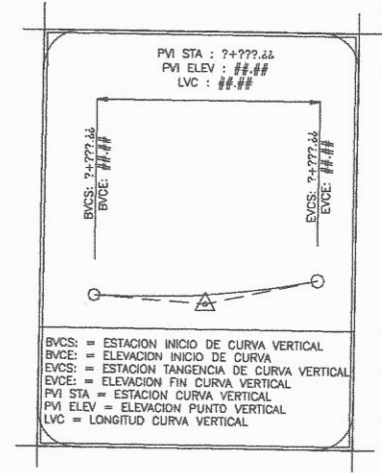
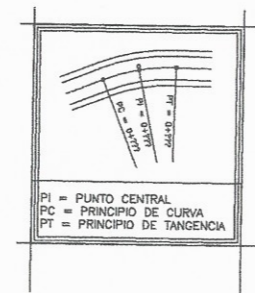
(1) TUBO CIRCULAR ANDABLE. LAS ALcantarillas CIRCULARES ANDABLES, DEBEN SER FABRICADAS EN SECCIONES NORMALES SEMICIRCULARES Y PROVISTAS DE PESTAÑAS SALIENTES EN UN BORDE Y DE AGUJEROS PARA LOS PERNOS, EN AMBOS BORDES, LAS SECCIONES DE LA PARTE SUPERIOR Y DEL FONDO, DEBEN SER INTERCAMBIABLES.

(2) TUBO DE ARCO ANDABLE. LAS SECCIONES DE LA PARTE SUPERIOR Y DEL FONDO DE LA ALcantarilla ARCADEADAS ANDABLES SON DE DIFERENTE FORMA, LAS SECCIONES DE LA PARTE SUPERIOR DEBEN SER DE FORMA SEMICIRCULAR, LA MITAD DEL FONDO DEBE SER SUBSTANCIALMENTE PLANA Y EL RÍTON DEBE TENER UN RADIO MINIMO DE 100 MILÍMETROS, AMBOS BORDES DEBEN ESTAR PROVISTOS DE PESTAÑAS SALIENTES Y DE AGUJEROS PARA LOS PERNOS.

COLOCACION. ANTES DE COLOCAR LAS ALcantarillas DE METAL CORRUGADO, EL DELEGADO RESIDENTE DEBE COMPROBAR QUE LAS ZANJAS HAYAN SIDO EXCAVADAS DE ACUERDO CON LOS REQUISITOS DE LA SECCION 205 Y LOS LECHOS O SUPERFICIES DE CIMENTACION CONFORMADOS Y TERMINADOS COMO SE INDICA EN LOS PLANOS, LA COLOCACION DE LAS ALcantarillas SE DEBE PRINCIPIAR EN EL EXTREMO DE AGUAS ABAJO, CUIDANDO QUE LAS PESTAÑAS EXTERIORES CIRCUNFERENCIALES Y LAS LONGITUDINALES DE LOS COSTADOS, SE COLOQUEN FRENTE A LA DIRECCION AGUAS ARRIBA, LAS ALcantarillas CON RECUBRIMIENTO EN EL INVERT, DEBEN SER COLOCADAS CON DICHO RECUBRIMIENTO EN LA PARTE INTERIOR.</

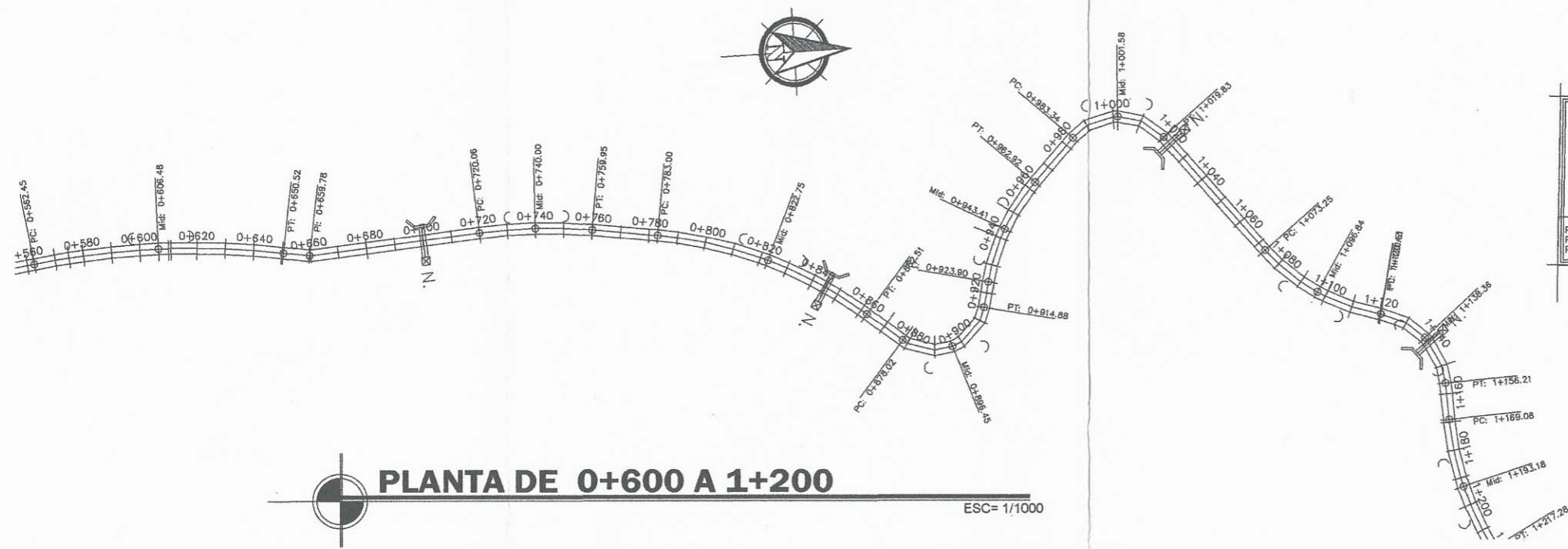


PLANTA DE 0+000 A 0+600
 ESC = 1/1000



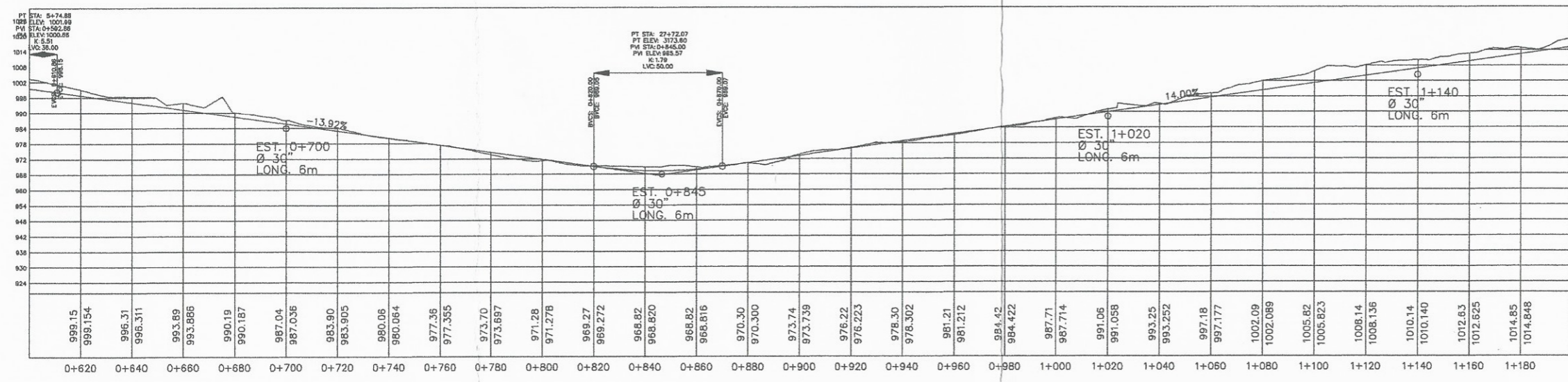
PERFIL DE 0+000 A 0+600
 ESCALA HORIZONTAL = 1/1000
 ESCALA VERTICAL = 1/500

Universidad de San Carlos de Guatemala
 FACULTAD DE INGENIERIA
 UNIDAD DE EPS
 ASesor SUPERVISOR DE EPS
 PLANTA Y PERFIL DEL RAMO 0+000 A 0+600
 HOJA No. 04/18



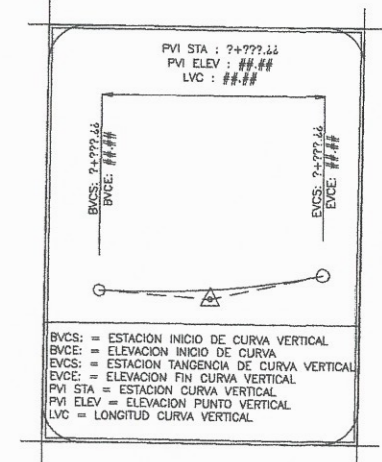
PLANTA DE 0+600 A 1+200

ESC= 1/1000



PERFIL DE 0+600 A 1+200

ESCALA HORIZONTAL = 1/1000
ESCALA VERTICAL = 1/500

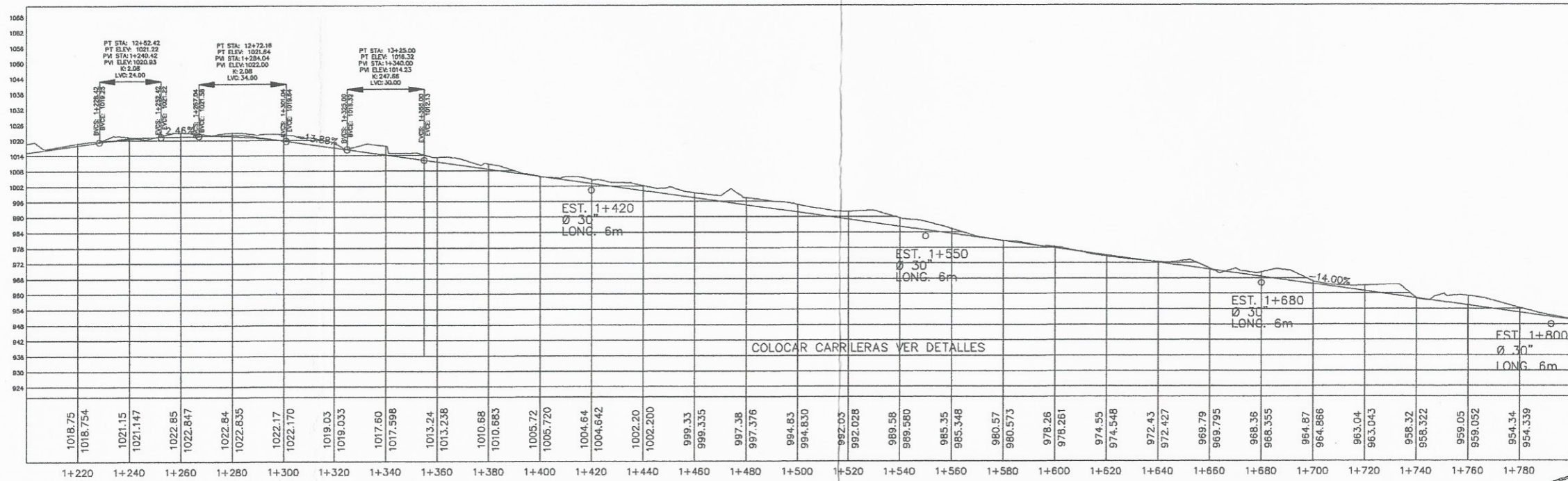
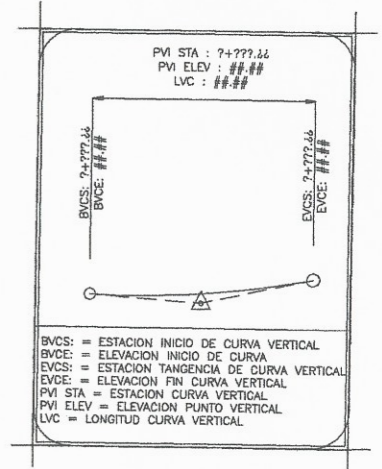
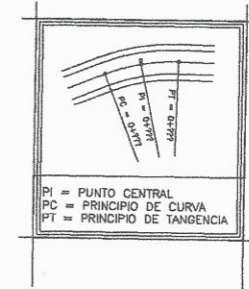


Universidad de San Carlos de Guatemala
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIDAD DE EPS
Merck Cos
SUPERVISOR DE EPS
PLANTA Y PERFIL DEL TRAMO 0+600 A 1+200
HOJA No. 05/18



PLANTA DE 1+200 A 1+800

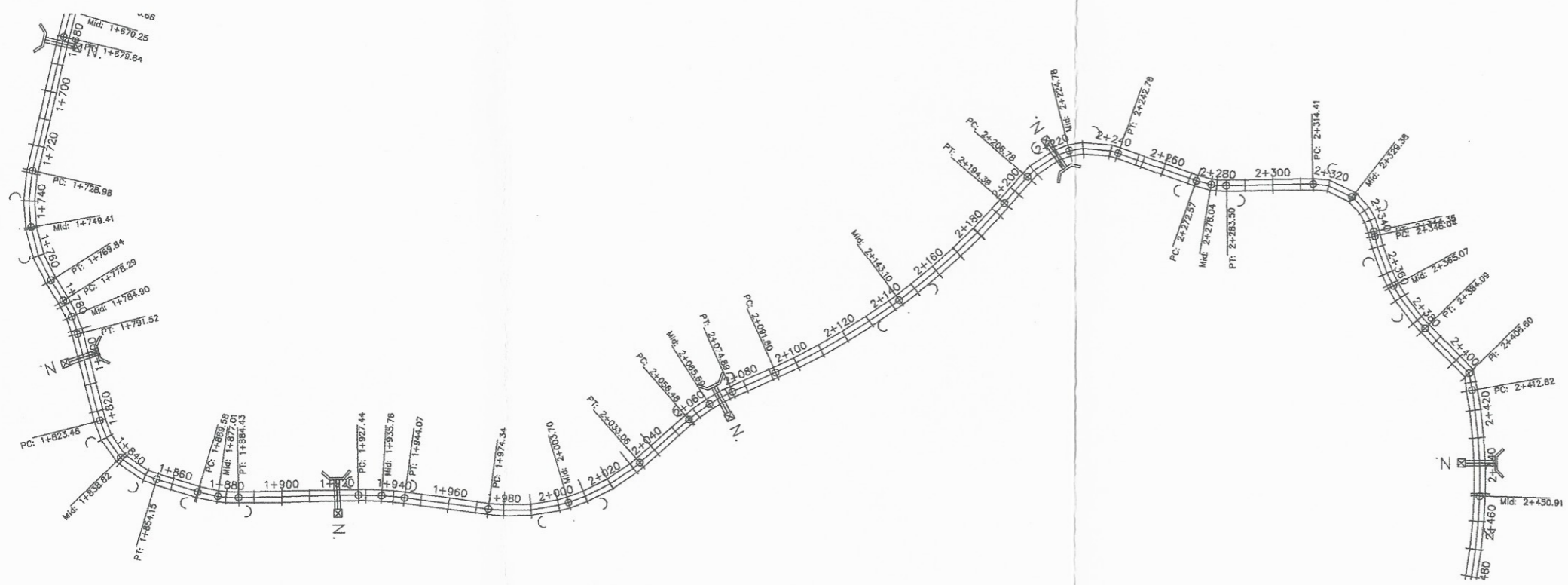
ESC= 1/1000



PERFIL DE 1+200 A 1+800

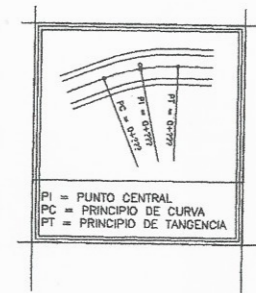
ESCALA HORIZONTAL = 1/1000
ESCALA VERTICAL = 1/500

Universidad de San Carlos de Guatemala
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
Merck Cos UNIDAD DE EPS
ASESOR
SUPERVISOR DE EPS
PLANTA Y PERFIL DEL TRAMO 1+200 A 1+800
HOJA No. 06/18
2016

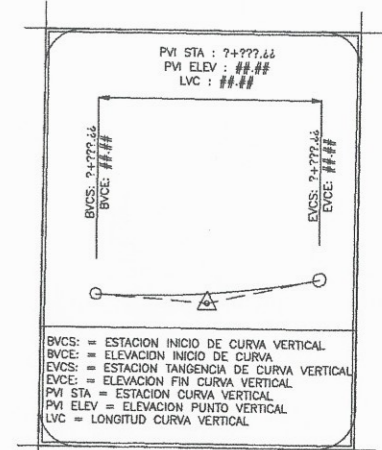


PLANTA DE 0+000 A 0+000

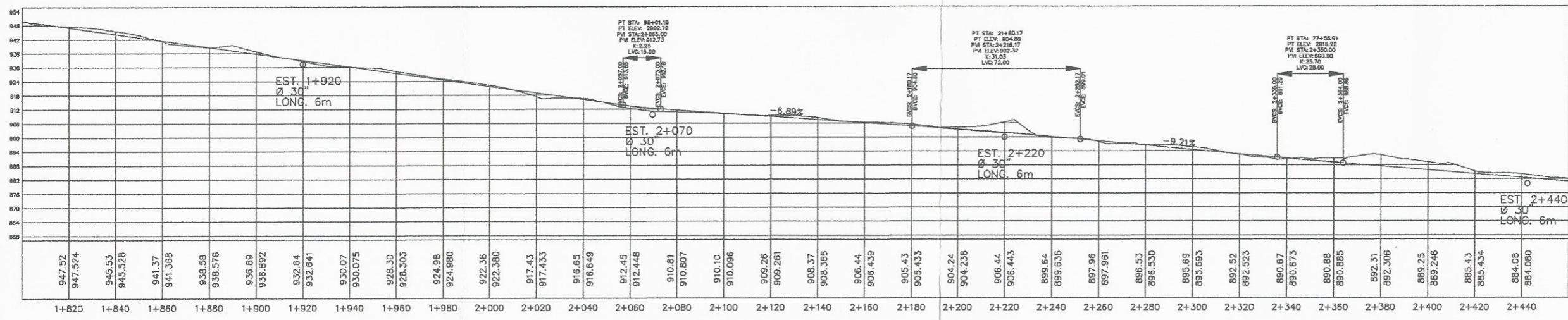
ESC = 1/1000



PVI = PUNTO CENTRAL
 PC = PRINCIPIO DE CURVA
 PT = PRINCIPIO DE TANGENCIA



BVCS = ESTACION INICIO DE CURVA VERTICAL
 BVCE = ELEVACION INICIO DE CURVA VERTICAL
 EVCS = ESTACION TANGENCIA DE CURVA VERTICAL
 EVCE = ELEVACION FIN DE CURVA VERTICAL
 PVI STA = ESTACION CURVA VERTICAL
 PVI ELEV = ELEVACION PUNTO VERTICAL
 LVC = LONGITUD CURVA VERTICAL



PERFIL DE 0+000 A 0+000

ESCALA HORIZONTAL = 1/1000
 ESCALA VERTICAL = 1/500

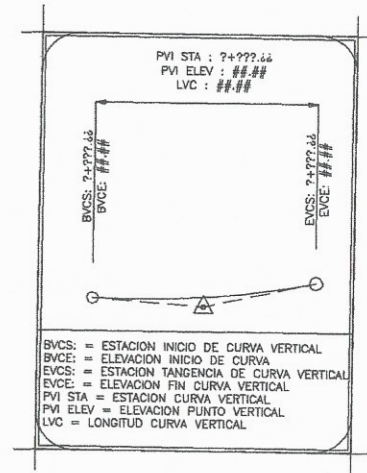
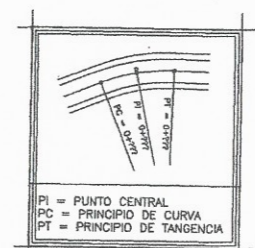
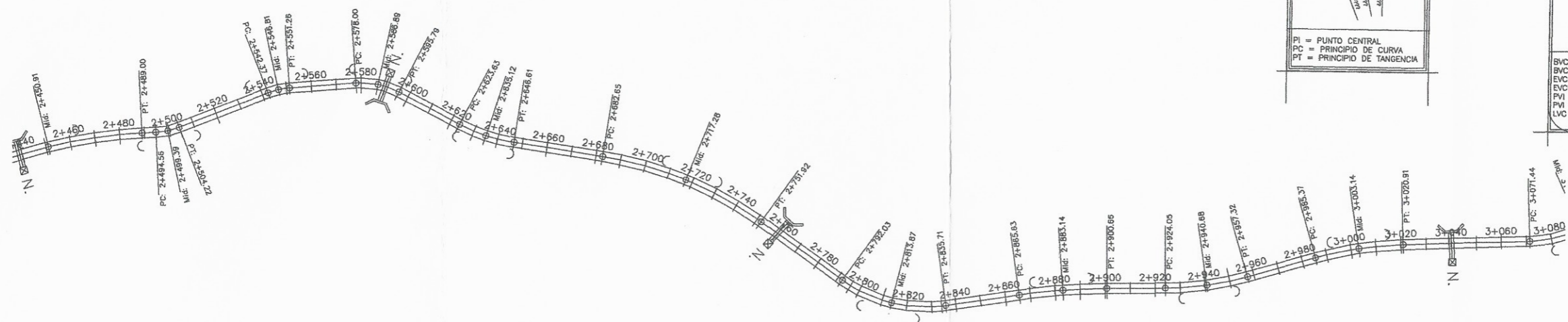
Universidad de San Carlos de Guatemala

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERIA
 INSTITUCION DE EPS
 Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
 DISEÑO DE ARRANQUE PARA LA ALDEA SACAJOB DE SAN JERONIMO CACHA, ALTA VERAPAZ.

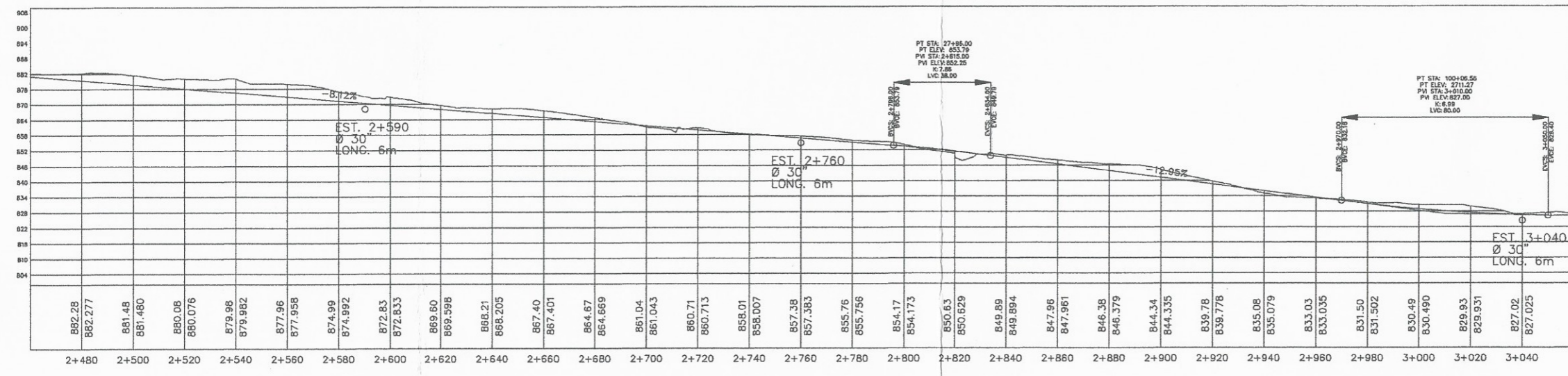
EDGAR CORONADO
 EDGAR ARBANAZ DE GUZMAN

HOJA No. 07/18

2016



PLANTA DE 2+460 A 3+040
 ESC= 1/1000



PERFIL DE 2+460 A 3+040
 ESCALA HORIZONTAL = 1/1000
 ESCALA VERTICAL = 1/500

Universidad de San Carlos de Guatemala

FACULTAD DE INGENIERIA

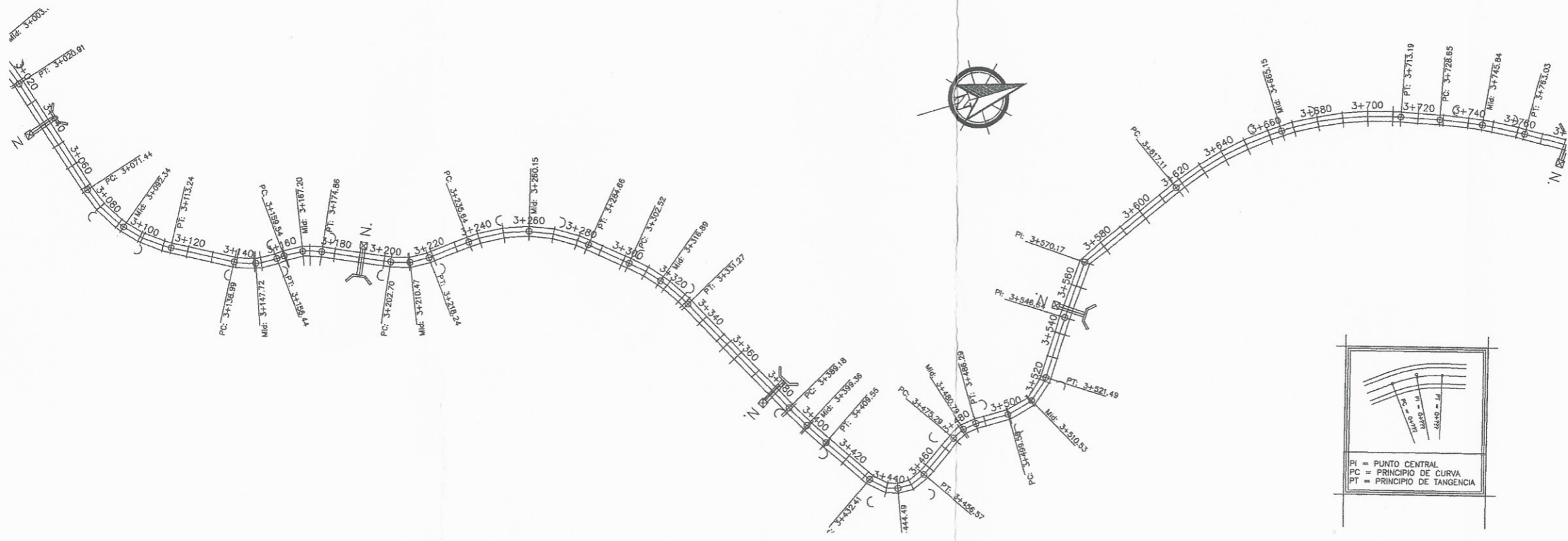
CARRERA DE INGENIERIA EN CIVIL

ASesor - SUPERVISOR DE OBRAS

PLANTA Y PERFIL DEL TRAMO 2+460 A 3+040

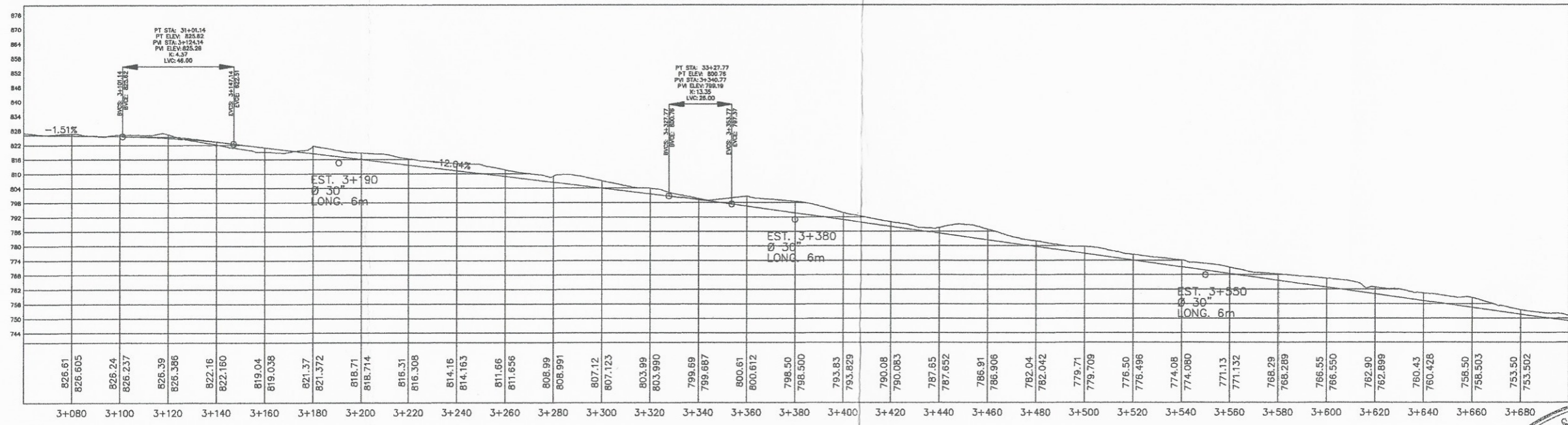
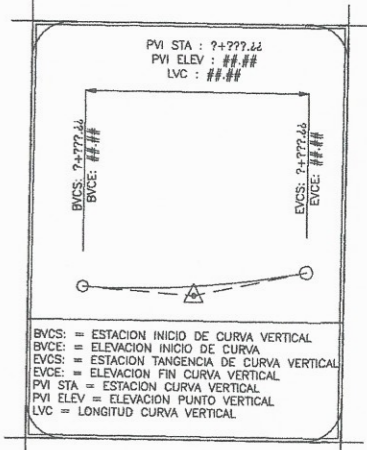
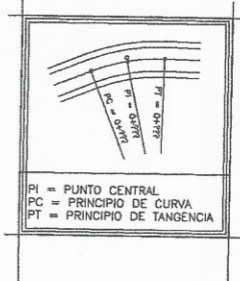
HOJA No. 08/18

Ing. Juan Marco



PLANTA DE 3+040 A 3+700

ESC= 1/1000



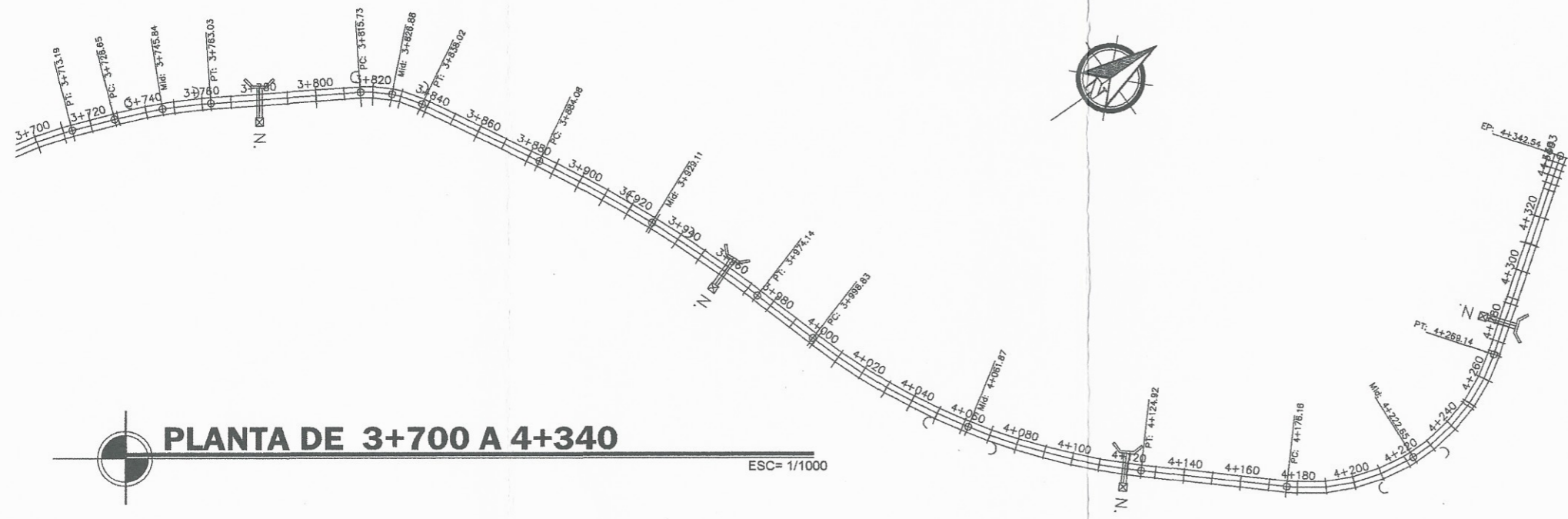
PERFIL DE 3+040 A 3+700

ESCALA HORIZONTAL = 1/1000
ESCALA VERTICAL = 1/500

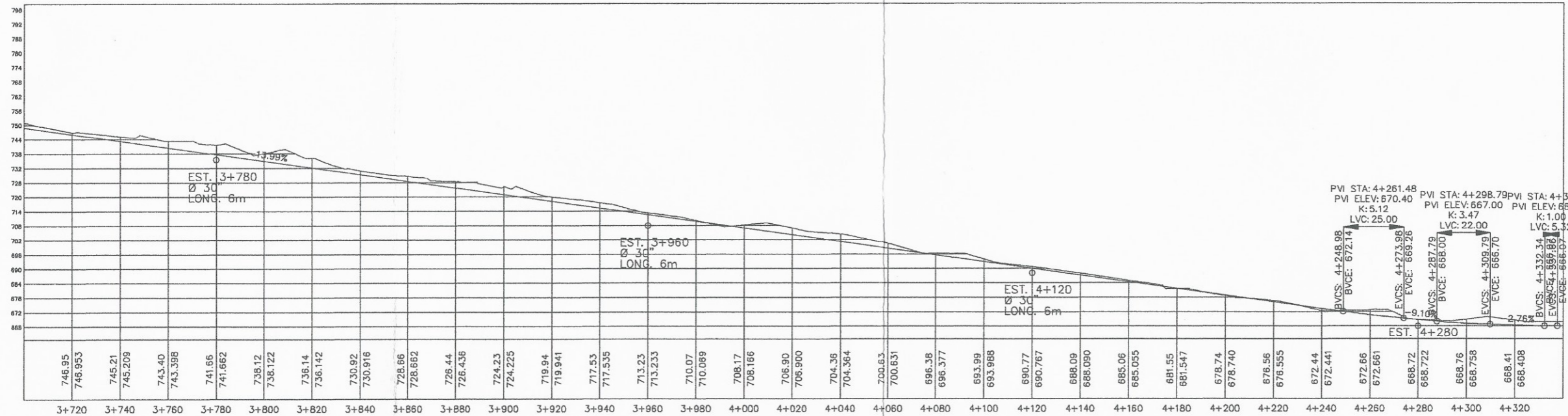
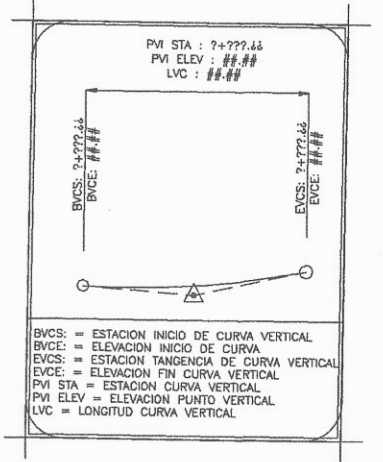
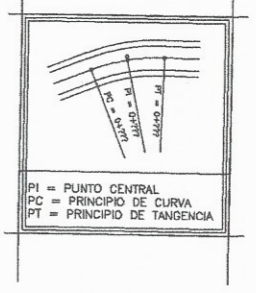
Universidad de San Carlos de Guatemala
Escuela de Ingeniería Civil
Unidad de Prácticas de Ingeniería y PPS
DISEÑO DE CARMETTES PARA ALDEA ESCOBAR
SAN PEDRO CAYALÁ, ALTA VERAPAZ

Supervisor: Juan M. López
Diseñador: Edgar Armas

HOJA No. 09/18



PLANTA DE 3+700 A 4+340
 ESC = 1/1000



PERFIL DE 3+700 A 4+340
 ESCALA HORIZONTAL = 1/1000
 ESCALA VERTICAL = 1/500

Universidad de San Carlos de Guatemala

Ing. Juan Merck Cos

PROFESOR SUPLENENTE DE EPS

Prácticas de Ingeniería

Facultad de Ingeniería

Proyecto: DISEÑO DE LA ALDEA ESCALONERA LA ALDEA ESCALONERA, DEPARTAMENTO DE SAN CARLOS, GUATEMALA

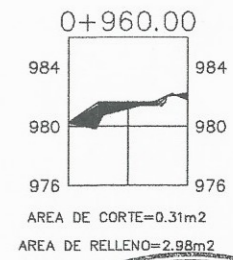
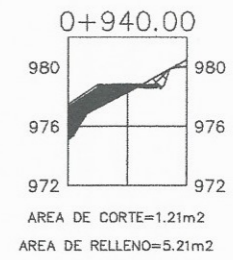
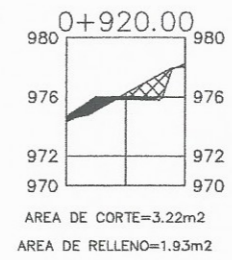
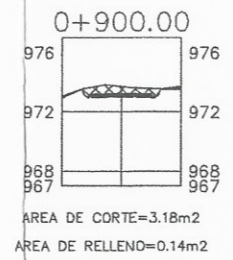
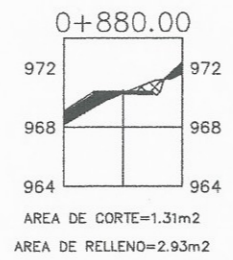
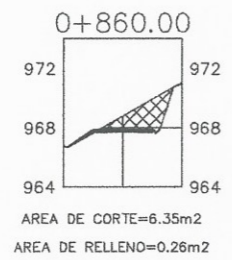
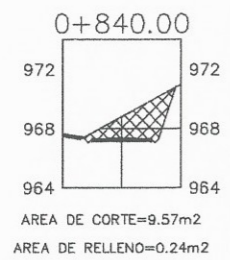
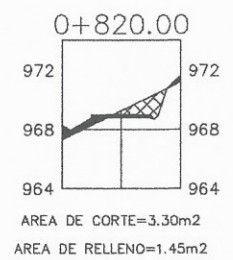
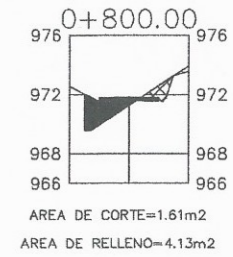
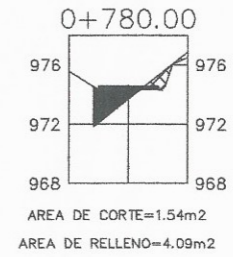
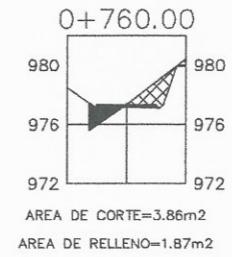
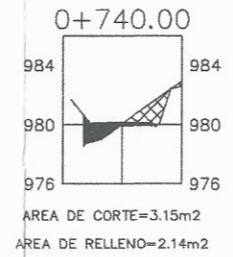
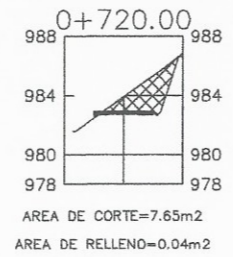
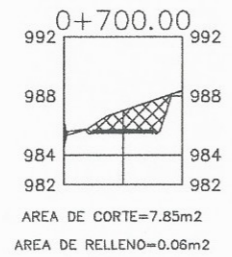
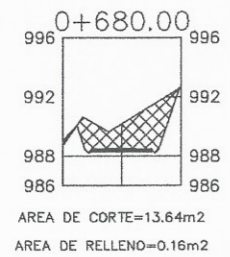
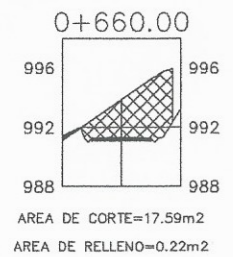
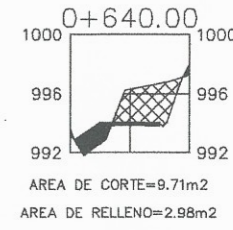
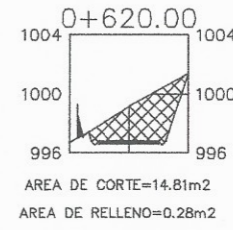
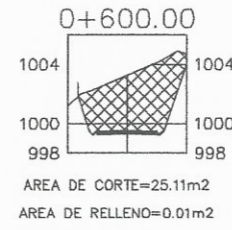
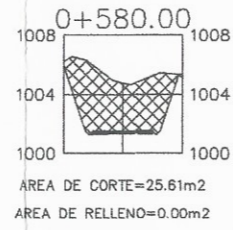
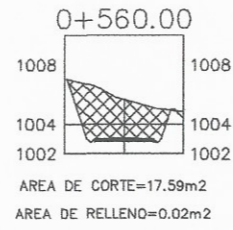
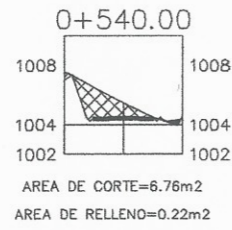
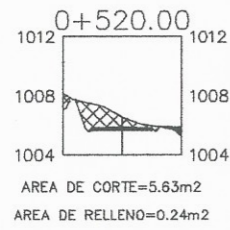
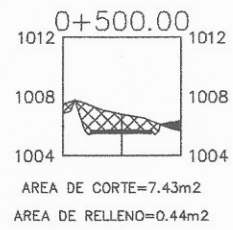
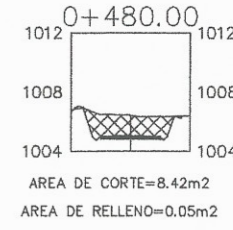
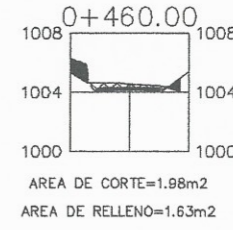
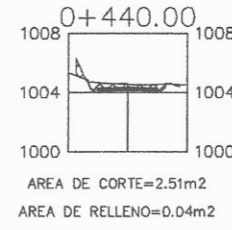
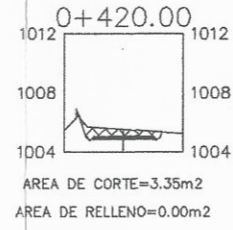
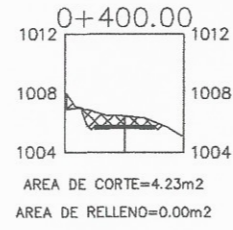
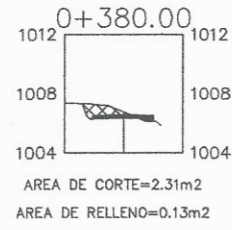
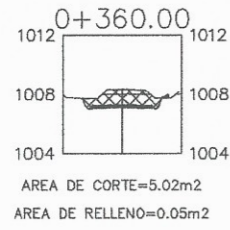
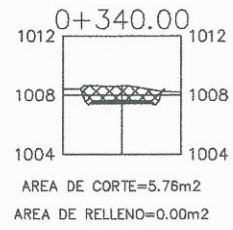
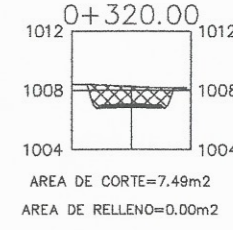
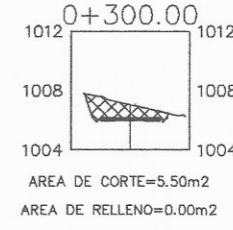
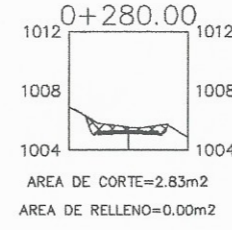
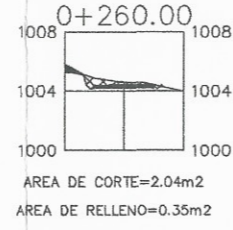
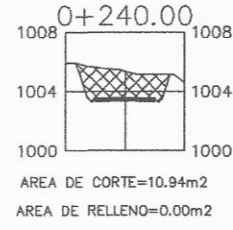
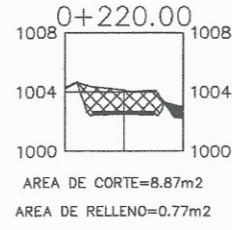
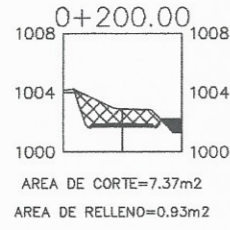
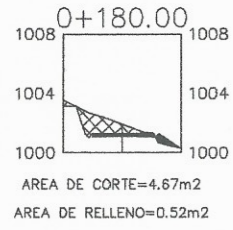
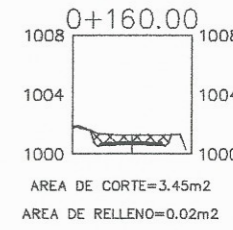
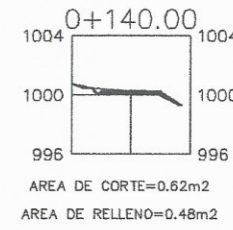
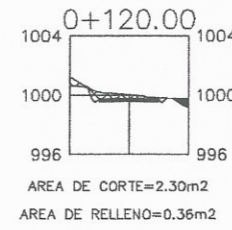
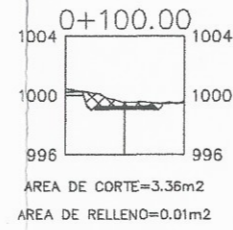
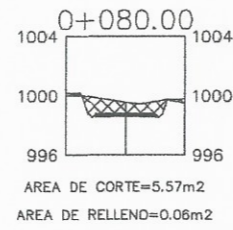
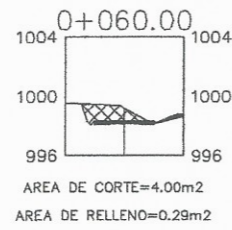
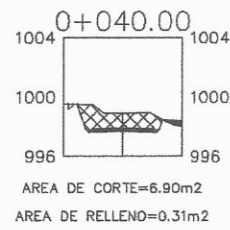
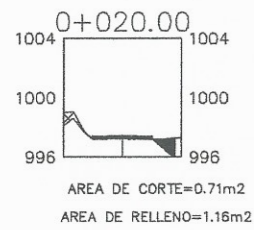
Fecha: 2016

Nombre: EDGAR CORONADO

Matrícula: EDGAR CORONADO

PLANTA / PERFIL DEL TRAMO 3+700 A 4+340

HOJA No. 10 / 18



SECCIONES TRANSVERSALES

0+020 A 0+960

ESC= 1/250

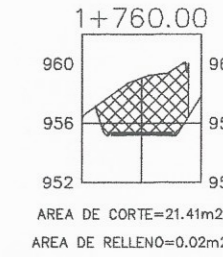
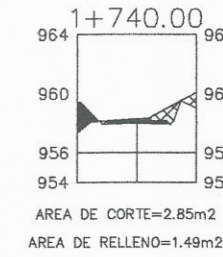
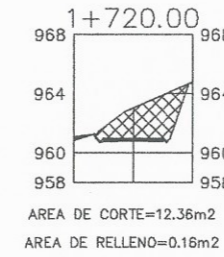
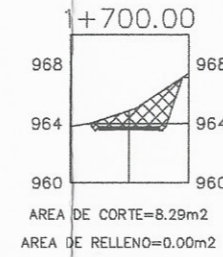
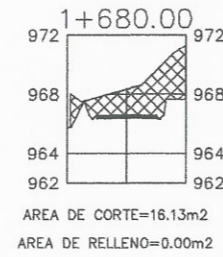
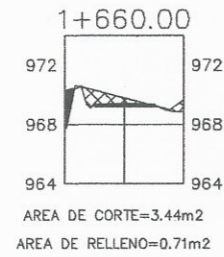
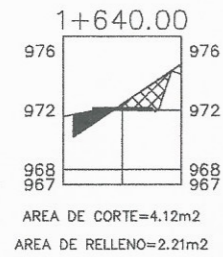
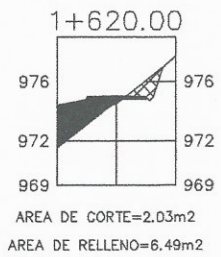
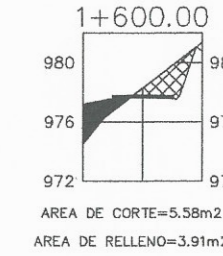
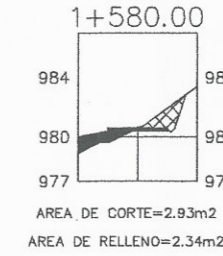
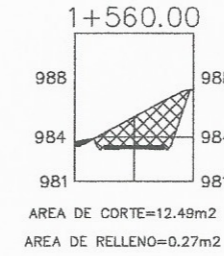
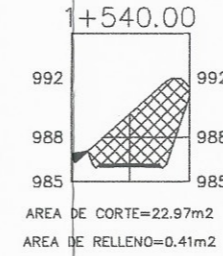
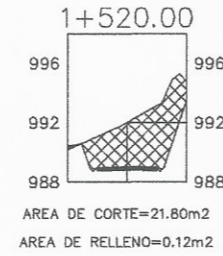
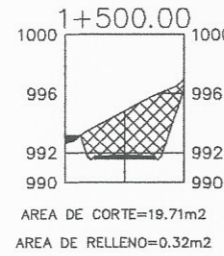
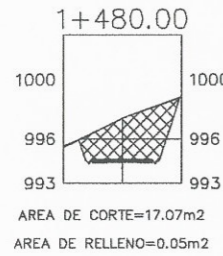
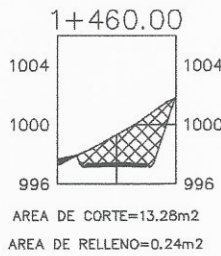
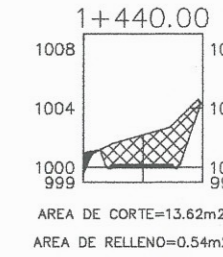
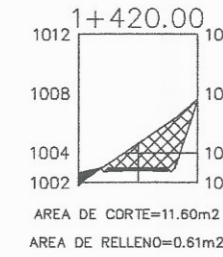
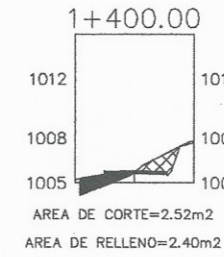
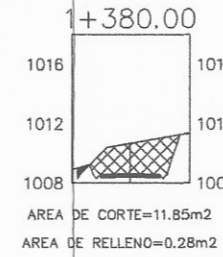
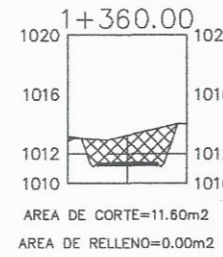
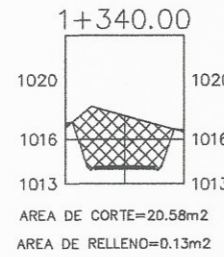
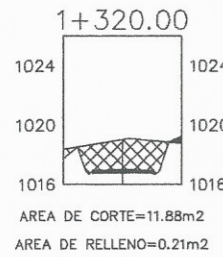
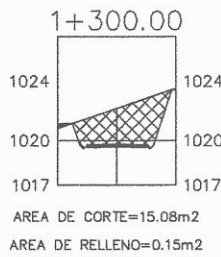
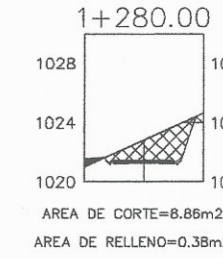
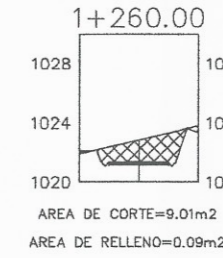
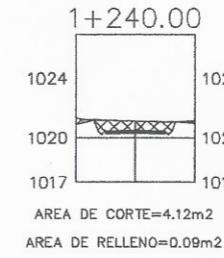
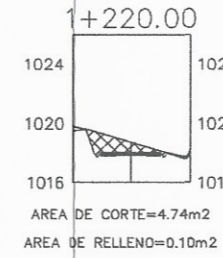
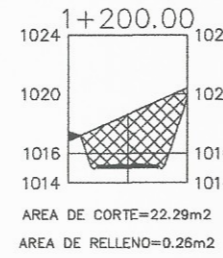
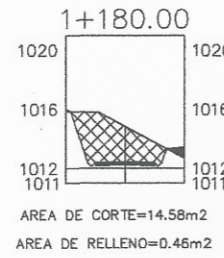
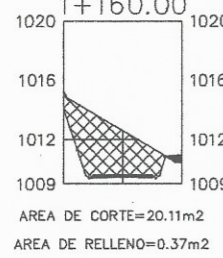
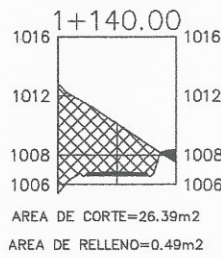
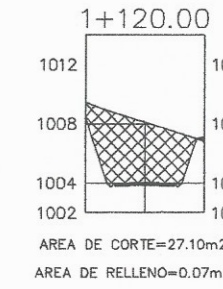
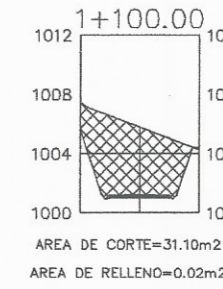
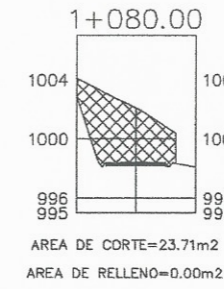
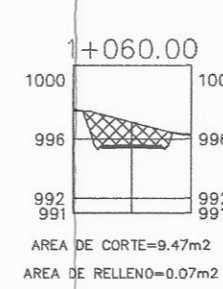
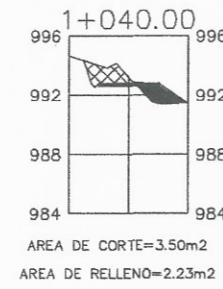
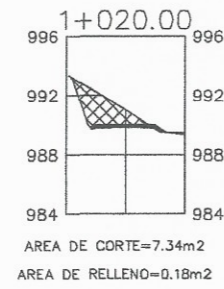
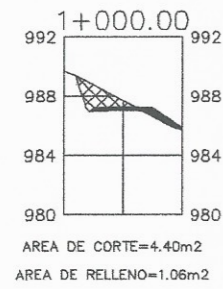
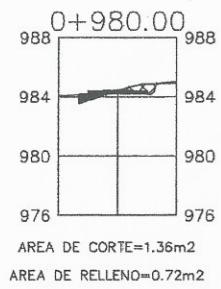
Universidad de San Carlos de Guatemala

Juan March Cos
SUPERVISOR DE OBRAS DE CONSTRUCCION
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL

Facultad de Ingeniería

PROYECTO: DISEÑO DE LA ALDEA SUCQUIB DE LA COMUNIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
PARTE: PLANO DE SECCIONES TRANSVERSALES

Elaborado: EDGAR COLOMBO	Revisado: EDGAR ARMASTRONG	HOJA No. 11
Indicada:	Fecha: 2016	18



SECCIONES TRANSVERSALES

0+980 A 1+760

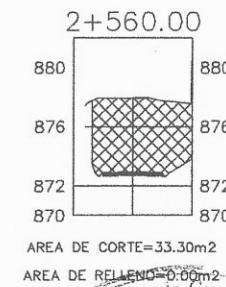
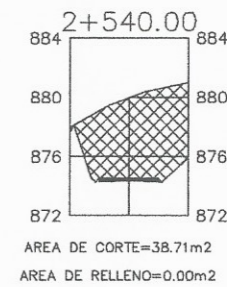
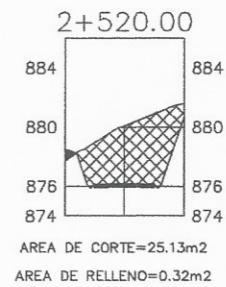
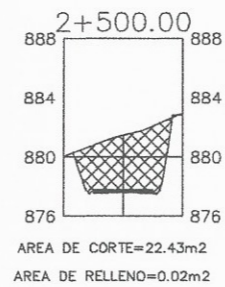
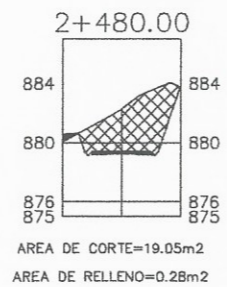
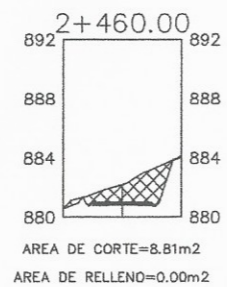
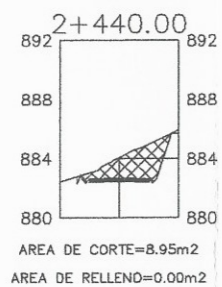
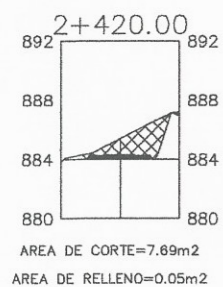
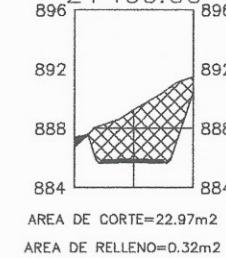
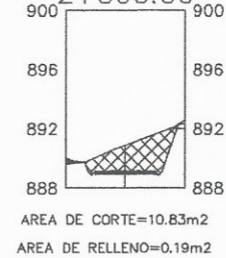
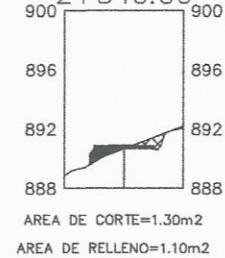
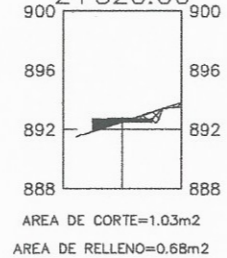
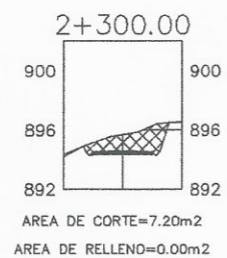
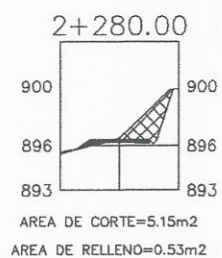
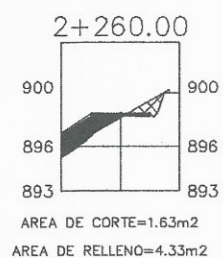
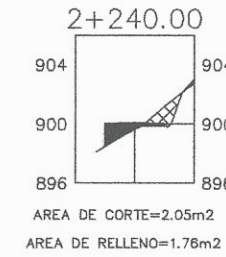
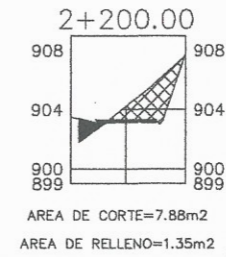
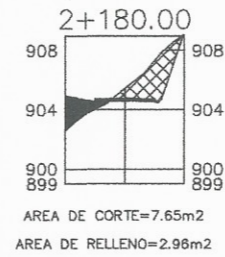
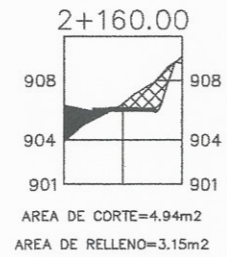
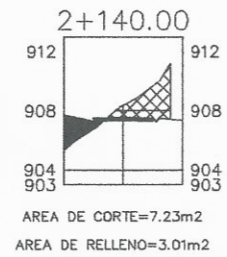
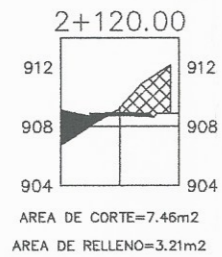
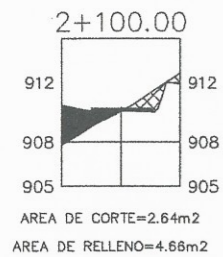
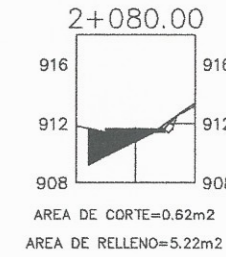
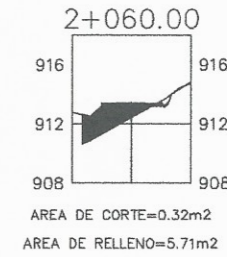
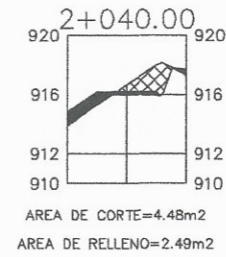
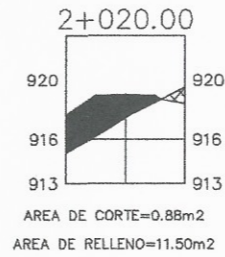
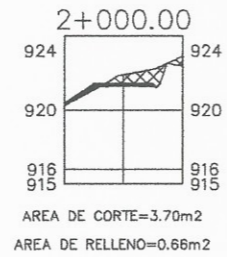
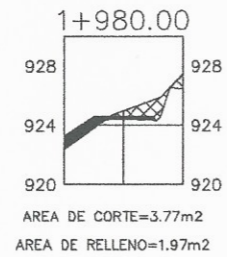
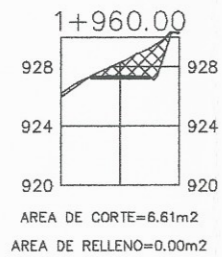
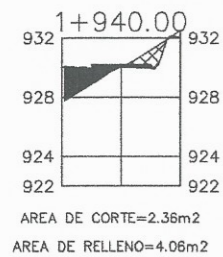
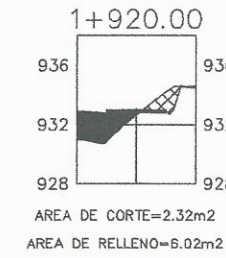
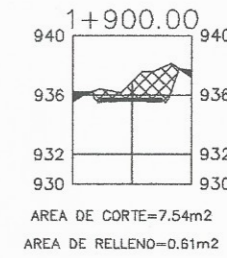
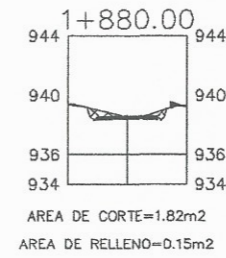
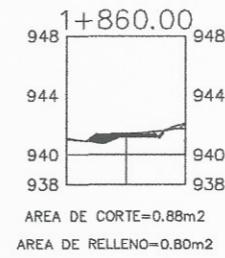
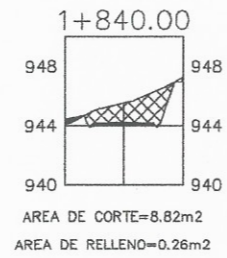
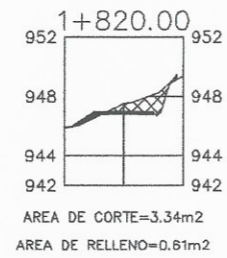
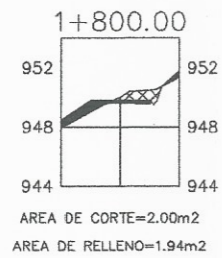
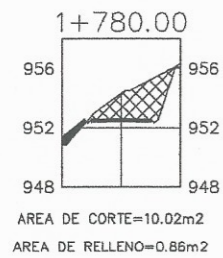
ESC= 1/250

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIDAD DE EPS
Proyecto: Prácticas de Ingeniería
DISEÑO DE CARRETERAS PARA SECCIONES TRANSVERSALES
DE SAN CARLOS DE GUATEMALA, ALTAVERAPAZ

Asesor Supervisor: Juan Meléndez
Caculá

INDICADA
2016

HOJA No. 12/18



SECCIONES TRANSVERSALES

1+780 A 2+560

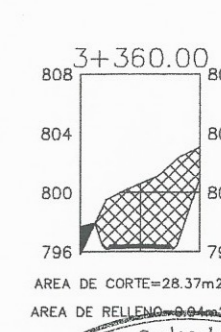
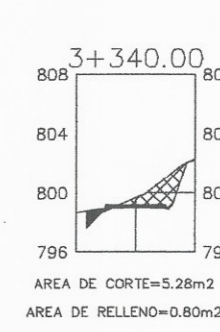
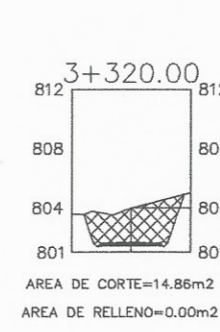
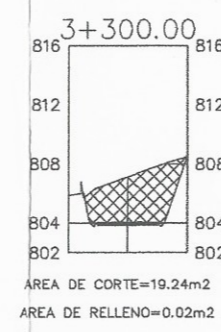
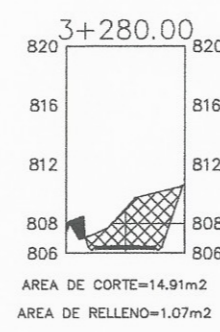
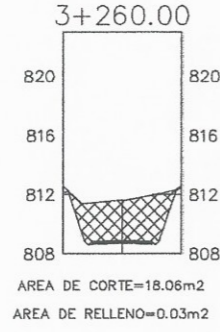
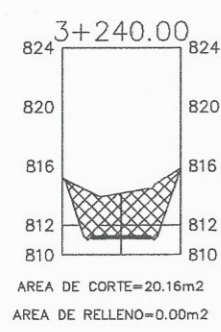
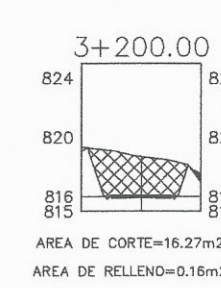
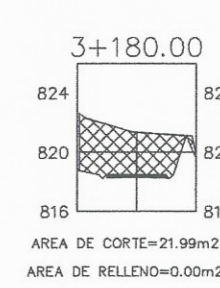
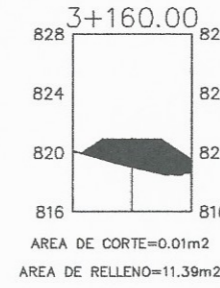
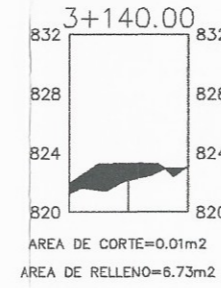
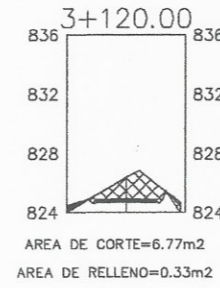
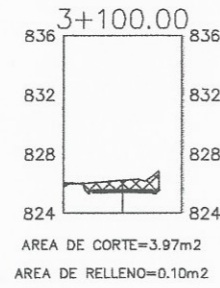
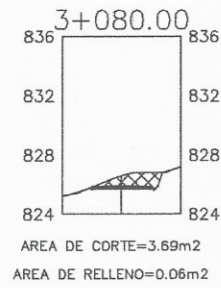
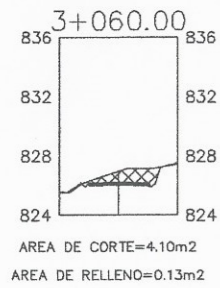
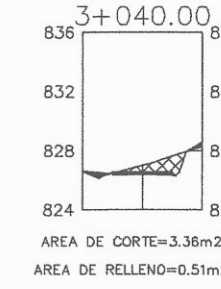
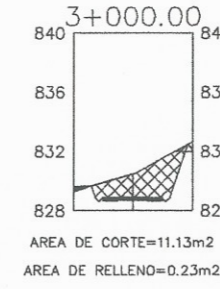
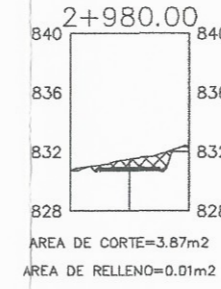
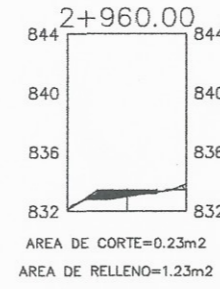
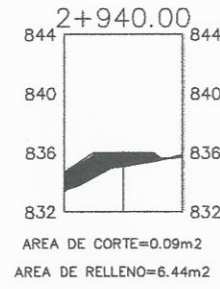
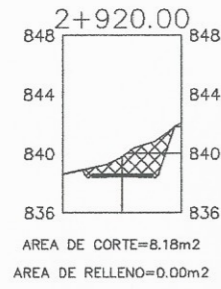
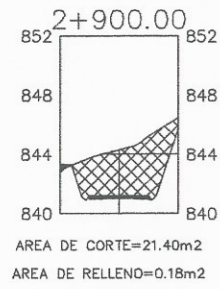
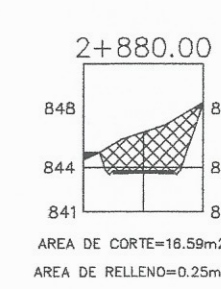
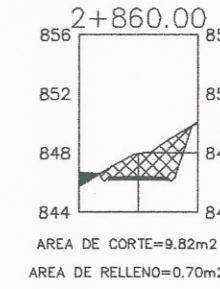
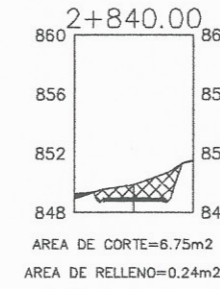
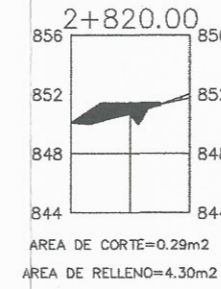
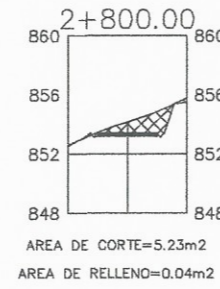
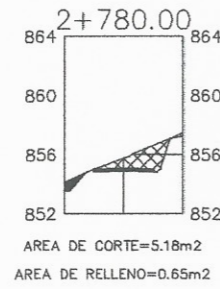
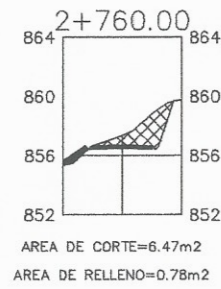
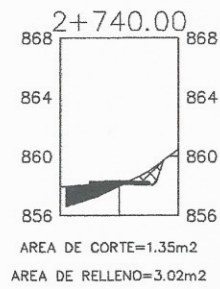
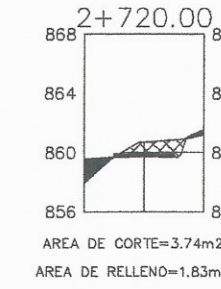
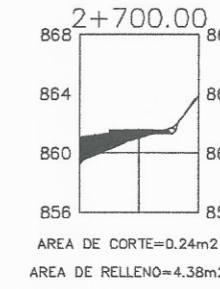
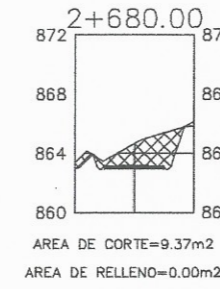
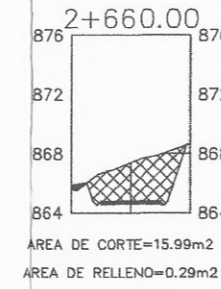
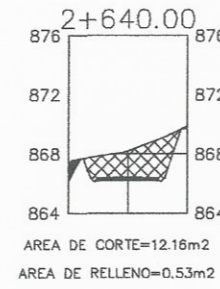
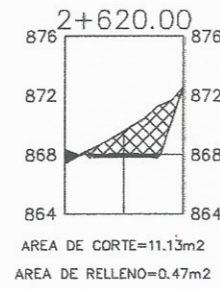
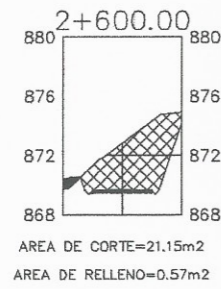
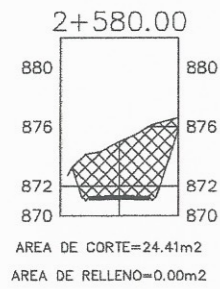
ESC= 1/250

Universidad de San Carlos de Guatemala

Ingeniero Juan Mercader
ASESOR SUPERVISOR DE EPS
Facultad de Ingeniería y EPS

Proyecto: **SECCIONES TRANSVERSALES**
UNIDAD DE EPS

Auto: EDGAR COORDADO	Fecha:	HOJA No.
Dibu: EDGAR COORDADO	Escala:	13/18
Cont: EDGAR COORDADO	Hoja:	
Fecha: 2016	Por: Juan Mercader	



SECCIONES TRANSVERSALES

2+580 A 3+360

ESC= 1/250

Universidad de San Carlos de Guatemala

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIDAD DE ERS

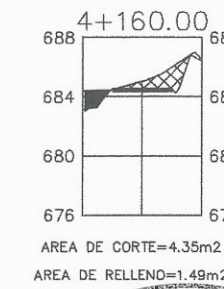
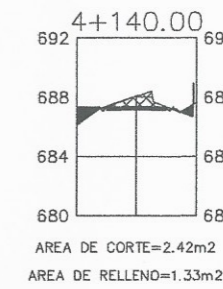
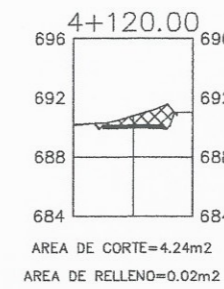
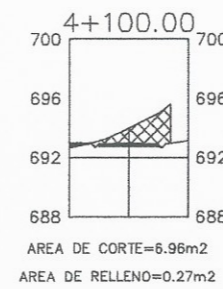
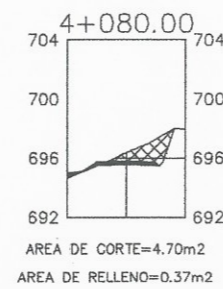
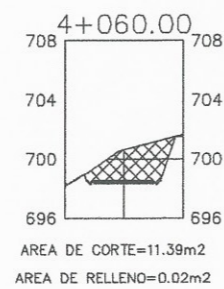
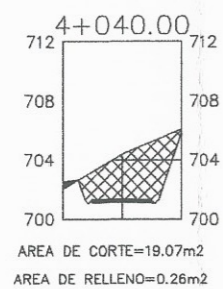
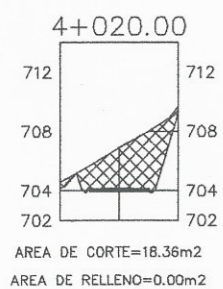
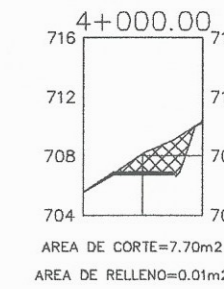
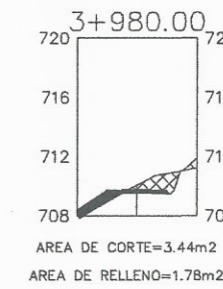
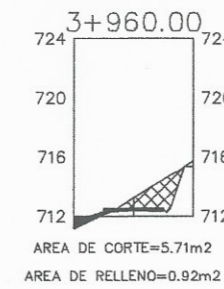
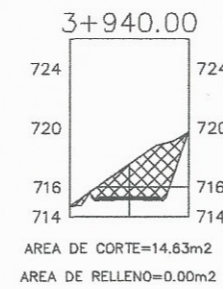
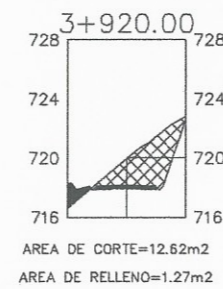
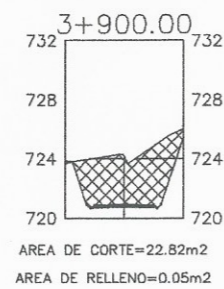
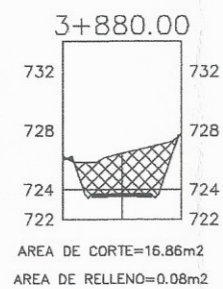
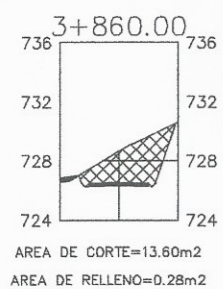
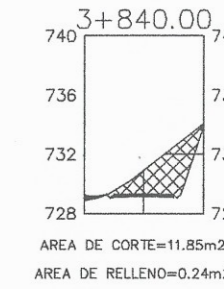
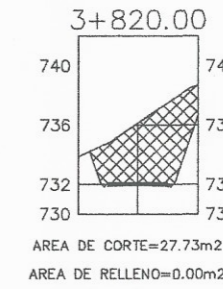
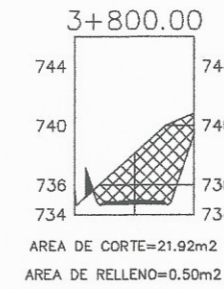
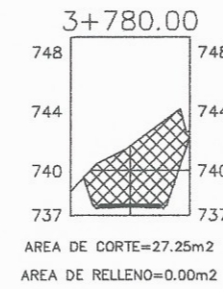
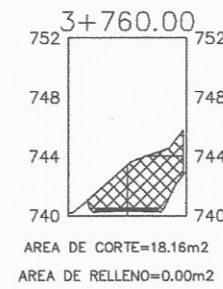
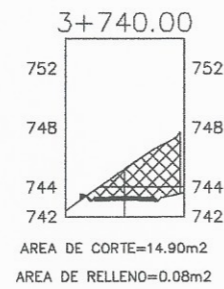
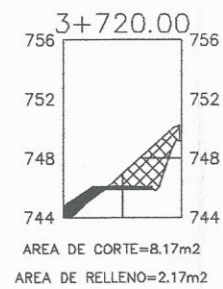
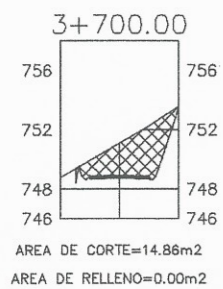
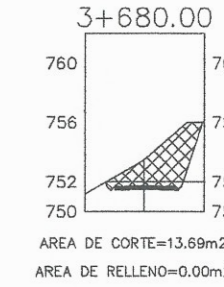
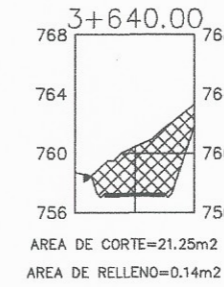
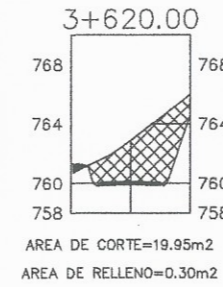
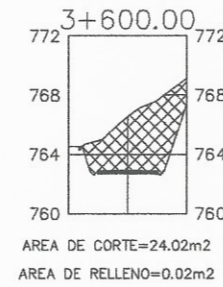
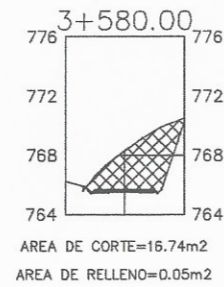
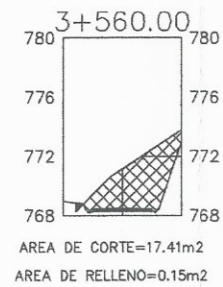
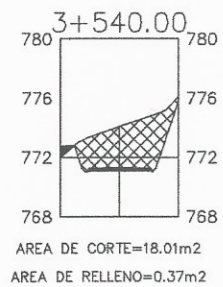
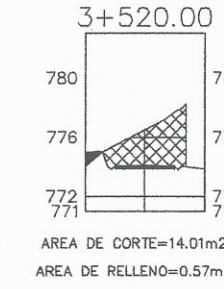
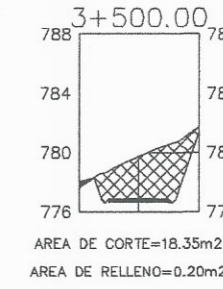
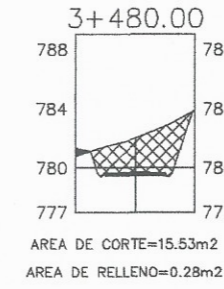
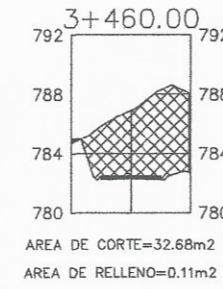
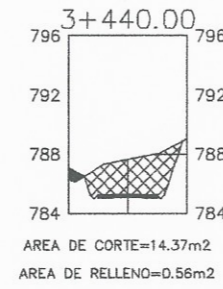
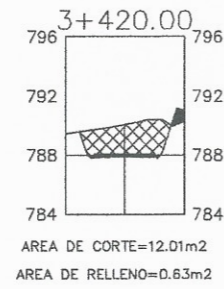
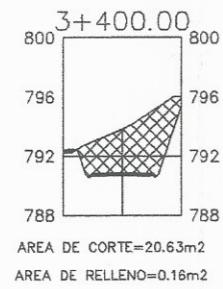
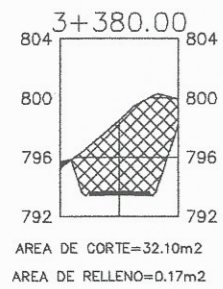
Proyecto: OBRAS DE MEJORA DEL CARRETERO HACIA LA ALDEA SUCACUBI
CANTON SAN PEDRO CAYAMA, ALTA VERAPAZ

Unidad de Prácticas de Ingeniería y ERS

PLANTILLA DE SECCIONES TRANSVERSALES

HOJA No. 14/18

2016



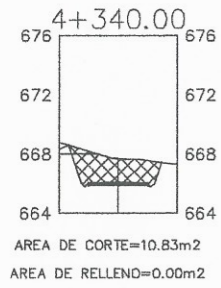
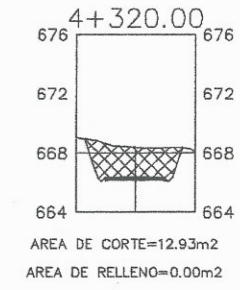
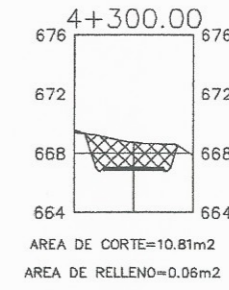
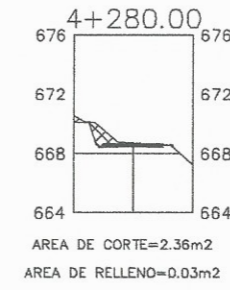
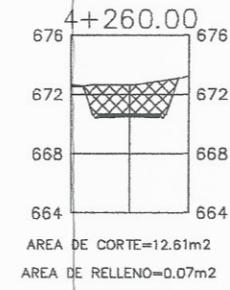
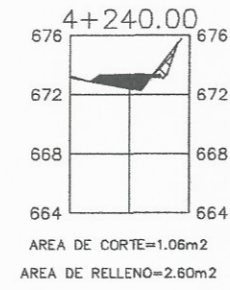
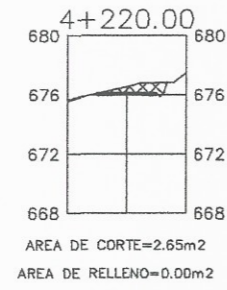
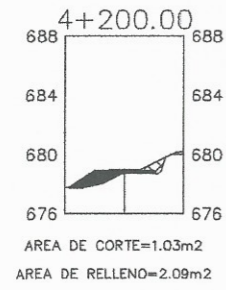
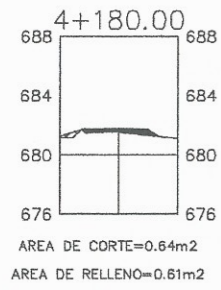
SECCIONES TRANSVERSALES

3+380 A 4+160

ESC= 1/250

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIDAD DE EPS
Proyecto: *Mercedes*
Ing. *Juan Mercedes* - SUPERVISOR DE OBRAS
PLANO DE SECCIONES TRANSVERSALES
INDICACIONES
Fecha: 2016

HOJA No. 15/18



SECCIONES TRANVERSALES

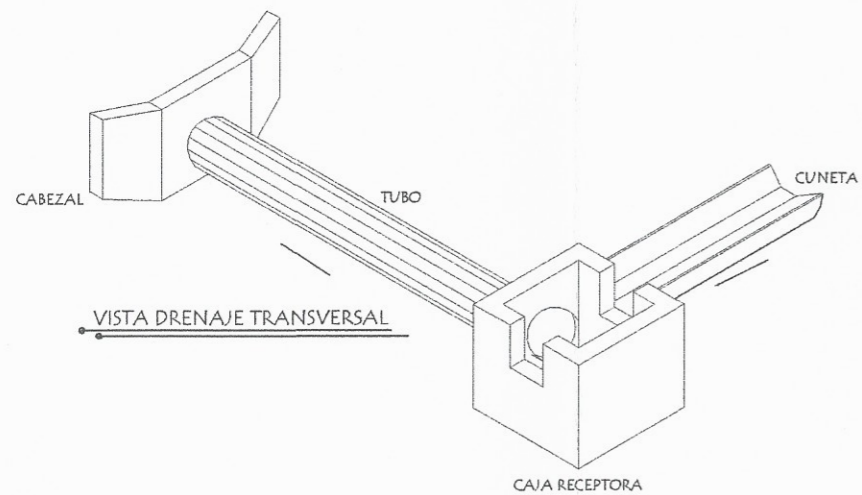
4+180 A 4+340

ESC= 1/250

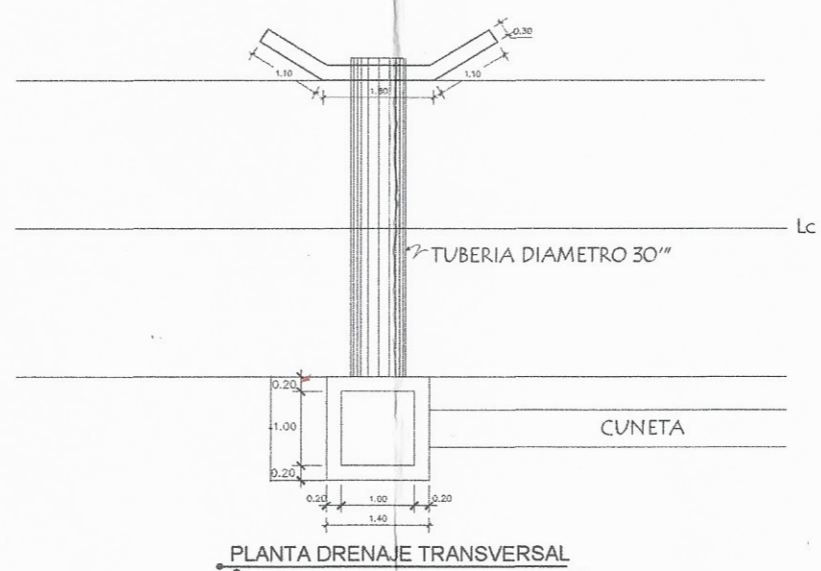
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA Ing. Juan Antonio... Profesor - Superior... Unidad de Prácticas de Ingeniería	
Escala: 1:2000 COPIADO	Contenido: PLANO DE ACCIONES TRANSVERSALES EJECUTIVO
Fecha: 2010	No. de Hoja: 15 / 16

MOVIMIENTO DE TIERRAS							
ESTACION	AREA DE RELLENO	AREA DE CORTE	VOLUMEN DE RELLENO	VOLUMEN DE CORTE	RELLENO ACUMULADO	CORTE ACUMULADO	
0+020.00	1.16	0.71	0.00	0.00	0.00	0.00	
0+040.00	0.31	6.90	14.68	75.72	14.98	75.72	
0+060.00	0.29	4.00	5.94	109.26	20.92	184.08	
0+080.00	0.06	5.57	3.45	96.50	24.37	281.48	
0+100.00	0.01	3.36	0.73	86.74	25.09	371.22	
0+120.00	0.38	2.30	3.89	56.57	28.78	427.78	
0+140.00	0.46	0.62	8.71	28.88	37.49	456.47	
0+160.00	0.02	3.45	5.05	40.43	42.54	498.91	
0+180.00	0.52	4.67	5.58	60.53	48.12	577.43	
0+200.00	0.93	7.37	13.63	122.19	61.75	699.62	
0+220.00	0.77	8.87	16.03	163.59	77.78	863.21	
0+240.00	0.00	10.94	8.01	197.60	85.79	1060.80	
0+260.00	0.35	2.04	3.41	129.37	89.20	1190.17	
0+280.00	0.00	2.83	3.37	46.52	92.58	1238.59	
0+300.00	0.00	5.50	0.00	83.19	92.58	1321.88	
0+320.00	0.00	7.49	0.00	128.80	92.58	1451.68	
0+340.00	0.00	5.76	0.00	132.47	92.58	1584.15	
0+360.00	0.05	5.02	0.53	107.88	93.10	1692.03	
0+380.00	0.13	2.31	1.78	73.30	94.88	1765.33	
0+400.00	0.00	4.23	1.25	85.59	96.13	1850.91	
0+420.00	0.00	3.35	0.06	78.19	96.13	1907.10	
0+440.00	0.04	2.51	0.37	58.78	96.50	1965.87	
0+460.00	1.63	1.88	16.71	44.96	113.21	2010.83	
0+480.00	0.05	8.42	16.79	104.01	130.00	2114.84	
0+500.00	0.44	7.43	4.88	168.49	134.88	2273.33	
0+520.00	0.24	5.63	6.81	130.44	141.79	2403.77	
0+540.00	0.22	6.76	4.80	123.98	146.40	2527.74	
0+560.00	0.02	17.59	2.40	243.47	148.60	2771.21	
0+580.00	0.00	25.61	0.24	432.46	148.03	3203.67	
0+600.00	0.01	25.11	0.10	506.93	148.13	3710.60	
0+620.00	0.28	14.81	2.86	398.12	152.10	4108.73	
0+640.00	2.96	9.71	32.88	344.22	184.98	4352.95	
0+660.00	0.22	17.59	31.21	278.14	216.19	4629.09	
0+680.00	0.18	13.84	3.77	312.34	218.97	4941.43	
0+700.00	0.08	7.85	2.28	214.92	222.22	5156.35	
0+720.00	0.04	7.65	1.03	155.03	223.25	5311.38	
0+740.00	2.14	3.15	22.00	107.03	245.25	5418.41	
0+760.00	1.87	3.86	40.45	69.38	285.70	5487.79	
0+780.00	4.08	1.54	58.81	54.02	345.31	5541.81	
0+800.00	4.13	1.81	82.99	31.07	428.31	5572.68	
0+820.00	1.45	3.30	56.58	48.47	484.87	5621.35	
0+840.00	0.24	9.57	17.23	127.56	502.10	5748.91	
0+860.00	0.26	6.35	5.19	157.78	507.29	5906.69	
0+880.00	2.93	1.31	31.70	77.10	538.99	5983.79	
0+900.00	0.14	3.18	28.71	45.88	567.70	6028.76	
0+920.00	1.83	3.22	19.04	66.11	586.75	6098.87	
0+940.00	5.21	1.21	73.32	43.35	650.07	6139.23	
0+960.00	2.98	0.31	84.32	14.67	744.39	6153.89	
0+980.00	0.72	1.36	37.09	16.65	781.47	6170.55	
1+000.00	1.06	4.40	17.08	59.44	798.56	6229.99	
1+020.00	0.18	7.34	10.91	125.22	809.47	6355.21	
1+040.00	2.23	3.50	24.07	108.45	833.54	6463.67	
1+060.00	0.07	9.47	22.98	129.75	856.52	6593.42	
1+080.00	0.00	23.71	0.70	330.70	857.23	6924.12	
1+100.00	0.02	31.10	0.28	543.16	857.48	7467.28	
1+120.00	0.07	27.10	0.89	578.02	858.48	8045.30	
1+140.00	0.49	26.39	4.89	551.88	863.37	8596.88	
1+160.00	0.37	20.11	7.85	480.85	871.01	9077.83	
1+180.00	0.46	14.58	8.38	345.42	879.39	9423.25	
1+200.00	0.25	22.29	7.21	369.08	886.61	9792.34	
1+220.00	0.10	4.74	3.56	271.14	890.16	10063.48	
1+240.00	0.09	4.12	1.86	88.81	892.12	10152.08	
1+260.00	0.09	9.01	1.83	130.70	893.99	10282.79	
1+280.00	0.38	8.86	4.00	184.23	897.95	10467.01	
1+300.00	0.15	15.08	4.58	245.98	902.53	10712.89	
1+320.00	0.21	11.88	3.57	268.87	906.10	10981.88	
1+340.00	0.13	20.58	3.29	325.27	909.39	11307.13	
1+360.00	0.00	11.80	1.34	322.04	910.73	11629.17	
1+380.00	0.28	11.85	3.07	231.90	913.80	11861.07	
1+400.00	2.40	2.52	26.85	143.75	940.85	12004.62	
1+420.00	0.61	11.80	30.18	141.18	970.83	12146.00	
1+440.00	0.54	13.62	11.84	251.77	982.47	12397.77	
1+460.00	0.24	13.28	8.03	287.48	990.50	12685.25	
1+480.00	0.05	17.07	2.94	303.08	993.44	12968.33	
1+500.00	0.32	19.71	3.53	371.34	996.97	13339.67	

MOVIMIENTO DE TIERRAS							
ESTACION	AREA DE RELLENO	AREA DE CORTE	VOLUMEN DE RELLENO	VOLUMEN DE CORTE	RELLENO ACUMULADO	CORTE ACUMULADO	
1+520.00	0.12	21.80	4.37	415.13	1001.33	13754.80	
1+540.00	0.41	22.97	5.31	447.72	1008.64	14202.52	
1+560.00	0.27	12.49	6.88	354.82	1013.53	14657.14	
1+580.00	2.34	2.93	26.13	154.28	1039.88	14711.42	
1+600.00	3.91	5.58	82.46	85.17	1102.12	14798.58	
1+620.00	6.48	2.03	106.42	74.88	1208.54	14871.47	
1+640.00	2.21	4.12	87.00	61.49	1295.54	14933.96	
1+660.00	0.71	3.44	29.21	75.80	1324.75	15008.56	
1+680.00	0.00	16.13	6.94	196.80	1331.89	15205.18	
1+700.00	0.00	8.29	0.04	244.16	1331.73	15448.33	
1+720.00	0.16	12.36	1.60	206.43	1333.34	15655.77	
1+740.00	1.48	2.85	15.88	153.70	1349.22	15809.46	
1+760.00	0.02	21.41	14.09	245.37	1363.31	16054.84	
1+780.00	0.85	10.02	8.53	316.92	1371.84	16370.76	
1+800.00	1.94	2.00	28.83	116.42	1400.87	16486.18	
1+820.00	0.61	3.34	25.52	53.42	1428.19	16642.60	
1+840.00	0.28	8.82	6.13	124.45	1434.32	16867.04	
1+860.00	0.80	0.88	10.09	98.73	1444.41	16765.77	
1+880.00	0.15	1.82	9.46	27.00	1453.87	16792.77	
1+900.00	0.81	7.54	7.60	93.82	1461.47	16886.59	
1+920.00	5.02	2.32	66.35	68.61	1527.82	16985.20	
1+940.00	4.06	2.38	102.32	46.32	1630.14	17031.52	
1+960.00	0.00	5.61	40.84	89.50	1670.99	17121.02	
1+980.00	1.97	3.77	18.45	104.29	1690.44	17225.31	
2+000.00	0.88	3.70	25.20	78.36	1716.64	17301.67	
2+020.00	11.50	0.88	118.59	46.88	1834.23	17348.85	
2+040.00	2.49	4.48	137.82	54.45	1971.85	17403.10	
2+060.00	5.71	0.32	82.44	47.75	2094.29	17450.85	
2+080.00	5.22	0.62	111.36	9.10	2165.65	17459.96	
2+100.00	4.68	2.64	98.40	32.65	2284.05	17492.81	
2+120.00	3.21	7.46	77.75	101.87	2341.80	17594.48	
2+140.00	3.01	7.23	61.35	148.10	2403.14	17742.58	
2+160.00	3.15	4.94	60.70	122.63	2463.84	17865.21	
2+180.00	2.98	7.65	60.24	128.89	2524.08	17992.10	
2+200.00	1.35	7.88	42.71	158.15	2586.79	18148.25	
2+220.00	0.00	33.61	14.28	407.91	2581.08	18556.15	
2+240.00	1.76	2.05	18.15	346.02	2599.23	18905.18	
2+260.00	4.33	1.63	61.45	38.48	2660.87	18941.66	
2+280.00	0.53	5.15	47.12	69.45	2707.79	18911.11	
2+300.00	0.00	7.20	5.28	124.33	2713.08	19135.44	
2+320.00	0.68	1.03	6.88	81.55	2719.94	19216.99	
2+340.00	1.10	1.30	18.90	21.14	2738.84	19238.13	
2+360.00	0.19	10.83	12.61	121.29	2751.74	19359.42	
2+380.00	0.00	30.83	1.83	419.28	2753.57	19778.68	
2+400.00	0.32	22.97	3.15	536.88	2760.73	20317.56	
2+420.00	0.05	7.59	4.03	297.98	2760.75	20615.54	
2+440.00	0.00	8.95	0.52	0.00	2781.27	20780.96	
2+460.00	0.00	8.81	0.00	176.75	2781.27	20857.71	
2+480.00	0.28	19.06	2.86	277.35	2784.12	21235.05	
2+500.00	0.02	22.43	2.97	416.21	2787.08	21851.26	
2+520.00	0.32	25.13	3.37	477.16	2770.46	22128.42	
2+540.00	0.00	36.71	3.22	636.38	2773.68	22766.80	
2+560.00	0.00	33.30	0.00	713.86	2773.68	23480.66	
2+580.00	0.00	24.41	0.00	578.05	2773.88	24058.72	
2+600.00	0.57	21.15	6.16	446.50	2779.84	24503.22	
2+620.00	0.47	11.13	10.40	322.71	2790.24	24825.93	
2+640.00	0.63	12.18	9.65	236.18	2790.89	25061.09	
2+660.00	0.29	15.69	8.00	282.20	2807.88	25343.29	
2+680.00	0.00	9.37	2.88	943.55	2810.88	25986.84	
2+700.00	4.38	0.24	44.39	95.75	2855.25	25982.59	
2+720.00	1.83	3.74	63.06	2918.32	2818.32	25732.23	
2+740.00	3.02	1.35	49.28	50.56	2879.59	25782.79	
2+760.00	0.78	6.47	38.41	77.73	3006.00	25860.52	
2+780.00	0.85	5.18	14.27	116.62	3020.28	25977.04	
2+800.00	0.04	5.23	6.71	104.85	3028.99	26081.99	
2+820.00	4.30	0.28	42.51	56.27	3089.50	26138.28	
2+840.00	0.24	6.76	44.58	71.20	3114.05	26209.46	
2+860.00	0.70	9.82	9.33	185.87	3123.39	26375.13	
2+880.00	0.						



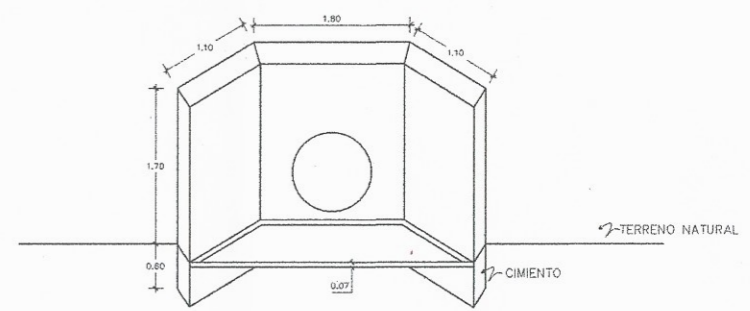
VISTA DRENAJE TRANSVERSAL



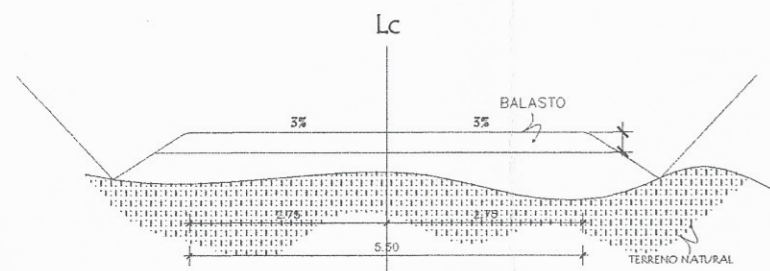
PLANTA DRENAJE TRANSVERSAL

TUBERIA Ø	LARGO CORTINA	ALTURA CORTINA	LARGO ALETONES	ESPESOR PARED
30"	1.80m	2.30m	1.10m	0.30m

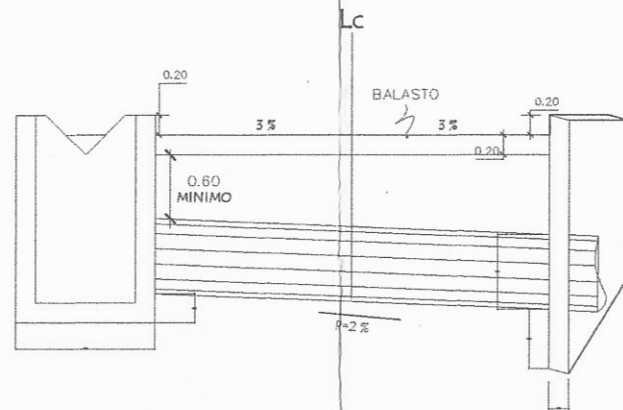
NOTA:
PARA LOS DRENAJES TRANSVERSALES, SE CONSTRUIRA CABEZAL EN UN EXTREMO Y EN EL OTRO UNA CAJA RECEPTORA.



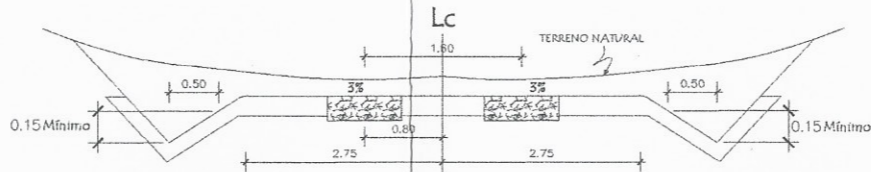
ELEVACIÓN CABEZAL



SECCIÓN TRANSVERSAL EN RELLENO



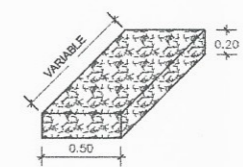
SECCIÓN TRANSVERSAL EN CORTE



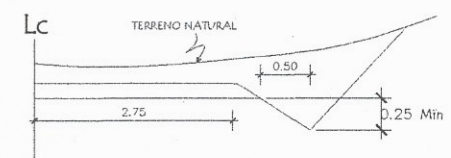
SECCIÓN CARRILERAS



DETALLES DE CAJA RECOLECTORA



CARRILERA



CUNETETA NATURAL



DETALLES GENERALES

Universidad de San Carlos de Guatemala

Juan *[Signature]* COS
 INGENIERO SUPERVISOR
 Unidad de Ingeniería de Puentes y Obras de Arte

DISEÑO DE CARRILERA PARA ALDEA EL AGUIE DE SAN CARLOS, ALTA VERAPAZ

Escuela de Ingeniería Civil

Detalles Generales

Edgar Corchado
 Edgar Armandocorcho

INDICADA

2015

H.O.J. No. 18/18