



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

**DISEÑO DE LA CARRETERA HACIA LA COMUNIDAD MONTE BLANCO Y EL SISTEMA DE
ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LOS BARRIOS YALGUÓ, CANTÓN LAS
CASAS Y BELLA VISTA, CASERÍOS CHINIMLAJOM Y CHAQUIBEJÁ, MUNICIPIO DE
COBÁN, DEPARTAMENTO DE ALTA VERAPAZ**

Wingston Guillermo Vásquez Santos
Asesorado por el Ing. Juan Merck Cos

Guatemala, noviembre del 2011

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DE LA CARRETERA HACIA LA COMUNIDAD MONTE BLANCO Y EL SISTEMA DE
ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LOS BARRIOS YALGUÓ, CANTÓN LAS
CASAS Y BELLA VISTA, CASERÍOS CHINIMLAJOM Y CHAQUIBEJÁ, MUNICIPIO DE
COBÁN, DEPARTAMENTO DE ALTA VERAPAZ**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

WINGSTON GUILLERMO VÁSQUEZ SANTOS
ASESORADO POR EL ING. JUAN MERCK COS

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO CIVIL

GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 2011

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Ing. Alfredo Enrique Beber Aceituno
VOCAL II	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL III	Ing. Miguel Ángel Dávila Calderón
VOCAL IV	Br. Juan Carlos Molina Jiménez
VOCAL V	Br. Mario Maldonado Muralles
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco
EXAMINADOR	Ing. Juan Merck Cos
EXAMINADOR	Ing. Silvio José Rodríguez Serrano
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

DISEÑO DE LA CARRETERA HACIA LA COMUNIDAD MONTE BLANCO Y EL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LOS BARRIOS YALGUÓ, CANTÓN LAS CASAS Y BELLA VISTA, CASERÍOS CHINIMLAJOM Y CHAQUIBEJÁ, MUNICIPIO DE COBÁN, DEPARTAMENTO DE ALTA VERAPAZ

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil, con fecha mayo de 2011.


Wingston Guillermo Vásquez Santos



Guatemala 08 de agosto de 2011.
Ref.EPS.DOC.985.08.11.

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

Estimada Ingeniera Sarmiento Zeceña.

Por este medio atentamente le informo que como Asesor-Supervisor de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), del estudiante universitario **Wingston Guillermo Vásquez Santos** de la Carrera de Ingeniería Civil, con carné No. **200714311**, procedí a revisar el informe final, cuyo título es **"DISEÑO DE LA CARRETERA HACIA LA COMUNIDAD MONTE BLANCO Y EL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LOS BARRIOS YALGUÓ, CANTÓN LAS CASAS Y BELLA VISTA, CASERÍOS CHINIMLAJOM Y CHAQUIBEJÁ, MUNICIPIO DE COBÁN, DEPARTAMENTO DE ALTA VERAPAZ"**.

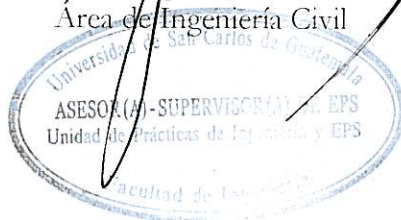
En tal virtud, **LO DOY POR APROBADO**, solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"

Ing. Juan Merck Cos
Asesor-Supervisor de EPS
Área de Ingeniería Civil



c.c. Archivo
JMC/ra



Guatemala, 08 de agosto de 2011.

Ref.EPS.D.677.08.11

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 LA CARRETERA HACIA LA COMUNIDAD MONTE BLANCO Y EL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LOS BARRIOS YALGUÓ, CANTÓN LAS CASAS Y BELLA VISTA, CASERÍOS CHINIMLAJOM Y CHAQUIBEJÁ, MUNICIPIO DE COBÁN, DEPARTAMENTO DE ALTA VERAPAZ"** que fue desarrollado por el estudiante universitario **Wingston Guillermo Vásquez Santos**, 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. Norma Ileana Sarmiento Zúñiga

Directora Unidad de EPS

DIRECCIÓN
Centro de Prácticas de Ingeniería y EPS

Facultad de Ingeniería

NISZ/ra



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
www.ingenieria-usac.edu.gt



Guatemala,
7 de octubre de 2011

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 LA CARRETERA HACIA LA COMUNIDAD MONTE BLANCO Y EL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LOS BARRIOS YALGUÓ, CANTÓN LAS CASAS Y BELLA VISTA, CASERÍOS CHINIMLAJOM Y CHAQUIBEJÁ, MUNICIPIO DE COBÁN, DEPARTAMENTO DE ALTA VERAPAZ,** desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Wingston Guillermo Vásquez Santos, 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

bbdeb.



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
www.ingenieria-usac.edu.gt



Guatemala,
10 de octubre de 2011

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 LA CARRETERA HACIA LA COMUNIDAD MONTE BLANCO Y EL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LOS BARRIOS YALGUÓ, CANTÓN LAS CASAS Y BELLA VISTA, CASERÍOS CHINIMLAJOM Y CHAQUIBEJÁ, MUNICIPIO DE COBÁN, DEPARTAMENTO DE ALTA VERAPAZ,** desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Wingston Guillermo Vásquez Santos, 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. Rafael Enrique Morales Ochoa
Revisor por el Departamento de Hidráulica



FACULTAD DE INGENIERÍA
DEPARTAMENTO
DE
HIDRAULICA
USAC

/bbdeb.



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
www.ingenieria-usac.edu.gt



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. Norma Ileana Sarmientos Zeceña, al trabajo de graduación del estudiante Wingston Guillermo Vásquez Santos, titulado DISEÑO DE LA CARRETERA HACIA LA COMUNIDAD MONTE BLANCO Y EL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LOS BARRIOS YALGUÓ, CANTÓN LAS CASAS Y BELLA VISTA, CASERÍOS CHINIMLAJOM Y CHAQUIBEJÁ, MUNICIPIO DE COBÁN, DEPARTAMENTO DE ALTA VERAPAZ, da por este medio su aprobación a dicho trabajo.


Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco



Guatemala, noviembre de 2011

/bbdeb.



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 LA CARRETERA HACIA LA COMUNIDAD MONTE BLANCO Y EL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LOS BARRIOS YALGUÓ, CANTÓN LAS CASAS Y BELLA VISTA, CASERÍOS CHINIMLAJOM Y CHAQUIBEJÁ, MUNICIPIO DE COBÁN, DEPARTAMENTO DE ALTA VERAPAZ**, presentado por el estudiante universitario **Wington Guillermo Vásquez Santos**, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.

Ing. Murphy Olimpo Paiz Recinos
Decano

Guatemala, noviembre de 2011



ACTO QUE DEDICO A:

- Dios** Por las bendiciones recibidas a lo largo de mi vida y estar siempre conmigo.
- Mis padres** Fredy Emilio Vásquez Morales y Nury Leslie Santos Aragón, por su incondicional apoyo, amor, cariño, sabios consejos y porque sin ellos este logro no podría ser posible.
- Mis hermanos** Wellington Emilio y Willmer Josué por su cariño y apoyo.
- Mis abuelos** Guillermo II Santos Wassem, Carmelina Aragón Orellana (q.e.p.d.), Mariano Emilio Vásquez Robles y Magda Candelaria Morales, así como a Carlota de La Cruz por todo el cariño y los consejos que me han dado.
- Mis tíos y primos** Por el cariño y afecto que me demuestran, en especial a mi tía Carmen Santos Aragón.
- Mis amigos y compañeros** Por los momentos agradables que compartimos y su apoyo.

AGRADECIMIENTOS A:

Dios

Por la vida.

**Municipalidad de
Cobán, Alta Verapaz**

Por permitirme realizar este trabajo de graduación en sus instalaciones.

**Ingeniero Juan Merck
Cos**

Por apoyarme en la realización y asesorar este trabajo de graduación.

**Gerencia de
planificación,
seguimiento y
evaluación de
proyectos**

Que hizo posible la realización de este trabajo de graduación, por el apoyo en el desarrollo de los proyectos, especialmente a Ingeniero Leonel Arturo Chacón Barrios y Licenciado Juan Carlos de la Cruz.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	I
LISTA DE SÍMBOLOS	III
GLOSARIO	IX
RESUMEN	XIII
OBJETIVOS.....	XV
INTRODUCCIÓN.....	XVII
1. MONOGRAFÍA DEL MUNICIPIO DE COBÁN, DEPARTAMENTO DE ALTA VERAPAZ	1
1.1. Monografía del municipio de Cobán	1
1.1.1. Antecedentes históricos.....	1
1.1.2. Ubicación y localización.....	3
1.1.3. Límites y colindancias.....	3
1.1.4. Regiones	4
1.1.5. Extensión	5
1.1.6. Clima y altura.....	5
1.1.7. Población	5
1.1.8. Idioma.....	6
1.1.9. Suelo y topografía.....	6
1.1.10. Hidrografía.....	7
1.1.11. Uso de la tierra	7
1.1.12. Producción.....	8
1.1.13. Economía	9
1.1.14. Aspectos de infraestructura y servicios	10

1.1.14.1.	Caminos.....	10
1.1.14.1.1.	Carreteras asfaltadas.....	10
1.1.14.1.2.	Carreteras de terracería.....	10
1.1.14.1.3.	Veredas.....	10
1.1.15.	Aeropuertos y pistas de aterrizaje.....	11
1.1.16.	Vivienda.....	11
1.1.17.	Servicios públicos.....	13
1.1.17.1.	Agua.....	13
1.1.17.2.	Energía eléctrica.....	14
1.1.17.3.	Comunicación.....	15
1.1.17.4.	Basura.....	15
1.1.17.5.	Educación.....	16
1.1.17.5.1.	Nivel de escolaridad.....	16
1.1.17.5.2.	Asistencia escolar.....	16
1.1.17.5.3.	Alfabetismo.....	17
1.1.18.	Servicios de salud.....	17
1.1.18.1.	Hospitales.....	17
1.1.18.2.	Centros de salud.....	18
1.1.18.3.	Puestos de salud.....	18
1.1.18.4.	Sistema integrado en servicios de salud.....	18
1.2.	Diagnóstico sobre las necesidades de servicios básicos e infraestructura del área urbana del municipio de Cobán, departamento de Alta Verapaz.....	19
1.2.1.	Descripción de las necesidades.....	19
1.2.2.	Evaluación y priorización de las necesidades.....	20

2.	DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LOS BARRIOS YALGUÓ, CANTÓN LAS CASAS Y BELLA VISTA, CASERÍOS CHINIMLAJOM Y CHAQUIBEJÁ, MUNICIPIO DE COBÁN, DEPARTAMENTO DE ALTA VERAPAZ.....	21
2.1.	Descripción del proyecto.....	21
2.2.	Caudal de aforo	21
2.3.	Tipo de sistema	22
2.4.	Calidad del agua	22
2.4.1.	Examen bacteriológico	22
2.4.2.	Examen físico químico.....	23
2.5.	Criterios de diseño	23
2.5.1.	Período de diseño.....	24
2.5.2.	Dotación	24
2.5.3.	Estimación de la población de diseño.....	24
2.6.	Determinación de caudales	26
2.6.1.	Caudal medio diario.....	27
2.6.2.	Caudal máximo horario.....	28
2.6.3.	Caudal máximo diario.....	28
2.6.4.	Caudal de bombeo	29
2.7.	Levantamiento topográfico	30
2.8.	Diseño hidráulico del sistema	31
2.8.1.	Captación	31
2.8.2.	Línea de impulsión.....	31
2.8.3.	Diseño de equipo de bombeo.....	36
2.8.3.1.	Carga dinámica total	37
2.8.3.2.	Potencia de equipo de bombeo.....	39
2.8.3.3.	Verificación del golpe de ariete	40
2.8.3.4.	Especificaciones de equipo de bombeo	42
2.9.	Tanque de almacenamiento	42

2.9.1.	Determinación del volumen de almacenamiento.....	43
2.9.2.	Diseño estructural del tanque.....	44
2.10.	Diseño de red de distribución	60
2.11.	Obras hidráulicas	63
2.12.	Sistema de desinfección	63
2.13.	Programa de operación y mantenimiento	65
2.14.	Propuesta de tarifa	67
2.15.	Evaluación de impacto ambiental	69
2.16.	Evaluación socio-económica	71
2.16.1.	Valor presente neto.....	71
2.16.2.	Tasa interna de retorno	73
2.17.	Planos	73
2.18.	Presupuesto	75

3. DISEÑO DE LA CARRETERA HACIA LA COMUNIDAD MONTE BLANCO, MUNICIPIO DE COBÁN, DEPARTAMENTO

DE ALTA VERAPAZ	77	
3.1.	Descripción del proyecto	77
3.2.	Estudio de suelos	77
3.2.1.	Ensayo de granulometría	77
3.2.2.	Límites de <i>Atterberg</i>	78
3.2.2.1.	Límite líquido.....	78
3.2.2.2.	Límite plástico	79
3.2.2.3.	Índice de plasticidad	80
3.2.3.	Ensayos para el control de la construcción	81
3.2.3.1.	Determinación del contenido de humedad....	81
3.2.3.2.	Densidad máxima y humedad optima.....	81
3.2.3.3.	Ensayo equivalente de arena.....	83
3.2.4.	Ensayo de compactación o proctor modificado	83

3.2.5.	Ensayo de valor soporte CBR	84
3.2.6.	Análisis de resultados.....	85
3.3.	Carpeta de rodadura	86
3.3.1.	Capa de balastro	86
3.4.	Normas para el diseño de caminos rurales	87
3.4.1.	Criterios generales.....	87
3.4.2.	Dirección General de Caminos	89
3.5.	Levantamiento topográfico	89
3.6.	Diseño geométrico de carreteras	90
3.6.1.	Cálculo de elementos de curvas horizontales	90
3.6.1.1.	Cálculo de delta.....	92
3.6.1.2.	Grado máximo de curvatura	92
3.6.1.3.	Radio de curvatura	92
3.6.1.4.	Longitud de curva.....	93
3.6.1.5.	Sub-tangente.....	94
3.6.1.6.	Tangente	94
3.6.1.7.	Cuerda máxima.....	94
3.6.1.8.	External	94
3.6.1.9.	Ordenada media.....	95
3.7.	Ejemplo de curva horizontal	95
3.8.	Alineamiento vertical	97
3.8.1.	Pendiente positiva y negativa	98
3.8.2.	Pendiente máxima	98
3.8.3.	Pendiente mínima.....	98
3.8.4.	Curvas verticales	98
3.8.5.	Longitud de curvas verticales	99
3.8.6.	Valores de k para visibilidad de parada	99
3.8.7.	Curva cóncava.....	101
3.8.8.	Curva convexa.....	101

3.8.9.	Velocidad de diseño	101
3.9.	Diseño de subrasante	102
3.10.	Movimiento de tierras	103
3.10.1.	Cálculo de área de secciones transversales	103
3.11.	Cálculo de volumen de movimiento de tierras	104
3.11.1.	Coefficiente de contracción e hinchamiento	106
3.12.	Drenaje	107
3.12.1.	Drenaje pluvial.....	108
3.12.2.	Cunetas.....	109
3.12.2.1.	Cálculo de cuneta	109
3.12.3.	Contracunetas	111
3.12.4.	Corrientes naturales	112
3.12.5.	Drenaje transversal.	112
3.12.5.1.	Cálculo de diámetro de la tubería	113
3.13.	Empedrados	115
3.14.	Evaluación socio económica	116
3.14.1.	Valor presente neto	116
3.14.2.	Tasa interna de retorno	118
3.15.	Evaluación de impacto ambiental	118
3.16.	Planos.....	122
3.17.	Presupuesto.....	123
3.18.	Integración de precios unitarios	124
CONCLUSIONES		129
RECOMENDACIONES		131
BIBLIOGRAFÍA.....		133
ANEXOS.....		135

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Mapa de municipios colindantes	4
2.	Porcentaje de PEA por actividad económica.....	9
3.	Dimensión de muros de tanque de distribución y fuerzas actuantes en los muros.....	49
4.	Diagrama de áreas tributarias de la losa.....	57
5.	Distribución de carga sobre viga V-1.....	58
6.	Distribución de carga sobre viga V-2.....	59
7.	Distribución de carga sobre columna C-1.....	60
8.	Elementos que componen una curva simple.....	90
9.	Sección de una curva vertical.....	97
10.	Curva vertical cóncava.....	100
11.	Curva vertical convexa.....	101
12.	Representación geométrica para el cálculo de volúmenes de movimiento de tierras.....	105

TABLAS

I.	Descripción categoría de uso de suelo.....	6
II.	Uso de la tierra (Ha)	7
III.	Situación de vivienda en el municipio de Cobán.....	11
IV.	Material de las paredes de las viviendas en el municipio de Cobán.....	12
V.	Material del techo de las viviendas en el municipio de Cobán.....	12
VI.	Material del piso de las viviendas en el municipio de Cobán.....	13

VII.	Tenencia de servicio de agua en los hogares del municipio de Cobán	13
VIII.	Tipo de servicio de agua en los hogares del municipio de Cobán	14
IX.	Servicio de energía eléctrica en el municipio de Cobán	15
X.	Forma de eliminar la basura en el municipio de Cobán	15
XI.	Nivel de escolaridad en el municipio de Cobán	16
XII.	Población alfabeta y analfabeta de 7 años y más.....	17
XIII.	Dirección de área de salud de Alta Verapaz. Extensión de cobertura.....	19
XIV.	Cálculo de momentos actuantes en el muro respecto al punto cero.....	51
XV.	Manual de operación y mantenimiento	67
XVI.	Cálculo valor presente neto	73
XVII.	Presupuesto general.....	76
XVIII.	Estándares de diseño de carreteras	93
XIX.	Valores de “k” según velocidad de diseño	100
XX.	Tabla de relaciones para dibujo de taludes	104
XXI.	Cálculo valor presente neto	116
XXII.	Listado taxativo	119
XXIII.	Presupuesto general.....	123
XXIV.	Integración de precios unitarios	124

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
π	3,14159
@	a cada
\approx	Aproximadamente igual a
Ac	Ángulo central de la curva circular
Δ	Ángulo de deflexión de la tangente
A	Área
As	Área de acero
As máx	Área de acero máxima
As mín	Área de acero mínima
CM	Carga muerta
CU	Carga última
W	Carga uniformemente distribuida
CV	Carga viva
Q	Caudal
Qc	Caudal de conducción

Qd	Caudal de distribución
Qm	Caudal medio
O	Centro de la curva circular
Ka	Coefficiente de empuje activo
Kp	Coefficiente de empuje pasivo
C	Cuerda
CM	Cuerda máxima
Ø	Diámetro
t	Espesor de un elemento
E	External
Fs	Factor de Seguridad
Fa	Fuerza activa
Ff	Fuerza de fricción
G	Grado de curvatura
IP	Índice plástico
kg	Kilogramo
kg/m²	Kilogramo por metro cuadrado
kg/m³	Kilogramo por metro cúbico

km	Kilómetro
km/h	Kilómetro por hora
lb/pie³	Libra por pie cúbico
psi	Libras por pulgada cuadrada
l	Litros
l/hab/d	Litros por habitante por día
l/s	Litros por segundo
LC	Longitud de curva
LCV	Longitud de curva vertical
L	Longitud en vigas
mca	Metros columna de agua
mm	Milímetros
M	Momento
Mr	Momento resultante
#	Número
Om	Ordenada media
PEND	Pendiente
d	Peralte

Hf	Pérdida de carga
n	Período de diseño
γ_{agua}	Peso específico del agua
γ_c	Peso específico del concreto
γ_{cpeo}	Peso específico del concreto ciclópeo
γ_s	Peso específico del suelo
ft²	Pie cuadrado
Pa	Población actual
Pf	Población futura
P	Presión
Pd	Presión dinámica
Pe	Presión estática
in	Pulgada
in²	Pulgada cuadrada
PI	Punto de intersección de la prolongación de las tangentes
PC	Punto donde comienza la curva circular simple
PT	Punto en donde termina la curva circular simple

R	Radio
Fy	Resistencia del acero a tensión
f'c	Resistencia del concreto a compresión
S	Separación
ST	Subtangente
Σ	Sumatoria
Tc	Tasa de crecimiento de la población
Vs	Valor soporte del suelo
V	Velocidad

GLOSARIO

Accesorio	Elementos secundarios en las líneas de las tuberías, tales como codos, niples, llaves, tees, coplas, etc.
ACI	<i>American Concrete Institute</i> (Instituto Americano del Concreto).
Aforo	Medición del caudal de agua que lleva una corriente.
Agua potable	Agua sanitariamente segura y agradable a los sentidos del ser humano.
Altimetría	Parte de la topografía que mide la altura en una extensión territorial.
Azimut	Es el ángulo formado en la dirección horizontal medido a partir del norte (real, magnético o arbitrario) en el sentido de las agujas del reloj.
Carga muerta	Carga que permanece constante a través del tiempo.
Carga última	Es la suma de carga viva más la carga muerta afectada por factores de seguridad.

Carga viva	Carga no permanente en la estructura.
Caudal	Cantidad de agua en un tiempo determinado, expresado en m ³ /s o l/s.
Concreto reforzado	Mezcla proporcional de cemento, arena de río, piedrin y agua combinada con varillas de hierro corrugado.
Concreto ciclópeo	Hormigón a cuya masa, una vez vertida en los encofrados, se han incorporado grandes piedras o bloques.
Consumo	Es la cantidad de agua, que realmente es usada por una persona.
Deflexión	Ángulo entre dos tangentes.
Demanda	Es la cantidad de agua deseada por el usuario.
Dotación	Es la cantidad de agua que se asigna a una persona por día.
Especificaciones	Normas generales y técnicas de construcción contenidas en un proyecto, disposiciones especiales o cualquier otro documento que se emita antes o durante la ejecución de un proyecto.

Estructura	Elemento o conjunto de ellos, que forman parte resistente y sustentante en construcción.
Esfuerzo	Fuerza aplicada por unidad de área, que soporta un material.
Excentricidad	Distancia del punto de aplicación de una fuerza al baricentro de la sección sobre la cual actúa.
Infraestructura	Conjunto de servicios básicos para el funcionamiento de una obra. Es la base para una superestructura.
Momento	Magnitud resultante del producto del valor de una fuerza por su distancia a un punto de referencia.
Planimetría	Parte de la topografía que trata de la medida de longitud horizontal del terreno y de la medida de superficies horizontales del mismo.
Pérdida de carga	Es la energía por unidad de peso del agua que causa la resistencia superficial dentro del conducto, es convertida de energía mecánica a energía térmica. El agua pierde energía por fricción con las paredes de la tubería, rugosidad, los cambios de diámetro y los cambios de dirección.

Presión	Fuerza normal ejercida por un cuerpo sobre otro, por unidad de superficie.
PVC	Cloruro de polivinilo
PCV	Principio de curva vertical
PTV	Principio de tangente vertical
PIV	Punto de intersección vertical
SUCS	Sistema unificado de clasificación de suelos
Topografía	Es la ciencia que determina las dimensiones y el contorno (o características tridimensionales) de la superficie de la tierra, a través de la medición de distancias, direcciones y elevaciones.
TPDA	Tráfico promedio diario anual

RESUMEN

El presente trabajo de graduación, contiene la descripción de las necesidades del municipio de Cobán, Alta Verapaz, las cuales se definieron a través de una investigación diagnóstica de necesidades de servicios básicos e infraestructura, esta se realizó con la participación de los pobladores y autoridades del municipio.

A través de la priorización de las necesidades se definió que los barrios Yalguó, Cantón Las Casas y Bella Vista, caseríos Chinimlajom y Chaquibejá requieren del servicio de agua potable.

En la propuesta de solución para el sistema de abastecimiento de agua potable de los barrios y caseríos beneficiados, se presenta el procedimiento de diseño y los criterios básicos, como son: el levantamiento topográfico, caudal, dotación, población, factores de consumo, presiones y velocidades, todos estos factores están basados en parámetros de diseño, para el buen funcionamiento del sistema.

La comunidad Monte Blanco carece de una ruta de acceso, que tenga buenas condiciones y que permita no solo el traslado de sus habitantes hacia otras aldeas, comunidades, caseríos y al mismo municipio, sino también que permita llevar actividades comerciales para un mejor traslado y mercado de productos. Se vio la necesidad que tiene la comunidad Monte Blanco, de contar con un fácil acceso, razón por la cual se realizó el estudio y se planificó el diseño de la carretera para dicha comunidad.

OBJETIVOS

General

Diseñar la carretera hacia la comunidad Monte Blanco y el sistema de abastecimiento de agua potable para los barrios Yalguó, Cantón Las Casas y Bella Vista, caseríos Chinimlajom y Chaquibejá, municipio de Cobán, departamento de Alta Verapaz.

Específicos

1. Realizar una investigación monográfica y diagnóstico de necesidades de servicios básicos, saneamiento e infraestructura de la comunidad Monte Blanco, municipio de Cobán, departamento de Alta Verapaz.
2. Capacitar a los miembros de los COCODE del caserío Chinimlajom sobre la operación y mantenimiento al sistema de agua potable.
3. Diseño, presupuesto, estudio de impacto ambiental y plan de mantenimiento del sistema de abastecimiento de agua potable para los barrios Yalguó, Cantón Las Casas y Bella Vista, caseríos Chinimlajom y Chaquibejá de Cobán, Alta Verapaz.
4. Diseño y presupuesto de la carretera hacia la comunidad Monte Blanco de Cobán, Alta Verapaz.

INTRODUCCIÓN

El Ejercicio Profesional Supervisado (EPS) es una práctica que permite evidenciar los conocimientos adquiridos a lo largo de la carrera, y el cual ayuda a enfrentar los problemas de la realidad.

La comunidad Monte Blanco no cuenta con una carretera que facilite el acceso a los vehículos para ingresar a la comunidad, con el fin de trasladarse de una manera mas cómoda, así como también dificulta el desarrollo comercial en la población. Por lo que la realización del proyecto pretende brindarles a los usuarios, un tramo carretero que facilite el acceso e incrementar el desarrollo comercial, mejorando el nivel de vida de los habitantes.

Los barrios Yalguó, Cantón Las Casas y Bella Vista, caseríos Chinimlajom y Chaquibejá actualmente carecen de muchos servicios básicos para sus habitantes, pero la mayor prioridad es que no cuentan con un adecuado sistema de abastecimiento de agua potable propio, que beneficie a la mayoría de habitantes de dichos lugares, ya que esto evitará que las personas tengan que salir a comprar agua, como lo hacen actualmente.

Los proyectos descritos anteriormente, vendrán a beneficiar grandemente a los habitantes de las comunidades y contribuirán al desarrollo del país.

1. MONOGRAFÍA DEL MUNICIPIO DE COBÁN, DEPARTAMENTO DE ALTA VERAPAZ

1.1. Monografía del municipio de Cobán

1.1.1. Antecedentes históricos

El nombre de esta cabecera departamental Cobán viene de la etimología *Cob* que quiere decir nublado, quizá por la característica del lugar, que se mantiene nublado y con llovizna todo el tiempo.

El nombre de Cobán, cuyo significado en castellano no se ha descifrado, tiene una sonoridad y entonación dulce, que bien pudiera devenir conforme a expresiones del Q'eqchí', la palabra *coo* que quiere decir "hija consentida" que también se da a la linda novia o patoja (*nola*) y del vocablo *baan*, que quiere decir bálsamo, remedio o cura.

Fray Bartolomé de Las Casas fundó la ciudad de Cobán, bajo la advocación de Santo Domingo de Guzmán, hoy patrono, el 4 de agosto de 1538. Destacándose entre sus fundadores y continuadores de la conquista por la cruz los misioneros dominicos Pedro de Angúlo, Domingo de Vico y Luís Cáncer, los Q'eqchies jamás fueron vencidos por las guerras sino, convencidos por el catecismo y abrazos de paz.

En 1599, fue creado el Obispado de las Verapaces con sede en Cobán, siendo Fray Pedro de Angulo el primer obispo. A mediados de 1935, fue creado nuevamente, existiendo hasta la fecha.

El emperador Carlos V por Real Cédula le confirió el título de Ciudad Imperial y le otorgó un escudo con una paloma y un arco iris conteniendo la leyenda Yo pondré mi arco.

La primera feria departamental fue celebrada en 1936.

Muchos de los principales vestigios históricos de Cobán desaparecieron con el paso de los tiempos, citando entre algunos el Templo de Minerva, el antiguo y original kiosco, el edificio de la Zona Militar (actualmente es donde se encuentra el edificio de tribunales) en el centro de la ciudad y la Concha Acústica del estadio; pero aún se conservan otros muchos que dan testimonio del cambio constante de la ciudad, otros únicos como el monumento a Jorge Ubico Castañeda, antiguo Jefe Político de Alta Verapaz, así como casas y edificaciones que se modernizaron o adaptaron al paso de los tiempos robando a Cobán su sentido nostálgico.

Pero el recorrido debe continuar desde la plaza principal o parque central La Paz, pasando por el antiguo hospital, hoy Escuela nacional de Enfermería de Cobán, la antañona Escuela para Varones Número Uno Víctor Chavarría, el puente peatonal de hamaca que conectaba a Cobán con los vecinos y comerciantes del sur, el puente El Arco que comunica a Cobán con San Pedro Carchá o el puente San Vicente que daba paso a la Ciudad Capital, los destinos de edificaciones históricas de la ciudad, son parte de un proceso de revaloración por parte de su sociedad, reconociéndolas como verdaderos elementos de identidad y propiedad de un su pueblo.

1.1.2. Ubicación y localización

La República de Guatemala se encuentra dividida en ocho regiones, las que se establecen política y administrativamente en veintidós departamentos, entre los cuales se enmarca, en la zona norte del país, Alta Verapaz, con sus diferentes municipios, desglosando éstos se puede notar la presencia de Cobán, A.V.

Geográficamente se localiza en la latitud norte 15 grados 27 minutos y 23 segundos, longitud oeste 90 grados 22 minutos y 37 segundos, a una distancia de 212 kilómetros al norte de la ciudad capital.

1.1.3. Límites y colindancias

Colindancias de los municipios son las siguientes:

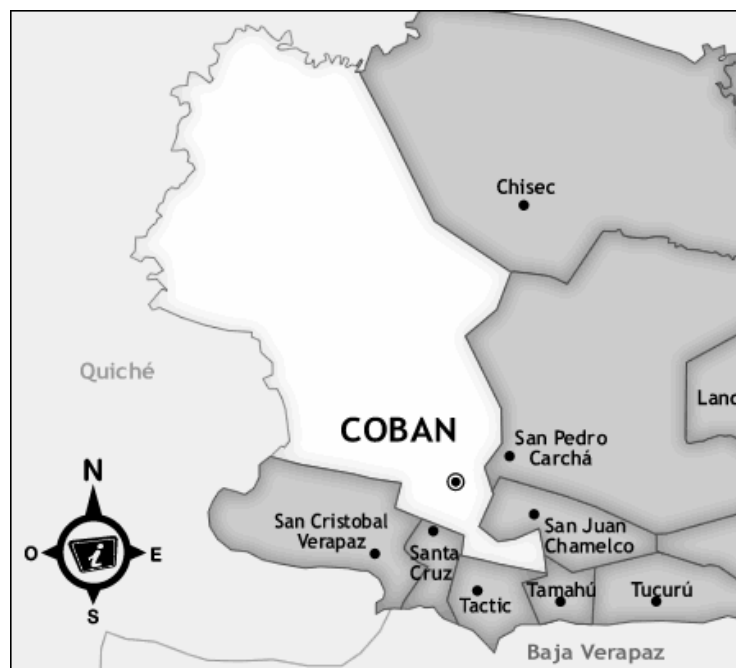
Al norte: Ixcán, Municipio de Quiché; río Chixoy ó Negro de por medio.

Al sur: Tamahú, Tactic, Santa Cruz Verapaz y San Cristóbal Verapaz.

Al oriente: Chisec, San Pedro Carchá y San Juan Chamelco.

Al poniente: Uspantan, municipio de Quiché; río Chixoy ó negro de por medio.

Figura 1. **Mapa de municipios colindantes**



Fuente: http://www.pixelnm.com/portafolio_mapas.htm, 15 de julio 2011.

1.1.4. **Regiones**

Tomando como referencia la altura, clima y topografía, en el municipio se distinguen la parte norte y la parte sur. La línea imaginaria de división entre ambas partes sale del punto que forma la línea limítrofe con Carchá y los $15^{\circ}37'06''$ de latitud, pasando por el punto latitud $15^{\circ}36'59''$ y longitud $90^{\circ}33'16''$, partiendo de ahí hacia el poniente colindando en el punto que forma la línea limítrofe con Uspantán (Quiché) y los $15^{\circ}4'2'09''$ de latitud.

El municipio se divide en seis regiones con igual número de sedes regionales, ubicándose éstas en: Cobán cabecera, Balbatzul (o Cubilguitz), Santa Lucía Lachuá, Salacuin, Nimlajacoc y Nimlasachal. Dichas regiones se

formaron tomando en cuenta básicamente los siguientes elementos: ubicación geográfica, facilidad de acceso desde la cabecera municipal, cercanía y facilidad de acceso de las comunidades circunvecinas a la comunidad sede regional, posibilidad de brindar un mejor servicio mediante la desconcentración municipal principalmente de Registro Civil. (Ver mapa en el anexo A).

1.1.5. Extensión

Cobán cuenta con una extensión territorial de 2 132 kilómetros cuadrados.

1.1.6. Clima y altura

El municipio se encuentra en una zona sub-tropical húmeda. En la parte baja hacia el norte del municipio, el clima es muy húmedo y cálido, con alturas entre los 150 a 700 metros sobre el nivel del mar; en la parte alta hacia el Sur, el clima predominante es muy húmedo de templado a frío, con alturas entre los 700 a 1 900 metros sobre el nivel del mar. La precipitación promedio anual es de más de 3 000 milímetros y la humedad relativa mayor del 80 por ciento.

1.1.7. Población

La población de Cobán oscila en 144 461 habitantes, de los cuales aproximadamente el 90% vive en el área rural y es predominante de raza Maya Q'eqchí y el 10% vive en el área urbana.

1.1.8. Idioma

Los habitantes de Cobán hablan el idioma español y el idioma Q'eqchí, que es el predominante, también se habla K'iche, Man y Kaqchiquel.

1.1.9. Suelo y topografía

Su terreno es sumamente quebrado, sus montañas y cerros cuentan con natural fertilidad y belleza. En años anteriores la fertilidad del suelo se debía a que la acción erosiva era insignificante. Una lluvia suave llamada chipi-chipi, mantenía la humedad de la tierra a cualquier altura. Actualmente durante los meses de diciembre y enero puede verse eventualmente el chipi-chipi.

La tierra y calidad del municipio es areno-arcilloso, gumífero. Los suelos son heterogéneos sobre piedra caliza los hay muy profundos y pocos profundos.

Tabla I. Descripción de la categoría de uso de suelo

Descripción de la categoría de uso de suelo	Área (Ha)
Centros poblados	538,3129
Agricultura limpia anual	6 7211,0158
Café	0,6941
Otros cultivos	255,2172
Pastos cultivados	637,0299
Pastos naturales	5 025,8527
Charral o matorral	22 255,9341
Bosque latifoliadas	10 4752,5616

Continuación tabla I

Bosque coníferas	735,2307
Bosque mixto	1 143,5079
Bosque secundario	23 911,8190
Lagos y lagunas	434,5839

Fuente: Dirección Municipal de Planificación.

1.1.10. Hidrografía

El municipio es de gran riqueza hídrica. El río Chixoy es el más grande y sirve de límite departamental con Quiché, en él se encuentra instalada la hidroeléctrica Chixoy, la más importante del país.

El río Cahabón es uno de los más importantes por su tamaño y recorrido en el municipio y el departamento de Alta Verapaz, sin embargo, es también el más contaminado con aguas negras, basura, residuos industriales, aceite y combustibles.

Los ríos Icbolay y Salpa, llamados “los rápidos” sirven de transporte fluvial a varias comunidades.

La laguna Lachuá y el área circunvecina, localizada en la parte norte del municipio, es de gran riqueza en flora, fauna y atractivo turístico.

1.1.11. Uso de la tierra

En la siguiente tabla se muestra el uso de la tierra.

Tabla II. **Uso de la tierra (Ha)**

Centros Poblados	Agricultura	Pastos	Matorrales	Bosque	Cuerpos de agua
0,24%	29,73%	2,50%	9,81%	57,53%	0,19%

Fuente: Dirección Municipal de Planificación.

1.1.12. Producción

La base de la economía del municipio es la agricultura, siendo sus principales cultivos el café y el cardamomo.

Ambos productos a pesar de la crisis que se vive en cuanto a la baja en los precios, siguen siendo los que mas fuentes de empleo generan.

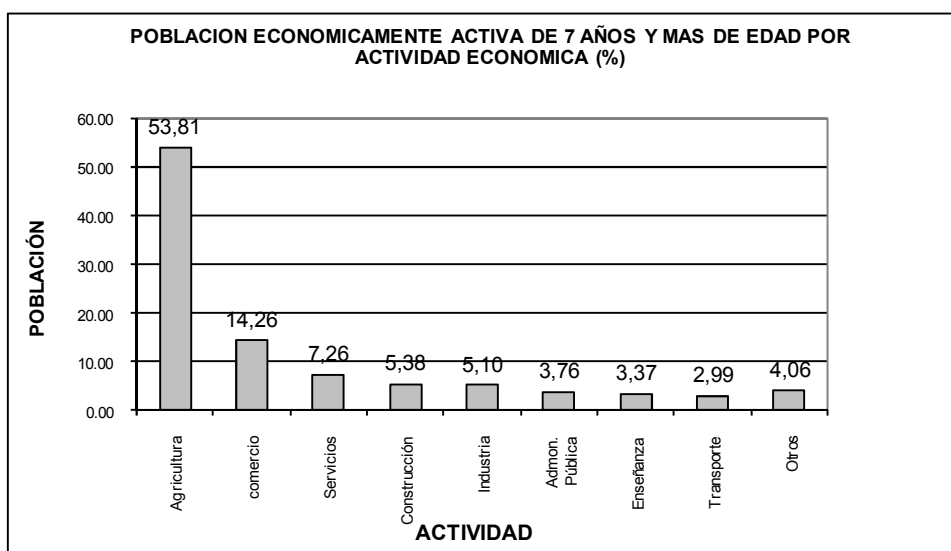
En el área circunvecina a la cabecera municipal, existen pequeñas granjas de aves de corral (pollos de engorde y ponedoras), quienes producen para el mercado local. En cuanto a crianza de cerdos, éstas son menos proviniendo principalmente del área rural el abastecimiento.

Entre sus artesanías se destacan los tejidos, objetos de talabartería, trabajos de madera, en especial muebles y maracas, sombreros de palma, cerería, pirotecnia y la industria artesanal en la que sobresale la orfebrería y platería.

1.1.13. Economía

La población económicamente activa de 7 años y más de edad, es el 31,13 por ciento, de estos, el 73 por ciento son hombres y el 27 por ciento mujeres. Como se muestra en la figura 2. El comercio es la segunda actividad económica más importante.

Figura 2. **Porcentaje de PEA por actividad económica**



Fuente: Dirección Municipal de Planificación.

1.1.14. Aspectos de infraestructura y vivienda

1.1.14.1. Caminos

1.1.14.1.1. Carreteras asfaltadas

El municipio tiene 4 tramos carreteros que hacen una red de 84 kilómetros asfaltados, siendo éstos: entrada a Cobán viniendo de Guatemala, salidas a Carchá, Chamelco y Chisec. La ruta que comunica con la ciudad capital se encuentra en buenas condiciones, la capa de asfalto fue reconstruida en 2003-2004; la carretera a Chisec se concluyó en 2001, ambas tienen mantenimiento y se encuentran en buenas condiciones; las carreteras que comunican con Chamelco y Carchá, a diciembre del 2010 se encontraban en excelentes condiciones, ya que se realizó la pavimentación total de las dos carreteras. Algunas calles del perímetro urbano están pavimentadas y en regulares condiciones.

1.1.14.1.2. Carreteras de terracería

El 34 por ciento de comunidades rurales del municipio tienen acceso por medio de carreteras de terracería, y un 6 por ciento de las mismas se sitúan a menos de un kilómetro de distancia de las carreteras asfaltadas.

1.1.14.1.3. Veredas

La mayoría de comunidades tienen acceso por medio de veredas, caminos de herradura o brechas, por lo que, únicamente se puede acceder a pie o con animales de carga.

1.1.15. Aeropuertos y pistas de aterrizaje

La cabecera municipal cuenta con una pista de aterrizaje asfaltada de aproximadamente un kilómetro de largo. En algunas comunidades y fincas particulares distantes de la cabecera municipal, existen pistas en las cuales únicamente pueden aterrizar avionetas y helicópteros.

Dichas pistas se ubican en: Chamá Conop, Chiremox, Saquil, Sactelá y Cubiltguitz.

1.1.16. Vivienda

En el municipio existen aproximadamente 26 903 (proyección a diciembre 2004) hogares, el promedio de cuartos (ambientes) por vivienda es de 2,19, y 3,17 personas por dormitorio, el 80,60 por ciento de las familias tienen vivienda propia. La situación de vivienda en Cobán, se puede apreciar en la siguiente tabla.

Tabla III. **Situación de vivienda en el municipio de Cobán**

HOGARES		TIPO DE VIVIENDA (%)			
Personas por hogar	Hogares ocupados (%)	Casa formal	Ranchos	Casa improvisada	Otro
5,5	90	68	24,8	1,5	2,1

Fuente: Dirección Municipal de Planificación.

Madera y Block, predominan como materiales de paredes en las viviendas, según se indica la tabla IV.

Tabla IV. **Material de las paredes de las viviendas en el municipio de Cobán**

MATERIAL PREDOMINANTE EN PAREDES EXTERIORES DE LAS VIVIENDAS								
Madera (%)	Block (%)	Lepa (%)	Bajareque (%)	Adobe (%)	Concreto (%)	Ladrillo (%)	Lamina (%)	Otro (%)
58,69	31,41	7,20	1,20	0,71	0,36	0,29	0,05	0,09

Fuente: Dirección Municipal de Planificación.

En las viviendas, predominan techos de lámina, según se muestra en la siguiente tabla.

Tabla V. **Material del techo de las viviendas en el municipio de Cobán**

MATERIAL PREDOMINANTE EN EL TECHO DE LAS VIVIENDAS (%)					
Lámina	Paja / Palma	Concreto	Teja	Asbesto/ cemento	Otro
83,94	10,42	4,31	0,70	0,35	0,28

Fuente: Dirección Municipal de Planificación.

La mayoría de viviendas tienen piso de tierra, según se muestra en la siguiente tabla.

Tabla VI. **Material del piso de las viviendas en el municipio de Cobán**

CLASE DE PISO EN LAS VIVIENDAS (%)						
Tierra	Torta	Ladrillo de Cemento	Ladrillo cerámico	Madera	Ladrillo de barro	Otros
59,80	21,65	14,99	2,39	0,89	0,26	0,02

Fuente: Dirección Municipal de Planificación.

1.1.17. Servicios públicos

1.1.17.1. Agua

En el área urbana de Cobán la mayoría de hogares tienen el servicio de agua en tubería, mientras que en el área rural la mayoría de hogares carecen del vital servicio, según se muestra en la siguiente tabla.

Tabla VII. **Tenencia de servicio de agua en los hogares del municipio de Cobán**

SERVICIO DE AGUA EN LOS HOGARES (%)			
Área urbana (11 000 hogares)		Área rural (15 392 hogares)	
Tienen agua entubada	No tienen agua entubada	Tienen agua entubada	No tienen agua entubada
81,82	18,18	9,58	90,42

Fuente: Dirección Municipal de Planificación.

El uso exclusivo del servicio de agua por tubería en los hogares, se limita al área urbana, mientras que, en el área rural cuando existe el servicio, generalmente es de uso público por medio de chorros llena cántaros. En el municipio, 56,81 por ciento de la población acarrea el agua hacia su hogar desde una fuente ubicada dentro o fuera de su comunidad, pero es en el área rural en donde el acarreo lo realiza más del 80 por ciento de hogares. El tipo de servicio de agua, se detalla en la siguiente tabla.

Tabla VIII. **Tipo de servicio de agua en los hogares del municipio de Cobán**

TIPO DE SERVICIO DE AGUA EN LOS HOGARES (%)					
Chorro en el hogar	Llena cantaros	Pozo	Tonel o camión	Río, lago o manantial	Otro
37,60	5,59	19,24	4,56	19,86	13,15

Fuente: Dirección Municipal de Planificación.

1.1.17.2. Energía eléctrica

La mayoría de los hogares en el municipio, no cuentan con energía eléctrica, los resultados se muestran en la siguiente tabla:

Tabla IX. **Servicio de energía eléctrica en el municipio de Cobán**

SERVICIO DE ENERGÍA ELÉCTRICA		
SI TIENEN		NO TIENEN
Empresa Eléctrica	Panel solar	
47,22	0,86	51,92

Fuente: Dirección Municipal de Planificación.

1.1.17.3. **Comunicación**

La comunicación no es un problema en el área urbana, sin embargo en el área rural más del 30% de comunidades carecen del servicio de radio o teléfono.

1.1.17.4. **Basura**

En la siguiente tabla se muestra la forma en que se elimina la basura en los hogares del municipio.

Tabla X. **Forma de eliminar la basura en el municipio de Cobán**

HOGARES POR FORMA DE ELIMINAR BASURA (%)						
Total de hogares	Servicio municipal	Servicio privado	La queman	La tiran a cualquier lugar	La entierran	Otra
26 392	1,71	20,87	34,33	29,06	11,32	2,71

Fuente: Dirección Municipal de Planificación.

1.1.17.5. Educación

1.1.17.5.1. Nivel de escolaridad

De 7 años y más existe una población de 111 851, de la cual, el 49,25 por ciento son hombres. Es alto el porcentaje (38,21 por ciento) de esta población que no tiene nivel de escolaridad, la mayoría tiene la escuela primaria (42,53 por ciento) y, se ubica una menor población en el nivel medio y superior según se observa en la siguiente tabla.

Tabla XI. **Nivel de escolaridad en el municipio de Cobán**

NIVEL DE ESCOLARIDAD (%)						
Ninguno	Preprimaria	Primaria 1-3 Grado	Primaria 4-6 Grado	Media 1-3 Grado	Media 4-7 Grado	Superior
38,21	1,16	23,57	18,96	7,82	6,88	3,40

Fuente: Dirección Municipal de Planificación.

1.1.17.5.2. Asistencia escolar

De la población de 7 a 14 años (31 160), el 17,51 por ciento no asistió a la escuela, aduciendo en orden de prioridad las causas siguientes: no le gusta o no quiere ir, falta de dinero, padres no quieren, y falta de escuela en la comunidad.

1.1.17.5.3. Alfabetismo

En edad de 7 años y más, 6 de cada 10 pueden leer, escribir un párrafo sencillo en español u otro idioma, significa que el analfabetismo es del 40 por ciento, siendo éste mayor entre las mujeres que en los hombres, según la siguiente tabla.

Tabla XII. **Población alfabetizada y analfabetizada de 7 años y más**

ALFABETISMO (%)			ANALFABETISMO (%)		
Total	Hombres	Mujeres	Total	Hombres	Mujeres
61,01	55,29	44,71	38,99	44,71	55,29

Fuente: Dirección Municipal de Planificación.

Las causas en orden de prioridad por las que las personas no asisten al programa de alfabetización son las siguientes: ya no es tiempo por ser un adulto mayor, no tiene tiempo, no existe el programa en la comunidad, no hay motivación para participar.

1.1.18. Servicios de salud

1.1.18.1. Hospitales

En la cabecera municipal funciona un hospital regional, en el cual laboran bajo el sistema de turnos: 31 médicos, 1 odontólogo, 26 enfermeras profesionales, 97 enfermeras auxiliares y 14 laboratoristas.

1.1.18.2. Centros de salud

Aledaño al hospital regional funciona un centro de salud tipo “B” (sin servicio de encamamiento), prestando el servicio en horario normal de trabajo; cuenta con 2 médicos nacionales, 1 médico cubano, 1 odontólogo, 1 enfermera profesional, 6 enfermeras auxiliares y 2 técnicos en salud rural.

1.1.18.3. Puestos de salud

Existen 6 puestos de salud, atendidos cada uno por: 1 auxiliar de enfermería y 1 técnico en salud rural; se ubican en: Choval, Saxoc, Chitocán, Secocpur, Salacuin y El Peyán.

1.1.18.4. Sistema integrado en servicios de salud

Para ampliar cobertura, especialmente en el área rural, bajo la responsabilidad de la Jefatura de Área de Salud, funcionan 3 instituciones Prestadoras del Servicio de Salud (entre ellas la municipalidad), que cubren 5 jurisdicciones, cada una de las cuales cuenta con 1 ó 2 médicos, 1 ó 2 enfermeras ambulantes y 1 ó 2 facilitadores institucionales. Las jurisdicciones de extensión de cobertura, se describen en la siguiente tabla:

Tabla XIII. **Dirección de área de salud de Alta Verapaz. Extensión de cobertura**

Jurisdicción	Comunidades	Centros de Convergencia	Familias	Facilitadores comunitarios	Vigilantes de salud	Comadronas
Chitocán	38	12	1 680	7	78	38
Cobán Central	49	17	3 838	11	163	38
Choval-Saxoc	35	12	2 027	5	89	30
Secocpur-Cobán	55	7	2 240	7	104	60
Cobán-Nimlajacoc	37	11	742	8	56	40

Fuente: Dirección Municipal de Planificación.

1.2. Diagnóstico sobre las necesidades de servicios básicos e infraestructura del área urbana del municipio de Cobán, departamento de Alta Verapaz

1.2.1. Descripción de las necesidades

A través de un diagnóstico comunitario y con base a las solicitudes que ingresan a la Dirección Municipal de Planificación, se estableció que las necesidades básicas del municipio se orientan en los sectores de educación, salud y vías de comunicación.

De acuerdo con la información proporcionada por la Dirección Municipal de Planificación, de la Municipalidad de Cobán, personas de las comunidades y las visitas de campo, las necesidades urgentes son las siguientes:

- a. Mejoramiento del sistema vial: debido a la falta de mantenimiento después de la época de invierno, la mayor parte de las carreteras se vuelven intransitables.
- b. Introducción de agua potable: por la falta del servicio en la mayoría de las comunidades del área rural.
- c. Puestos de salud: implementar puestos de salud, ya que la mayoría de las comunidades y aldeas se encuentran bastante alejadas de la cabecera departamental y les es difícil acceder a los servicios del hospital general.
- d. Carreteras: construir nuevas rutas, que comuniquen a las comunidades y aldeas que actualmente se encuentran aisladas debido a la falta de una ruta que les facilite el acceso a la cabecera departamental
- e. Edificación escolar: construir más escuelas, debido a que las actuales ya no se dan abasto, por la gran cantidad de afluencia a las escuelas.

1.2.2. Evaluación y priorización de las necesidades

Basados en los criterios demográficos, socioeconómicos, población a beneficiar, así como en la tasa de mortalidad, se determinó la priorización de las necesidades para el municipio, entre las cuales se tienen las siguientes:

- a. Caminos de acceso a las comunidades
- b. Introducción de agua potable
- c. Puestos de Salud
- d. Edificaciones escolares

2. DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LOS BARRIOS YALGUÓ, CANTÓN LAS CASAS Y BELLA VISTA, CASERÍOS CHINIMLAJOM Y CHAQUIBEJÁ

2.1. Descripción del proyecto

El proyecto consiste en el diseño del abastecimiento de agua potable, que beneficiará a 15 619 habitantes a futuro. El período del diseño de proyecto es de 22 años, el tipo de servicio es domiciliario y se contará con dos tanques de distribución de 350 metros cúbicos cada uno. La red de distribución es por medio de ramales abiertos y la fuente de abastecimiento es el río Chió.

2.2. Caudal de aforo

El caudal de aforo de una fuente es la medición de su caudal. Para el diseño de sistemas de agua potable es importante realizar el aforo de la fuente, ya que este indicará si la fuente es suficiente para poder abastecer a la población.

La fuente es de tipo superficial, río Chió, el cual tiene un caudal de 150 litros por segundo.

Este caudal no es el cien por ciento de su caudal, debido a que se cuenta con un canal de conducción que es el que se utiliza para alimentar el tanque de captación, aprovechando únicamente un porcentaje de su caudal total.

2.3. Tipo de sistema

Tomando en cuenta que el río del cual se abastecerá el tanque de distribución se encuentra 77,41 metros por debajo de la ubicación del tanque de distribución, será necesario utilizar un sistema combinado, utilizando conducción por bombeo y la red de distribución por gravedad.

2.4. Calidad del agua

La calidad del agua depende de las características físicas, químicas y bacteriológicas que posee según su origen, subterránea, atmosférica o superficial, puede ser portadora de bacterias que se encuentren en el aire por las condiciones meteorológicas, la absorción de sustancias provenientes de la descomposición de organismos muertos y desechos sólidos que se encuentren cercanos a la fuente.

Los estudios para determinar la calidad del agua se hacen con el fin de determinar si el agua puede ser considerada como agua potable, o sea, libre de concentraciones excesivas de sustancias minerales y orgánicas; libre de tóxicos, que no transmita enfermedades y además que sea agradable a los sentidos.

2.4.1. Examen bacteriológico

Se realiza con el fin de determinar la presencia y el grado de contaminación que pueda tener el agua por presencia de materia fecal, buscando la presencia del grupo coliforme.

Conforme a los resultados que se muestran en el Anexo B, se puede concluir que el agua no es potable. Es decir que el agua sea apta para el consumo humano, por lo que se le tendrá que dar un tratamiento previo a ser distribuida, para el efecto, en el inciso 2.12 se presenta el sistema de desinfección.

Los resultados se encuentran en el anexo B.

2.4.2. Examen físico-químico

En el examen físico se determinan las características que pueden determinarse a través de los sentidos, como por ejemplo: turbidez, color, olor y sabor.

En el examen químico se determinan las cantidades de sustancias minerales que pueda tener el agua y afecten la calidad de la misma, las propiedades que se determinan se encuentran: dureza, alcalinidad, concentración de iones de hidrogeno y cloro residual.

2.5. Criterios de diseño

Los criterios de diseño dependen de factores que caracterizan a la población a la cual se beneficiará con los proyectos, estos factores pueden ser: el nivel de vida, el clima, la actividad productiva, el consumo de la población, los aspectos socioeconómicos, entre otros.

2.5.1. Período de diseño

El período de diseño es la cantidad de años durante el cual el sistema que se diseñe, será adecuado para satisfacer las necesidades de la población.

El período de diseño de este proyecto es de 20 años como óptimo, ya que este depende de: la durabilidad de los materiales y equipo utilizado en la construcción del proyecto, tomando en cuenta la antigüedad, el desgaste y el daño que puedan sufrir los materiales que componen el sistema.

2.5.2. Dotación

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

La dotación se debe definir, tomado en cuenta las características, como el clima, nivel socioeconómico, tipo de abastecimiento y costumbre de donde se ubicará el proyecto. Para este proyecto se adoptó una dotación de 90 litros habitante día.

2.5.3. Estimación de la población de diseño

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

Se requiere de un cálculo aproximado de la población a servir, 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 de acuerdo con los censos de población; debe proyectarse el tiempo según el periodo de diseño que se estime el proyecto.

Su fórmula es:

$$Pf = Pa * (1+r)^n$$

Donde:

Pf = población futura de diseño

Pa = población actual

r = tasa de crecimiento

n = período de diseño en años

Para este proyecto se utilizó la tasa de crecimiento del 6,2% que es la utilizada por el INE y por la Dirección Municipal de Planificación, para el municipio de Cobán, se determinó una población de 4 690 habitantes, y el periodo de diseño de 20 años, se tiene la información siguiente:

$$P_a = 4\,690$$

$$N = 20$$

$$R = 6,2\%$$

$$P_f = 4\,690 * (1 + 0,062)^{20} = 15\,619 \text{ habitantes}$$

2.6. Determinación de caudales

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; los cuales se verán afectados por los siguientes factores:

- a. Factor de día máximo (fdm): este factor depende del consumo máximo de un día durante el registro de un año, varía según el sector a servir. 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 a 1,3

El factor de día máximo se usará pequeño cuando las poblaciones sean muy grandes y se utilizará un factor grande cuando las poblaciones sean pequeñas, ya que el mismo es para prever el uso simultáneo del servicio. Éste se usará para determinar el caudal de conducción, para este proyecto se adoptó un factor de día máximo de 1,2.

- b. Factor de hora máximo (fhm): este factor depende del 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 se aplica pequeño cuando las poblaciones sean muy grandes y se utilizará grande cuando las poblaciones sean pequeñas, ya que el mismo es para prever el uso simultaneo del servicio, para este proyecto se adopto un factor de hora máxima de 2.

2.6.1. 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 mediante la fórmula:

$$Q_m = \frac{P_f * D_{ot}}{86\,400}$$

Donde:

Q_m = caudal medio en l/s

P_f = población futura

D_{ot} = dotación en li/ha/día

86 400 = cantidad de segundos en un día

Sustituyendo en la fórmula se obtiene:

$$Q_m = \frac{15\,619 * 90}{86\,400}$$

$$Q_m = 16,27 \text{ l/s}$$

2.6.2. Caudal máximo horario

Se determina en la hora de máximo consumo, presentada en el día de máximo consumo, multiplicando el caudal medio diario por el factor de máxima hora.

$$QMH = f_{mh} * Q_m$$

Donde:

$$Q_m = \text{caudal medio en l/s}$$

Donde:

$$QMH = \text{caudal máximo horario, l/s}$$

$$f_{mh} = \text{factor máximo horario}$$

$$Q_m = \text{caudal medio diario, l/s}$$

Sustituyendo en la fórmula se obtiene:

$$QMH = 2 * 16,27$$

$$QMH = 32,54 \text{ l/s}$$

2.6.3. Caudal máximo diario

Se determina en el día de máximo consumo representado en una serie de registros obtenidos durante un año. Este consumo debe ser satisfecho por el sistema, a falta de registro, el caudal máximo diario, será el producto de multiplicar el caudal medio diario por un factor de día máximo.

$$QMD = f_{md} * Q_m$$

Donde:

QMD = caudal máximo diario, l/s

Fmd = factor máximo diario

Qm = caudal medio diario, l/s

Sustituyendo en la fórmula se obtiene:

$$QMD = 1,2 * 16,27$$

$$QMD = 19,52 \text{ l/s}$$

2.6.4. Caudal de bombeo

El caudal de bombeo estará determinado por el caudal máximo diario. Se propone un tiempo de 12 horas de bombeo. El caudal de bombeo se determina por la siguiente fórmula:

$$Q_b = (QMD * 24) / t$$

Donde:

QMD = caudal máximo diario, l/s

t = tiempo de bombeo, en horas

Qb = caudal de bombeo, l/s

Sustituyendo en la fórmula se obtiene:

$$Q_b = (19,52 * 24) / 12$$

$$Q_b = 39,04 \text{ l/s o sea } 618 \text{ GPM}$$

Se diseñaran dos líneas de conducción, debido a que se tienen dos tanques de distribución y dos equipos de bombeo de 40 *horse power*, del sistema que estaba instalado anteriormente, por lo que el caudal de bombeo será de 19,52 litros por segundo, en cada una de las líneas de conducción.

2.7. Levantamiento topográfico

Se realizó una visita de campo para poder observar todos los factores que puedan favorecer o afectar el diseño hidráulico del sistema, y obtener la ruta por donde se ubicará la tubería y las obras de arte necesarias en el sistema. El levantamiento topográfico se hace con el fin de determinar la posición horizontal y vertical de los puntos en los cuales pasara la tubería, se obtienen las elevaciones y coordenadas, así como la longitud de la línea de conducción y red de distribución.

En este proyecto, se realizó un levantamiento topográfico de poligonal abierta, debido a la dispersión de las viviendas. La topografía se realizó en las calles principales, caminos vecinales, de tal forma que se abarcó la mayoría de las viviendas beneficiadas del servicio.

Se utilizo una estación total, obteniendo la superficie planimétrica y altimétrica simultáneamente

Equipo:

Estación Total Trimble 3 600-series

Trípode

Prisma

Trompos

Estacas
Brújula
Cinta Métrica

Los resultados del levantamiento topográfico se encuentran en el anexo E.

2.8. Diseño hidráulico del sistema

2.8.1. Captación

La captación es la obra que se utiliza para reunir y disponer de una manera adecuada el agua de la fuente de abastecimiento.

En este proyecto la captación es del río Chío, por medio de una presa, para conducir el agua por un canal de conducción hasta el tanque de alimentación. Ya se encuentran construidas estas obras de arte.

2.8.2. Línea de impulsión

La línea de conducción por bombeo o de impulsión en un proyecto de agua potable, es la tubería que se coloca inmediatamente después de la bomba, y que conduce generalmente el líquido hacia un tanque de almacenamiento o directamente a un tanque de distribución.

La tubería para este tramo de conducción se calculará tomando en cuenta factores como: diámetro económico, carga dinámica total y sobre presión o más conocida como golpe de ariete.

Cálculos para el tramo de impulsión o bombeo:

a. Para el cálculo del diámetro económico se utiliza la siguiente ecuación

$$De = 1,8765\sqrt{Qb}$$

De la expresión anterior se obtiene una aproximación de diámetro, el cual se debe analizar con los diámetros comerciales; es recomendable que se analice el diámetro superior e inferior, para determinar cual es el adecuado en aspectos de funcionamiento y economía.

Con el caudal de bombeo que se obtuvo en la sección 2.6.4, para cada uno de los tanques de distribución, se calcula el diámetro de la tubería.

$$De = 1,8765\sqrt{19,52 \text{ l/s}}$$

$$De = 8,28 \text{ ''}$$

Se tiene la opción de utilizar el diámetro de 8 pulgadas y 6 pulgadas, dependerá de la velocidad, la que debe estar dentro del rango de 0,6 y 2,4 metros por segundo. y se propone tubería de 250 libras por pulgada cuadrada, por la diferencia de altura que hay entre la cota del tanque y la cota de la captación.

Con los diámetros obtenidos se calcula la velocidad para cada diámetro:

$$V_{6''} = \frac{1,974 * 19,52}{(6,235)^2} = 0,99 \text{ m/s} \quad \rightarrow \text{Cumple}$$

$$V_{8''} = \frac{1,974 * 19,52}{(8,215)^2} = 0,57 \text{ m/s} \quad \rightarrow \text{Cumple}$$

Se puede observar que ambas velocidades cumplen con los parámetros de diseño.

b. Cálculo de pérdidas de carga

$$H_f = \frac{1\,743,81114 * L * Q^{1,85}}{\phi^{4,87} * C^{1,85}}$$

Donde:

L = longitud de tubería a tanque de distribución

Q = caudal a transportar (en este caso caudal de bombeo)

ϕ = diámetro de la tubería a colocar

C = coeficiente de fricción de la tubería (150 para PVC)

$$H_{f_6} = \frac{1\,743,81114 * 220 * 19,52^{1,85}}{6^{4,87} * 150^{1,85}} = 1,62 \text{ m}$$

$$H_{f_8} = \frac{1\,743,81114 * 220 * 19,52^{1,85}}{8^{4,87} * 150^{1,85}} = 0,35 \text{ m}$$

c. Cálculo de costo de energía mensual

$$POT = \frac{Q * CDT}{76 * Ef}$$

Donde:

Q = caudal de bombeo

CDT = carga dinámica total (mca)

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

POT = potencia requerida por la bomba en hp (*horse power*)

$$POT_6 = \frac{19,52 * 1,62}{76 * 65} = 0,64 \text{ hp}$$

$$POT_8 = \frac{19,52 * 0,35}{76 * 65} = 0,13 \text{ hp}$$

Expresando la potencia en KW (0,746 kw = 1 HP)

$$POT_6 = 0,746 \text{ kw} * 0,64 \text{ HP} = 0,477 \text{ kw}$$

$$POT_8 = 0,746 \text{ kw} * 0,13 \text{ Hp} = 0,09 \text{ kw}$$

Para calcular la potencia mensual, primero se establece el número de horas que se bombeará durante el mes.

$$\text{No. horas} = (12 \text{ h/día}) * (30 \text{ días/mes}) = 360 \text{ h/mes}$$

$$POT_6 = 0,47 \text{ kw} * 360 \text{ h/mes} = 171,72 \text{ kw-h/mes}$$

$$POT_8 = 0,09 \text{ kw} * 360 \text{ h/mes} = 32,40 \text{ kw-h/mes}$$

Costo mensual de bombeo:

Diámetro	Potencia Mensual	P.U.	Costo Mensual
6"	171,72 kw-h/mes	Q. 1,78	Q. 305,66
8"	32,40 kw-h/mes	Q. 1,78	Q. 57,67

d. Costo mensual de amortización de la tubería:

Asumiendo una tasa de interés del 15% anual y 10 años para amortizar la tubería. Se calcula la amortización a través de la siguiente fórmula:

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

Donde:

$$R = 15\% \text{ anual} / 12 \text{ meses} = 0,012$$

$$n = \frac{10 \text{ años} * 12 \text{ meses}}{1 \text{ año}} = 120 \text{ meses}$$

$$A = \frac{0,012 * (0,012 + 1)^{120}}{(120 + 1)^{120} - 1} = 0,016$$

Diámetro	No. Tubos	Amortización	PU	Costo mensual
6"	74	0,016	Q. 1 215,00	Q. 1 438,56
8"	74	0,016	Q. 2 061,00	Q. 2 440,22

e. Costo total

Diámetro	Costo Mensual de Bombeo	Costo Mensual de Amortización	Total
6"	Q. 305,66	Q. 1 438,56	Q. 1 744,22
8"	Q. 57,67	Q. 2 440.22	Q. 2 497,89

Según los resultados el diámetro más económico es el de 6 pulgadas, por lo que se trabajará con este diámetro, aunque también se podría trabajar con el de 8 pulgadas.

Ahora lo que procede es verificar si el diámetro elegido cumple con el rango de velocidad mínima y máxima permitida.

$$V_{8"} = \frac{1,974 * 19,52}{(8,215)^2} = 0,57 \text{ m/s} \quad \rightarrow \text{Cumple}$$

2.8.3. Diseño de equipo de bombeo

Para calcular la potencia de la bomba que se utilizará, se tomará en cuenta el caudal de bombeo, la eficiencia de la bomba y la carga dinámica total que genera la tubería de 6 pulgadas. La capacidad de la bomba y la potencia del motor deberán ser suficientes para elevar el caudal de bombeo provisto contra la altura máxima de diseño; la eficiencia de la bomba en ningún momento será menor del 60%, en este caso se calcula con una eficiencia del 65%.

2.8.3.1. Carga dinámica total

Es la carga que debe suministrar la bomba para mover el caudal requerido por el sistema. Se determina mediante la siguiente expresión:

$$CDT = H_i + H_f + h_m + h_v$$

Donde:

CDT	=	carga dinámica total
H _i	=	altura de descarga
H _f	=	pérdida de carga debido a la fricción
H _m	=	pérdidas menores
H _v	=	pérdidas por velocidad

Altura de descarga (H_i): es la diferencia de nivel que existe entre la cota de colocación de la bomba (h_i) y la cota del tanque de distribución (h_f),

$$H_i = h_f - h_i$$

$$H_i = 577,41 - 500 = 77,41 \text{ m}$$

Pérdida de carga por fricción en la línea (H_f): es la pérdida que se produce por el paso del agua en la tubería, se da desde donde se encuentra la bomba hasta el tanque de distribución; ésta se obtiene aplicando la fórmula de *Hazen Williams* así:

$$H_f = \frac{1\,743,81114 * L * Q^{1,85}}{\phi^{4,87} * C^{1,85}}$$

Donde:

- L = longitud de tubería a tanque de distribución
- Q = caudal a transportar (en este caso caudal de bombeo)
- ϕ = diámetro de la tubería a colocar
- C = coeficiente de fricción de la tubería (150 para PVC)

Datos:

- L = 220 m
- Q = 19,52 l/s
- ϕ = 6 "
- C = coeficiente de fricción de la tubería (150 para PVC)

$$H_f = \frac{1\,743,81114 * 220 * 19,52^{1,85}}{6^{4,87} * 150^{1,85}} = 1,62 \text{ m}$$

Pérdidas menores (hm): por la diversidad de accesorios que pueden colocarse en un solo tramo de tubería, se adoptará un valor directamente de K el cual será de 10:

$$h_m = \frac{K * v^2}{2 * g}$$

Donde:

- K = factor que depende del tipo de accesorio (K=10 asumido)
- V = velocidad del flujo (m/s)
- g = gravedad (9,81m/s²)

$$h_m = \frac{10 * 0,99^2}{2 * 9,81} = 0,5 \text{ m}$$

Pérdidas por velocidad (hv): son las pérdidas que se producen en las tuberías, por los cambios de velocidad que experimenta el flujo, en diferentes secciones o tipos de tubería; si se conoce cuál es el valor de la velocidad en la tubería, por consiguiente se tiene:

$$h_v = \frac{v^2}{2g}$$

Donde:

V = velocidad del flujo
g = gravedad (9,81 m/s²)

$$h_v = \frac{0,99^2}{2 * 9,81} = 0,05 \text{ m}$$

Ya con todas las pérdidas se calcula la CDT mediante la fórmula

$$CDT = H_i + H_f + h_m + h_v$$

$$CDT = 77,41 + 1,62 + 0,5 + 0,05$$

$$CDT = 79,58 \text{ m}$$

2.8.3.2. Potencia de equipo de bombeo

Se determina mediante la siguiente expresión:

$$POT = \frac{Q * CDT}{76 * E_f}$$

Donde:

- Q = caudal de bombeo
- CDT = carga dinámica total (m.c.a.)
- Ef = eficiencia de la bomba (60%-70%)
- POT = potencia requerida por la bomba en hp (*horse power*)

Datos:

- Q = 19,52 l/s
- CDT = 79,58 m.c.a
- Ef = 65%

$$POT = \frac{19,52 * 79,58}{76 * 65} = 31,44 \text{ hp (teorico)} \approx 40 \text{ hp (comercial)}$$

Actualmente se cuenta con dos bombas de 40 caballos de fuerza, por lo que no es necesario adquirir nuevo equipo de bombeo, ya que con las que se cuenta, tienen la potencia requerida del sistema.

2.8.3.3. Verificación de golpe de ariete

Cuando se producen fluctuaciones rápidas por el encendido o apagado del equipo de bombeo, por cierre o apertura repentina de una válvula, se produce una sobre presión que es provocada por la energía cinética, en donde se da un trabajo de compresión en el agua y un trabajo de expansión de la tubería. Cuando se iguala la energía cinética con la suma de los trabajos realizados, se encuentra el valor de la sobre presión máxima, debida al golpe de ariete ante cierre brusco, el golpe de ariete máximo se determina mediante la fórmula de *Jaukovsky*, así:

$$G.A. = \frac{145 * V}{\sqrt{1 + Ea * \frac{D}{Et * e}}}$$

Donde:

- G.A. = golpe de ariete (m)
 V = velocidad del agua (m/s)
 Ea = módulo de elasticidad del agua (kg/cm²)
 D = diámetro interno (cm)
 Et = módulo de elasticidad del material de la tubería (kg/cm²)
 E = espesor de la tubería (cm)

Datos:

- V = 0,99 m/s
 Ea = 2 0670 kg/cm²
 D = 16,828 cm
 Et = 28 100 kg/cm²
 E = 0,991 cm

$$G.A. = \frac{145 * 0,99}{\sqrt{1 + 20\ 670 * \frac{16,828}{28\ 100 * 0,991}}} = 39,08 \text{ m}$$

$$\text{Caso crítico} = 79,58 + 39,08 = 118,66$$

Esto indica que la tubería de 250 libras por pulgada cuadrada, si soporta el caso crítico.

Se optó por tubería de 250 libras por pulgada cuadrada, por que actualmente la municipalidad cuenta con esta tubería, y ya que cumple con los parámetros de diseño es útil para la línea de conducción.

2.8.3.4. Especificaciones de equipo de bombeo

De acuerdo con los datos obtenidos, se utilizará una bomba centrífuga de 40 caballos de fuerza, funcionará con combustible, el período de bombeo será de 12 horas y la eficiencia no debe ser menor al 65%.

2.9. Tanque de almacenamiento

Se utiliza para almacenar el agua que proviene de fuentes o nacimientos, para este proyecto el agua se recolectará de el río Chió y será bombeada hasta el tanque de almacenamiento.

Cuenta con las siguientes características:

- a. Caja de válvula de entrada
- b. Tubería de entrada
- c. Tapadera, entrada al tanque
- d. Drenaje
- e. Ventilación
- f. Rebalse
- g. Pichacha y tubería de salida
- h. Caja de válvula de salida
- i. Cerco perimetral

La función principal de un tanque de almacenamiento es cubrir las variaciones de los horarios para el consumo, teniendo como objetivo almacenar el agua durante las horas de bajo consumo, proporcionando los gastos requeridos a lo largo del día.

2.9.1. Determinación del volumen de almacenamiento

Para un diseño adecuado del tanque de almacenamiento, se debe tomar en cuenta que las normas indican que el volumen de almacenamiento debe estar entre un 40% a 67% del caudal medio diario:

El volumen de almacenamiento se determina mediante la siguiente expresión:

$$\text{Valmacenamiento} = \frac{\% * Q_m * 86\ 400}{1\ 000}$$

Donde:

Valmacenamiento =	volumen de almacenamiento
%	= porcentaje de caudal medio diario
Q _m	= caudal medio diario
86 400	= número de segundos en un día
1 000	= número de litros en un metro cúbico

Debido al tipo de clima se tomó un 48% del caudal medio diario, sustituyendo en la fórmula los datos para diseño se obtiene:

$$\text{Valmacenamiento} = \frac{0,48 * 16,27 * 86\ 400}{1\ 000}$$

$$\text{Valmacenamiento} = 675\text{m}^3$$

Se diseñaron dos tanques de almacenamiento de 350 metros cúbicos cada uno, sus dimensiones se encuentran establecidas en los planos, se diseñó un tanque semienterrado de concreto ciclópeo, losa y vigas de concreto reforzado, para ello se aplicó las normas ACI. Para el muro fue indispensable el diseño, ya que soportará las presiones que actúan sobre él, tal es el caso de la sobrecarga que ejercerá la losa y las vigas a la hora que se encuentre en funcionamiento. Así mismo, cumplirá con la estabilidad contra volteo y la estabilidad por deslizamiento.

2.9.2. Diseño estructural del tanque

a. Diseño de losa

Determinación del sentido de trabajo de la losa

El cálculo del sentido en que trabaja la losa se determina por la relación entre el lado menor y el lado mayor

$$m = \frac{a}{b} = \frac{3,95}{4,2} = 0,94 > 0,5 \quad \text{se diseña en dos sentidos}$$

- Espesor de la losa

$$t = \frac{\text{perimetro}}{180} = \frac{16,3}{180} = 0,090$$

Se toma un espesor de 0,1 m = 10 cm

- Integración de cargas:

Carga Muerta (CM): es el peso propio de la losa

CM= Wlosa + sobrecarga

$$W_{\text{losa}} = (2400) \cdot (t) = (2400)(0,10) = 240 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Sobrecarga} = 60 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{CM} = 240 + 60 = 300 \text{ kg/m}^2$$

Carga Viva (CV): son las cargas eventuales que podría tener la losa

$$\text{CV} = 100 \text{ kg/m}^2$$

Cargas Últimas (CU): es la suma de las cargas muerta y viva afectadas por factores de seguridad. El factor para la carga muerta es un 40% más, y para la carga viva 70%.

$$\text{CM}_u = 1,4 \text{ CM} = 1,4(300 \text{ kg/m}^2) = 420 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{CV}_u = 1,7 \text{ CV} = 1,7(100 \text{ kg/m}^2) = 170 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{C}_u = 420 + 170 = 590 \text{ kg/m}^2$$

- Cálculo de momentos: se calculan los momentos positivos y negativos, determinando el acero para los momentos más fuertes en ambos sentidos; se calcula como losa simplemente apoyada.

Momentos positivos

$$M_A(+)=M_A(+)_\text{CM} + M_A(+)_\text{CV}$$

$$M_A(+)= (A^2 \cdot Ca \cdot \text{CM}_u) + (A^2 \cdot Ca \cdot \text{CV}_u)$$

$$M_A (+) = 3,95^2(0,036 * 420 + 0,036 * 170)$$

$$M_A (+) = 332 \text{ kg/m}^2$$

$$M_B (+) = M_B (+)_{CM} + M_B (+)_{CV}$$

$$M_B (+) = (B^2 * Ca * CMU) + (B^2 * Ca * CVU)$$

$$M_B (+) = 4,2^2(0,036 * 420 + 0,036 * 170)$$

$$M_B (+) = 375 \text{ kg/m}^2$$

Momentos negativos

$$M_A (-) = A^2 * Ca * CU$$

$$M_A (-) = 3,95^2 * 0 * 590$$

$$M_A (-) = 0,00 \text{ kg-m}$$

$$M_B (-) = B^2 * Ca * CU$$

$$M_B (-) = 4,2^2 * 0 * 590$$

$$M_B (-) = 0,00 \text{ kg-m}$$

Los momentos negativos son cero porque es una losa simplemente apoyada, por tanto se toma 1/3 del valor del momento positivo tanto en A como en B.

$$M_A (-) = 1/3 M_A (+) = 110 \text{ kg-m}$$

$$M_B (-) = 1/3 M_B (+) = 125 \text{ kg-m}$$

- Cálculo del Peralte

$$d = t - r - (\phi / 2) \quad \phi_{3/8} = 0,95 \text{ cm}$$

$$d = 10 - 2,5 - (0,95 / 2) = 7,03 \text{ cm}$$

- Cálculo del área de acero mínimo

$$A_{s_{\min}} = \left(\frac{14,1}{2 \cdot 810} \right) (100 \text{ cm}) (7,03 \text{ cm}) = 3,52 \text{ cm}^2$$

Espaciamiento

$$\begin{array}{l} 3,52 \text{ cm}^2 \text{ ----- } 100 \text{ cm} \\ 0,71 \text{ cm}^2 \text{ ----- } s \end{array} \quad \rightarrow \quad s = \frac{(0,71 \text{ cm}^2)(100 \text{ cm})}{3,52 \text{ cm}^2} = 20,17 \text{ cm}$$

Momento último que resiste el área de acero ($A_s = 3,52 \text{ cm}^2$)

$$M_u = \phi \left[A_s \cdot f_y \left(d - \frac{A_s \cdot f_y}{1,7 \cdot f'_c \cdot b} \right) \right]$$

$$M_u = 0,9 \left[3,52 \cdot 2 \cdot 810 \left(7,03 - \frac{3,52 \cdot 2 \cdot 810}{1,7 \cdot 210 \cdot 100} \right) \right] = 601 \text{ kg -m}$$

Como no hay ningún momento que sea mayor que éste, entonces se utiliza el área de acero mínima.

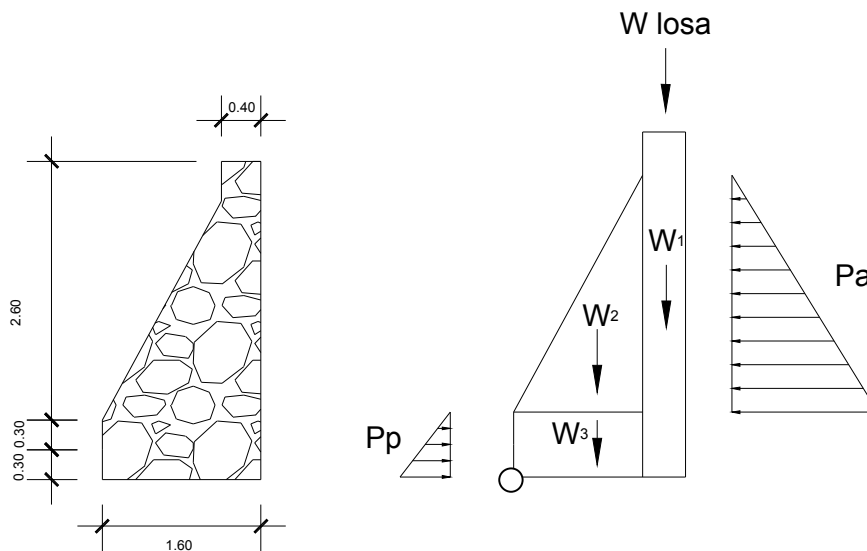
El refuerzo será colocar No. 3 @ 18 cm en ambos sentidos.

Ver detalle de armado en los planos.

b. Diseño del Muro

El muro se consideró por gravedad, de concreto ciclópeo, las dimensiones preliminares y datos para su diseño se en muestran en la figura 3.

Figura 3. **Dimensión de muros de tanque de distribución y fuerzas actuantes en los muros**



Fuente: elaboración propia.

Donde:

P_a = presión activa; P_p = presión pasiva; W_{losa} = Carga de la losa en el muro; W_1 , W_2 , W_3 = Cargas del muro producidas por su propio peso.

El valor soporte del suelo (q_{uh}) es de 15 toneladas, este valor fue asumido en base a resultados anteriores en áreas cercanas a la del proyecto.

Carga de losa sobre muro (L)

Se toma un valor uniforme de peso muerto, se considerará para el cálculo la carga última de la losa, actuando puntualmente sobre el muro como se muestra en la figura 3.

$$W_{\text{losa}} = 240 \text{ kg/m}$$

$$W_{\text{viga}} = 2 \cdot 400(0,4)(0,3) = 288 \text{ kg/m}$$

$$L = 240 + 288 = 528 \text{ kg/m}$$

Cálculo de presiones activa (Pa) y pasiva (Pp)

$$P_a = \frac{\partial_{H_2O} \cdot H^2 \cdot K_a}{2} \quad P_p = \frac{\partial_{SUELO} \cdot H^2 \cdot K_p}{2}$$

Donde:

∂_{H_2O} = Peso específico del agua

∂_{SUELO} = Peso específico del suelo

H^2 = Altura del material considerado

K_a = Coeficiente de fricción activa (a) y pasiva (p),
definidas así:

$$K_a = \frac{1 - \text{sen } \theta}{1 + \text{sen } \theta} \quad K_p = \frac{1 + \text{sen } \theta}{1 - \text{sen } \theta}$$

$$K_a = \frac{1 - \text{sen } 30}{1 + \text{sen } 30} \quad K_p = \frac{1 + \text{sen } 30}{1 - \text{sen } 30}$$

$$K_a = 0,333 \quad K_p = 3,00$$

$$Pa = \frac{1\,000 * 2,30^2 * 0,33}{2}$$

$$Pa = 872, \text{ kg}$$

$$Pp = \frac{1\,800 * 0,6^2 * 3}{2}$$

$$Pp = 972 \text{ kg}$$

Tabla XIV. **Cálculo de momentos actuantes en el muro respecto al punto cero**

Figura	Área	Peso (w)	Brazo (m)	Momento (kg-m)
1	1,28	2 880	1,4	4 032
2	1,32	2 970	0,8	2 376
3	0,72	1 620	0,6	972
Wlosa		528	1,4	739,2
Pp		975	0,4	390
Total		Σ 8 973 kg		Σ 8 509,2 kg - m

Fuente: elaboración propia.

Chequeo contra volteo

Momentos de volteo:

$$Mv = \frac{Pa * H}{3}$$

$$Mv = \frac{872 \text{ kg} * 2,2}{3}$$

$$Mv = 640,1 \text{ kg-m}$$

Donde: Mv= momento de volteo; Pa= presión activa;

H= altura del muro

Para que el muro resista el volteo, el factor de seguridad (FS) debe ser mayor de 1,5

$$FS = M_r / M_v = 8\,509,2 / 640,1 \quad FS = 13,3 \geq 1,5 \quad \text{ok}$$

Sí resiste el volteo.

Donde: M_r = Momento resultante (total)

Chequeo contra deslizamiento

$$CF = 0,9 \tan \theta \quad CF = 0,9 * \tan 30 \quad CF = 0,5196$$

Fuerza de fricción (F_f):

$$F_f = W * CF = 8\,973 * 0,5196 \quad F_f = 4\,662,37$$

Donde: W = carga total; CF = coeficiente de fricción

El factor de seguridad debe ser mayor de 1,5 para que soporte el deslizamiento.

$$FS = (P_p + F_f) / P_a = (972 + 4\,662,37) / 872,85$$
$$FS = 6,455 \geq 1,5 \quad \text{ok}$$

Sí resiste el deslizamiento.

Donde: FS = factor de seguridad; P_p = presión pasiva;
 F_f = fuerza de fricción; P_a = presión activa

Chequeo de presiones

El suelo debe ser capaz de soportar todos los efectos de las cargas que provengan de la estructura, en este caso la capacidad de soporte del suelo (quh) es de 15 toneladas sobre metro cuadrado, según resultado de estudios anteriores.

$$X = \frac{Mr - Mv}{W} = \frac{8\,509,2 - 640,1}{8\,973}$$

$$X = 0,87$$

$$e = X - \frac{L}{2} \qquad e = 0,87 - \frac{1,6}{2} \qquad e = 0,07$$

Entonces:

$$q = \frac{W}{L} \pm \frac{6eW}{L^2}$$
$$q = \frac{8\,973}{1,6} \pm \frac{6 * 0,07 * 8\,973}{1,6^2}$$

$$q_{\text{máx}} = 7\,080 < q_{\text{uh}} \qquad \text{OK}$$

$$q_{\text{mín}} = 4\,136 > 0 \qquad \text{OK}$$

Donde: e= excentricidad; L= longitud del muro; X= distancia aplicada

q= presión sobre el suelo; $q_{\text{máx}}$ = presión máxima;

$q_{\text{mín}}$ = presión mínima; q_{uh} = capacidad soporte;

W = carga total; L= longitud de la base del muro

De acuerdo con estos resultados el muro resiste las cargas a que estará sujeto, es decir, no habrá presión mayor al valor soporte, ni presión negativa.

c. Diseño de vigas y columna

Diseño de vigas

El predimensionamiento de la viga se puede realizar con base al criterio de que por cada metro lineal de luz libre, aumentar ocho centímetros de peralte y la base equivale a ½ del peralte.

Cálculo de peralte de la viga

$$t_{\text{viga}} = 0,08 * \text{Luz viga crítica}$$

$$t_{\text{viga}} = 0,08 * 4,2$$

$$t_{\text{viga}} = 0,33\text{m} \approx 0,40 \text{ m}$$

Integración de cargas sobre la viga

$$W_{\text{losa(viga V1)}} = (2\ 400)(0,1)(4,4) = 1\ 056 \text{ kg}$$

$$W_{\text{propio(viga V1)}} = (2\ 400)(0,4)(0,2) = 192 \text{ kg}$$

$$\text{Sobre carga} = 60 \text{ kg}$$

$$W_{\text{total}} = 1\ 308 \text{ kg}$$

Cálculo de momentos sobre la viga

$$M(+)=\frac{w \cdot l^2}{8}=\frac{1\,308 \cdot 4,2^2}{8}=2\,884,14 \text{ kg-m}$$

$$M(-)=0 \text{ kg-m}$$

Límites de acero

$$A_s \text{ mín} = \frac{14,1}{2\,810} \cdot b \cdot d$$

$$A_s \text{ mín} = \frac{14,1}{2\,810} \cdot (20) \cdot (36) = 3,61 \text{ cm}^2$$

$$A_s \text{ máx} = 0,5 \cdot \delta_{bal} \cdot b \cdot d$$

$$\delta_{bal} = \left(\frac{0,85 \cdot \beta_1 \cdot 6\,120 \cdot f_c}{f_y \cdot (f_y + 6\,120)} \right)$$

$$\delta_{bal} = \left(\frac{0,85 \cdot 0,85 \cdot 6\,120 \cdot 210}{2\,810 \cdot (2\,810 + 6\,120)} \right) = 0,037$$

$$A_s \text{ máx} = 0,5 \cdot 0,037 \cdot 20 \cdot 36 = 13,32 \text{ cm}^2$$

Refuerzo longitudinal

Cálculo para $M(+)_1 = 2\,884,14 \text{ kg-m}$

$$A_s = \left(b * d - \sqrt{(bd)^2 - \frac{Mu * b}{0,003825 * f'c}} \right) * 0,85 \left(\frac{f'c}{f_y} \right)$$

$$A_s = \left(20 * 36 - \sqrt{(20 * 36)^2 - \frac{2 884,14 * 20}{0,003825 * 210}} \right) * 0,85 \left(\frac{210}{2 810} \right) = 3,28 \text{ cm}^2$$

Cálculo para $M(-)1 = 0 \text{ kg-m}$

$$A_s = \left(20 * 36 - \sqrt{(20 * 36)^2 - \frac{0 * 20}{0,003825 * 210}} \right) * 0,85 \left(\frac{210}{2 810} \right) = 0 \text{ cm}^2$$

As requerido es menor a $A_{s\text{mín}}$, colocar $A_{s\text{mín}} = 3,61 \text{ cm}^2$.

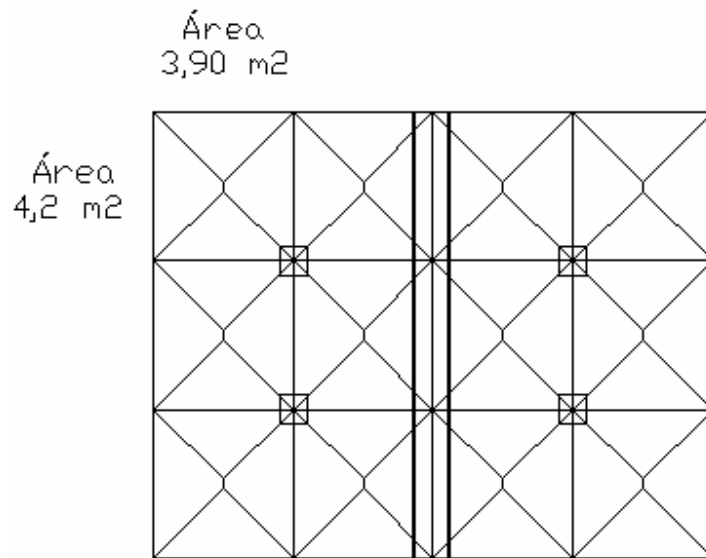
Diseño de columna

El método que se utilizará para predimensionar las columnas, se basa en el cálculo de la carga axial aplicada a la columna crítica, y de esta se determina el área bruta de la sección, por medio de la ecuación (10-2) del código ACI 318-05, capítulo 10 sección 10.3.6.2. Al tener este valor se puede proponer las medidas de la sección. En este caso, las dimensiones de la sección de la columna crítica, se utilizarán en todas las columnas, para guardar simetría.

$\Phi P_n(\text{máx}) = 0,8\Phi[0,85 * f'c (A_g - A_{st}) + f_y * A_{yt}]$ ecuación (10-2) ACI 318-05

Donde: $1\%A_g \leq A_{st} \leq 8\%A_g$

Figura 4. Diagrama de áreas tributarias de la losa



Fuente: elaboración propia.

Integración de cargas de losa sobre vigas

$$W_{\text{losa}}(\text{viga V1}) = (2\ 400)(0,1)(4,4) = 1\ 056\ \text{kg}$$

$$W_{\text{losa}}(\text{viga V2}) = (2\ 400)(0,1)(3,9) = 936\ \text{kg}$$

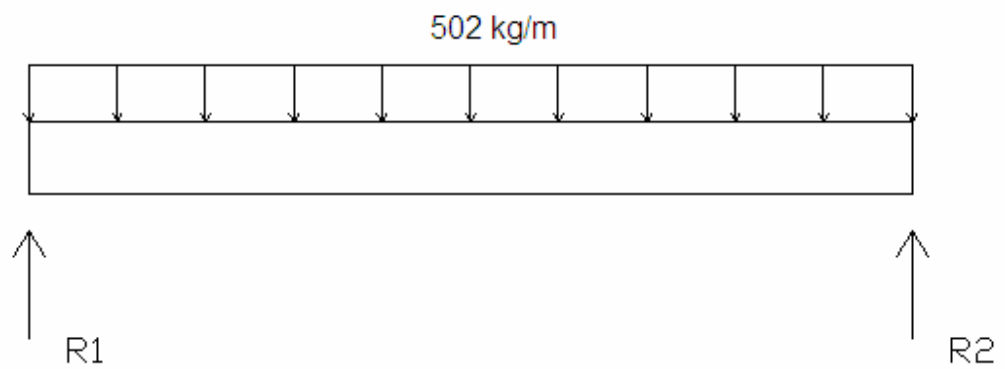
$$\text{Carga distribuida (viga V1)} = (2\ 112)/(4,2) = 502\ \text{kg/m}$$

$$\text{Carga distribuida (viga V2)} = (1\ 872)/(3,95) = 480\ \text{kg/m}$$

Determinación de reacciones en las vigas

Viga V-1

Figura 5. Distribución de carga sobre viga V-1



Fuente: elaboración propia.

$$+\uparrow \sum My = 0$$

$$R1(4,2) - \frac{2\ 112}{2}(2,1) = 0$$

$$R1 = 528 \text{ kg}$$

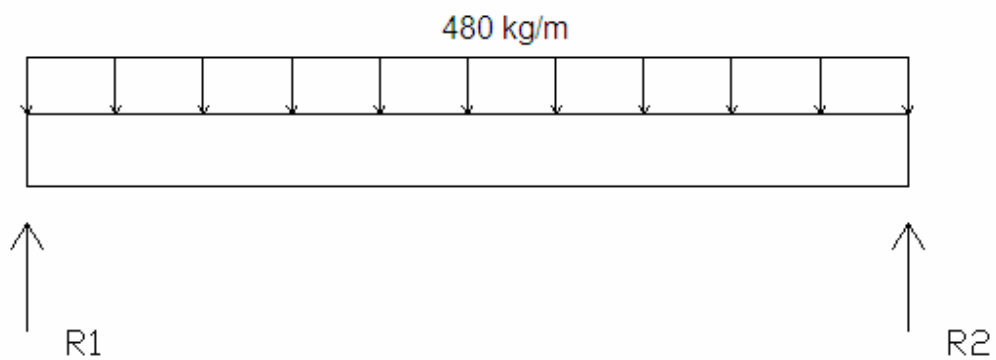
$$+\uparrow \sum Fy = 0$$

$$R2 - \frac{2\ 112}{2} + 528 = 0$$

$$R2 = 528 \text{ kg}$$

Viga V-2

Figura 6. **Distribución de carga sobre viga V-2**



Fuente: elaboración propia.

$$+\uparrow \sum My = 0$$

$$R1(3,95) - \frac{1896}{2}(1,975) = 0$$

$$R1 = 474 \text{ kg}$$

$$+\uparrow \sum Fy = 0$$

$$R2 - \frac{1896}{2} + 474 = 0$$

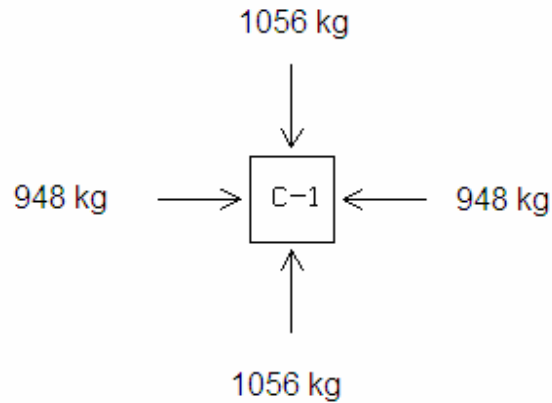
$$R2 = 474 \text{ kg}$$

Carga total sobre la columna

$$P = 1056 + 1056 + 948 + 948$$

$$P = 3984 \text{ kg.}$$

Figura 7. **Distribución de carga sobre columna C-1**



Fuente: elaboración propia.

Predimensionamiento de la columna

$$P = 0,8(0,225 \cdot f_c \cdot A_g + f_y \cdot A_s)$$
$$3\,984 = 0,8(0,225 \cdot 210 \cdot A_g + 2\,810 \cdot 0,01A_g)$$
$$3\,984 = 0,8(75,35A_g)$$
$$3\,984 = 60,28(A_g)$$
$$660,9 = A_g$$

Sección de Columna= 30 cm*30 cm

Refuerzo

Según ACI, el área de acero en una columna debe estar dentro de los siguientes límites $1\% A_g < A_s < 6\% A_g$, en zona sísmica.

$$A_s = 30 * 30 * 0,03 = 27 \text{ cm}^2$$

$$A_s = 4,18 \text{ in}^2$$

8varillas # 4

Confinamiento

Para la longitud de confinamiento, se selecciona la mayor de las siguientes opciones.

$$L / 6 = 3 / 6 = 0,5 \text{ m}$$

Lado mayor de la columna = 0,30 m

Longitud de confinamiento 0,50 m, en ambos extremos.

2.10. Diseño de red de distribución

Una vez que se realizó el estudio de campo, y definidas las obras de arte que han de conformar el sistema de abastecimiento de agua potable, se procederá al diseño de los diferentes ramales.

El análisis de la red debe de diseñarse tomando en cuenta las condiciones más desfavorables, así mismo las presiones en la red deben satisfacer ciertas condiciones mínimas y máximas, para que sean capaces de llevar el agua a todos los usuarios.

Debido a la distribución de las viviendas, la red de distribución se diseñará por ramales abiertos, tomando en cuenta los siguientes criterios (según las normas de UNEPAR):

La presión mínima será de 10 mca y la máxima de 40 mca.

El caudal de distribución variará dependiendo del ramal que se analice.

Para el diseño se utilizó la fórmula básica de *Hazen-Williams*; la cual viene dada por:

$$h_f = \frac{1\,743,811 * (l) * (Q^{1,85})}{(C^{1,85}) * (D^{4,87})}$$

Donde:

- h_f = pérdida de carga o presión (mca)
- l = longitud del tramo (m)
- Q = caudal (l/s)
- C = coeficiente de fricción según calidad de tubería
para pvc se usará $c=150$
- D = diámetro de la tubería (pulgadas)

El diseño fue realizado con una hoja electrónica, por lo que a continuación se da un ejemplo de diseño, tomando un ramal.

Se utilizó el diámetro de 8 pulgadas, ya que es el que menos pérdidas proporcionará, debido a que se necesita que la pérdida sea la mínima, por la diferencia de alturas que existe entre los demás ramales, ya que si se reduce el diámetro la pérdida aumentará y no se podrán tomar en cuenta los ramales que tenga poca diferencia de altura con respecto al nivel del tanque.

Datos:

$$Q = 30,65 \text{ l/s}$$

$$L = 358,55 \text{ m}$$

$$C = 150$$

$$D = 8''$$

$$hf = \frac{1\,743,811 * (358,55) * (30,65^{1,85})}{(150^{1,85}) * (8^{4,87})} = 1,32 \text{ m}$$

La presión dinámica viene dada por la cota piezométrica del punto menos la cota del terreno.

$$Pd = 500 - 466,51 = 33,49 \text{ mca}$$

La presión estática viene dada por la cota piezométrica inicial menos la cota del terreno donde finaliza el tramo.

$$Pe = 500 - 455,51 = 33,49 \text{ mca}$$

También se chequean las velocidades, las cuales deben de estar dentro del rango de $0,3 \leq v \leq 3$, se calcula de la siguiente manera:

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

$$V = \frac{1,974 * 30,65}{8^2} = 0,95 \text{ m/s}$$

2.11. Obras hidráulicas

También son llamadas obras de arte, se utilizan en el recorrido de la tubería, según la necesidad que se presente en cualquier punto que pueda afectar al sistema hidráulico, entre las obras hidráulicas se utilizaron:

Caja y válvula de compuerta: son válvulas que funcionan mediante el descenso progresivo de una compuerta, lo cual evita el golpe de ariete, se utilizan para regular el paso del agua en ramales, se colocaron en la salida de los tanques de distribución y en los ramales de Chinimlajom, Yalguó, Chaquibejá y Bella Vista.

2.12. Sistema de desinfección

Desinfección es el proceso de destrucción de microorganismos patógenos presentes en el agua, mediante la aplicación directa de medios físicos y químicos para obtener agua potable.

En este caso, la desinfección se realizará mediante el uso de cloro, ya que es efectivo, económico y fácil de utilizar. La cloración se hará mediante pastillas o tabletas, (formas de presentación del cloro, que tienen un tamaño de 3 pulgadas de diámetro, por 1 pulgada de espesor), con una solución de cloro al 90 % y un 10 % de estabilizador. El peso de cada tableta es de 200 gramos y la velocidad a la que se disuelve en agua en reposo es de 15 gramos en 24 horas.

Alimentador automático de tricloro. El alimentador de tricloro es un recipiente en forma de termo que alberga tabletas, las cuales que se disuelven mediante el paso del agua en el mismo; estos alimentadores se diseñarán para

diferentes capacidades de tabletas, dependiendo del caudal requerido para el proyecto.

De entre los derivados del cloro se eligieron las tabletas a través del alimentador automático, dado que este método es mucho más económico en cuanto a su costo y operación, comparado con el hipoclorito que necesita de un operador experimentado y a tiempo completo.

Para determinar la cantidad de tabletas necesarias para clorar el caudal de agua para el proyecto, se aplica la fórmula que se utiliza para hipocloritos, la cual es:

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

Donde:

- G = gramos de tricloro
- C = miligramos por litro o ppm deseados.
- M = litros de agua a tratarse por día = $Q_m * 86\ 400\ s$
- D = número de días que durará
- %Cl = concentración de cloro

Para este proyecto, la cantidad de tabletas de tricloro que se necesita para un período de 7 días es:

$$M = Q_m * 86\ 400\ s$$

$$M = 16,27\ l/seg * 86\ 400\ s$$

$$M = 1\ 405\ 728\ litros\ por\ día$$

$$G = \frac{0,001 * 1\ 405\ 728 * 7}{\%0\ 9}$$

$$G = 10\ 933,44 \text{ gramos / semana}$$

Se necesita 10 933,44 gramos/semana de tricloro, equivalente a 54,5 tabletas a la semana, entonces se propone colocar dos alimentadores automáticos modelo CL 220 con capacidad para 36 pastillas.

Instalación del alimentador automático de tricloro

La instalación de este tipo de sistema de cloración debe hacerse en función del diámetro de la tubería de conducción así; para diámetros mayores de 2 pulgadas el alimentador debe colocarse en paralelo con la línea de conducción; en tanto que se el diámetro de la tubería de conducción es igual o menor a 2 pulgadas el alimentador debe colocarse en serie con ésta.

Con base en lo anterior, para este caso la instalación del hipoclorador se hará en paralelo con la tubería de conducción, tal como se muestra en los planos de detalles, entre la caja de válvula de entrada y el tanque de distribución; este sistema permite que en forma directa se inyecte la solución a la tubería, con esto se logra una mezcla más homogénea en menor tiempo, en el tanque de distribución.

2.13. Programa de operación y mantenimiento

El mantenimiento preventivo consiste básicamente en proteger los componentes del sistema de agua potable, con la finalidad de disminuir costos mayores en un futuro. Por eso, es necesario que la municipalidad de Cobán contemple la capacitación de los integrantes del comité de las comunidades,

para que tengan conocimiento de las actividades mínimas a realizar para un buen mantenimiento del sistema.

Tabla XV. **Manual de operación y mantenimiento**

ESTRUCTURA	TRABAJO A REALIZAR	TIEMPO	CARGO
CAPTACIÓN	Inspección de área adyacente para determinar posible contaminación de fuente.	Cada 4 meses	Fontanero
	Revisión de estructuras para determinar fisuras y filtraciones.	Cada 4 meses	Fontanero
	Revisión de válvulas para determinar posibles fugas.	Cada 4 meses	Fontanero
	Toma de muestras para análisis de laboratorio.	Cada mes	Fontanero
	Lavar caja captación, con cepillo plásticos, sin usar jabón o detergente.	Cada 6 meses	Fontanero
	Limpieza de caja de captación, abriendo válvula de compuerta para eliminar sedimentos en el fondo.	Cada mes	Fontanero
LÍNEA DE CONDUCCIÓN	Limpia, chapeo e inspección para determinar fugas.	Cada mes	Fontanero
	Verificar caja de válvula para determinar daños y fugas.	Cada mes	Fontanero
TANQUE DE DISTRIBUCIÓN	Verificar cajas de válvulas de compuerta, tubería y accesorios para determinar posibles fugas.	Cada mes	Fontanero
	Limpia y chapeo de área adyacente, para evitar crecimiento de maleza.	Cada 3 meses	Fontanero
	Limpieza y lavado de tanques eliminando material sedimentado.	Cada 4 meses	Fontanero
	Revisión del tanque para determinar fisuras.	Cada 6 meses	Fontanero
	Aforo para determinar producción de fuente.	Cada mes	Fontanero

continuación tabla XV

EQUIPO DE DESINFECCIÓN	Revisar existencia de tabletas hipoclorito calcio.	Cada semana	Fontanero
	Revisar válvulas, tubería y dosificador para determinar fugas y daños.	Cada semana	Fontanero
	Chequear cloro residual en puntos más lejanos de la red de distribución.	Cada semana	Fontanero
RED DE DISTRIBUCIÓN	Recorrido de calles para determinar Fugas.	Cada mes	Fontanero
	Toma de muestras de agua para análisis de laboratorio.	Cada 6 meses	Fontanero
	Verificar caja de válvula para determinar daños y fugas.	Cada 6 meses	Fontanero
CONEXIONES DOMICILIARES	Revisar llaves de paso y chorro, para determinar posibles fugas.	Cada mes	Fontanero
	Revisar que la caja de la llave de chorro no esté dañada.	Cada 6 meses	Fontanero
	Eliminar cualquier estancamiento de agua.	Cada mes	Fontanero

Fuente: elaboración propia.

2.14. Propuesta de tarifa

En la propuesta de tarifa se contemplan el gasto de cloro, pago del fontanero, gastos de mantenimiento, operación y administración (papelería y recibo de pago).

Salario fontanero mensual Q. 2 000,00

Costo de mantenimiento (CM)

Este costo se utilizará para la compra de materiales del proyecto cuando sea necesario mejorar o sustituir los que estén instalados. Se estima como el 10 por ciento del costo total del proyecto presupuestado.

$$CM = \frac{0,1 * \text{Costo Proyecto}}{12} = \frac{0,1 * 3\,423\,147,00}{12} = \text{Q. } 28\,526,22$$

Costo de tratamiento (CT)

Éste será el que se requiere para la compra y mantenimiento del método de desinfección, gasto mensual.

$$CT = \frac{\text{Q. } 30,00}{\text{tableta}} * 218 \text{ tabletas} = \text{Q. } 6\,540,00$$

Costo de administración (CA)

Representa el fondo que servirá para gastos administrativos. Se estima un 15 por ciento de la suma de los anteriores.

$$CA = 0,15(2\,000 + 28\,526,22 + 6\,540)$$
$$CA = \text{Q. } 5\,559,93$$

Costo de reserva (CR)

El monto dedicado a cualquier imprevisto, será del 12% de la suma de los costos de operación, mantenimiento y tratamiento.

$$\begin{aligned}
CR &= 0,12(CO + CM + CT) \\
CR &= 0,12(2\ 000 + 6\ 540 + 28\ 526,22) \\
CR &= 0,12(9\ 681,05) \\
CR &= Q. 4\ 447,94
\end{aligned}$$

Cálculo de tarifa propuesta (CTP)

$$\begin{aligned}
CTP &= \frac{2\ 000,00 + 5\ 559,93 + 6\ 540,00 + 28\ 526,22 + 4\ 447,94}{2\ 450 \text{ viviendas}} \\
CTP &= 19,21 \approx 20,00
\end{aligned}$$

Se propone una tarifa mínima de Q. 20,00 por servicio mensual.

NOTA: No se incluye el costo de energía, ya que la municipalidad es la encargada de suministrarle la energía al equipo de bombeo.

2.15. Evaluación de impacto ambiental

Una definición de impacto ambiental podría definirse como la alteración, modificación o cambio en el ambiente, o en alguno de sus componentes, con cierta magnitud y complejidad, originado o producido por los efectos de la acción o actividad humana.

Un estudio de impacto ambiental es un documento que describe las características de un proyecto o actividad que se pretenda llevar a cabo o su modificación. Debe proporcionar antecedentes fundados para la predicción, identificación e interpretación de su impacto ambiental y describir la o las acciones que ejecutará para impedir o minimizar sus efectos significativamente adversos.

La evaluación de impacto ambiental, es el análisis de las posibles consecuencias de un proyecto sobre la salud ambiental, la integridad de los ecosistemas y la calidad de los servicios ambientales, que estos están en condiciones de proporcionar.

Algunos de los fines cubiertos por el estudio del impacto ambiental son:

- Riesgo para la salud de la población, debido a la cantidad y calidad de los efluentes, emisiones o residuos.
- Efectos adversos significativos sobre la cantidad y calidad de los recursos naturales renovables, incluidos el suelo, agua y aire.
- Localización próxima a población, recursos y áreas protegidas susceptibles de ser afectados, así como el valor ambiental del territorio en que se pretende emplazar.
- Alteración significativa, en términos de magnitud o duración, del valor paisajístico o turístico de una zona.
- Alteración de monumentos, sitios con valor antropológicos, arqueológicos, histórico y, en general, los pertenecientes al patrimonio cultural.

Control ambiental

Residuos y/o contaminantes que serán generados (en cantidades y contenidos) durante el proceso de construcción será producto del suelo suelto y el polvo, el cual será remojado para minimizar el impacto. Tanto en la etapa de

construcción como en la de operación, no se generará ningún tipo de emisión de gases, ni humo a la atmósfera.

Recursos naturales que serán aprovechados en las diferentes etapas: se utilizará piedra, arena para la construcción de la cajas de válvulas, tanque de distribución, obras de captación, además el suelo removido durante el zanjeo, se aprovechará para cubrir la tubería. Será utilizado en el proceso: cal, cemento, tubería pvc, hierro, arena, piedrin, solvente, agua, piedra bola y madera.

2.16. Evaluación socio-económica

En su mayoría este tipo de proyectos no son un atractivo económico, lo cual lleva a plantear un mecanismo para hacer viable el proyecto con subsidios, transferencias, impuestos, donaciones, etcétera. Sin embargo, es indispensable realizar un análisis financiero y determinar la viabilidad del proyecto. Para ello se utilizarán los métodos del valor presente neto y la tasa interna de retorno.

2.16.1. Valor presente neto

Esta es una alternativa para toma de decisiones de inversión, lo cual permite determinar de ante mano si una inversión vale la pena o no poder realizarla, y no hacer así malas inversiones que provoquen en el futuro pérdidas.

La municipalidad de Cobán contratará un fontanero para el mantenimiento del sistema por Q. 2 000,00 mensuales.

Se estima tener los siguientes ingresos: la instalación de la acometida será un pago único de Q. 300,00 por vivienda, también se pedirá un ingreso mensual por vivienda de Q. 20,00. Suponiendo una tasa de interés anual del 8%, se determinará la factibilidad del proyecto por medio del valor presente neto.

Tabla XVI. **Cálculo valor presente neto**

DESCRIPCIÓN	OPERACIÓN	RESULTADO
Costo inicial		Q. 3 423 147,00
Ingreso inicial	Q. 300/viv * 2 450 viv	Q. 735 000,00
Salario fontanero	Q. 2 000/mes * 12 meses	Q. 24 000,00
Ingreso anual	Q. 20/viv * 2 450 viv * 12 meses	Q. 588 000,00
Vida útil		22 años

Fuente: elaboración propia.

Se utilizará el signo negativo para los egresos, y el signo positivo para los ingresos, utilizando valor presente dado un pago uniforme (P/A, i, n), se tiene:

Anualidad

$$A = Q. 588 000,00 - Q. 24 000,00$$

$$A = Q. 564 000,00$$

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

VPN = valor presente dado un pago uniforme
 A = anualidad, según sea ingreso y/o egreso
 i = tasa de interés anual
 n = número de años en que se proyecta la obra

$$VPN = 564\,000,00 * \left[\frac{(1 + 0,08)^{22} - 1}{0,08 * (1 + 0,08)^{22}} \right] - (3\,423\,147,00 - 735\,000)$$

$$VPN = 3\,065\,072,42$$

Como el Valor Presente Neto calculado es mayor que cero, se dice que el proyecto es rentable, significa que la inversión a realizar se recuperará, por lo que se propone utilizar fondos de la municipalidad.

2.16.2. Tasa interna de retorno

La tasa interna de retorno se interpreta como la tasa, mínima que tiene un proyecto para recuperar la inversión sin tener ganancias. En este caso por ser un proyecto social donde no se recupera la inversión inicial, la tasa interna de retorno no tiene mayor significado. Aunque existe el beneficio social del proyecto tal y como se establece en la evaluación socio-económica del proyecto

2.17. Planos

- a. Planta general
- b. Perfiles
- c. Perfiles
- d. Perfiles
- e. Perfiles

- f. Perfiles
- g. Perfiles
- h. Perfiles
- i. Perfiles
- j. Perfiles
- k. Perfiles
- l. Detalles
- m. Detalles
- n. Detalles
- o. Detalles
- p. Detalles de válvulas y cajas
- q. Detalles llenacántaro

2.18. Presupuesto

Tabla XVII. **Presupuesto General**

RESUMEN DE PRESUPUESTO

PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE
 CHINIMLAJOM, CHAQUIBEJA, BELLA VISTA, CANTON LAS CASAS Y
COMUNIDAD: YALGUÓ
MUNICIPIO: COBÁN
DEPARTAMENTO
: ALTA VERAPAZ

No.	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	COSTO TOTAL
1	PRELIMINARES	9 612,05	ML	Q. 3,00	Q. 28 836,15
2	COLUMNAS	4,00	Unidades	Q. 1 302,00	Q. 5 208,00
3	ZAPATAS	4,00	Unidades	Q. 966,75	Q. 3 867,00
4	CAJA PARA VÁLVULAS	9,00	Unidades	Q. 1 189,42	Q. 10 704,80
5	VIGA TIPO V-1	2,00	Unidades	Q. 3 492,58	Q. 6 985,16
6	VIGA TIPO V-2	2,00	Unidades	Q. 4 163,83	Q. 8 327,66
7	VIGA PERIMETRAL	1,00	Unidad	Q. 13 273,76	Q. 13 273,76
8	VÁLVULA DE COMPUERTA	1,00	Global	Q. 85 933,57	Q. 85 933,57
9	RED DE DISTRIBUCIÓN	9 392,00	ML	Q. 269,71	Q. 2 533 116,32
10	LÍNEA DE CONDUCCIÓN	440,00	ML	Q. 541,49	Q. 238 255,60
11	TANQUE DE DISTRIBUCIÓN (350 M3)	2,00	Unidades	Q. 400 325,64	Q. 800 651,28
12	ALIMENTADOR AUTOMÁTICO TRICLORO	4,00	Unidades	Q. 12 131,04	Q. 48 524,16
13	INSTALACIONES DOMICILIARES	410,00	Unidades	Q. 1 066,88	Q. 437 421,00
14	EQUIPO DE BOMBEO	2,00	Unidades	Q. 44 400,00	Q. 88 800,00
15	LLENACÁNTARO	1,00	Unidad	Q. 1 224,32	Q. 1 224,32
	COSTO TOTAL DEL PROYECTO				Q. 4 311 128,79

Fuente: elaboración propia.

3. DISEÑO DE LA CARRETERA HACIA LA COMUNIDAD MONTE BLANCO, MUNICIPIO DE COBÁN, DEPARTAMENTO DE ALTA VERAPAZ

3.1. Descripción del proyecto

El proyecto consiste en diseñar una carretera tipo F, con una longitud de 544,87 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 5,5 metros, cunetas naturales, cunetas revestidas y drenajes transversales.

3.2. Estudio de suelos

Los estudios de suelos se deben de realizar antes de realizar una nueva obra, para determinar las propiedades físico-mecánicas de los suelos, clasificarlos y describirlos adecuadamente, que serán la base principal para el diseño de la carretera. Los resultados del análisis de laboratorio se encuentran en el apéndice D y son los siguientes:

3.2.1. Ensayo de granulometría

La granulometría es la propiedad que tiene los suelos naturales de mostrar diferentes tamaños en su composición.

El análisis granulométrico se hace en dos etapas: la primera se realiza por medio de una serie de tamices convencionales para suelos de granos grandes, medianos o suelos granulares como: piedra triturada, grava y arenas.

La segunda por un proceso de vía húmeda para suelos de granos finos como limos, limos-arenosos, limos-arcillosos y arcillas. Este análisis mecánico vía húmeda se basa en el comportamiento de material granular en suspensión dentro de un líquido al sedimentarse.

Todo el análisis granulométrico deberá ser hecho por vía húmeda según lo descrito en AASHTO T 27 y T-11.

Según el resultado del análisis se puede clasificar el tipo de suelo, en el inciso 3.2.6 se hace un análisis en base a los resultados obtenidos, los resultados de análisis de laboratorio se presentan en el anexo D.

3.2.2. Límites de Atterberg

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

3.2.2.1. Límite líquido

Es el estado del suelo cuando se comporta como una pasta fluida.

Se define como el contenido de agua necesario para que, a un determinado número de golpes (normalmente 25 golpes), en la copa de

casagrande, se cierre 1,27 centímetros. a lo largo de una ranura formada en un suelo moldeado, cuya consistencia es la de una pasta dentro de la copa.

El límite líquido fija la división entre el estado líquido y el estado plástico.

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

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

El procedimiento analítico para la determinación de este límite se basa en la norma AASHTO T 89 teniendo como obligatoriedad al hacerlo sobre muestra preparada en húmedo.

Según el resultado del análisis se puede clasificar el tipo de suelo, en el inciso 3.2.6 se hace un análisis en base a los resultados obtenidos, los resultados de análisis de laboratorio se presentan en el anexo D.

3.2.2.2. Límite plástico

Es el estado límite de suelo ya un poco endurecido, pero sin llegar a ser semisólido. El límite plástico es el contenido de humedad por debajo del cual el suelo se comporta como un material plástico. A este nivel de contenido de

humedad el suelo está en el vértice de cambiar su comportamiento al dar un fluido viscoso.

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

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

En el inciso 3.2.6 se hace un análisis en base a los resultados obtenidos, los resultados de análisis de laboratorio se presentan en el anexo D.

3.2.2.3. Índice de plasticidad

Tanto el límite líquido como el límite plástico, dependen de la calidad y del tipo de arcilla; sin embargo, el índice de plasticidad, depende generalmente, de la cantidad de arcilla en el suelo.

Cuando un suelo tiene un índice plástico (I.P.) igual a cero el suelo es no plástico; cuando el índice plástico es menor de 7, es suelo es de baja plasticidad; cuando el índice plástico está comprendido entre 7 y 17 se dice que el suelo es medianamente plástico, y cuando el suelo presenta un índice plástico mayor de 17 se dice que es altamente plástico.

Según el resultado del análisis se puede determinar la plasticidad del material, en el inciso 3.2.6 se hace un análisis en base a los resultados obtenidos, los resultados de análisis de laboratorio se presentan en el anexo D.

3.2.3. Ensayos para el control de la construcción

La compactación de suelos en general es el método más barato de estabilización disponible. La estabilización de suelos consiste en el mejoramiento de las propiedades físicas del suelo para obtener una óptima estructura, resistencia al corte y relación de vacíos deseable.

3.2.3.1. Determinación del contenido de humedad

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

3.2.3.2. Densidad máxima y humedad óptima

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

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

máxima, es necesario que la masa del suelo tenga una humedad determinada, la que se conoce como humedad óptima.

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

- a. Reducción del volumen de vacíos y la capacidad de absorber humedad.
- b. Aumenta la capacidad del suelo, para soportar mayores cargas. El ensayo de compactación Proctor consiste en tomar una cantidad de suelo, pasarlo por el tamiz, añadirle agua y compactarlo en un molde cilíndrico en tres capas con veinticinco golpes por capa con un martillo de compactación.

Luego de compactar la muestra, esta es removida del molde y demolida nuevamente para obtener pequeñas porciones de suelo que servirán para determinar el contenido de humedad en ese momento del suelo.

Se añade más agua a la muestra, tendiendo a obtener una muestra más húmeda y homogénea, se procede a hacer nuevamente el proceso de compactación. Esto se repite sucesivamente para obtener datos para la curva de densidad seca contra contenido de humedad. Para este ensayo se utiliza un martillo de compactación de caída controlada, cuyo peso sea de 10 libras y se aumenta el número de capas a cinco.

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

- a. Mejor acomodación de las partículas que forman la masa de un suelo, reduciendo su volumen y aumentando el peso unitario o densidad.

- b. Al tener una humedad óptima más baja, las operaciones de riego son más económicas, lo que facilita la compactación.

Según el resultado del análisis se determina la densidad máxima y la humedad óptima, en el inciso 3.2.6 se hace un análisis en base a los resultados obtenidos, los resultados de análisis de laboratorio se presentan en el anexo D.

3.2.3.3. Ensayo equivalente de arena

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

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

Este ensayo no se realizó para este proyecto.

3.2.4. Ensayo de compactación o proctor modificado

Compactación es todo proceso por medio del cual, se aumenta el peso volumétrico de un material. La densidad que se puede obtener de un suelo por medio de un método de compactación dado, depende de su contenido de humedad.

El contenido que da el más alto peso unitario en seco (densidad), se llama contenido óptimo de humedad para aquel método de compactación. En general, ésta humedad es menor que la del límite plástico y decrece al aumentar la compactación.

En el inciso 3.2.6 se hace un análisis en base a los resultados obtenidos, los resultados de análisis de laboratorio se presentan en el anexo D.

3.2.5. Ensayo de valor soporte CBR

El valor relativo de soporte de un suelo (C.B.R.), es un índice de su resistencia al esfuerzo cortante, en condiciones determinadas de compactación y humedad, se expresa en porcentaje de la carga requerida, para producir la misma penetración, en una muestra estándar de piedra triturada.

Para este ensayo es necesario conocer la humedad óptima y la humedad actual del suelo, para así, poder determinar la cantidad de agua que se añadirá a la muestra de suelo. Los cilindros se compactan en cinco capas, para 10, 30 y 65 golpes, por cada capa. Para cada cilindro compactado se obtendrá el porcentaje de compactación (%C), el porcentaje de expansión y el porcentaje de CBR. El procedimiento analítico se rige por la norma AASHTO T 193.

Los resultados del análisis se describen en el inciso 3.2.6, se hace un análisis en base a los resultados obtenidos, los resultados de análisis de laboratorio se presentan en el anexo D.

3.2.6. Análisis de resultados

Datos

Densidad seca máxima de 1 829 kg/ m^3

Humedad óptima: 12,9 %

Límite líquido: 38,9 %

Índice plástico: 9,8 %

% de grava: 33,09

% de arena: 49,93

% de finos: 16,98

Por medio del Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS), se realizó la clasificación del suelo, su clasificación es SM, que la define como una arena arcillosa color gris con partículas de grava.

Con los resultados de laboratorio se puede determinar lo siguiente:

Es un suelo medianamente plástico debido a que el índice de plasticidad se encuentra en el rango de 7 por ciento y 17 por ciento.

Por el CBR obtenido que está dentro del rango de 20 a 50, se define que es un suelo bueno, apto para Sub-base y base.

Este material se utilizara como base y carpeta de rodadura por sus características, según los resultados de laboratorio que se presentan en el anexo D.

3.3. Carpeta de rodadura

Para este tipo de carretera de penetración se utilizará una carpeta de rodadura de material balastro, ya que el uso es con fines agrícolas y que por lo tanto con un buen mantenimiento se mantendrá en aceptables condiciones. El material se obtendrá del lugar de un banco aproximadamente a menos de 10 kilómetros de donde inicia la carretera donde las características del material son apropiadas.

3.3.1. Capa de balastro

El terreno en el que se construirá la carretera presenta suelo arcilloso, por lo que será necesario proteger la terrecería mediante la aplicación de una capa de balastro, la cual será obtenida de banco de préstamo ubicado a menos de 10 kilómetros aproximadamente del tramo a construirse, dicha capa no debe ser menor de 10 centímetros ni mayor a 25 centímetros, en base a las Especificaciones Generales para Construcción de Carreteras y Puentes de la Dirección General de Caminos y tomando como guía los espesores recomendados por *Highway Research Borrad* dependiendo de la clasificación del material se deduce el espesor de la capa de balastro.

El espesor de la capa de balastro para este proyecto será de 20 centímetros de espesor, debidamente compactado. La tabla de espesores recomendados por *Highway Research Borrad* se encuentra en el apéndice G.

El balastro es un material homogéneo que debe reunir las condiciones de granulometría y calidad, como tener uniformidad y estar exento de cualquier material perjudicial o extraño (material orgánico o arcilla).

Las piedras no excederán las dos terceras partes (2/3) del espesor de la carpeta de rodadura y en ningún caso serán mayores de 10 centímetros. El peso unitario suelto debe de ser mayor a 1 450 kilogramo sobre metro cúbico (90 libras sobre pie cúbico), determinado por el método AASHTO T19, el material retenido en el tamiz No. 4 debe de estar comprendido entre 60 y 40 por ciento en peso y el material que pasa el tamiz No. 200 no debe de exceder de 15 por ciento en peso, determinado por el método AASHTO T11.

El límite líquido debe ser menor a 35 por ciento determinado por el método AASHTO T 89 y un índice de plasticidad entre 5 y 11 por ciento determinado por el método AASHTO T90.

Los resultados del análisis se presentan en el inciso 3.2.6, también se hace un análisis en base a los resultados obtenidos, los resultados de análisis de laboratorio se presentan en el anexo D.

El material del banco de materiales que se consideró, es el adecuado para extraer el material que será utilizado como carpeta de rodadura, ya que los porcentajes de los resultados se encuentran entre los rangos que establecen las normas AASHTO, los resultados del análisis se presentan en el inciso 3.2.6.

3.4. Normas para el diseño de caminos rurales

3.4.1. Criterios generales

Al realizar el trabajo de campo, se inicia el estudio para fijar el eje de la carretera o diseño de la línea de localización. Un trazo óptimo es aquel que se adapta económicamente a la topografía del terreno, estos dependiendo del

criterio adoptado que a su vez dependen del volumen del tránsito y la velocidad de diseño a utilizar.

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

Debido a la dependencia entre si de los alineamientos, que deben de guardar una relación que permita la construcción con el menor movimiento de tierras posible y con el mejor balance entre los volúmenes de excavación y relleno a producirse, obligan en determinadas circunstancias al no cumplimiento de estas normas, solamente cuando sean justificables por razones económicas, esto sin olvidar la importancia de estas recomendaciones para lograr el diseño de carreteras seguras y de tránsito cómodo.

Los criterios de diseño se tomaron en base a la tabla XVII, que son los que define la Dirección General de Caminos.

Para un T.P.D.A. 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 5,50 metros.

3.4.2. Dirección General de Caminos

La Dirección General de Caminos utiliza las Especificaciones Generales de Construcción de Carretera y Puentes, que es el que norma en forma general, las relaciones entre la Dirección General de Caminos y los Contratistas, para todas sus obras.

3.5. Levantamiento topográfico

Para un estudio topográfico es necesario un levantamiento topográfico y este resulta de la línea preliminar seleccionada.

El levantamiento topográfico en este tipo de proyectos consiste en definir una poligonal abierta, formada por ángulos y tangentes, se establece el punto de partida, el azimut de salida, el kilometraje de salida y la cota de salida del terreno.

Se utilizo una estación total, obteniendo la superficie planimétrica y altimétrica simultáneamente.

Para le realización de los trabajos de planimetría, altimetria y señalización en el campo, para el levantamiento de topografía se utilizó el equipo siguiente:

Estación Total Trimble 3 600-series

Trípode

Prisma

Trompos

Estacas

Brújula

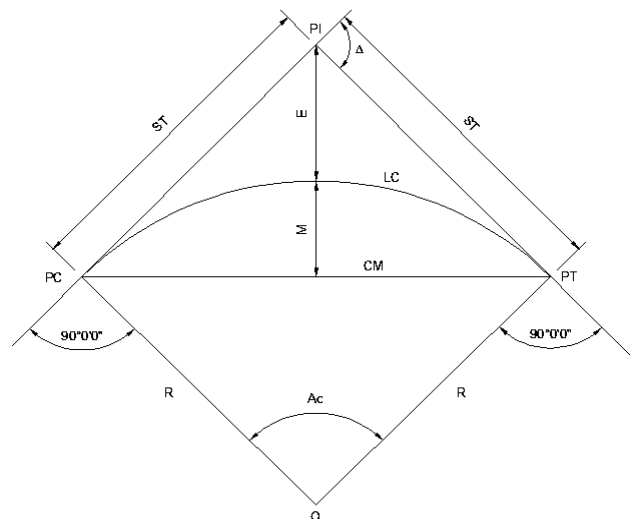
Los resultados del levantamiento topográfico se encuentran en el anexo F.

3.6. Diseño geométrico de carretera

3.6.1. Cálculo geométrico de carretera

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

Figura 8. Elementos que componen una curva simple



Fuente: Paiz Morales Byron Rene. Guía de cálculo para carreteras, p. 23.

Donde:

PC	= Punto donde comienza la curva circular simple
PI	= Punto de intersección de la prolongación de las tangentes
PT	= Punto en donde termina la curva circular simple
O	= Centro de la curva circular
Δ	= Ángulo de deflexión de la tangente
Ac	= Ángulo central de la curva circular
G	= Grado de curvatura
R	= Radio
ST	= Subtangente
E	= External
Om	= Ordenada media
C	= Cuerda
CM	= Cuerda máxima
LC	= Longitud de curva

Para el cálculo de elementos de curva es necesario tener las distancias entre los puntos de intersección de localización, los deltas (Δ) y el grado de curva (G) que será colocado por el diseñador. Con el grado (G) y el delta (Δ) se calculan los elementos de la curva.

El radio de las curvas por usar, se determina por condiciones o elementos de diseño para que los vehículos puedan transitarlas sin peligro de colisión, con seguridad, tratando que la maniobra de cambio de dirección se efectúe sin esfuerzos demasiado bruscos.

3.6.1.1. Cálculo de delta

Entre dos líneas o azimut existe una diferencia angular, denominada delta (Δ), la forma de establecerlo es mediante la diferencia entre el azimut 2 y del azimut 1. El delta nos sirve para definir el tipo de curva que se utilizará, mientras mayor sea, se utilizará una curvatura mayor.

3.6.1.2. Grado máximo de curvatura

El valor máximo del grado de curvatura correspondiente a cada velocidad de proyecto, estará dado por la expresión:

$$G_{\max} = \frac{1\,145,9156}{R}$$

3.6.1.3. Radio de curvatura

Los radios mínimos que se usarán en las diferentes carreteras serán en función de la velocidad de diseño y del peralte, de acuerdo a los valores que se indican en la tabla XVII.

Tabla XVIII. Estándares de diseño de carretera

T.P.D.A De	Carretera Tipo "A"	velocidad de diseño (km.)	Radio Mínimo (m.)	Pendiente Máxima (%)	Ancho de calzada 2 x 7,20
3 000,00	Llanas	100,00	375,00	3,00	
A	Onduladas	80,00	225,00	4,00	
5 000,00	Montañosas	60,00	110,00	5,00	
	Tipo "B"				7,20
1 500,00	Llanas	80,00	225,00	6,00	
A	Onduladas	60,00	110,00	7,00	
3 000,00	Montañosas	40,00	47,00	8,00	
	Tipo "C"				6,50
900,00	Llanas	80,00	225,00	6,00	
A	Onduladas	60,00	110,00	7,00	
1 500,00	Montañosas	40,00	47,00	8,00	
	Tipo "D"				6,00
500,00	Llanas	80,00	225,00	6,00	
A	Onduladas	60,00	110,00	7,00	
900,00	Montañosas	40,00	47,00	8,00	
	Tipo "E"				5,50
100,00	Llanas	50,00	75,00	8,00	
A	Onduladas	40,00	47,00	9,00	
500,00	Montañosas	30,00	30,00	10,00	
	Tipo "F"				5,50
10,00	Llanas	40,00	47,00	10,00	
A	Onduladas	30,00	30,00	12,00	
100,00	Montañosas	20,00	18,00	14,00	

Tabla XVI. Dirección General de Caminos.

3.6.1.4. Longitud de curva

Es la longitud del arco comprendida entre el principio de curva (PC) y el principio de tangencia (PT) según la figura 8, se define como:

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

3.6.1.5. Sub-tangente

Es la distancia entre el principio de curva (PC) y el punto de intersección (PI), cuando la curva es simétrica, la distancia entre el punto de intersección (PI) y el principio de tangente (PT) es igual.

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

3.6.1.6. Tangente

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

3.6.1.7. Cuerda máxima

Es la distancia en línea recta desde el principio de curva (PC) al principio de tangencia (PT).

$$C_{\text{máx}} = 2 * R * \sin\left(\frac{\Delta}{2}\right)$$

3.6.1.8. External

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

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

3.6.1.9. Ordenada media

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

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

3.7. Ejemplo de curva horizontal

Datos:

Delta: 21°54'12"

Radio: 18 m

Pc: 0+028,181

Pt: 0+039,65

Grado máximo de curvatura

$$G_{\text{máx}} = \frac{1\,145,9156}{30} = 38,19$$

Longitud de curva

$$L_c = 20 * \frac{\Delta}{G}$$

$$L_c = 20 * \frac{21^{\circ}54'12''}{38,19} = 11,47 \text{ m}$$

Sub-tangente

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

$$ST = 30 * \tan\left(\frac{21^{\circ}54'12''}{2}\right) = 5,80 \text{ m}$$

Cuerda máxima

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

$$C_{\max} = 2 * 30 * \sin\left(\frac{21^{\circ}54'12''}{2}\right) = 11,40 \text{ m}$$

External

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

$$E = 30 * \sec\left(\frac{21^{\circ}54'12''}{2}\right) = 0,56 \text{ m}$$

Ordenada media

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

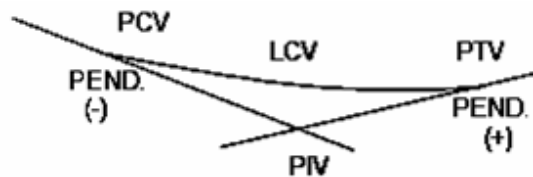
$$E = 30 * \left(1 - \cos\left(\frac{21^{\circ}54'12''}{2}\right)\right) = 0,55 \text{ m}$$

3.8. Alineamiento vertical

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

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

Figura 9. Sección de una curva vertical



Fuente: elaboración propia.

Donde:

PCV	=	principio de curva vertical
PEND	=	pendiente
PTV	=	principio de tangente vertical
PIV	=	punto de intersección vertical
LCV	=	longitud de curva vertical

3.8.1. Pendiente positiva y negativa

Se entiende por pendiente positiva aquella pendiente en la cual a medida que avanzamos sobre la carretera, se incrementa la altura respecto al punto anterior, es decir vamos hacia arriba en determinado tramo.

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

3.8.2. Pendiente máxima

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

3.8.3. Pendiente mínima

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

3.8.4. Curvas verticales

En la parte de la altimetría se estudian las curvas verticales, la finalidad de las curvas verticales es proporcionar suavidad al cambio de pendiente, estas

curvas pueden ser circulares o parabólicas aunque la más usada en nuestro país por la Dirección General de Caminos es la parabólica simple, debido a la facilidad de cálculo y a su gran adaptación a las condiciones de terreno.

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

3.8.5. Longitud de curvas verticales

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

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

3.8.6. Valores de k para visibilidad de parada

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

$$L = k * A$$

Siendo:

L = longitud mínima de la curva vertical en metros
A = diferencia algebraica de las pendientes de las tangentes verticales, en %

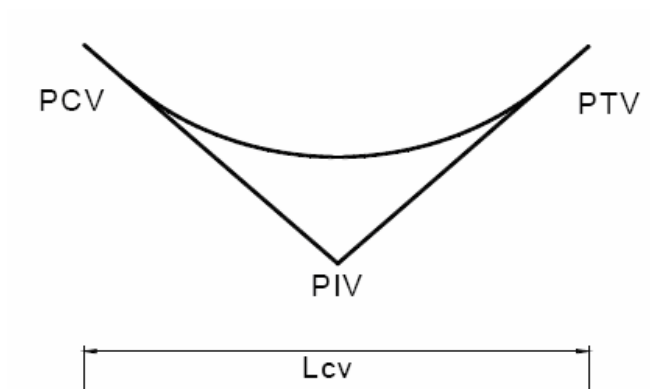
K = parámetro de la curva, cuyo valor mínimo se especifica en la tabla siguiente,

Tabla XIX. **Valores de “k” según velocidad de diseño**

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

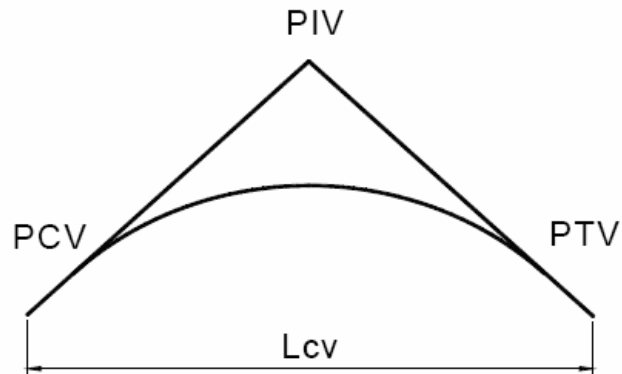
Fuente: Paiz Morales Byron Rene. Guía de cálculo para carreteras, p. 62.

Figura 10. **Curva vertical cóncava**



Fuente: elaboración propia.

Figura 11. **Curva vertical convexa**



Fuente: elaboración propia.

3.8.7. Curva cóncava

Existen curvas en descenso con ambas pendientes negativas denominadas cóncavas también conocidas como curvas en columpio. (Ver figura 9).

3.8.8. Curva convexa

También existen curvas en ascenso con ambas pendientes positivas denominadas convexas conocidas como curvas en cresta. (Ver figura 10).

3.8.9. Velocidad de diseño

Las velocidades de diseño van de acuerdo a la velocidad de diseño de la planta y de allí que la D.G.C., ha tabulado valores constantes k para determinar la longitud mínima de las curvas verticales a usarse según la velocidad de diseño y si la curva es cóncava o convexa.

3.9. Diseño de subrasante

Para efectuar el diseño de la subrasante de un tramo, se debe contar con la siguiente información:

- Haber definido el ancho de la carretera (la sección típica)
- Conocer el alineamiento horizontal del tramo
- Tener el perfil longitudinal del tramo
- Conocer las secciones transversales, las especificaciones necesarias y los datos de la clase del terreno
- Haber determinado puntos obligados

De preferencia el diseñador, deberá haber realizado una inspección en el lugar del tramo que va a diseñar, para tener un mayor número de controles. La subrasante se proyectará sobre el perfil longitudinal del terreno, el proceso de selección de rasante es por medio de tanteos, reduciéndose el número de éstos únicamente con la experiencia del diseñador. Para tener una visualización rápida del desarrollo de alineamiento horizontal, debe chequearse que en la parte inferior del perfil sean anotados los PC, PT y los grados de curva. Esto facilita el diseño de la subrasante.

Se realizó la inspección en el lugar para determinar la subrasante de la carretera, considerando los criterios de diseño de la Dirección General de Caminos como: pendiente máxima, radio mínimo y ancho de calzada, para evitar demasiado movimiento de tierra.

3.10. Movimiento 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, por ejemplo en la construcción de terraplenes, conformación de terracería entre otros. Se debe tomar en cuenta que el movimiento de tierras se encuentra directamente enlazado con el diseño de la subrasante, por lo tanto deberá ser factible desde el punto de vista económico, dependiendo de los requerimientos que el tipo de camino fije.

3.10.1. Cálculo de área de secciones transversales

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

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

Para la medición de las secciones, éstas deben estar dibujadas en papel milimetrado.

Para la ejecución de lo anterior se debe proceder a marcar 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, dando como resultado el área en metros cuadrados.

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

Otro factor a tomar en cuenta para el cálculo de secciones transversales es la inclinación del talud de la carretera, que está en función de las propiedades de los materiales. Sin embargo, cuando no se tienen mayores datos y para fines de cálculo de volúmenes de movimiento de tierras, es recomendable usar la siguiente tabla:

Tabla XX. **Tabla de 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.

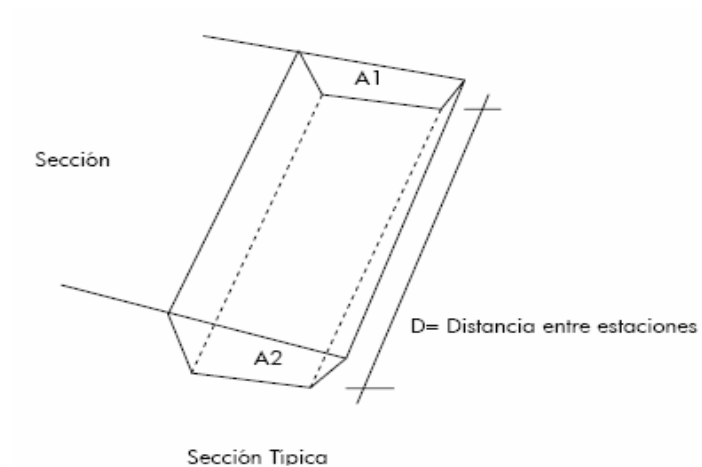
El cálculo de las secciones transversales se realizó por medio del *software* AutoCad Civil 2006, los resultados de las aéreas de secciones transversales se presentan en los planos de detalles de la carretera

3.11. Cálculo de volumen de movimiento de tierras

El cálculo se realiza entre estaciones, regularmente cada 20 metros, si las dos secciones donde se desea obtener el volumen, se encuentran en corte o en relleno, es posible hacerlo con el volumen de un prisma irregular, que es el

resultado de la semisuma de las áreas externas por la distancia entre las estaciones.

Figura 12. **Representación geométrica para el cálculo de volúmenes de movimiento de tierras**



Fuente: Pérez Méndez Augusto Rene. Metodología de actividades para el diseño geométrico de carreteras, p. 65.

El volumen de un prismoide está dado por la fórmula:

$$V = \frac{A_1 + A_2}{2} * d$$

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 de 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.

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

Donde:

C	=	Área de corte
R	=	Área de relleno
D	=	Distancia entre estaciones
D1	=	Distancia de paso

Despejando D1 queda:

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

El cálculo de volumen de corte y relleno se realizó por medio del *software* AutoCad Civil 2006, los resultados de volúmenes de corte y relleno se presentan en los planos de detalles de la carretera.

3.11.1. Coeficiente de contracción e hinchamiento

Para poder explicar lo que es el coeficiente de contracción e hinchamiento, es necesario indicar que cualquier material, ya sea de corte o de préstamo experimenta un cambio de volumen cuando pasa del estado natural al

relleno, lo que hace necesario conocer la magnitud del cambio, para poder determinar con mayor exactitud los volúmenes del material a mover.

Este coeficiente varía según diversos factores tales como: la clase de suelo, la humedad contenida, las formas de excavación, el transporte usado y el tipo de compactación, para este caso se utilizó un factor del 35% de hinchamiento, para calcular el volumen de excavación no clasificada de desperdicio.

3.12. Drenaje

La vida útil de la carretera dependerá mucho de los drenajes; éstos 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 los drenajes transversales (tuberías, bóvedas, puentes, badenes, etc.) y longitudinales (cunetas y contra cunetas).

3.12.1. Drenaje pluvial

El objetivo fundamental del drenaje en un camino, es reducir al máximo la cantidad de agua que de una u otra forma llega al mismo y pueda perjudicarlo.

Para que un camino tenga buen drenaje, debe evitarse que el agua circule en cantidades grandes por el mismo, destruyendo los pavimentos y formando baches; así también evitar que se estanque en las cunetas y reblandezca la terracería, lo que provocaría pérdida de estabilidad.

El drenaje, denominado también como obra de arte, puede clasificarse en:

- Transversal
- Longitudinal
- Sub drenaje

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 de siguiente manera:

Tráfico normal = 1,00 metros

Tráfico pesado = 1,20 metros

3.12.2. 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; estas son construidas paralelamente al eje del camino y se aloja a partir de la corona.

Las cunetas para este proyecto serán naturales y revestidas. Las cunetas revestidas se construirán en pendientes mayores al 14 por ciento y las naturales en pendientes menores al 14 por ciento.

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

3.12.2.1. Cálculo de cunetas

Área = 0,75 Ha.

C = 0,2

I = 130 mm/h

Para un aguacero de 20 minutos de duración, y una frecuencia en acontecimiento de 25 años.

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

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

Donde:

- Q = Caudal en m³/s
- C = Coeficiente de escorrentía
- I = intensidad de lluvia en mm/hr
- A = área en hectáreas

$$Q = \frac{0,2 * 130 * 0,75}{360}$$

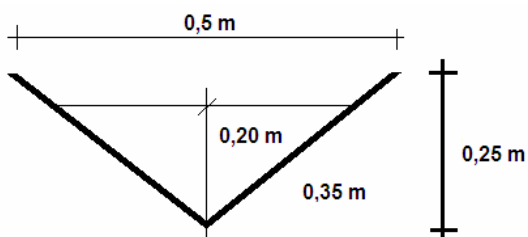
$$Q = 0,054 \text{ m}^3/\text{s}$$

Condiciones de diseño:

S= 5%

Lleno al 70%

Q= caudales



Fórmula de Radio Hidráulico

$$R = \frac{A}{P} = \frac{\text{Área}}{\text{Perímetro mojado}}$$

$$R = \frac{A}{P} = \frac{0,04 \text{ m}^2}{0,97 \text{ m}} = 0,041 \text{ m}$$

Usando la fórmula de *Manning*

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

Donde $n = 0,015$

$$Q = \frac{1}{0,015} * 0,04 * (0,041)^{\frac{2}{3}} * (0,05)^{\frac{1}{2}}$$

$$Q = \frac{1}{0,015} * 0,04 * 0,12 * 0,23$$

$$Q = 0,0736 \text{ m}^3/\text{s}$$

El área de la cuneta propuesta es suficiente para transportar el caudal de diseño.

3.12.3. Contra cunetas

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 contracunetas 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 contracunetas.

Para este proyecto no se consideraron contracunetas.

3.12.4. Corrientes naturales

En las corrientes naturales se determina el nivel máximo de flujo para la creciente de diseño y se compara con el nivel a cauce lleno.

Para este objetivo se utilizan procedimientos de hidráulica de canales naturales, con caudales variables y curvas de remanso.

La capacidad del cauce puede ampliarse mediante la ejecución de dragados. Para garantizar la estabilidad de las secciones de flujo se diseñan obras de encauzamiento y de protección de márgenes. En cada diseño particular se debe tener en cuenta tanto la magnitud de la carga de sedimentos que transporta la corriente natural, como los efectos que las obras pueden causar aguas arriba y abajo de su localización.

En este proyecto existe una corriente natural, para su encauzamiento se construirá un drenaje transversal, para evitar que dañe la carretera.

3.12.5. Drenaje transversal

Son las tuberías que se colocan para aliviar el agua proveniente de las cunetas o de arroyos, se encuentran a lo largo de la carretera; son necesarios en un tramo en corte, sirven para conducir agua al otro lado de la carretera.

El colchón mínimo para protección de los tubos, deberá ser de 1,00 ó 1,20 metros (dependiendo si es tráfico normal o pesado) para que la carga viva se considere uniformemente distribuida.

Se constrúan cinco drenajes transversales, incluyendo el de la corriente natural, con la finalidad de evacuar el agua de las cunetas a lo largo de todo el tramo, conduciéndolas a aéreas determinadas.

3.12.5.1. Cálculo de diámetro de la tubería

Área = 2,35 Ha.

C = 0,2

I = 130 mm/h

Para un aguacero de 20 minutos de duración, y una frecuencia en acontecimiento de 25 años.

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

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

Donde:

Q = Caudal en m³/s
C = Coeficiente de escorrentía
I = intensidad de lluvia en mm/hr
A = área en hectáreas

$$Q = \frac{0,2 * 130 * 2,35}{360}$$

$$Q = 0,17 \text{ m}^3/\text{s}$$

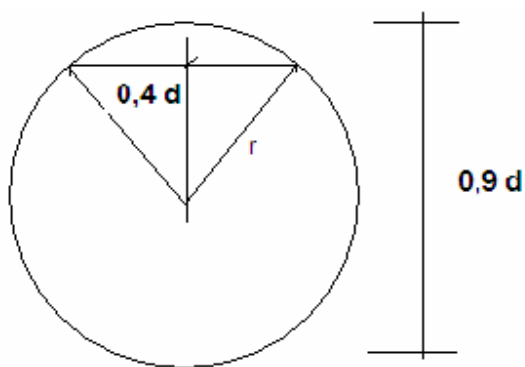
Condiciones de diseño:

S= 3%

Lleno al 90%

Q= caudales

d= ?



Fórmula de Radio Hidráulico

$$R = \frac{A}{P} = \frac{\text{Área}}{\text{Perímetro mojado}}$$

$$\cos \phi = \frac{0,4d}{0,5d}$$

$$\phi = \cos^{-1}\left(\frac{0,4}{0,5}\right) = 36,86989765 = 36^{\circ}52'11,63'' = 0,6435 \text{ rad.}$$

$$\text{Área del círculo: } \pi * r^2 = \pi * \left(\frac{d}{2}\right)^2 = \frac{\pi * d^2}{4}$$

$$\text{Área del sector circular: } 0,6435 * \left(\frac{d}{2}\right)^2 = 0,161d^2$$

$$\text{Área del triángulo: } 2 * \left(\frac{1}{2}(0,4d * 0,3d)\right) = 0,12d^2$$

$$A = A_1 - A_2 + A_3 = 0,785d^2 - 0,161d^2 + 0,12d^2$$

$$A = 0,744d^2$$

$$P = 3,1416$$

$$d - 0,6435 * \frac{d}{2} = (\pi - 0,322)d$$

$$P = 2,28d$$

Usando la fórmula de Manning

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

Donde $n = 0,015$

$$Q = \frac{1}{0,015} * 0,744d^2 * (0,26d)^{\frac{2}{3}} * (0,03)^{\frac{1}{2}}$$

$$Q = \frac{1}{0,015} * 0,744d^2 * 0,407d^{\frac{2}{3}} * 0,17$$

$$Q = \frac{0,0514}{0,015} d^{\frac{8}{3}}$$

$$Q = 3,4266 * d^{\frac{8}{3}}$$

$$d = \left(\frac{Q}{3,4266} \right)^{\frac{3}{8}}$$

Para $Q = 0,17 \text{ m}^3/\text{s}$

$$d = 32" \approx 36"$$

La tubería será corrugada de 36 pulgadas de diámetro.

3.13. Empedrados

Se considera la construcción de empedrados de concreto en lugares con pendientes fuertes (mayores al 14 por ciento), para evitar la erosión de la

rodadura y proporcionar a los vehículos una fricción y agarre suficiente para el ascenso y descenso.

3.14. Evaluación socio-económica

En su mayoría este tipo de proyectos no son un atractivo económico, lo cual lleva a plantear un mecanismo para hacer viable el proyecto con subsidios, transferencias, impuestos, donaciones, etcétera.

3.14.1. Valor presente neto

Esta es una alternativa para toma de decisiones de inversión, lo cual permite determinar de ante mano si una inversión vale la pena o no poder realizarla, y no hacer así malas inversiones que provoquen en el futuro pérdidas.

Pero por ser una carretera, no se obtienen ingresos, entonces se puede deducir que no se recuperará la inversión realizada.

Tabla XXI. Cálculo valor presente neto

DESCRIPCIÓN	OPERACIÓN	RESULTADO
Costo inicial		Q. 254 091,23
Ingreso inicial	Sin ingresos	Q. 0,00
Ingreso anual	Sin ingresos	Q. 0,00
Vida útil	Período de diseño	5 años

Fuente: elaboración propia.

Para este proyecto la tasa de interés deberá ser lo más baja posible debido a que es un proyecto de carácter social, por lo que se utilizará una tasa del 6 por ciento anual.

Se utilizará el signo negativo para los egresos, y el signo positivo para los ingresos, utilizando valor presente dado un pago uniforme (P/A, i, n), se tiene:

Anualidad

A= 0,00

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

VPN = valor presente dado un pago uniforme

A = anualidad, según sea ingreso y/o egreso

i = tasa de interés anual

n = número de años en que se proyecta la obra

$$VPN = 0 - 254\ 091,23$$

$$VPN = - 254\ 091,23$$

El resultado es negativo, lo que indica que no es conveniente, ya que no se recuperará el dinero invertido, pero como éste proyecto es de necesidad primaria, es conveniente la inversión, ya que se beneficiará a muchas familias, y mejorará la calidad de vida de los habitantes de la comunidad Monte Blanco.

3.14.2. Tasa interna de retorno

La tasa interna de retorno se interpreta como la tasa, mínima que tiene un proyecto para recuperar la inversión sin tener ganancias. En este caso por ser un proyecto social donde no se recupera la inversión inicial, la tasa interna de retorno no tiene mayor significado. Aunque existe el beneficio social del proyecto.

3.15. Evaluación de impacto ambiental

Se llama Evaluación de Impacto Ambiental (EIA), al procedimiento administrativo que sirve para identificar, prevenir e interpretar los impactos ambientales que producirá un proyecto en su entorno en caso de ser ejecutado, todo ello con el fin de que la administración competente pueda aceptarlo, rechazarlo o modificarlo.

En muchos casos la información necesaria para realizar un estudio de impacto ambiental no está disponible en forma previa, lo cual requiere diseñar o adecuar las metodologías más convenientes a cada caso particular, el análisis y selección de aspectos más importantes para determinar los impactos ambientales a través de considerar, efectivamente, la fragilidad y calidad del territorio afectado.

En los estudios de impacto ambiental se hace referencia tanto en los aspectos negativos como en las implicancias positivas que conllevan las acciones humanas. También se analizan los beneficios que se pueden conseguir a través de la ejecución de las mismas.

En un estudio de impacto ambiental se usa la comparación de las situaciones y/o dinámicas ambientales existentes en el medio, sin y con la implementación de una acción humana. Se compara la situación ambiental existente en forma previa a la implementación de la actividad con aquella que se generará como consecuencia de su implementación y operación. Se evalúan tanto los impactos directos sobre la población humana y sobre los recursos naturales, como también, los riesgos que puedan inducirse.

El Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales –MARN– proporciona un listado taxativo de proyectos, obras, industrias o actividades, clasificando cada proyecto en categorías. En la siguiente tabla se muestra únicamente la parte del listado taxativo que es de interés en este proyecto.

Tabla XXII. **Listado taxativo**

Tabulación	División	Descripción	Categorías			
			Alto Impacto	De moderado a alto impacto	De moderado a bajo impacto	Bajo impacto
Construcción	4 520	Diseño y construcción de obras viales y ferroviarias de red nacional			Hasta 5,000 m	

Fuente: listado taxativo proporcionado por el Ministerio de ambiente y Recursos Naturales. MARN

Según el listado taxativo proporcionado por la MARN, este proyecto de carretera se clasifica como de moderado a bajo impacto, por lo que se considera ambientalmente viable y sólo es necesario hacer un diagnóstico de bajo impacto. También, se prevé que habrá impactos sociales de carácter positivo, ya que se mejorará el acceso a la comunidad al contar con una carretera segura y que cumple con normas de diseño y que además será una

fuentes de trabajo al momento de su construcción. A continuación se presenta un análisis sobre el proyecto.

Localización del proyecto: la comunidad Monte Blanco, se localiza a una distancia de 12 kilómetros del municipio de Cobán, Alta Verapaz.

Descripción del proyecto: el proyecto consiste en la construcción de un tramo carretero rural, para comunicar a la comunidad Monte Blanco con la carretera que conduce a la cabecera departamental de Alta Verapaz.

Características generales del proyecto:

Longitud del proyecto: 544,87 metros

Tipo de carretera: rural basada en la típica "F" de la D.G.C.

Tipo de región: montañosa

Velocidad de diseño: 20 kilómetros por hora

Tráfico promedio diario: no mayor de 100 vehículos/día

Ancho de terracería: 5,5 metros

Superficie de rodadura: 4,00 metros

Espesor de balasto: 0,20 metros

Pendiente máxima: 14%

Área y situación legal del terreno: el área de influencia del proyecto es de aproximadamente 0,5 kilómetros cuadrados, la mayor parte del terreno es montañosa, con áreas de cultivo de milpa y algunas viviendas aledañas al tramo; no se presentan problemas legales debido a que los vecinos son propietarios de los terrenos que atraviesa el tramo.

Los trabajos necesarios para la preparación del terreno son: la limpieza y desmonte del área del tramo, la explotación de bancos de material, el manejo

y disposición final de los desechos sólidos provenientes de la limpieza, desmonte y cortes, la excavación y nivelación del terreno, cortes y rellenos de material, compactación o consolidación, derrame de lubricantes, combustibles u otro material provocado por la maquinaria, etc.

Uso de recursos naturales del área: el mismo material proveniente de los cortes, balasto proveniente de banco de materiales, estacas y trompos para referenciar los límites de la carretera.

Sustancias o materiales que serán utilizados: diesel y aceites lubricantes para la maquinaria y equipo a utilizar, cemento, piedra, piedrin, arena, tubería de metal corrugado.

Impacto ambiental que será producido:

Residuos y/o contaminantes que serán generados: dentro de los residuos generados se tendrán las emisiones de partículas a la atmósfera, descarga de aguas residuales y descarga de lubricantes, entre otros.

Emisiones a la atmósfera: el componente atmosférico se verá impactado por las actividades: a) operación de maquinaria y equipo, debido a la emanación de gases producto de la combustión de derivados del petróleo; b) explotación de bancos de material; c) acarreo de material; durante la realización de estas dos actividades se generan partículas de polvo, las cuales quedan en suspensión. Este impacto puede producir enfermedades respiratorias a los trabajadores y habitantes del área de influencia directa.

Descarga de aguas residuales: el manejo inadecuado de excretas, provenientes de los campamentos y de otras áreas de trabajo puede generar la contaminación del suelo y los cuerpos de agua.

Desechos sólidos: dentro de los contaminantes que se producirán en la fase de construcción y operación del proyecto se tienen los residuos del material de excavación. Además se tendrán desechos producto de la maquinaria como filtros, repuestos usados, neumáticos, depósitos de aceite, basura producto de los trabajadores, cemento, arena, piedra, piedrin producto del desperdicio de las construcciones.

Ruidos y/o vibraciones: los impactos ambientales por ruido se dan principalmente por la utilización de maquinaria y equipo durante la fase de preparación del sitio, explotación de bancos de material y durante la fase de construcción de la carretera. El ruido puede resultar perjudicial para los trabajadores de la empresa contratista y a los pobladores de las comunidades aledañas al proyecto.

3.16. Planos

- a. Planta – Perfil
- b. Secciones transversales
- c. Detalles y tabla de movimiento de tierra.

3.17. Presupuesto

Tabla XXIII. Presupuesto general

PRESUPUESTO POR RENGLONES DE TRABAJO						
PROYECTO: CONSTRUCCIÓN CAMINO RURAL						
UBICACIÓN: COMUNIDAD MONTE BLANCO						
MUNICIPIO: COBÁN, ALTA VERAPAZ						
LONGITUD:		0+544.87 Kms.				
ANCHO DE BRECHA:		5.00 Mts.				
ANCHO DE RODADURA:		4.00 Mts.				
ESPESOR CAPA DE BALASTO:		0.20 Mts.				
DISTANCIA DEL PROYECTO AL BANCO DE MAT.		5.00 Km. Comunidad Chajmacan				
No.	RENLÓN	CANTIDAD	UNIDAD DE MEDIDA	PRECIO UNITARIO	MONTO PARCIAL	MONTO TOTAL
1	PRELIMINARES Y TOPOGRAFIA					
1,1	Preliminares	1 090,00	m ²	Q. 3,00	Q. 3 270,00	Q. 5 450,00
1,2	Levantamiento Topografico	545,00	ml	Q. 4,00	Q. 2 180,00	
2	MOVIMIENTO DE TIERRA					
2,1	Excavación no Clasificada de Desperdicio	321,00	m ³	Q. 29,13	Q. 9 350,73	Q. 42 192,73
2,2	Excavación no clasificada de prestamo	250,00	m ³	Q. 112,84	Q. 28 210,00	
2,3	Excavación estructural de Alcantarilla	60,00	m ³	Q. 31,00	Q. 1 860,00	
2,4	Relleno estructural de Alcantarilla	28,00	m ³	Q. 99,00	Q. 2 772,00	
3	CONFORMACION DE SUB-RASANTE					
3,1	Escarificación, Conformación y compactación de sub-rasante	2 180,00	m ²	Q. 9,00	Q. 19 620,00	Q. 19 620,00
4	DRENAJES					
4,1	Transversales Ø 30"	30,00	ml	Q. 1 264,80	Q. 37 944,00	Q. 89 263,20
1,2	Cabezales de Salida con Caja Receptora	5,00	u	Q. 5 540,00	Q. 27 700,00	
4,3	Cuneta natural	1 010,00	ml	Q. 16,00	Q. 16 160,00	
4,4	Cunetas Revestidas	40,00	ml	Q. 186,48	Q. 7 459,20	
5	REVESTIMIENTO					
5,1	Corte y carga de material balasto	549,00	m ³	Q. 55,00	Q. 30 195,00	Q. 73 814,30
5,2	Acarreo de balasto	549,00	m ³	Q. 17,00	Q. 9 333,00	
5,3	Tendido, afinado y compactación de balasto	2 140,00	m ²	Q. 9,00	Q. 19 260,00	
5,4	Empedrado	85,00	m ²	Q. 176,78	Q. 15 026,30	
6	TRASLADO DE MAQUINARIA					
6,1	Traslado de maquinaria	7,00	u	Q. 3 393,00	Q. 23 751,00	Q. 23 751,00
7	ROTULO DEL PROYECTO					
7,1	Rotulo del proyecto	1,00	u	Q. 2 500,00	Q. 2 500,00	Q. 2 500,00
COSTO TOTAL DEL PROYECTO					Q	256 591,23

Fuente: elaboración propia.

3.18. Integración de precios unitarios

Tabla XXIV. Integración de precios unitarios

PRESUPUESTO DE COSTOS UNITARIOS DE MATERIALES Y MANO DE OBRA					
PROYECTO: CONSTRUCCIÓN CAMINO RURAL					
UBICACIÓN: COMUNIDAD MONTE BLANCO					
MUNICIPIO: COBÁN, ALTA VERAPAZ					
LONGITUD:		0+544.87 Km.			
ANCHO DE BRECHA:		5.00 Mts.			
ANCHO DE RODADURA:		4.00 Mts.			
ESPESOR CAPA DE BALASTO:		0.20 Mts.			
DISTANCIA DEL PROYECTO AL BANCO DE MATERIAL:		5.00 Km. Comunidad Chajmacan			
REGLON No. 01					
PRELIMINARES Y TOPOGRAFIA		1 090,00		M2	
1,1 PRELIMINARES					
No.	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	P.U.	TOTAL
1	Limpia, Chapeo y Destronque	1 090,00	m2	Q. 2,40	Q. 2 616,00
TOTAL					Q. 2 616,00
COSTO DIRECTO					Q. 2 616,00
COSTO INDIRECTO 25%					Q. 654,00
TOTAL DEL REGLON					Q. 3 270,00
COSTO UNITARIO		1 090,00	m2	Q. 3,00	Q. 3 270,00
1,2 TOPOGRAFIA					
No.	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	P.U.	TOTAL
1	Levantamiento Topográfico	545,00	ml	Q. 3,20	Q. 1 744,00
TOTAL					Q. 1 744,00
COSTO DIRECTO					Q. 1 744,00
COSTO INDIRECTO 25%					Q. 436,00
TOTAL DEL REGLON					Q. 2 180,00
COSTO UNITARIO		545,00	ml	Q. 4,00	Q. 2 180,00
REGLON No. 02					
MOVIMIENTO DE TIERRA					
2,1 EXCAVACIÓN NO CLASIFICADA DE DESPERDICIO		321,00		M ³	
No.	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	P.U.	TOTAL
1	Arrendamiento (Tractor D-6)	10,00	hora	Q. 500,00	Q. 5 000,00
2	Combustible Diesel (Tractor D-6)	55,00	galón	Q. 36,00	Q. 1 980,00
TOTAL					Q. 6 980,00
MANO DE OBRA					
	Supervisor maquinaria	1,00	Global	Q. 500,58	Q. 500,58
TOTAL MANO DE OBRA					Q. 500,58
COSTO DIRECTO					Q. 7 480,58
COSTO INDIRECTO 25%					Q. 1 870,15
TOTAL DEL REGLON					Q. 9 350,73
COSTO UNITARIO		321,00	M³	Q. 29,13	Q. 9 350,73
2,2 EXCAVACIÓN NO CLASIFICADA DE PRESTAMO					
		250,00		M ³	
No.	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	P.U.	TOTAL
1	Arrendamiento (Tractor D-6)	10,00	hora	Q. 500,00	Q. 5 000,00
2	Combustible Diesel (Tractor D-6)	55,00	galón	Q. 36,00	Q. 1 980,00
3	Arrendamiento (Motoniveladora)	8,00	hora	Q. 500,00	Q. 4 000,00
4	Combustible Diesel (Motoniveladora)	48,00	galón	Q. 36,00	Q. 1 728,00
5	Arrendamiento (Compactadora)	3,00	hora	Q. 500,00	Q. 1 500,00
6	Combustible Diesel (Compactadora)	10,00	galón	Q. 36,00	Q. 360,00
7	Arrendamiento (Cisterna)	1,00	día	Q. 1 000,00	Q. 1 000,00
8	Arrendamiento Camion Doble Eje 10 m ³	4,00	día	Q. 1 000,00	Q. 4 000,00
TOTAL					Q. 19 568,00

Continuación Tabla XXIV

MANO DE OBRA						
	Supervisor maquinaria	1,00	Global	Q.	3 000,00	Q. 3 000,00
TOTAL MANO DE OBRA						Q. 3 000,00
COSTO DIRECTO						Q. 22 568,00
COSTO INDIRECTO 25%						Q. 5 642,00
TOTAL DEL RENGLON						Q. 28 210,00
COSTO UNITARIO		250,00	M³	Q.	112,84	Q. 28 210,00

2,3 EXCAVACIÓN ESTRUCTURAL DE ALCANTARILLA 60,00 M³						
No.	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	P.U.	TOTAL	
1	Arrendamiento (RetroExcavadora)	2,00	hora	Q. 500,00	Q.	1 000,00
2	Combustible Diesel (RetroExcavadora)	11,00	galón	Q. 36,00	Q.	396,00
TOTAL						Q. 1 396,00
MANO DE OBRA						
	Supervisor maquinaria	1,00	Global	Q.	92,00	Q. 92,00
TOTAL MANO DE OBRA						Q. 92,00
COSTO DIRECTO						Q. 1 488,00
COSTO INDIRECTO 25%						Q. 372,00
TOTAL DEL RENGLON						Q. 1 860,00
COSTO UNITARIO		60,00	M³	Q.	31,00	Q. 1 860,00

2,4 RELLENO ESTRUCTURAL DE ALCANTARILLA 28,00 M³						
No.	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	P.U.	TOTAL	
1	Arrendamiento (RetroExcavadora)	2,00	hora	Q. 500,00	Q.	1 000,00
2	Combustible Diesel (RetroExcavadora)	16,00	galon	Q. 36,00	Q.	576,00
3	Arrendamiento (Bailarina)	2,00	hora	Q. 100,00	Q.	200,00
4	Combustible Gasolina (bailarina)	8,00	galón	Q. 38,00	Q.	304,00
TOTAL						Q. 2 080,00
MANO DE OBRA						
	Supervisor maquinaria	1,00	Global	Q.	137,60	Q. 137,60
TOTAL MANO DE OBRA						Q. 137,60
COSTO DIRECTO						Q. 2 217,60
COSTO INDIRECTO 25%						Q. 554,40
TOTAL DEL RENGLON						Q. 2 772,00
COSTO UNITARIO		28,00	M³	Q.	99,00	Q. 2 772,00

RENGLON No. 03						
CONFORMACIÓN DE SUB-RASANTE						
3,1 ESCARIFICACIÓN, CONFORMACIÓN Y COMPACTACIÓN DE SUBRASANTE 2 180,00 M²						
No.	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	P.U.	TOTAL	
1	Arrendamiento (Motoniveladora)	11,00	hora	Q. 500,00	Q.	5 500,00
2	Combustible Diesel (Motoniveladora)	55,00	galón	Q. 36,00	Q.	1 980,00
3	Arrendamiento (Vibrocompactadora)	8,00	hora	Q. 500,00	Q.	4 000,00
4	Combustible Diesel (Vibrocompactadora)	30,00	galón	Q. 36,00	Q.	1 080,00
5	Arrendamiento (Camion Cisterna)	2,00	día	Q. 1 000,00	Q.	2 000,00
TOTAL						Q. 14 560,00
MANO DE OBRA						
	Supervisor maquinaria	1,00	Global	Q.	1 136,00	Q. 1 136,00
TOTAL MANO DE OBRA						Q. 1 136,00
COSTO DIRECTO						Q. 15 696,00
COSTO INDIRECTO 25%						Q. 3 924,00
TOTAL DEL RENGLON						Q. 19 620,00
COSTO UNITARIO		2 180,00	M²	Q.	9,00	Q. 19 620,00

Continuación Tabla XXIV

REGLON No. 04					
DRENAJES					
4,1 TRANSVERSALES Ø 30"		30,00		ML	
No.	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	P.U.	TOTAL
1	Tuberia Ø30" metalica corrugada	30,00	ml	Q. 850,00	Q. 25 500,00
2	Flete (Traslado tuberia)	1,00	Global	Q. 3 500,00	Q. 3 500,00
TOTAL					Q. 29 000,00
MANO DE OBRA					
	Mano de obra armar y colocación tuberia	30,00	ml	Q. 31,50	Q. 945,00
	Ayudante	1,00	global	Q. 410,20	Q. 410,20
TOTAL MANO DE OBRA					Q. 1 355,20
COSTO DIRECTO					Q. 30 355,20
COSTO INDIRECTO 25%					Q. 7 588,80
TOTAL DEL REGLON					Q. 37 944,00
COSTO UNITARIO		30,00	ML	Q. 1 264,80	Q. 37 944,00
4,2 CABEZAL DE SALIDA CON CAJA RECEPTORA					
4,2 CABEZAL DE SALIDA CON CAJA RECEPTORA		5,00		U	
No.	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	P.U.	TOTAL
1	Cemento	97,00	saco	Q. 70,00	Q. 6 790,00
2	Arena de río	8,00	m³	Q. 185,00	Q. 1 480,00
3	Piedrín	11,00	m³	Q. 210,00	Q. 2 310,00
4	Piedra bola o cantera	7,00	m³	Q. 140,00	Q. 980,00
5	Cernido	3,50	m³	Q. 160,00	Q. 560,00
6	Flete (traslado de material)	6,00	Viajes	Q. 1 000,00	Q. 6 000,00
TOTAL					Q. 18 120,00
MANO DE OBRA					
	Mano de obra cabezal y caja de salida	5,00	unidad	Q. 568,00	Q. 2 840,00
	Ayudante de albañil	1,00	global	Q. 1 200,00	Q. 1 200,00
TOTAL MANO DE OBRA					Q. 4 040,00
COSTO DIRECTO					Q. 22 160,00
COSTO INDIRECTO 25%					Q. 5 540,00
TOTAL DEL REGLON					Q. 27 700,00
COSTO UNITARIO		5,00	U	Q. 5 540,00	Q. 27 700,00
4,3 CUNETA NATURAL					
4,3 CUNETA NATURAL		1 010,00		ML	
No.	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	P.U.	TOTAL
1	Arrendamiento (Motoniveladora)	18,00	hora	Q. 500,00	Q. 9 000,00
2	Combustible Diesel (Motoniveladora)	89,00	galón	Q. 36,00	Q. 3 204,00
TOTAL					Q. 12 204,00
MANO DE OBRA					
	Supervisor maquinaria	1,00	global	Q. 724,00	Q. 724,00
TOTAL MANO DE OBRA					Q. 724,00
COSTO DIRECTO					Q. 12 928,00
COSTO INDIRECTO 25%					Q. 3 232,00
TOTAL DEL REGLON					Q. 16 160,00
COSTO UNITARIO		1 010,00	ML	Q. 16,00	Q. 16 160,00
4,4 CUNETAS REVESTIDAS					
4,4 CUNETAS REVESTIDAS		40,00		ML	
No.	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	P.U.	TOTAL
1	Cemento	21,00	saco	Q. 70,00	Q. 1 470,00
2	Arena de río	2,50	m³	Q. 185,00	Q. 462,50
3	Piedrín	3,50	m³	Q. 210,00	Q. 735,00
4	Piedra bola o cantera	3,00	m³	Q. 140,00	Q. 420,00
5	Madera	50,00	p/tabla	Q. 4,00	Q. 200,00
6	Clavos de 2"	5,00	lbs.	Q. 6,00	Q. 30,00
7	Traslado de Material	2,00	viajes	Q. 1 000,00	Q. 2 000,00
TOTAL					Q. 5 317,50
MANO DE OBRA					
	Mano de obra construcción cunetas revestidas	1,00	global	Q. 399,86	Q. 399,86
	Ayudante de albañil	1,00	global	Q. 250,00	Q. 250,00
TOTAL MANO DE OBRA					Q. 649,86
COSTO DIRECTO					Q. 5 967,36
COSTO INDIRECTO 25%					Q. 1 491,84
TOTAL DEL REGLON					Q. 7 459,20
COSTO UNITARIO		40,00	ML	Q. 186,48	Q. 7 459,20

Continuación Tabla XXIV

REGLON No. 05						
REVESTIMIENTO						
5,1	CORTE Y CARGA DE MATERIAL BALASTO		549,00	M³		
No.	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	P.U.	TOTAL	
1	Balasto	549,00	M ³	Q. 20,00	Q. 10 980,00	
2	Arrendamiento (Martillo Hidraulico)	10,00	hora	Q. 500,00	Q. 5 000,00	
3	Combustible Diesel (Martillo Hidraulico)	70,00	galón	Q. 36,00	Q. 2 520,00	
4	Arrendamiento (Cargador Frontal)	9,00	hora	Q. 400,00	Q. 3 600,00	
5	Combustible Diesel (Cargador Frontal)	28,00	galón	Q. 36,00	Q. 1 008,00	
TOTAL					Q. 23 108,00	
MANO DE OBRA						
	Supervisor maquinaria	1,00	Global	Q. 1 048,00	Q. 1 048,00	
TOTAL MANO DE OBRA					Q. 1 048,00	
COSTO DIRECTO					Q. 24 156,00	
COSTO INDIRECTO 25%					Q. 6 039,00	
TOTAL DEL REGLON					Q. 30 195,00	
COSTO UNITARIO		549,00	M³	Q. 55,00	Q. 30 195,00	
5,2	ACARREO DE BALASTO		549,00	M³		
No.	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	P.U.	TOTAL	
1	Camion 10 m ³ (arrendamiento)	7,00	dia	Q. 1 000,00	Q. 7 000,00	
TOTAL MATERIALES					Q. 7 000,00	
MANO DE OBRA						
	Supervisor camión	1,00	Global	Q. 466,40	Q. 466,40	
TOTAL MANO DE OBRA					Q. 466,40	
COSTO DIRECTO					Q. 7 466,40	
COSTO INDIRECTO 25%					Q. 1 866,60	
TOTAL DEL REGLON					Q. 9 333,00	
COSTO UNITARIO		549,00	M³	Q. 17,00	Q. 9 333,00	
5,3	TENDIDO, AFINADO Y COMPACTADO DE BALASTO		2 140,00	M²		
No.	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	P.U.	TOTAL	
1	Arrendamiento (Motoniveladora)	11,00	hora	Q. 500,00	Q. 5 500,00	
2	Combustible Diesel (Motoniveladora)	54,00	galón	Q. 32,00	Q. 1 728,00	
3	Arrendamiento (Vibrocompactadora)	8,00	hora	Q. 500,00	Q. 4 000,00	
4	Combustible Diesel (Vibrocompactadora)	29,00	galón	Q. 32,00	Q. 928,00	
5	Arrendamiento (Camión Cisterna)	2,00	día	Q. 1 000,00	Q. 2 000,00	
TOTAL					Q. 14 156,00	
MANO DE OBRA						
	Supervisor maquinaria	1,00	Global	Q. 1 252,00	Q. 1 252,00	
TOTAL MANO DE OBRA					Q. 1 252,00	
COSTO DIRECTO					Q. 15 408,00	
COSTO INDIRECTO 25%					Q. 3 852,00	
TOTAL DEL REGLON					Q. 19 260,00	
COSTO UNITARIO		2 140,00	M²	Q. 9,00	Q. 19 260,00	
5,4	EMPEDRADO		85,00	M²		
No.	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	P.U.	TOTAL	
1	Cemento	42,00	saco	Q. 70,00	Q. 2 940,00	
2	Arena de río	4,50	m ³	Q. 185,00	Q. 832,50	
3	Piedrín	6,50	m ³	Q. 210,00	Q. 1 365,00	
4	Piedra bola o cantera	5,00	m ³	Q. 140,00	Q. 700,00	
5	Traslado de Material	4,00	viajes	Q. 1 000,00	Q. 4 000,00	
TOTAL					Q. 9 837,50	
MANO DE OBRA						
	Mano de obra construcción Empedrado	1,00	global	Q. 31,54	Q. 31,54	
	Ayudante de albañil	1,00	global	Q. 2 152,00	Q. 2 152,00	
TOTAL MANO DE OBRA					Q. 2 183,54	
COSTO DIRECTO					Q. 12 021,04	
COSTO INDIRECTO 25%					Q. 3 005,26	
TOTAL DEL REGLON					Q. 15 026,30	
COSTO UNITARIO		85,00	M²	Q. 176,78	Q. 15 026,30	

Continuación Tabla XXIV

REGLON No. 06					
TRASLADO DE MAQUINARIA					
6,1	TRASLADO DE MAQUINARIA		7,00	U	
No.	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	P.U.	TOTAL
1	Tractor D-6	1,00	unidad	Q. 3 000,00	Q. 3 000,00
2	Motoniveladora	1,00	unidad	Q. 2 000,00	Q. 2 000,00
3	Vibrocompactadora	1,00	unidad	Q. 2 000,00	Q. 2 000,00
4	Excavadora	1,00	unidad	Q. 3 000,00	Q. 3 000,00
5	Martillo Hidraulico	1,00	unidad	Q. 3 000,00	Q. 3 000,00
6	Cargador frontal	1,00	unidad	Q. 2 000,00	Q. 2 000,00
7	Retroexcavadora	1,00	global	Q. 2 000,00	Q. 2 000,00
8	Camiones	1,00	global	Q. 2 000,80	Q. 2 000,80
TOTAL					Q. 19 000,80
COSTO DIRECTO					Q. 19 000,80
COSTO INDIRECTO 25%					Q. 4 750,20
TOTAL DEL REGLON					Q. 23 751,00
COSTO UNITARIO		7,00	U	Q. 3 393,00	Q. 23 751,00

REGLON No. 07					
ROTULO DEL PROYECTO					
7,1	ROTULO		1,00	U	
No.	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	P.U.	TOTAL
1	Rotulo del proyecto	1,00	unidad	Q. 2 000,00	Q. 2 000,00
TOTAL					Q. 2 000,00
COSTO DIRECTO					Q. 2 000,00
COSTO INDIRECTO 25%					Q. 500,00
TOTAL DEL REGLON					Q. 2 500,00
COSTO UNITARIO		1,00	U	Q. 2 500,00	Q. 2 500,00

COSTO TOTAL DEL PROYECTO					Q.256 591,23
---------------------------------	--	--	--	--	---------------------

Fuente: elaboración propia.

CONCLUSIONES

1. La realización del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), es de gran beneficio para el estudiante, ya que da la oportunidad de realizar proyectos reales, poniendo en práctica los conocimientos adquiridos durante la formación académica, razón por la cual se constituye en un importante complemento por la adquisición de experiencia y criterio técnico.
2. La realización del proyecto de la carretera tiene un costo total de Q.256 591,23, convirtiéndose en un beneficio directo para 450 pobladores, razón por la cual la municipalidad debería gestionar el financiamiento, para que se lleve a la realidad en el menor tiempo posible, ya que el desarrollo económico es alto.
3. La realización del proyecto de agua potable tiene un costo total de Q. 4 311 128,79, convirtiéndose en un beneficio directo para 4690 pobladores, razón por la cual la municipalidad debería gestionar el financiamiento, para que se lleve a la realidad en el menor tiempo posible, ya que contar con agua potable reduce las enfermedades en los niños.
4. A través de un adecuado mantenimiento de los proyectos, se garantiza el servicio y la seguridad de los usuarios al transitar, evitando, de esta manera, la interrupción de las actividades económicas y la pérdida de inversión en los proyectos.

RECOMENDACIONES

A la Municipalidad:

1. Garantizar la supervisión técnica en la construcción de los proyectos, tanto de la carretera, como del sistema de abastecimiento de agua a través de un profesional de la ingeniería civil, para que se cumplan con las especificaciones generales y las contenidas en los planos.
2. Realizar el mantenimiento preventivo y correctivo permanentemente a ambos proyectos, para que funcione adecuadamente durante el período para el cual fue diseñado.
3. Capacitar a los miembros de los COCODE de ambas comunidades, sobre aspectos de mantenimiento y operación del sistema de abastecimiento de agua, así como también de la carretera.
4. Concientizar a los usuarios del sistema de agua potable, para hacer uso racional del vital líquido.

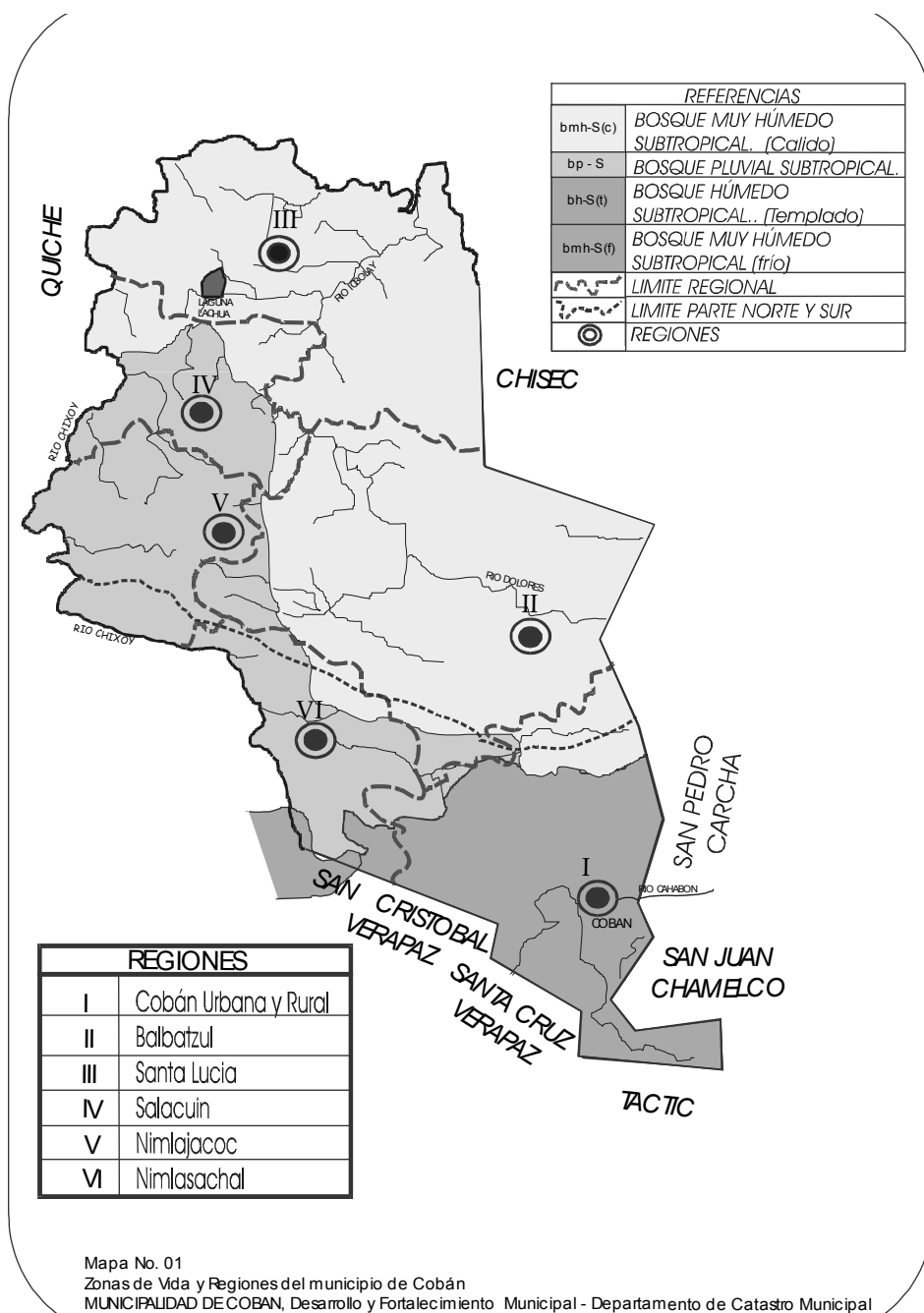
BIBLIOGRAFÍA

1. American Concrete Institute. *ACI 318-05*. USA: ACI, 1999. 391 p.
2. CÁRDENAS GRISALES, James. *Diseño geométrico de carreteras*. Bogotá: Ecoe Ediciones, 2002. 432 p.
3. CRESPO VILLALAZ, Carlos. *Mecánica de suelos y cimentaciones*. 5ª. ed. México: Limusa, 2004. 650 p.
4. Dirección General de Caminos de Guatemala. *Especificaciones generales para construcción de carreteras y puentes*. Guatemala: DGC, 2001. 690 p.
5. ELÍAS CHARCHALAC, William Alejandro. *Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable por bombeo para el caserío Xibalbay y puente vehicular para barrio El Carmen, municipio de Sololá, Sololá*. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, 2006. 164 p.
6. LECLAIR, Raúl. *Manual centroamericano de normas para el diseño geométrico de carreteras*. 2ª. ed. Guatemala, 2004. 322 p.

7. OCHAETA GALINDO, Harry Efraín. *Rehabilitación del sistema de agua potable de la aldea Campur y diseño del camino rural de la aldea Sebulbuxhá, San Pedro Carchá, Alta Verapaz*. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, 2008. 212 p.
8. Secretaría de Integración Económica de Centro América. *Normas para el diseño geométrico de las carreteras regionales*. Guatemala: SIECA, 2004. 36 p.
9. UMUL TIGUILÁ, Genaro Santiago. *Diseño de dos sistemas de introducción de agua potable por gravedad y bombeo en la colonia María Tecún, aldea Argueta, Sololá y diseño de un camino rural en los caseríos La Ilusión y El Ascenso, cantón Chuiquel, Sololá*. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, 2007. 216 p.
10. Secretaría de Integración Económica de Centro América. *Normas para el diseño geométrico de las carreteras regionales*. Guatemala: SIECA, 2004. 36 p.

ANEXOS

Anexo A Mapa 1 regiones de Cobán



Anexo B Resultados de estudio de agua



MINISTERIO DE SALUD PÚBLICA Y ASISTENCIA SOCIAL
DIRECCIÓN ÁREA DE SALUD, ALTA VERAPAZ
Unidad de Saneamiento Ambiental

Información de la(s) Muestra(s) ANÁLISIS BACTERIOLÓGICO DE AGUA

Procedencia: Río Chio
Municipio: Cobán Departamento: Alta Verapaz
Responsable Toma: Elmer Rodriguez Cargo: Inspector Saneamiento A.
Fecha Ingreso: 26-Ene-11 Nombre del Sistema:
Fecha Egreso: 27-Ene-11

Resultado del Análisis

No.	LUGAR DE TOMA DE MUESTRA	HORA	COLIFORMES TOTALES	COLIFORMES FECALES	CLORO mg/l	TURBIDEZ UNT	pH
1	Fuente Río Chio	10:30	0/100mL	>100/100mL			
2	Fuente Río Chio	10:30	0/100mL	>100/100mL			



Prof. Waldemar Colch Gonzalez
Supervisor de Saneamiento Ambiental

Método:

Membrana de filtración. La Norma Coguanor NGO 29 001 Agua Potable: Establece "... El volumen de agua a utilizar con la membrana de filtración es de 100 mL. Se acepta como límite una colonia de coliformes totales y ausencia de Escherichia Coli en 100 mL. de agua. La ausencia de coliformes se interpreta que la muestra aislada satisface la norma de calidad para consumo humano..."

UNT Unidad Nefelométrica de turbiedad.

mL mililitros

 No muestreado

Los resultados encontrados se refieren a la(s) muestra(s) tal como fue(ron) entregada(s) y no necesariamente al lote entero del cual fue(ros) tomada(s).

OBSERVACIONES:

MUESTRA(S) NO ACEPTABLE(S):

SEGÚN NORMA COGUANOR NGO 29001 "ESPECIFICACIONES PARA AGUA POTABLE",

Anexo C Resumen del diseño hidráulico

Caudal de la Fuente =		150 lts/seg	Poblacion Actual =		4690 habitantes																		
Tasa de Crecimientos =		6,2 %																					
Periodo de Diseño =		20 años																					
Calculo de Poblacion Futura		=	15619 habitantes																				
Dotacion =		90 lts/hab/dia																					
Caudal Medio Diario =		16,27 lts/seg																					
Caudal Maximo Diario =		19,52 lts/seg	fmd=		1,2																		
Caudal Maximo Horario =		32,54 lts/seg	fmi=		2																		
Volumen Tanque		675 m3	% Queda dia		48																		
TRAMO		Cotas Topograficas (metros)		Longitud metros		Caudal (Q)		HF Disponible		Diametro Teorico		Diametro Comercial		Pérdida Carga		Cota Piezometrica		V		Presión			
Est	Pb.	Inicio	Final	Horiz	Diseño	I/s	m	Pulg	Pulg	metros	metros	metros	metros	metros	metros	metros	metros	metros	metros	metros	metros	metros	
Eje Principal																							
A	B	500	466,51	355	358,55	30,65	33,49	4	8	1,32	500,00	498,68	0,95	32,17	33,49								
B	B'	466,51	485,66	310	313,1	1,38	19,15	1	2	3,19	498,68	495,48	0,68	9,82	13,02								
B	C	466,51	442,59	308,07	311,1507	29,27	23,92	4	8	1,06	498,68	497,62	0,90	55,03	56,09								
C	C'	442,59	446,79	92,3	93,223	0,3	4,2	1	1	1,65	497,62	495,97	0,59	49,18	50,83								
C	D	442,59	438,49	154,7	156,247	28,97	4,1	5	8	0,52	497,62	497,10	0,89	58,61	59,13								
D	D'	438,49	487,47	1129,1	1140,391	3,26	48,98	2	4	1,95	497,10	495,15	0,40	7,68	9,63								
D	E	438,49	434,53	743,6	751,036	25,71	3,96	7	8	2,00	497,10	495,09	0,79	60,56	62,57								
E	E'	434,53	477,4	1119	1130,19	3,99	42,87	2	4	2,81	495,09	492,29	0,49	14,89	17,69								
E	F	434,53	409,82	286,45	289,3145	21,72	24,71	4	6	2,29	495,09	492,80	1,19	82,98	85,27								
F	F'	409,82	420,47	167,05	168,7205	1,38	10,65	1	2	1,72	492,80	491,08	0,68	70,61	72,33								
F	F''	420,47	432,5	251,7	254,217	0,69	12,03	1	1,5	2,92	491,08	488,16	0,61	55,66	58,58								
F	F'''	420,47	397,93	1571,5	1587,215	0,69	22,54	1	2	4,49	491,08	486,59	0,34	88,66	93,15								
F	G	409,82	380,28	1235,35	1247,7035	18,35	29,54	4	6	7,24	492,80	485,56	1,01	105,28	112,52								
G	H	380,28	396,99	337,2	340,572	2,33	16,71	2	3	1,27	485,56	484,29	0,51	87,30	88,57								
H	I	396,99	391,5	466,5	471,165	1,29	5,49	2	2,5	1,43	484,29	482,86	0,41	91,36	92,79								

Anexo D Resultados estudio de suelos



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



Nº 15820

INFORME No. 434 S.S.

O.T. No.: 29,013

Interesado: Wingston Guillermo Vásquez Santos

Asunto: ENSAYO DE COMPACTACIÓN.

Proctor Estándar: () Norma:

Proctor Modificado: (X) Norma: A.A.S.T.H.O. T-180

Proyecto: EPS "Diseño de la Carretera hacala la Comunidad Monte Blanco, Municipio de Cobán,
Departamento de Alta Verapaz"

Ubicación: Cobán, Alta Verapaz

Fecha: 05 de Octubre de 2011



Muestra No.: 1

Descripción del suelo: Arena arcillosa color gris con partículas de grava

Densidad seca máxima γ_d : 1,829 Kg/m³ 114.18 lb/ft³

Humedad óptima Hop.: 12.9 %

Observaciones: Muestra proporcionada por el interesado.

Atentamente,

Vo. Bo.:

Inga. Telma Maricela Cano Morales
DIRECTORA CII/USAC



Ing. Omar Enrique Medrano Mendez
Jefe Sección Mecánica de Suelos





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



Nº 15821

INFORME No.: 435 S.S.

O.T. No.: 29,013

Interesado: Wingston Guillermo Vásquez Santos

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

Norma: A.A.S.H.T.O.T-193

Proyecto: EPS "Diseño de la Carretera hacala la Comunidad Monte Blanco, Municipio de Cobán, Departamento de Alta Verapaz"

Ubicación: Cobán, Alta Verapaz

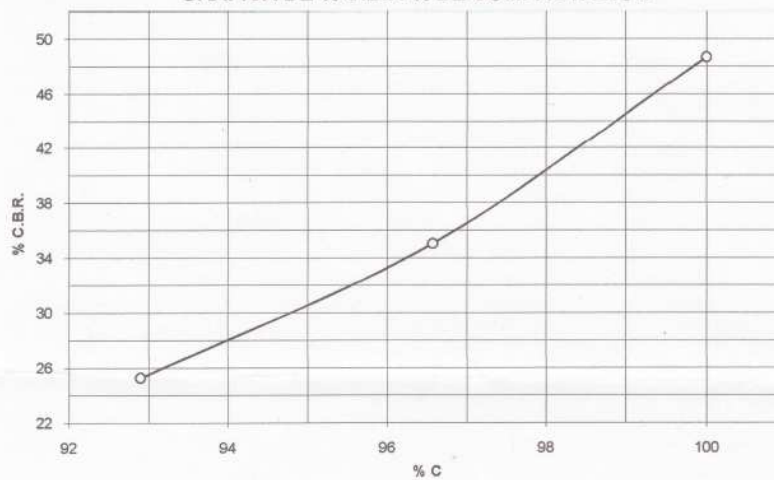
Descripción del suelo: Arena arcillosa color gris con partículas de grava

Muestra No.: 1

Fecha: 05 de Octubre de 2011

PROBETA	GOLPES	A LA COMPACTACION		C	EXPANSION	C.B.R.
No.	No.	H (%)	γ_d b/pe ³	(%)	(%)	(%)
1	10	11.57	106.1	92.9	0.00	25.3
2	30	11.57	110.3	96.6	0.04	35.0
3	65	11.57	114.2	100.0	0.11	48.7

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



Atentamente,

Vo. Bo.:

Inga. Telma Maricela Cano Morales
DIRECTORA CII/USAC

Ing. Omar Enrique Medrano Mendez
Jefe Sección Mecánica de Suelos





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



Nº 15818

INFORME No. 432 S.S. O.T.: 29,013

Interesado: Wingston Guillermo Vásquez Santos
Proyecto: EPS "Diseño de la Carretera hacala la Comunidad Monte Blanco, Municipio de Cobán,
Departamento de Alta Verapaz"
Asunto: ENSAYO DE LIMITES DE ATTERBERG
Norma: AASHTO T-89 Y T-90
Ubicación: Cobán, Alta Verapaz
FECHA: 05 de Octubre de 2011

RESULTADOS:

ENSAYO No.	MUESTRA No.	L.L. (%)	I.P. (%)	CLASIFICACION *	DESCRIPCION DEL SUELO
1	1	38.9	9.8	ML	Arena arcillosa color gris con partículas de grava

(*) CLASIFICACION SEGÚN CARTA DE PLASTICIDAD

Observaciones: Muestra tomada por el interesado.

Atentamente,

Vo. Bo.

Inga. Telma Marcela Carriz Morales
DIRECTORA CII/USAC



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





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



Nº 15819

INFORME No. 433 S.S.

O.T. No. 29,013

Interesado: Wingston Guillermo Vásquez Santos

Tipo de Ensayo: Análisis Granulométrico, con tamices y con lavado previo.

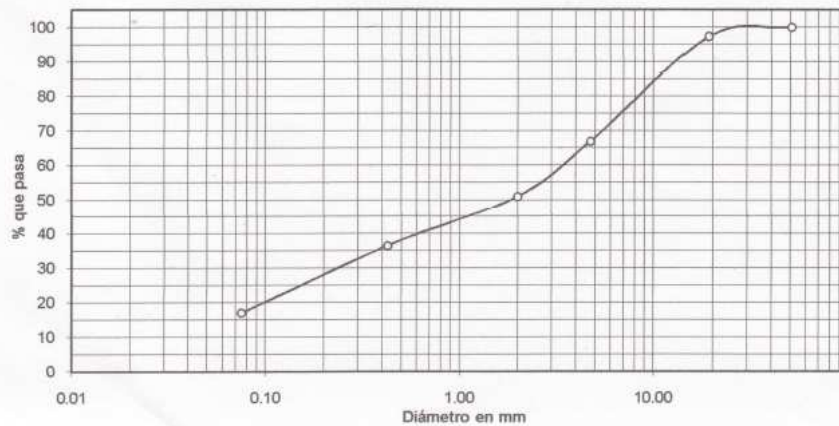
Norma: A.A.S.H.T.O. T-27, T-11

Proyecto: EPS "Diseño de la Carretera hacala la Comunidad Monte Blanco, Municipio de Cobán, Departamento de Alta Verapaz"

Ubicación: Cobán, Alta Verapaz
Fecha: 08 de Octubre de 2011

Análisis con Tamices:		
Tamiz	Abertura (mm)	% que pasa
2"	50.80	100.00
3/4"	19	97.22
4	4.75	66.91
10	2	50.95
40	0.425	36.46
200	0.075	16.98

% de Grava: 33.09
% de Arena: 49.93
% de finos: 16.98



Descripción del suelo: Arena arcillosa color gris con partículas de grava
Clasificación: S.C.U.: SM P.R.A.: A-2-7
Observaciones: Muestra tomada por el interesado.



Atentamente,

Vo. Bo.

Inga. Telma Maricela Cano Morales
DIRECTORA CII/USAC



Ing. Omar Enrique Medrano Méndez
Jefe Sección Mecánica de Suelos

Anexo E. Libreta topográfica carretera

PUNTO	X	Y	Z
1	1 000,00	2 000,00	100,00
2	1 035,4079	2 007,83732	99,647
3	1 034,69656	2 004,27233	99,617
4	1 035,30721	2 009,94732	99,521
5	1 025,95441	2 007,02613	99,658
6	1 026,68837	2 004,00355	99,902
7	1 024,84182	2 010,96662	99,674
8	1 013,38	2 003,77887	99,719
9	1 013,88044	2 001,02141	99,961
10	1 011,71765	2 007,18739	99,795
11	1 002,42003	1 999,65351	99,893
12	1 000,86223	2 002,65722	100,068
13	1 003,31727	1 996,52507	100,168
14	993,07922	1 993,14514	100,21
15	991,20773	1 995,42564	100,244
16	995,52547	1 990,38708	100,17
17	985,19614	1 985,67965	100,579
18	983,50346	1 987,60629	100,936
19	986,91582	1 983,3859	100,709
20	978,56502	1 982,00523	101,409
21	977,89073	1 983,6063	101,555
22	980,39838	1 979,29501	101,368
23	976,78151	1 979,02539	102,148
24	981,51743	1 979,32958	101,187
26	1 000	2 000	
27	1 035,91246	2 000,94598	102,148
28	1 040,12257	2 003,16594	101,187
29	1 031,66278	2 001,96925	102,181
30	1 032,42706	2 000,0272	102,634
31	1 031,37303	2 002,71475	102,086
32	1 024,07683	2 000,9205	103,332
33	1 024,36601	1 999,35143	103,769
34	1 024,50155	1 998,61919	104,045
35	1 023,90278	2 001,95945	103,379

36	1 015,12772	2 000,4677	104,271
37	1 015,35984	2 001,65159	104,43
38	1 015,22987	2 002,43133	104,672
39	1 015,68297	1 999,39752	104,391
40	1 015,74348	1 998,03346	105,082
41	1 011,48147	1 997,41072	105,147
42	1 011,31345	1 998,88877	104,923
43	1 011,02907	2 000,30036	104,474
44	1 011,04147	2 001,35616	104,579
45	1 010,69211	2 002,10821	104,741
46	1 002,7043	1 999,11443	104,812
47	1 001,90501	2 001,4928	104,826
48	1 002,97915	1 997,39959	104,933
49	992,25823	1 995,59153	104,956
50	991,35349	1 997,21877	104,912
51	992,56705	1 994,10255	105,062
52	981,70459	1 990,21645	105,498
53	980,86935	1 991,73915	105,744
54	982,21008	1 988,51662	105,849
55	967,00755	1 983,11812	105,828
56	966,06697	1 984,89224	105,776
57	967,36555	1 981,86739	105,937
58	951,16379	1 978,76654	106,735
59	951,24727	1 981,55384	106,357
60	951,12407	1 976,62918	106,764
61	950,26517	1 981,84665	106,539
62	953,73635	1 981,09085	106,503
64	1000	2 000	
65	962,11715	2 041,52581	106,539
66	959,00851	2 043,2426	106,503
67	967,76385	2 036,75145	105,766
68	972,31355	2 031,60216	105,007
69	970,11362	2 030,28722	104,822
70	973,35481	2 031,74106	104,944
71	976,96014	2 023,52707	103,74
72	978,23379	2 024,81232	103,717
73	975,79843	2 021,84309	103,748
74	983,13981	2 018,57899	103,575

75	983,16612	2 017,65639	103,519
76	984,52422	2 020,55488	103,536
77	990,72435	2 009,90986	103,594
78	989,25211	2 008,45556	103,782
79	992,29446	2 010,28388	103,696
80	997,71701	2 003,78124	102,692
81	996,67053	2 001,73599	102,896
82	998,52941	2 004,5364	102,657
83	1 008,72555	1 998,18464	102,596
84	1 007,79667	1 996,12164	102,515
85	1 009,33844	2 000,25763	102,691
86	1 021,50216	1 991,89859	103,353
87	1 021,00505	1 990,56693	103,345
88	1 022,6931	1 993,18239	103,35
89	1 033,4282	1 984,8941	104,137
90	1 033,86803	1 986,49069	104,493
91	1 032,67263	1 982,52491	104,231
92	1 039,03928	1 983,00768	103,902
93	1 039,59899	1 984,85728	104,281
94	1 038,64634	1 981,16785	104,263
95	1 044,28699	1 981,77033	104,678
96	1 044,05959	1 980,07649	104,79
97	1 044,73211	1 983,55385	105,04
98	1 054,4026	1 978,19185	103,985
99	1 053,56954	1 976,06367	104,23
100	1 054,86993	1 979,81361	104,253
101	1 051,38579	1 980,83193	103,5
102	1 050,20907	1 977,95628	103,389
104	1 000	2 000	
105	925,79112	1 921,98216	103,5
106	928,732	1 921,15458	103,389
107	931,94411	1 933,67909	101,388
108	933,5282	1 932,71565	101,395
109	930,32311	1 934,70431	101,456
110	951,48351	1 952,71028	100,546
111	950,24392	1 954,39408	100,508
112	953,01524	1 950,6712	100,614
113	968,50131	1 966,60037	100,962

114	969,90536	1 965,54269	101,159
115	967,42121	1 968,46477	101,244
116	981,52399	1 979,63967	102,003
117	982,97955	1 978,41591	102,162
118	980,0661	1 981,41025	102,295
119	993,37222	1 992,94076	101,87
120	995,24747	1 991,57115	101,996
121	991,65168	1 994,17541	101,614
122	1 001,59936	2 009,34	102,588
123	999,7357	2 010,03919	102,74
124	1 003,10194	2 009,05158	102,433
125	1 005,07895	2 022,87763	102,997
126	1 002,88834	2 023,73292	103,122
127	1 006,63265	2 022,70396	103,037
128	1 024,05833	2 032,08867	102,827
129	1 007,61952	2 039,17472	103,021
130	1 010,76887	2 038,52863	102,81
131	1 012,72391	2 050,15248	102,407
132	1 015,0119	2 055,98935	101,977
134	1 000	2 000	
135	1 008,96384	2 060,00031	102,407
136	1 010,04505	2 053,84271	101,977
137	1 007,57587	2 050,64095	101,855
138	1 009,57438	2 050,50187	101,787
139	1 005,61724	2 050,55446	102,014
140	1 005,85605	2 028,79629	102,123
141	1 004,03338	2 028,93922	102,285
142	1 007,67413	2 028,58478	102,188
143	1 002,05728	2 011,11421	103,228
144	1 000,37404	2 011,61853	103,378
145	1 004,15585	2 010,20921	103,323
146	995,60643	1 998,97866	104,374
147	993,82449	2 000,25988	104,341
148	996,40299	1 996,47146	104,474
149	980,77481	1 991,71237	103,331
150	979,96705	1 993,42717	103,086
151	981,23276	1 989,74675	103,299
152	971,24344	1 989,39019	102,746

153	971,26331	1 987,26782	102,586
154	970,66544	1 991,13856	102,813
155	956,06281	1 988,30899	104,291
156	956,34175	1 986,23112	104,352
157	955,77385	1 989,6549	104,27
158	938,52649	1 981,85942	108,42
159	938,56926	1 979,27487	108,608
160	937,60986	1 984,09083	108,698

Anexo G. Tablas de referencias utilizadas.

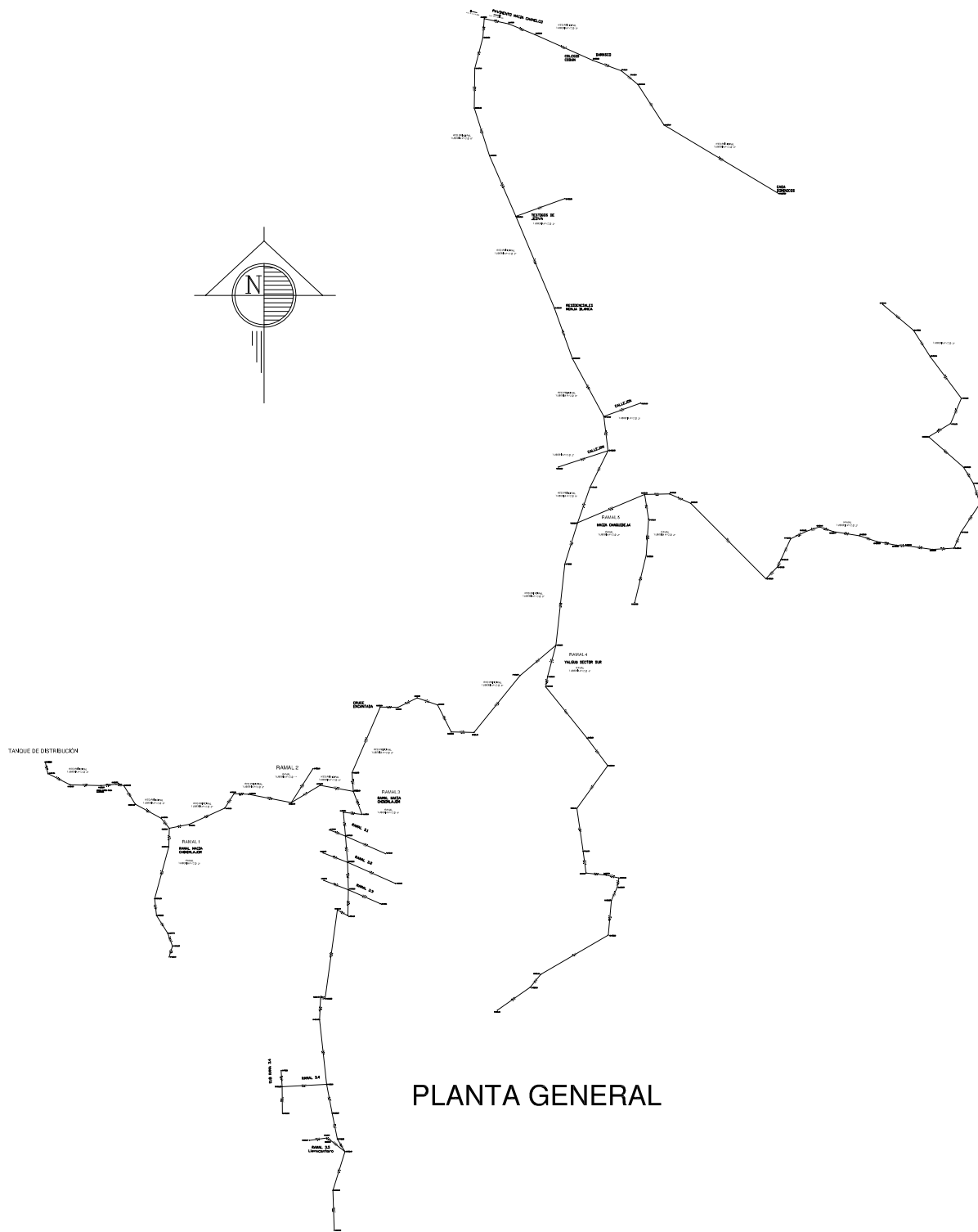
Espesores recomendados para las cargas por rueda de 4,500 Kg. (10,000 Libras)

Clasificación del material del terreno de fundación	A-1b No plástico	A-1a Plástico	A-2a No plástico	A-2b Plástico	A-3	A-4 A-4-7	A-5 A-5-7	A-6	A-7
capa de rodamiento	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Base	0	13	13	15	13	20	20	20	20
Sub base	0	0-30	0	0-30	0	5-40	10-40	0-14	0-14
Espesor total	5	18-53	18	20-50	18	30-60	36-60	25-60	25-60

Nota: los espesores anteriores están dados en centímetros

Fuente: Highway Research Board.

Anexo H. Planos



PLANTA GENERAL

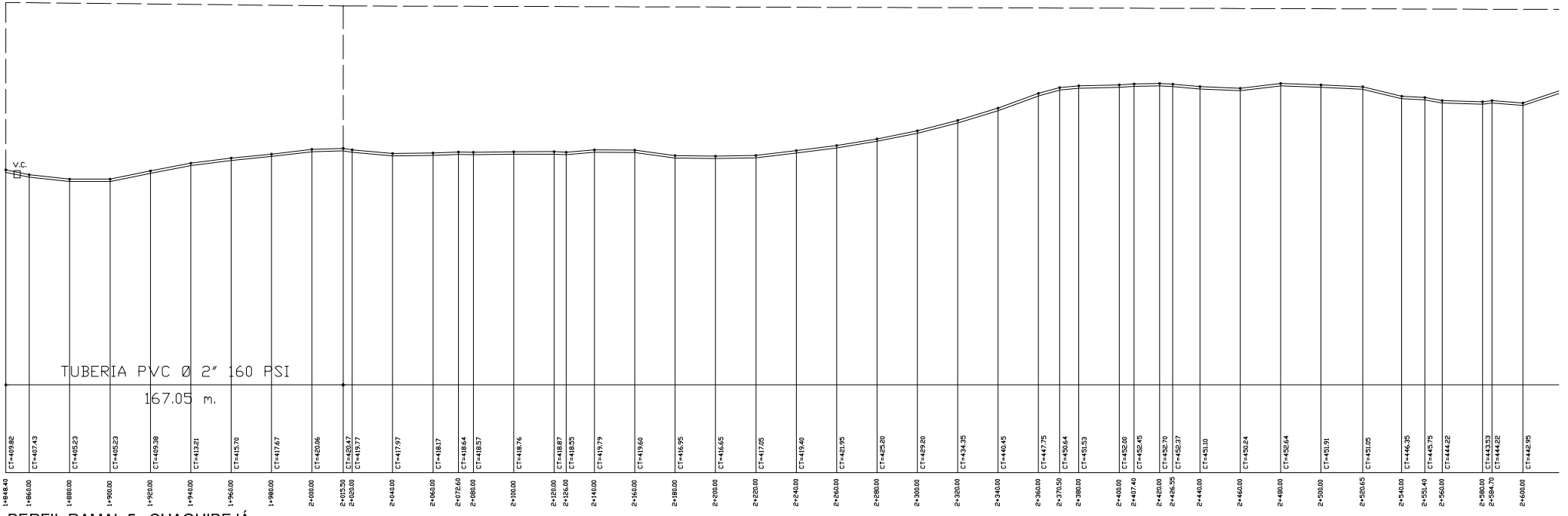


UNIVERSIDAD SAN CARLOS
DE GUATEMALA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

PROYECTO: EPS SEMSESES	DESIGNO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE	FECHA: 9/01/2005
UBICACION: BARRIOS VAL GUO, CANTON LAS CASAS, BELLA VISTA, CASERIOS CHINIMAJOM Y CHAOQUEBEJA		ESCALA: 1:5,000
DISEÑADO: WINGSTON VASQUEZ	CONTIENE: PLANTA GENERAL	FECHA: MAYO 2011
REVISADO: WINGSTON VASQUEZ		HOJA: 01 / 10

Vs. Bto. Tpo. Juan Merck Cos
Arquitecto

Qd. 1.38 Lts/seg.

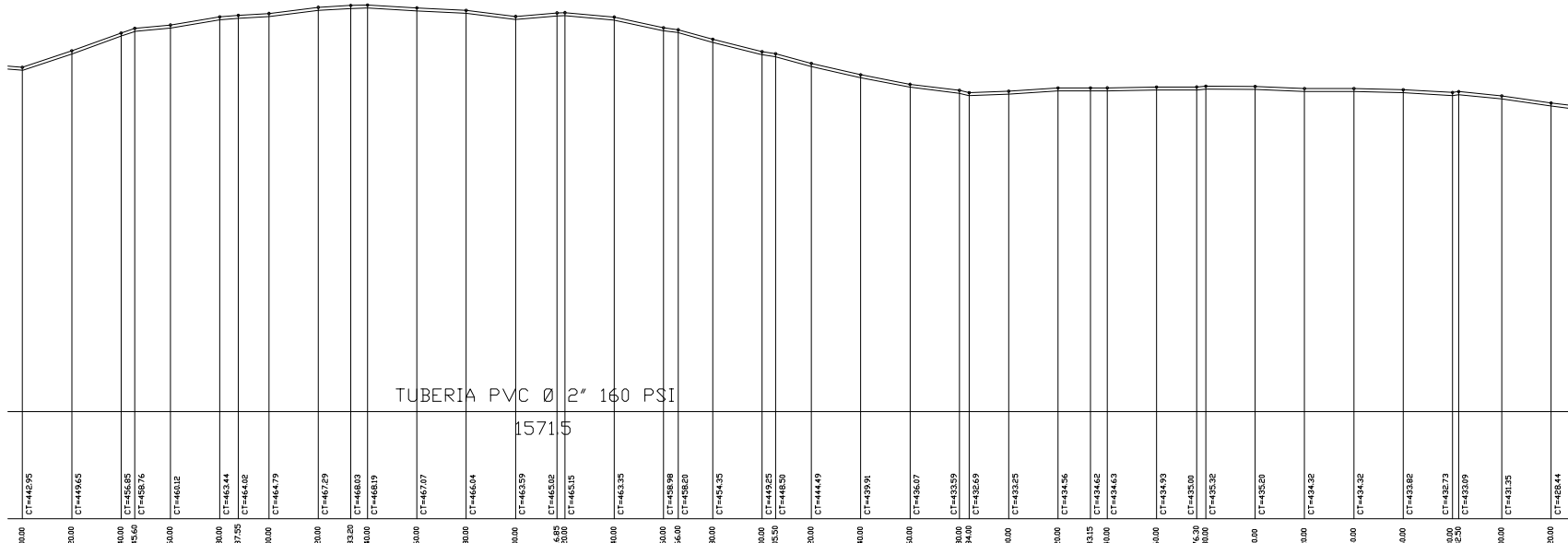


TUBERIA PVC Ø 2" 160 PSI

167.05 m.

PERFIL RAMAL 5, CHAQUIBEJÁ

Qd. 0.69 Lts/seg.



TUBERIA PVC Ø 2" 160 PSI

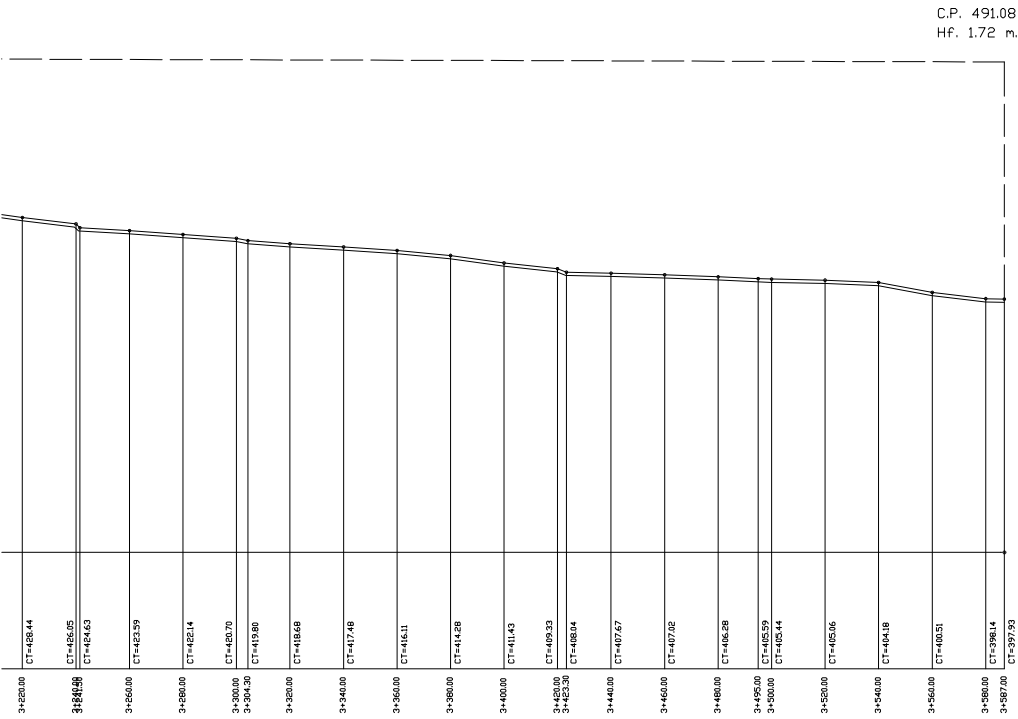
1571.5

PERFIL RAMAL 5, CHAQUIBEJÁ

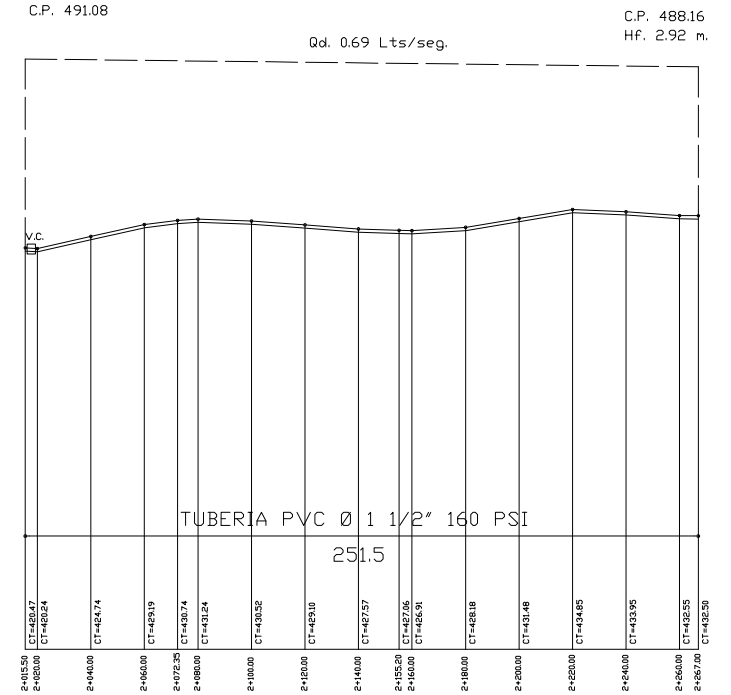


UNIVERSIDAD SAN CARLOS DE GUATEMALA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO


PROYECTO: EPS SBS MESES	MAGNITUD: 9+612.05
UBICACION: BARRIOS YALGUO, CANTON LAS CASAS, BELLA VISTA, CASERIOS CHINIMAJOM Y CHAQUIBEJÁ.	ESCALA: 1:1,000
FECHA: MAYO 2011	10 / 10
REVISOR: WINGSTON VÁSQUEZ	PROYECTANTE: WINGSTON VÁSQUEZ

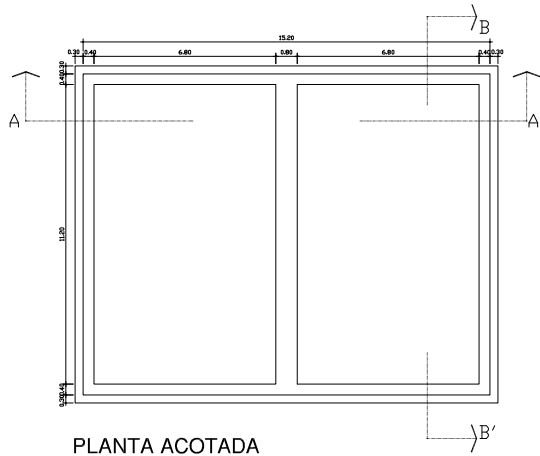


PERFIL RAMAL 5, CHAQUIBEJÁ



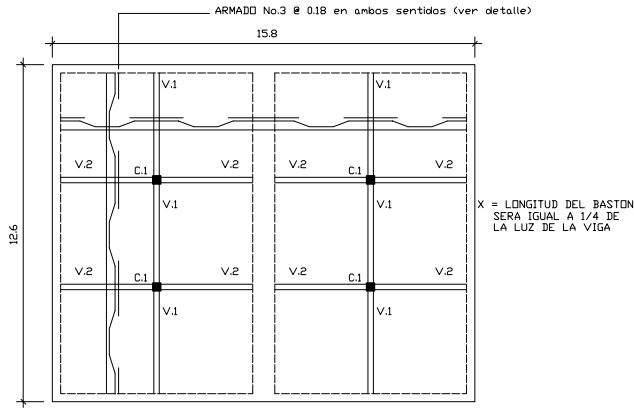
PERFIL SUB RAMAL 5, CHAQUIBEJÁ

 <p>UNIVERSIDAD SAN CARLOS DE GUATEMALA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO</p>	
PROYECTO: EPS SBS/MESES	MAGNITUD: 9+612.05
UBICACION: BARRIOS YALGUO, CANTON LAS CASAS, BELLA VISTA, CASERIOS CHINIMLAJOM Y CHAQUIBEJÁ.	ESCALA: 1:1,000
DISEÑO: WINGSTON VÁSQUEZ	FECHA: MAYO 2011
CORTEJE: PERFILES	FOLIO: 11 / 10
DIBUJO: WINGSTON VÁSQUEZ	Vó. Bto. Ing. Juan Henck Cox Aceptor



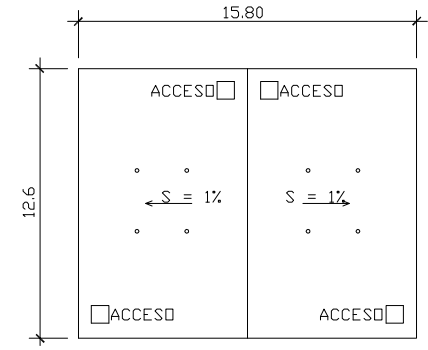
PLANTA ACOTADA

ESCALA 1:100



PLANTA DE ARMADO DE LOSA

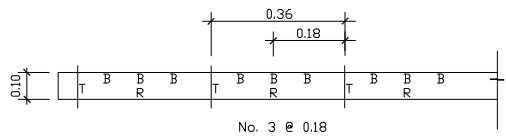
ESCALA 1:100



DETALLE DE TECHOS

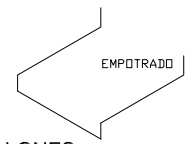
ESCALA 1:125

LOCALIZACION VIGA TIPO 2 Y COLUMNA	LARGO (L)	CAPACIDAD DE ALMACENAMIENTO (m ³)
L/3	11.20	350



T = TENSION
B = BASTON
R = RIEL

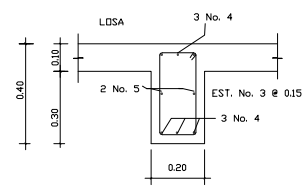
TODO No. 3



ESCALONES

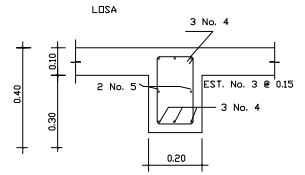
SIN ESCALA

NOTA:
-LOS ESCALONES DEBERAN PROTEGERSE CON DOS MANDOS DE PINTURA ANTICORROSIVA ENTRE EL CORONAMIENTO DE LOS MUROS DE MAMPONERIA Y LA VIGA PERIMETRAL DEBERA COLLOCARSE UNA CAPA DE MATERIAL BITUMINOSO O PLASTICO PARA EVITAR ADHERENCIAS.



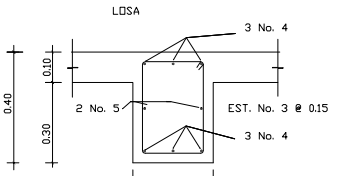
SECCION A - A'

ESCALA 1:10



SECCION D - D'

ESCALA 1:10

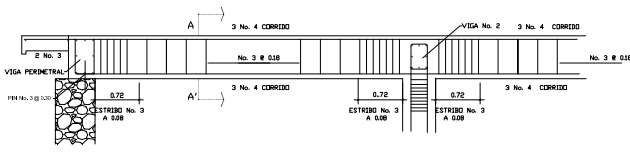


SECCION C - C'

ESCALA 1:10

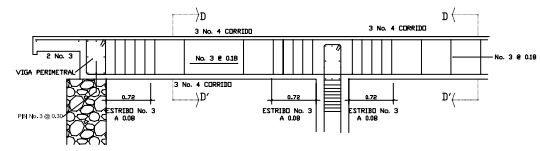
DETALLE ARMADO DE LOSA

ESCALA 1:10



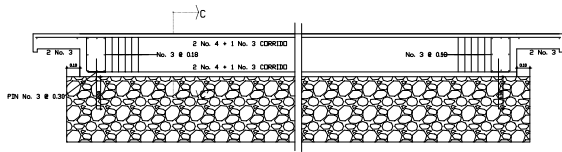
DETALLE ARMADO DE VIGA V-1

ESCALA 1:25



DETALLE ARMADO DE VIGA V-2

ESCALA 1:25



DETALLE ARMADO DE VIGA PERIMETRAL

ESCALA 1:25

ESPECIFICACIONES

CONCRETO

Fc = 210 kg/cm².

AGRAGADOS

LOS AGRAGADOS ESTARAN LIMPIOS, Y BIEN GRADUADOS LIBRES DE IMPUREZAS Y MATERIA ORGANICA. EL TAMAÑO NOMINAL AGRAGADO SERA DE 3/4" PARA ELEMENTOS ESTRUCTURALES.

AGUA

EL AGUA EMPLEADA EN EL MEZCLADO DEL CONCRETO DEBERA SER LIMPIA Y LIBRE DE CANTIDADES PERJUDICIALES DE ACEITES Y ACIDOS, ALCALIS, SALES, MATERIAL ORGANICO U OTRAS SUSTANCIAS QUE PUEDAN SER NOCIVAS AL CONCRETO O ACERO DE REFUERZO.

ACERO DE REFUERZO

EL ACERO DE REFUERZO DEBE SER CORRUGADO GARANTIZANDO UN fy = 2810 kg/cm².

PROTECCION DE CONCRETO PARA REFUERZO

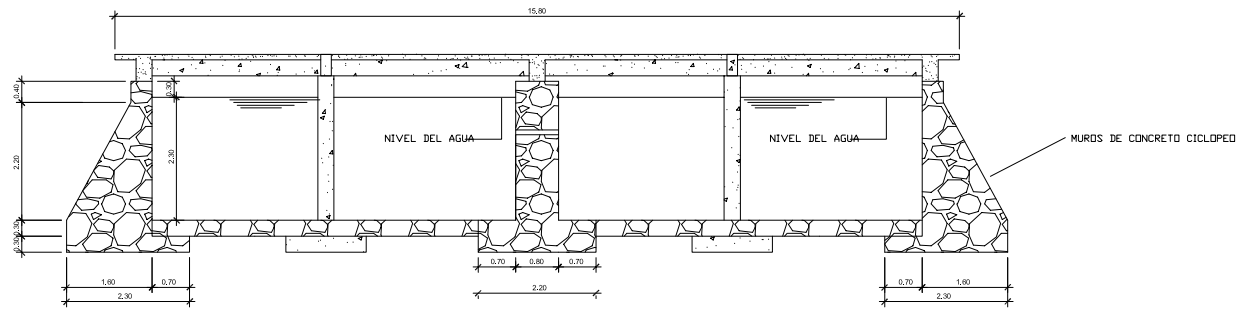
DEBERA PROPORCIONARSE UN RECUBRIMIENTO MINIMO DE 2.50 cm. EN LOSA Y 4.00 cm. EN VIGAS Y COLUMNAS.

CONCRETO CICLOPEO

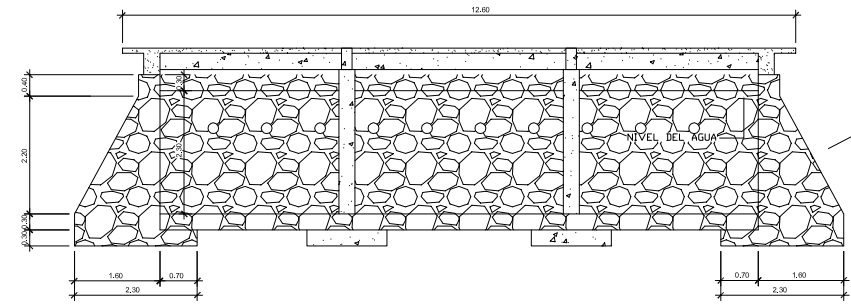
TODOS LOS MUROS DEL TANQUE SERAN DE CONCRETO CICLOPEO CON PROPORCION 33% PIEDRA BOLA Y 67% CONCRETO Fc 210

UNIVERSIDAD SAN CARLOS DE GUATEMALA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

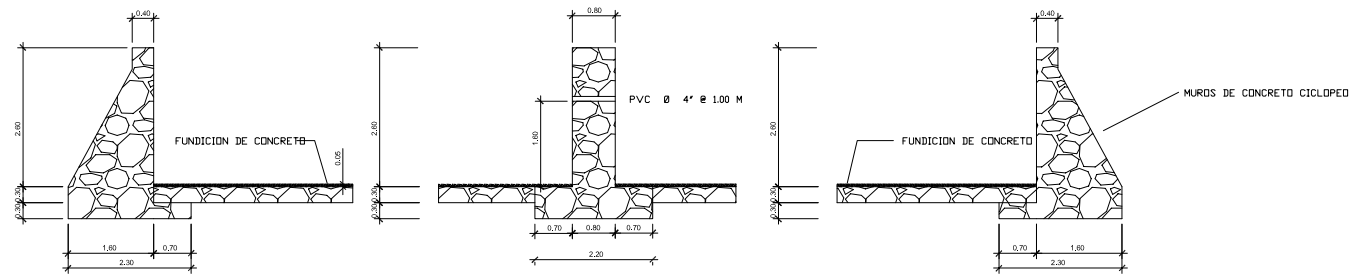
PROFECTOR EPS SEM MESES	DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE 94612.05
UBICACION BARRIOS YALGUO, CANTON LAS CASAS, BELLA VISTA, CASERIOS CHINIMLAJOM Y CHAGUIBEJA	ESCALA: INDICADA
CONTIENE: WINGSTON VASQUEZ WINGSTON VASQUEZ	FECHA: MAYO 2011
12 10	



PERFIL TANQUE DE DISTRIBUCIÓN



DETALLE DE MUROS



DETALLE DE MUROS

ESPECIFICACIONES

CONCRETO

$f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$

AGRAGADOS

LOS AGRAGADOS ESTARAN LIMPIOS, Y BIEN GRADUADOS LIBRES DE IMPUREZAS Y MATERIA ORGANICA. EL TAMAÑO NOMINAL AGRAGADO SERA DE 3/4" PARA ELEMENTOS ESTRUCTURALES.

AGUA

EL AGUA EMPLEADA EN EL MEZCLADO DEL CONCRETO DEBERA SER LIMPIA Y LIBRE DE CANTIDADES PERJUDICIALES DE ACEITES Y ACIDOS, ALCALIS, SALES, MATERIAL ORGANICO U OTRAS SUSTANCIAS QUE PUEDAN SER NOCIVAS AL CONCRETO O ACERO DE REFUERZO.

ACERO DE REFUERZO

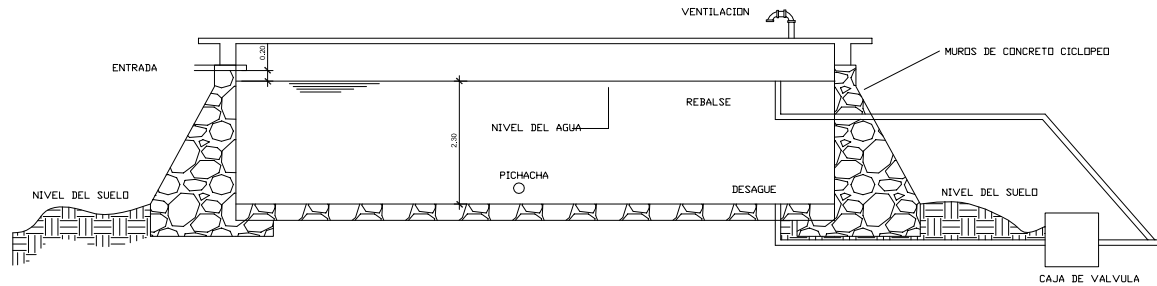
EL ACERO DE REFUERZO DEBE SER CORRUGADO GARANTIZANDO UN $f_y = 2810 \text{ kg/cm}^2$.

PROTECCION DE CONCRETO PARA REFUERZO

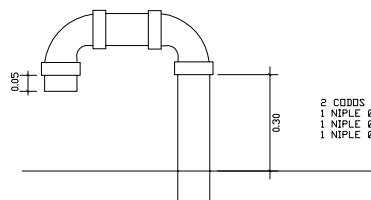
DEBERA PROPORCIONARSE UN RECUBRIMIENTO MINIMO DE 2.50 cm. EN LOSA Y 4.00 cm. EN VIGAS Y COLUMNAS.

CONCRETO CICLOPEO

TODOS LOS MUROS DEL TANQUE SERAN DE CONCRETO CICLOPEO CON PROPORCION 33% PIEDRA BOLA Y 67% CONCRETO $f_c 210$

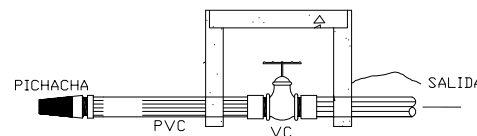


DETALLE DE REBALSE Y DESAGUE



DETALLE DE VENTILACIÓN

- 2 CODOS Ø 4"X90 PVC
- 1 NIPLE Ø 4" PVC L: 45
- 1 NIPLE Ø 4" PVC L: 20
- 1 NIPLE Ø 4" PVC L: 10

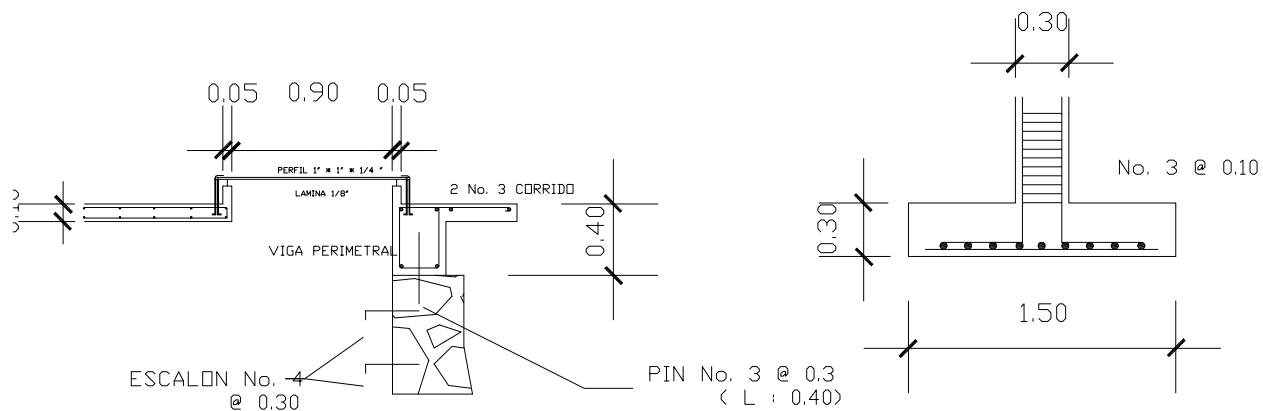


DETALLE DE SALIDA HACIA DISTRIBUCIÓN

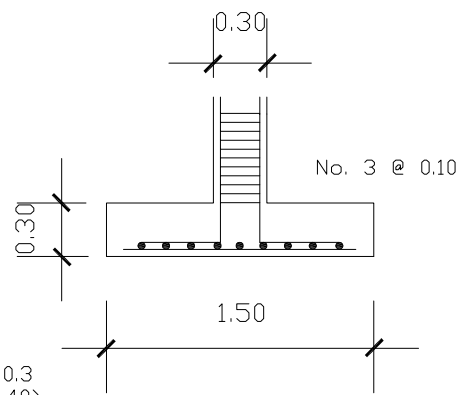


UNIVERSIDAD SAN CARLOS DE GUATEMALA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

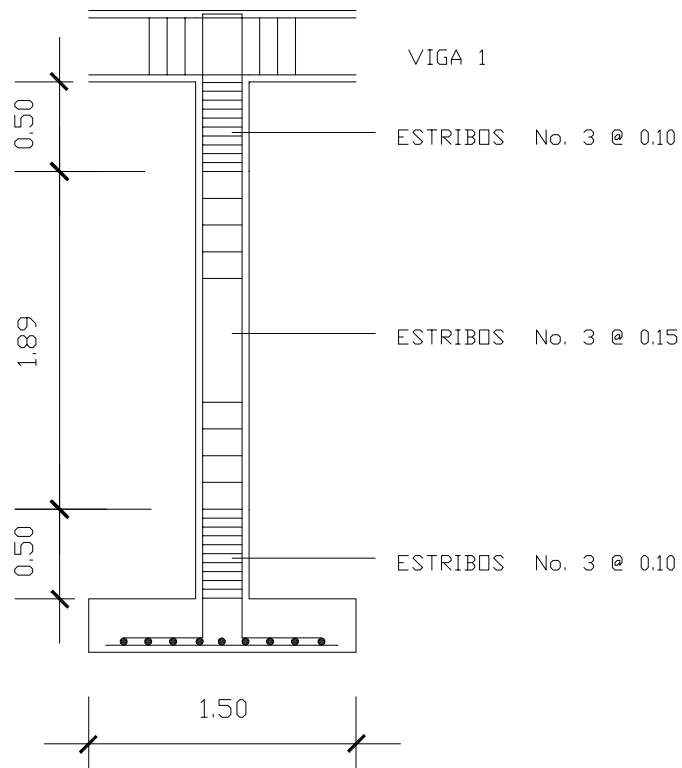
PROYECTO: EPS SEIS MESES	DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE BARRIOS VALGUO, CANTON LAS CASAS, BELLA VISTA, CASERIOS CHINIMAJOM Y CHAQUIBEJÁ	BOGATEJE: 9+612.05
DISEÑO: WINGSTON VÁSQUEZ	CONTENIDO: DETALLES	ESCALA: 1:50
REVISOR: WINGSTON VÁSQUEZ		FECHA: MAYO 2011
		HORA: 13/10



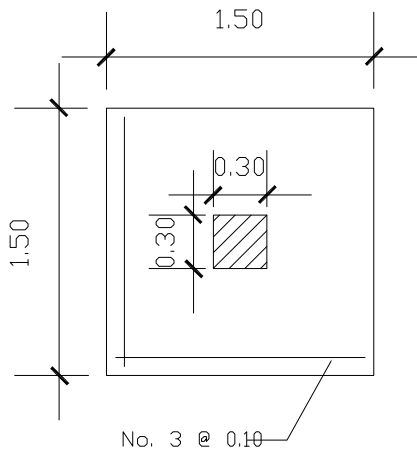
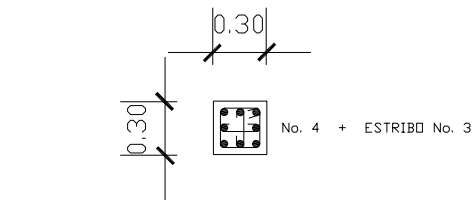
DETALLE DE TAPADERA Y ESCALONES



DETALLE ARAMDO DE COLUMNA



DETALLE ARMADO DE COLUMNA



DETALLE ARMADO DE ZAPATA

ESPECIFICACIONES

CONCRETO

$f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$

AGRAGADOS

LOS AGRAGADOS ESTARAN LIMPIOS, Y BIEN GRADUADOS LIBRES DE IMPUREZAS Y MATERIA ORGANICA. EL TAMAÑO NOMINAL AGRAGADO SERA DE 3/4" PARA ELEMENTOS ESTRUCTURALES.

AGUA

EL AGUA EMPLEADA EN EL MEZCLADO DEL CONCRETO DEBERA SER LIMPIA Y LIBRE DE CANTIDADES PERJUDICIALES DE ACEITES Y ACIDOS, ALCALIS, SALES, MATERIAL ORGANICO U OTRAS SUSTANCIAS QUE PUEDAN SER NOCIVAS AL CONCRETO O ACERO DE REFUERZO.

ACERO DE REFUERZO

EL ACERO DE REFUERZO DEBE SER CORRUGADO GARANTIZANDO UN $f_y = 2810 \text{ kg/cm}^2$.

PROTECCION DE CONCRETO PARA REFUERZO

DEBERA PROPORCIONARSE UN RECUBRIMIENTO MINIMO DE 2.50 cm. EN LOSA Y 4.00 cm. EN VIGAS Y COLUMNAS.

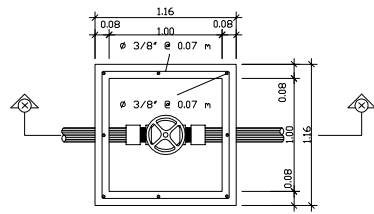
CONCRETO CICLOPEO

TODOS LOS MUROS DEL TANQUE SERAN DE CONCRETO CICLOPEO CON PROPORCION 33% PIEDRA BOLA Y 67% CONCRETO $f_c 210$

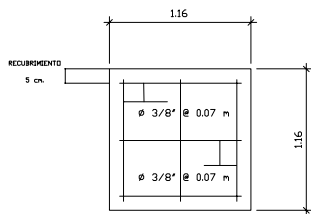


UNIVERSIDAD SAN CARLOS DE GUATEMALA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

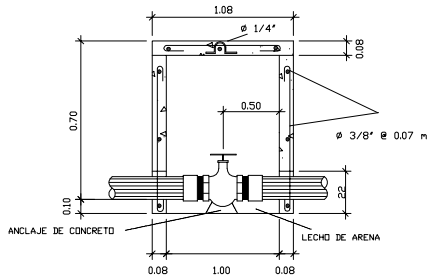
PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE SER MESES	DISEÑADOR: INGENIERO WINGSTON VÁSQUEZ, CANTÓN LAS CASAS, BELLA VISTA, CASERÍOS CHIMILAJOM Y CHAQUEBEJÁ	FECHA: MAYO 2011	DIA/MESES: 9/612.05 1:15
DISEÑO: WINGSTON VÁSQUEZ	CONTIENE: DETALLES	FECHA:	FECHA:
REVISOR: WINGSTON VÁSQUEZ	1. No. Bn. 57p. 3un Merck Cos Asesor	FECHA:	FECHA:



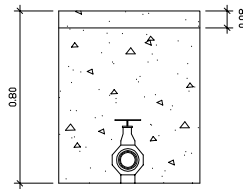
PLANTA
CAJA PARA VALVULAS



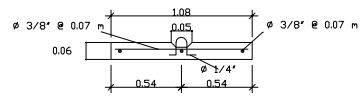
PLANTA TAPADERA
CAJA PARA VALVULAS



CORTE X-X
CAJA PARA VALVULAS

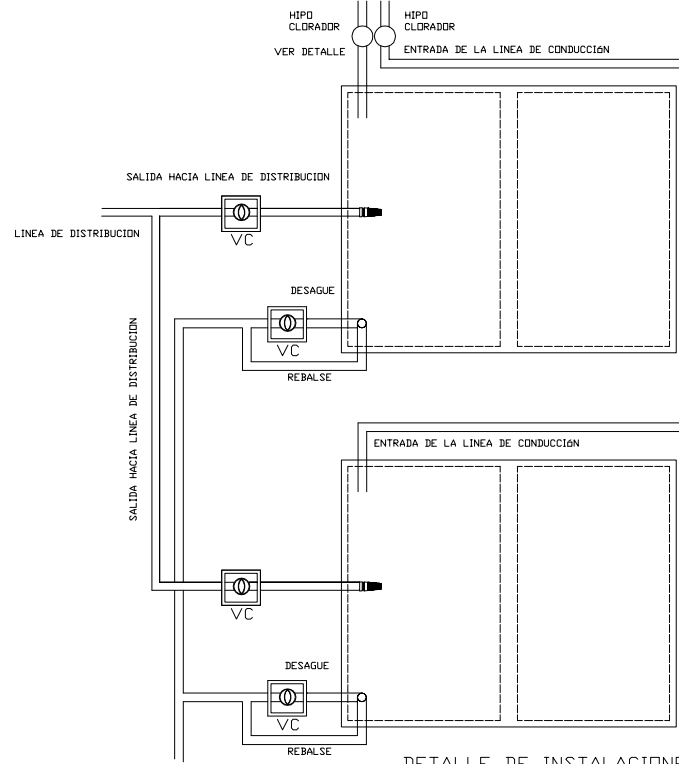


ELEVACION
CAJA PARA VALVULAS

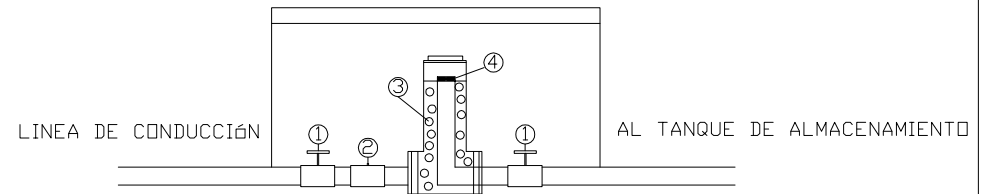


DETALLE
TAPADERA DE CAJA PARA VALVULAS

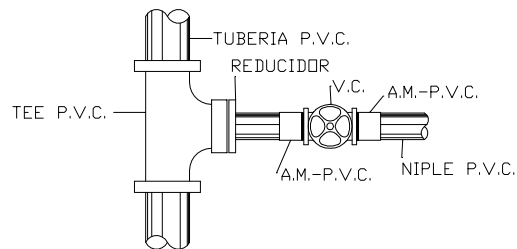
- NOTAS:
- 1- LAS VALVULAS SE ASENTARAN SOBRE UN LECHO DE ARENA PARA FACILITAR EL DRENAJE
 - 2- LAS CAJAS Y TAPADERAS SE CONSTRUIRAN DE CONCRETO F'c = 210 kg/cm
 - 3- TODAS LAS DIMENSIONES ESTAN DADAS EN METROS
 - 4- EL HIERRO DE REFUERZO SERA DE Ø 3/8"
 - 5- TODAS LAS PAREDES IRAN ALIZADAS CON SABIETAS PROPORCION 1 CEMENTO, 2 ARENA DE RIO



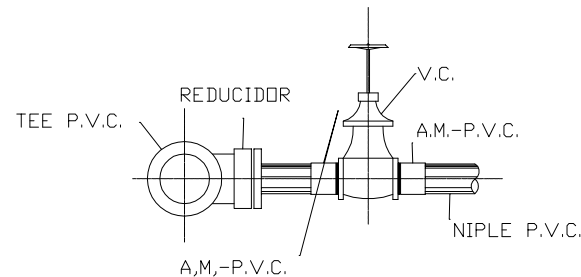
DETALLE DE INSTALACIONES DE TANQUES



DETALLE DE HIPOCLORADOR



PLANTA VALVULA DE COMPUERTA
TUBERIA Y ACCESORIOS P.V.C.

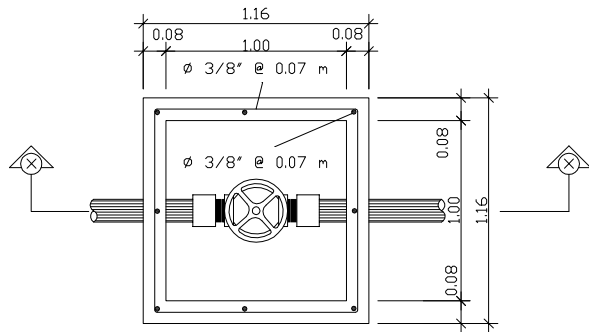


ELEVACION VALVULA DE COMPUERTA
TUBERIA Y ACCESORIOS P.V.C.

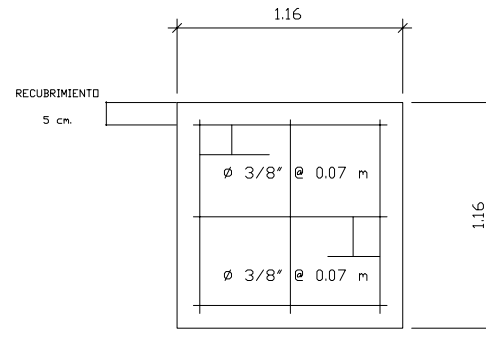
- 1 Valvula de Compuerta
- 2 Valvula de Chueque
- 3 Pastillas de tricloro
- 4 Filtro para Solución

		UNIVERSIDAD SAN CARLOS DE GUATEMALA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO	
		PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE SEMESES	IDENTIFICACION: 94612.05
DISEÑADOR: WINGSTON VASQUEZ	DIRECCION: BARRIOS YALGUO, CANTON LAS CASAS, BELLA VISTA, CASERIOS CHINIMAJOM Y CHAQUEBOLA.	ESCALA: SIN ESCALA	FECHA: MAYO 2011
DISEÑADOR: WINGSTON VASQUEZ	CONTENIDO: DETALLES	TOTAL: 15 / 10	

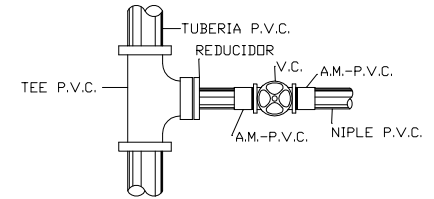
Vc. Bc. Ing. Juan Herck Cos
Arce



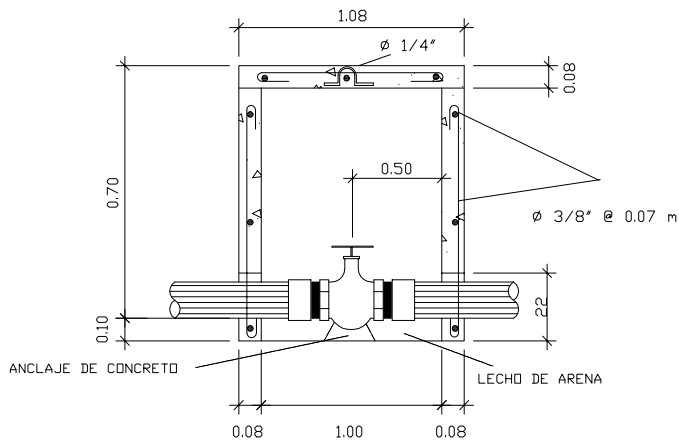
PLANTA
CAJA PARA VALVULAS



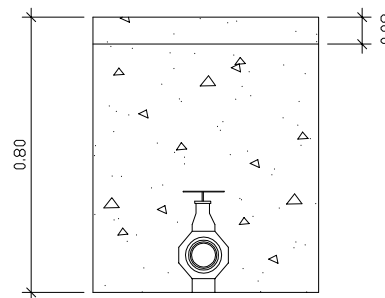
PLANTA TAPADERA
CAJA PARA VALVULAS



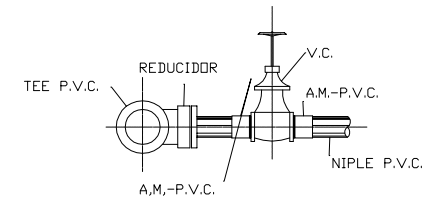
PLANTA VALVULA DE COMPUERTA
TUBERIA Y ACCESORIOS P.V.C.



CORTE X-X
CAJA PARA VALVULAS



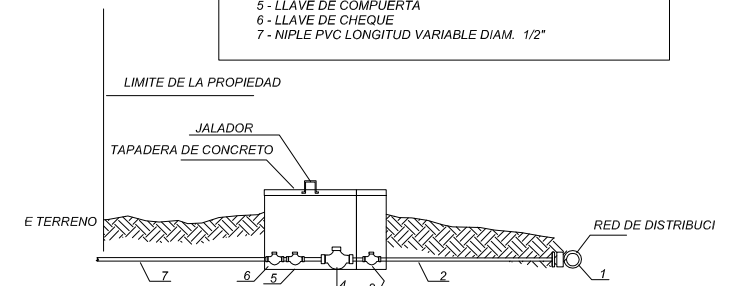
ELEVACION
CAJA PARA VALVULAS



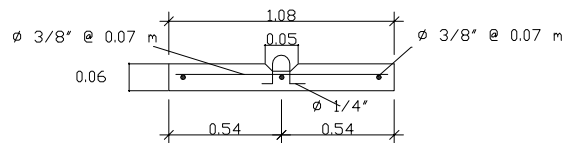
ELEVACION VALVULA DE COMPUERTA
TUBERIA Y ACCESORIOS P.V.C.

REFERENCIA DE MATERIALES

- 1 - TEE REDUCTORA PVC TUBERIA PRINCIPAL DIAM. 1/2"
- 2 - NIPLE PVC LONGITUD VARIABLE DIAM. 1/2"
- 3 - LLAVE DE PASO DIAM. 1/2"
- 4 - CONTADOR
- 5 - LLAVE DE COMPUERTA
- 6 - LLAVE DE CHEQUE
- 7 - NIPLE PVC LONGITUD VARIABLE DIAM. 1/2"



CONEXION DOMICILIAR TIPICA



DETALLE
TAPADERA DE CAJA PARA VALVULAS

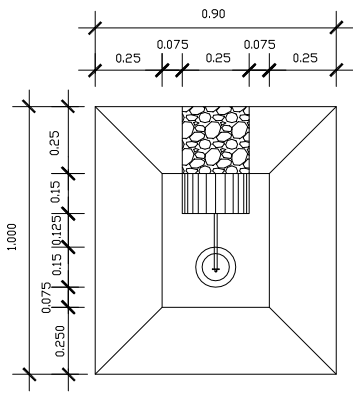
NOTAS:

- 1- LAS VALVULAS SE ASENTARAN SOBRE UN LECHO DE ARENA PARA FACILITAR EL DRENAJE
- 2- LAS CAJAS Y TAPADERAS SE CONSTRUIRAN DE CONCRETO $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$
- 3- TODAS LAS DIMENSIONES ESTAN DADAS EN METROS
- 4- EL HIERRO DE REFUERZO SERA DE $\phi 3/8"$
- 5- TODAS LAS PAREDES IRAN ALIZADAS CON SABIETAS PROPORCION 1 CEMENTO, 2 ARENA DE RIO

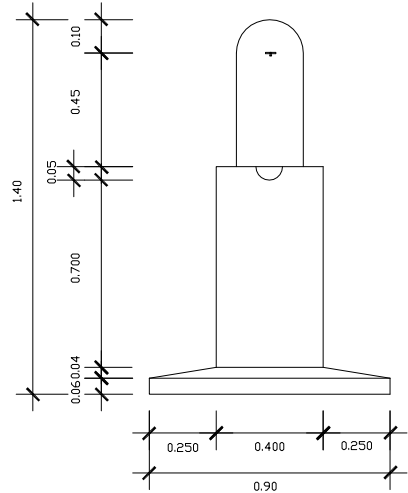


UNIVERSIDAD SAN CARLOS
DE GUATEMALA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

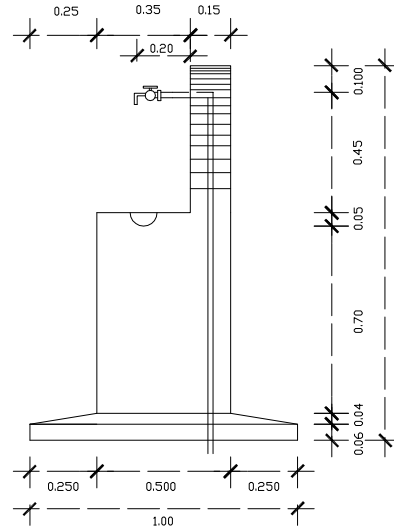
PROYECTO: EPS SEMESES	DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE	MAESTRO: 94612.05
UBICACION: BARRIOS YALGUO, CANTON LAS CASAS, BELLA VISTA, CASERIOS CHINIMAJOM Y CHAUQUEBELA.	ESCALA: SIN ESCALA	FECHA: MAYO 2011
ELABORADO: WINGSTON VASQUEZ	CONTIENE: DETALLES DE VALVULAS Y CAJAS	HOJA: 16 / 17
REVISADO: WINGSTON VASQUEZ		



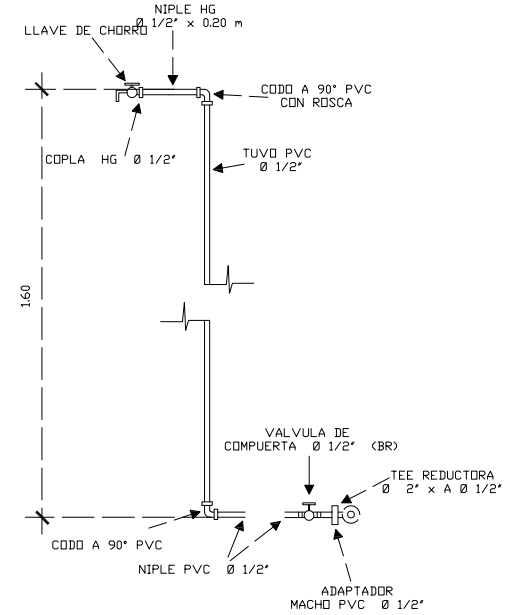
PLANTA



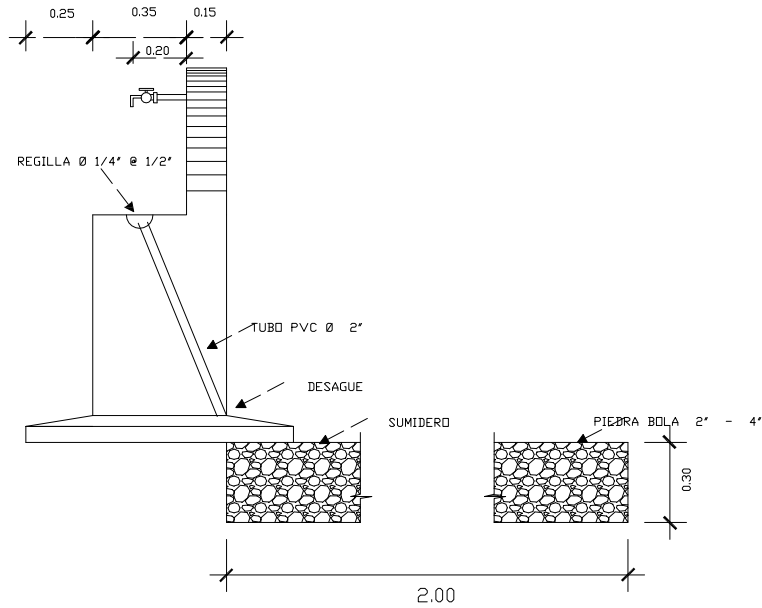
ELEVACION



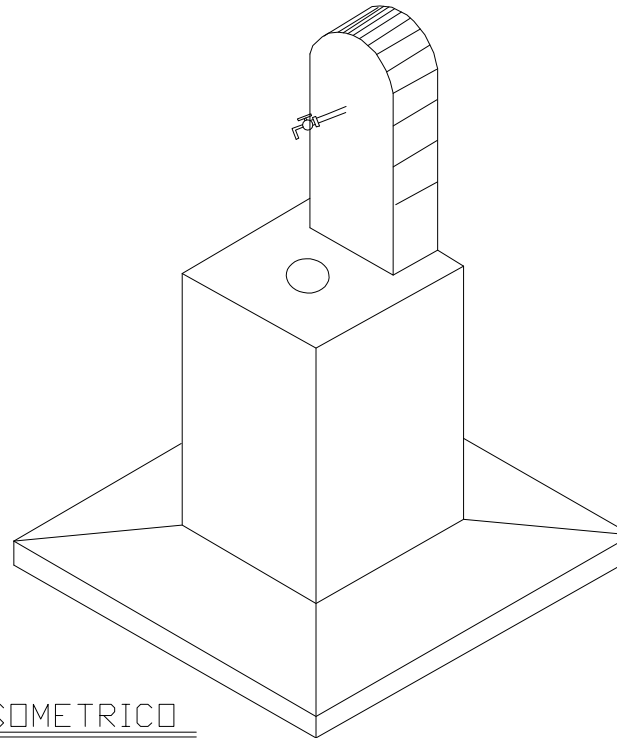
PERFIL




INSTALACION DE CHORRO

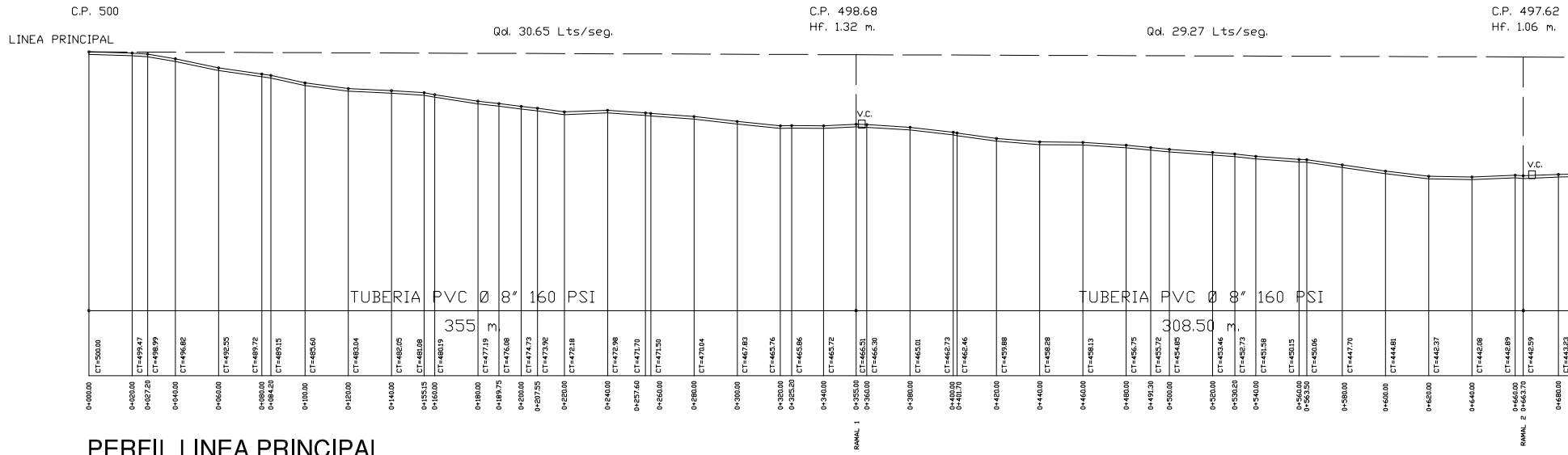


DETALLE SUMIDERO

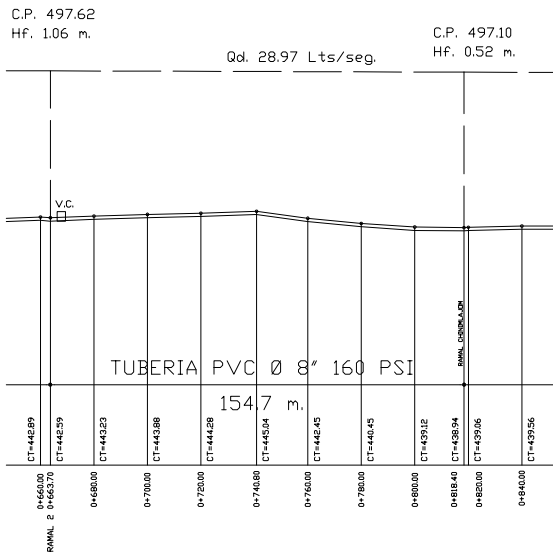


ISOMETRICO

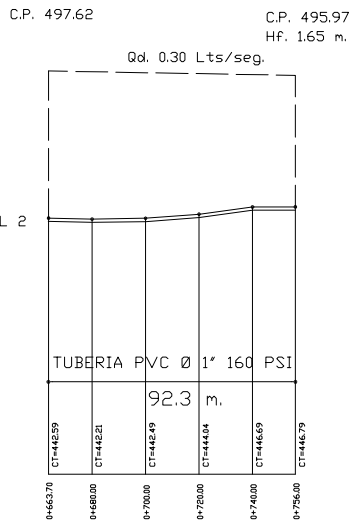
		UNIVERSIDAD SAN CARLOS DE GUATEMALA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO	
		PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE	MAGNITUD: 94612.05
EPS SEIS MESES	UBICACION: BARRIOS YALGUO, CANTON LAS CASAS, BELLA VISTA, CASERIOS CHINIMLAJOM Y CHAQUIBEJA.	ESCALA: 1:10	FECHA: MAYO 2011
DISEÑO: WINGSTON VASQUEZ	CONTENIDO: DETALLES LLENACANTARO	HOJA: 17 / 17	
TÍTULO: WINGSTON VASQUEZ	i. _____ Vc. Bc. Ing. Juan Herick Dos		



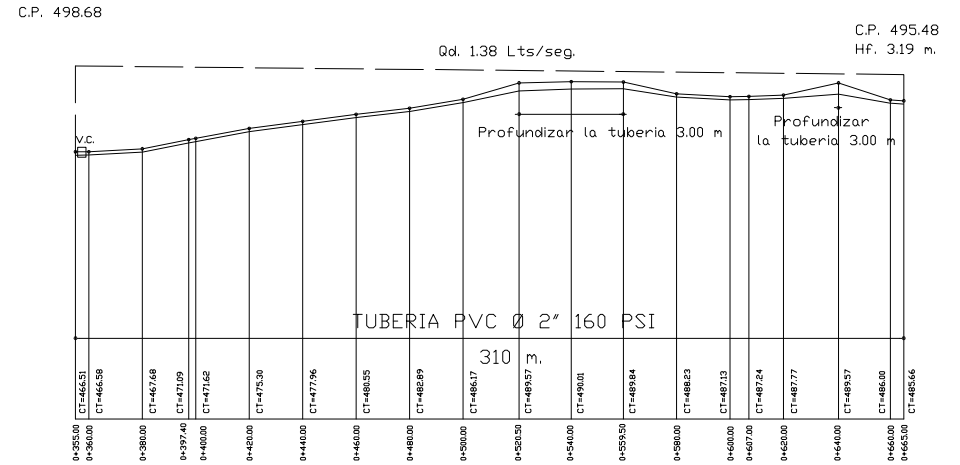
PERFIL LINEA PRINCIPAL



PERFIL LINEA PRINCIPAL



PERFIL RAMAL 2



PERFIL CHINIMLAJOM RAMAL 1



UNIVERSIDAD SAN CARLOS
DE GUATEMALA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

PROYECTO: EPS SIB MESSES	FECHA: 1:1,000	FECHA: MAYO 2011
CLIENTE: WINGSTON VÁSQUEZ	FECHA: MAYO 2011	FECHA: MAYO 2011
CONTIENE: PERFILES	FECHA: MAYO 2011	FECHA: MAYO 2011
FECHA: MAYO 2011	FECHA: MAYO 2011	FECHA: MAYO 2011

C.P. 497.10

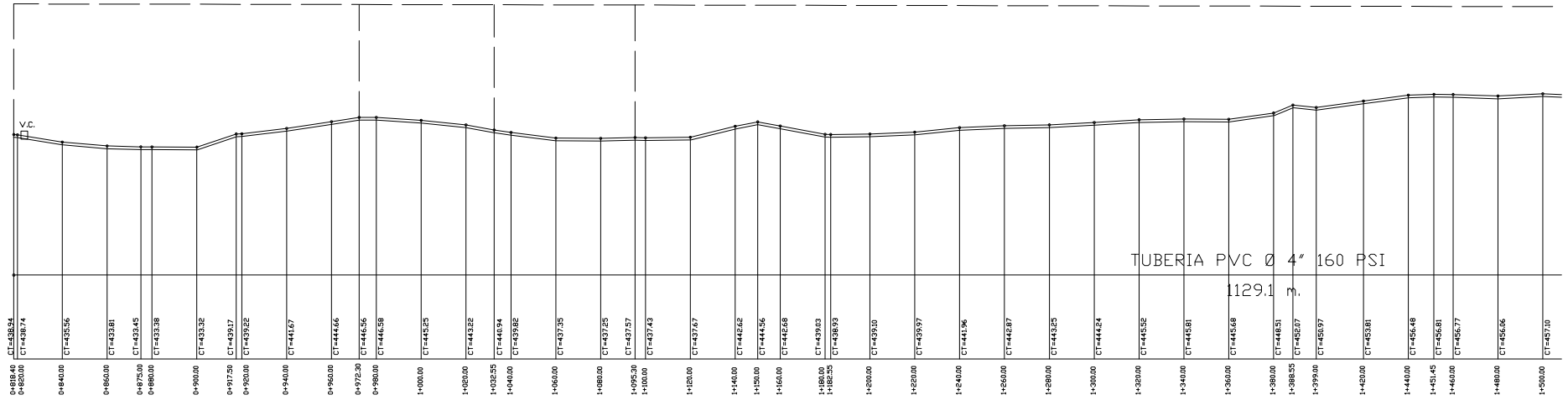
C.P. 496.83

C.P. 496.73

C.P. 496.59

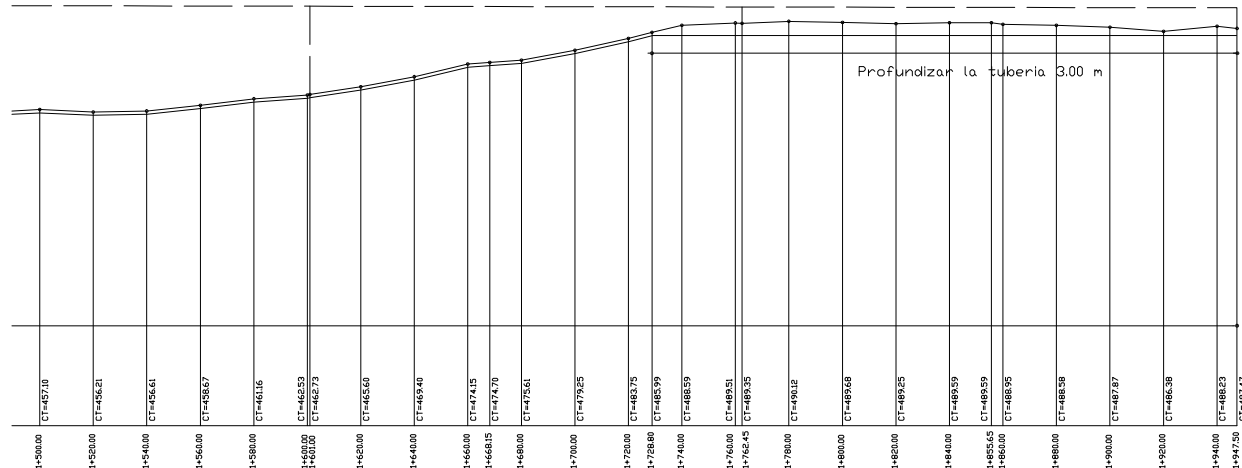
Qd. 3.26 Lts/seg.

RAMAL CHINIMBLAJOM



PERFIL CHINIMBLAJOM RAMAL 3

C.P. 495.15
HF. 1.95 m.

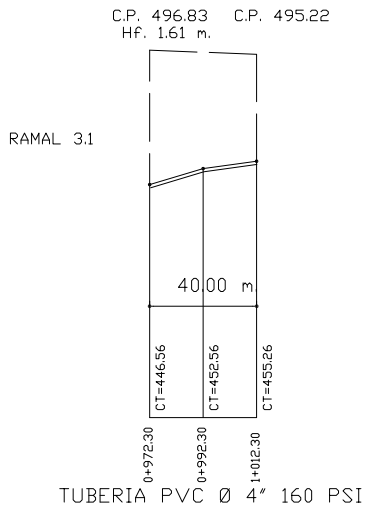


PERFIL CHINIMBLAJOM RAMAL 3

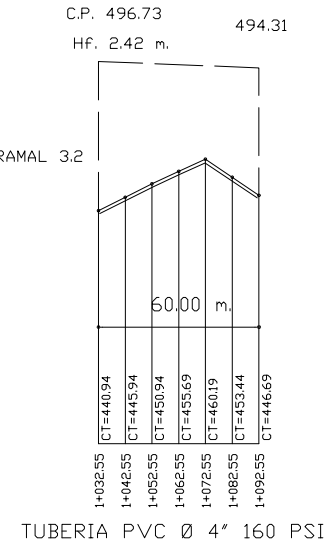
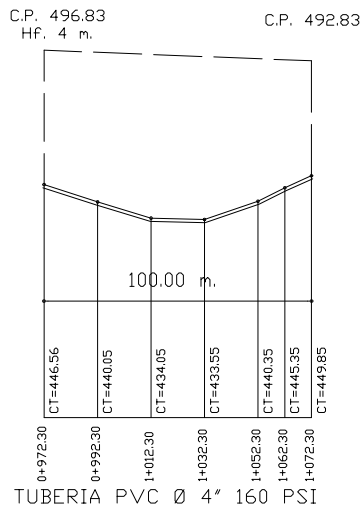


UNIVERSIDAD SAN CARLOS
DE GUATEMALA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

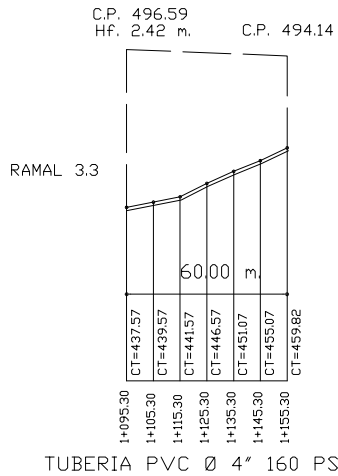
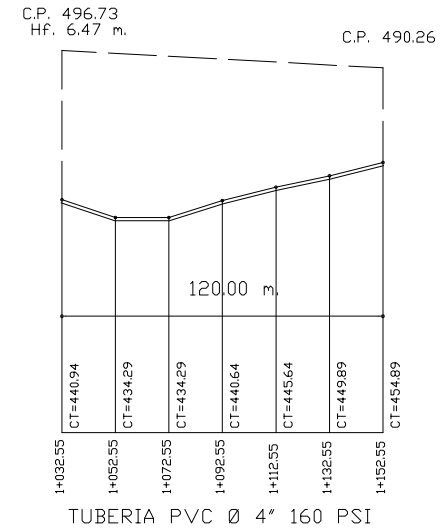
PROYECTO: EPS SIS MESES	FECHA: MAYO 2011	HOJA: 17
CLIENTE: WINGSTON VÁSQUEZ	FECHA: MAYO 2011	HOJA: 17
CONTENIDO: PERFILES	FECHA: MAYO 2011	HOJA: 17
ELABORADO: WINGSTON VÁSQUEZ	FECHA: MAYO 2011	HOJA: 17



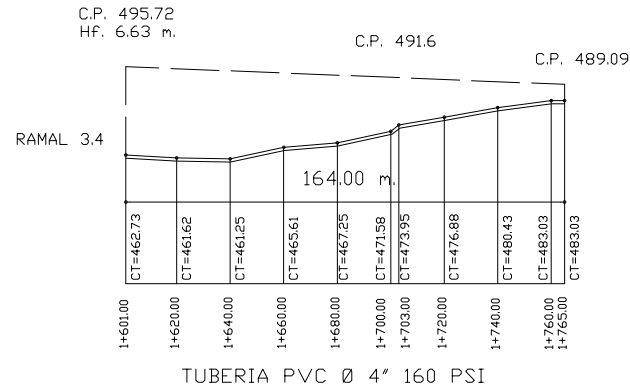
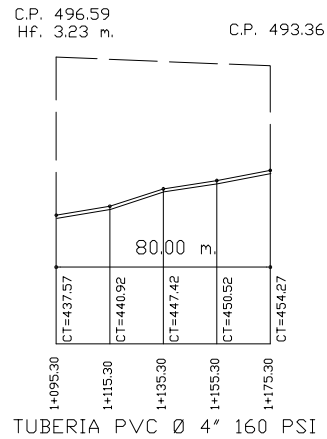
PERFIL CHINIMLAJOM RAMAL 3.1



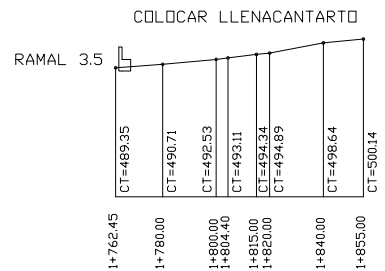
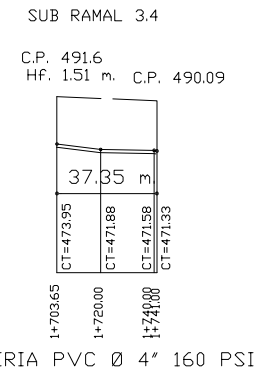
PERFIL CHINIMLAJOM RAMAL 3.2



PERFIL CHINIMLAJOM RAMAL 3.3



PERFIL CHINIMLAJOM RAMAL 3.4



PERFIL CHINIMLAJOM RAMAL 3.5

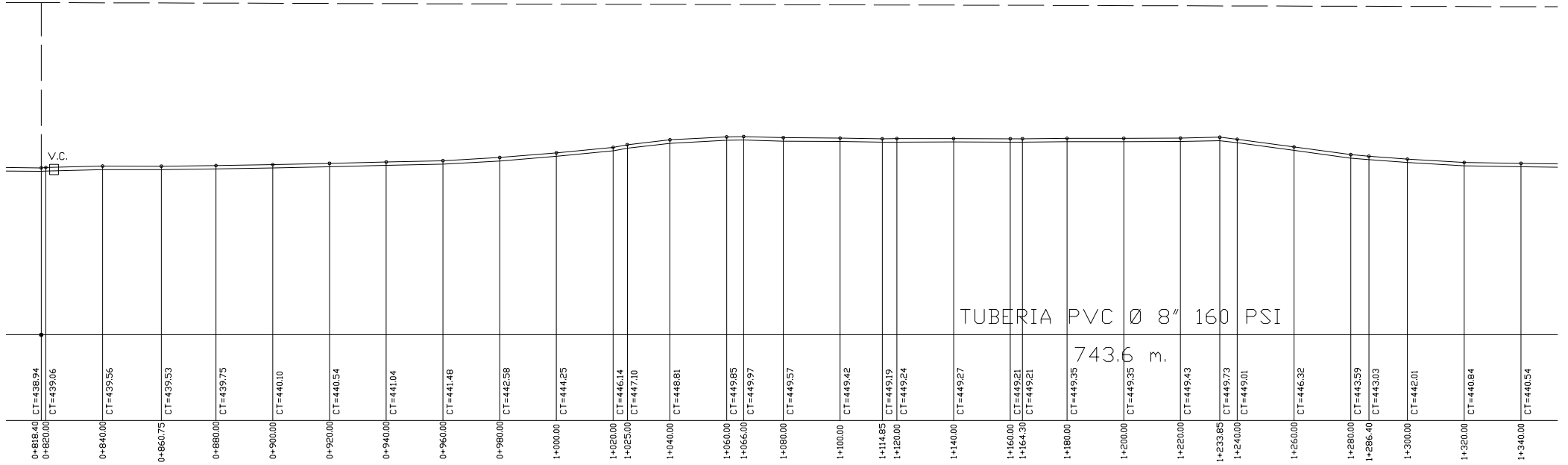


UNIVERSIDAD SAN CARLOS DE GUATEMALA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

PROYECTO: EPS SEB MESES	RODANTE: 9+612.05
DIRECCION: BARRIOS YALGUO, CANTON LAS CASAS, BELLA VISTA, CASERIOS CHINIMLAJOM Y CHACUQUEBA.	ESCALA: 1:1,000
FECHA: MAYO 2011	HOJA: 04/17
Vó. Bs. Ing. Juan Herold Cos Amené	

C.P. 497.10
Hf. 0.52 m.

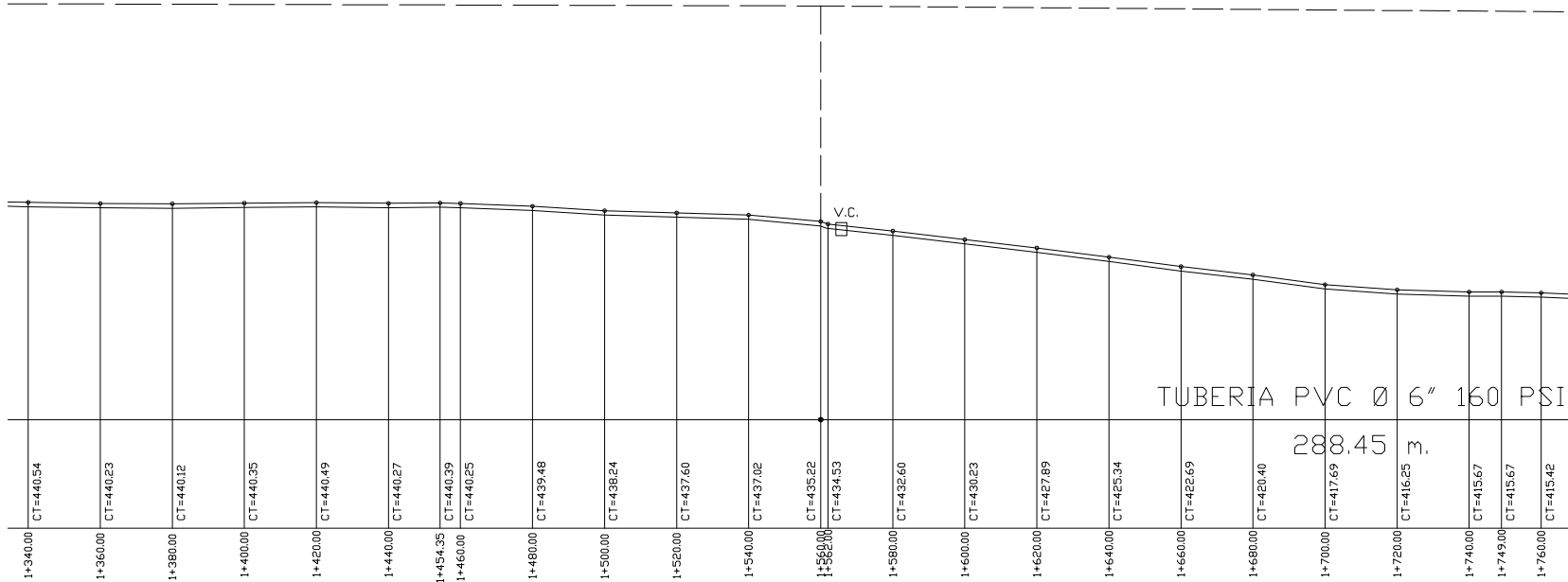
Qd. 25.71 Lts/seg.



PERFIL LINEA DISTRIBUCIÓN

C.P. 495.10
Hf. 2.00 m.

Qd. 21.72 Lts/seg.



PERFIL LINEA DISTRIBUCIÓN

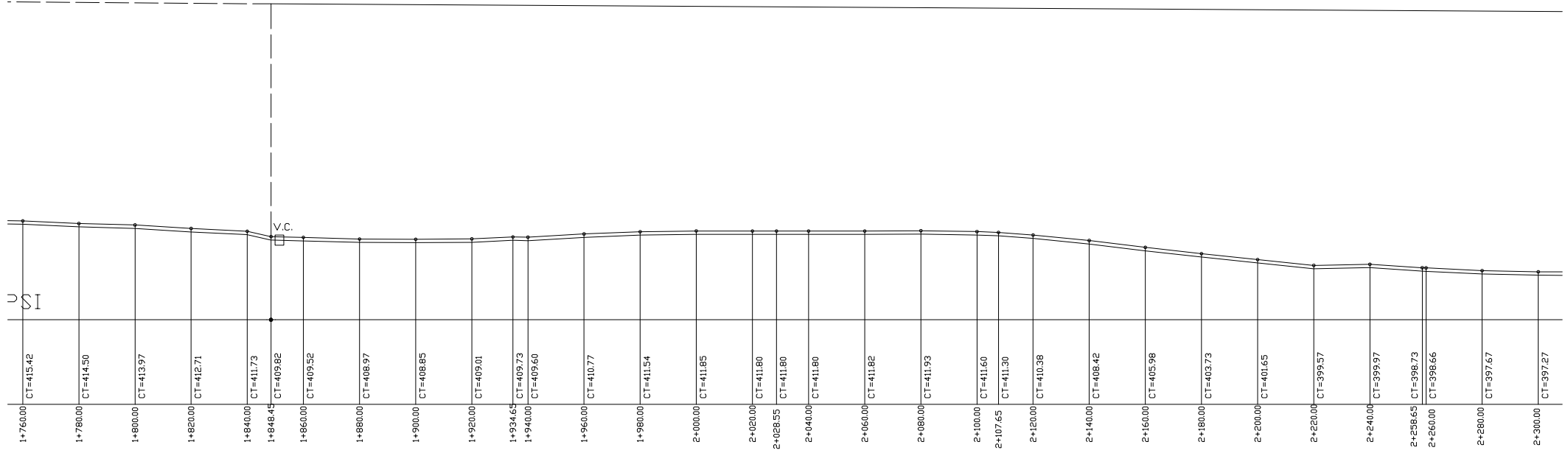


UNIVERSIDAD SAN CARLOS
DE GUATEMALA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

PROYECTO: EPS SIS MESES	DESEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE	MAQUINIFIC: 9+612.05
DIRECCION: WINGSTON VÁSQUEZ	BARRIOS YALGUO, CANTON LAS CASAS, BELLA VISTA, CASERIOS CHINIMLAJON Y CHOUQUEJA.	ESCALA: 1:1.000
FECHA: WINGSTON VÁSQUEZ	CONTIENE: PERFILES	MAYO 2011
FECHA: WINGSTON VÁSQUEZ		FOJA: 05 / 10

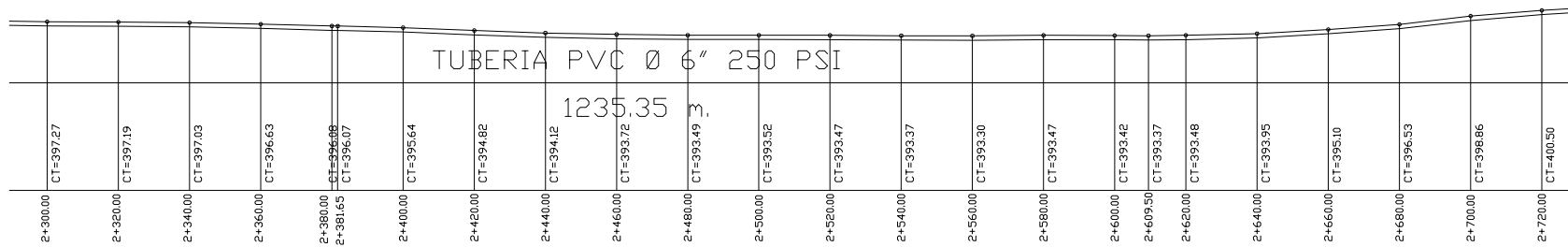
Ms. Bc. Ing. Juan Herick Cos
Rojas

C.P. 492.81
Hf. 2.29 m.



PERFIL LINEA DISTRIBUCIÓN

Qd. 18.35 Lts/seg.



PERFIL LINEA DISTRIBUCIÓN



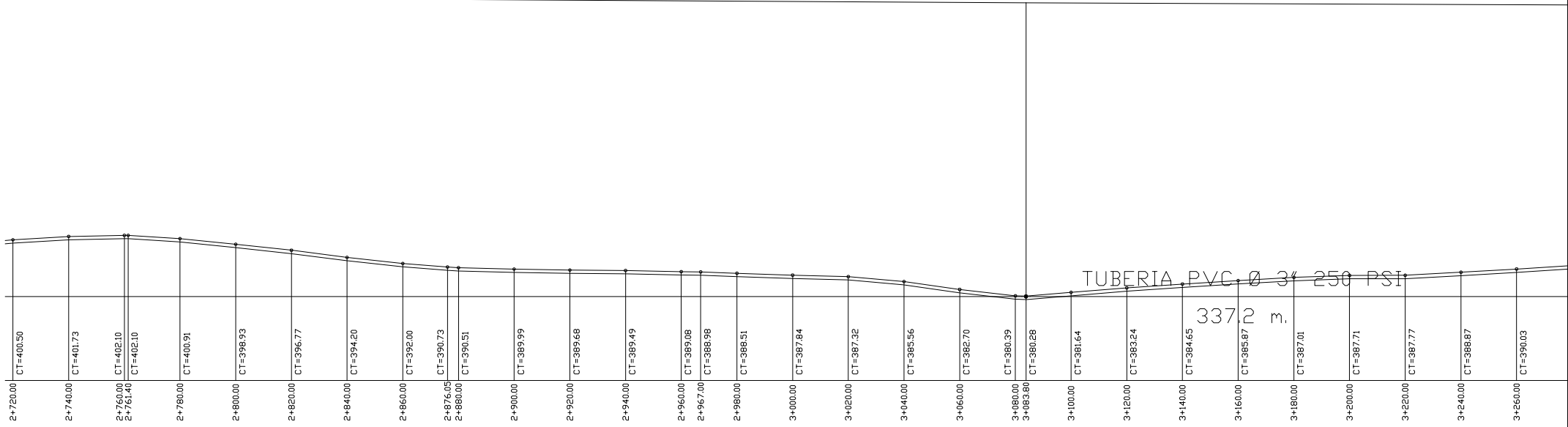
UNIVERSIDAD SAN CARLOS
DE GUATEMALA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

PROYECTO: EPS SER MESES	DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE	FECHAS: MAYO 2011	INGENIERO: 9+612.05
CLIENTE: WINGSTON VÁSQUEZ	DIRECCIÓN: BARRIOS YALGUO, CANTON LAS CASAS, BELLA VISTA, CARREROS CHIMINAJOM Y CHAQUEBEJA	ESCALA: 1:1,000	FECHA: MAYO 2011
DISEÑO: WINGSTON VÁSQUEZ	CONTIENE: PERFILES	FOLIO: 06/10	

V. B. Ing. Juan Herck Cos
Asesor

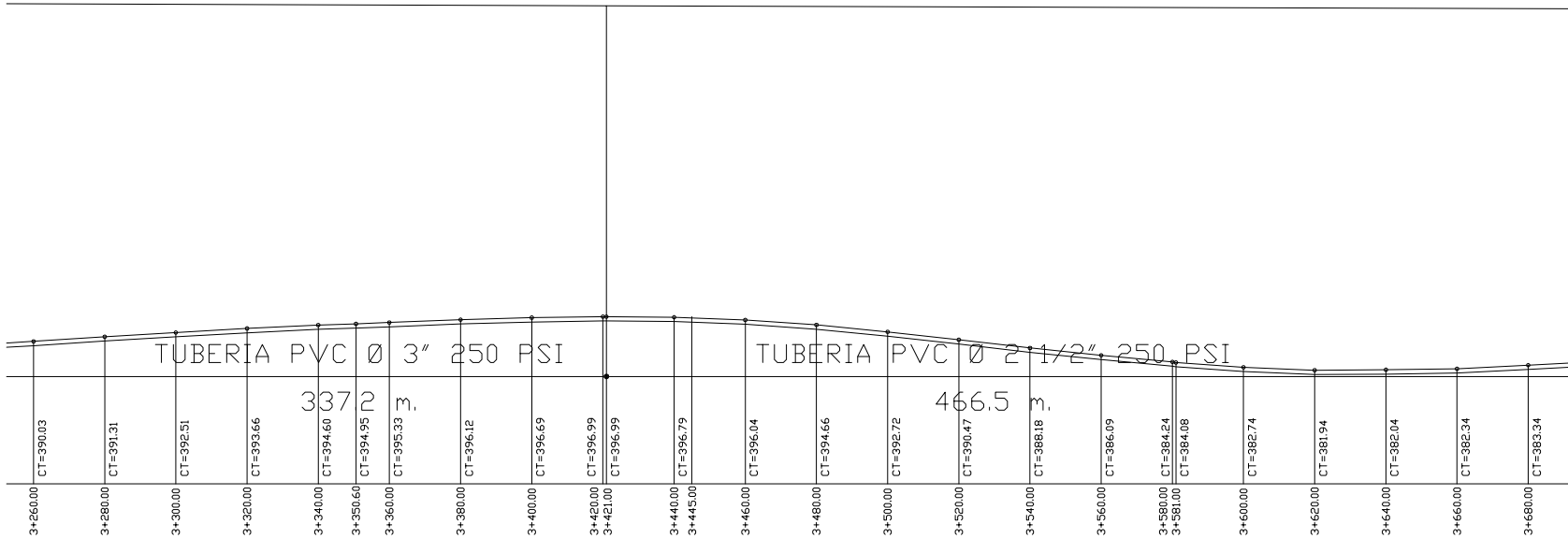
C.P. 485.57
Hf. 7.24 m.

Qd. 2.33 Lts/seg.




PERFIL LINEA DISTRIBUCIÓN

C.P. 484.29
Hf. 1.27 m.
Qd. 1.29 Lts/seg.

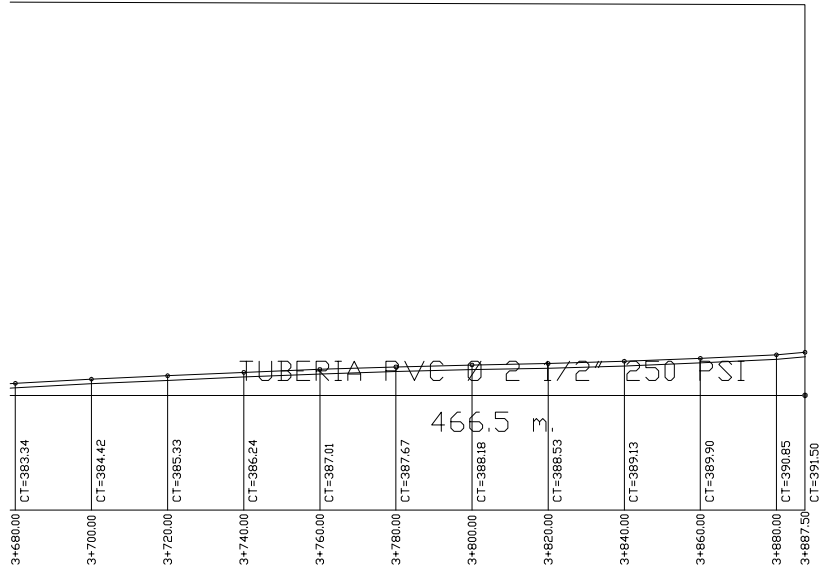


PERFIL LINEA DISTRIBUCIÓN

 <p>UNIVERSIDAD SAN CARLOS DE GUATEMALA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO</p>		PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE	IDENTIFICACION: 9+612.05
		EPSE SER MESES	ESCALA: 1:1,000
PROYECTO: WINGSTON VASQUEZ	CONTIENE: PERFILES	FECHA: MAYO 2011	HOJA: 07 / 10
FECHA: WINGSTON VASQUEZ F. _____ <small>Vo. Bto. Ing. Juan Herick Cos Rector</small>			

3.

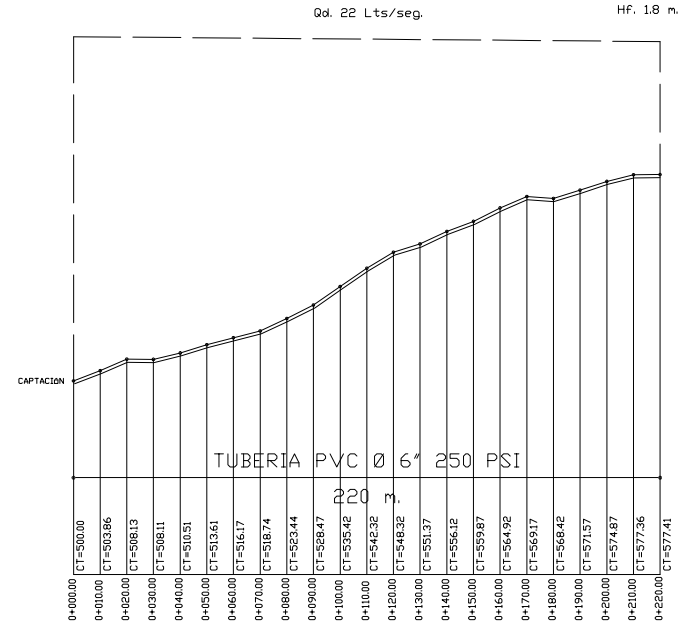
C.P. 482.86
Hf. 1.43 m.



PERFIL LINEA DISTRIBUCIÓN

C.P. 629.14

627.34
Hf. 1.8 m.



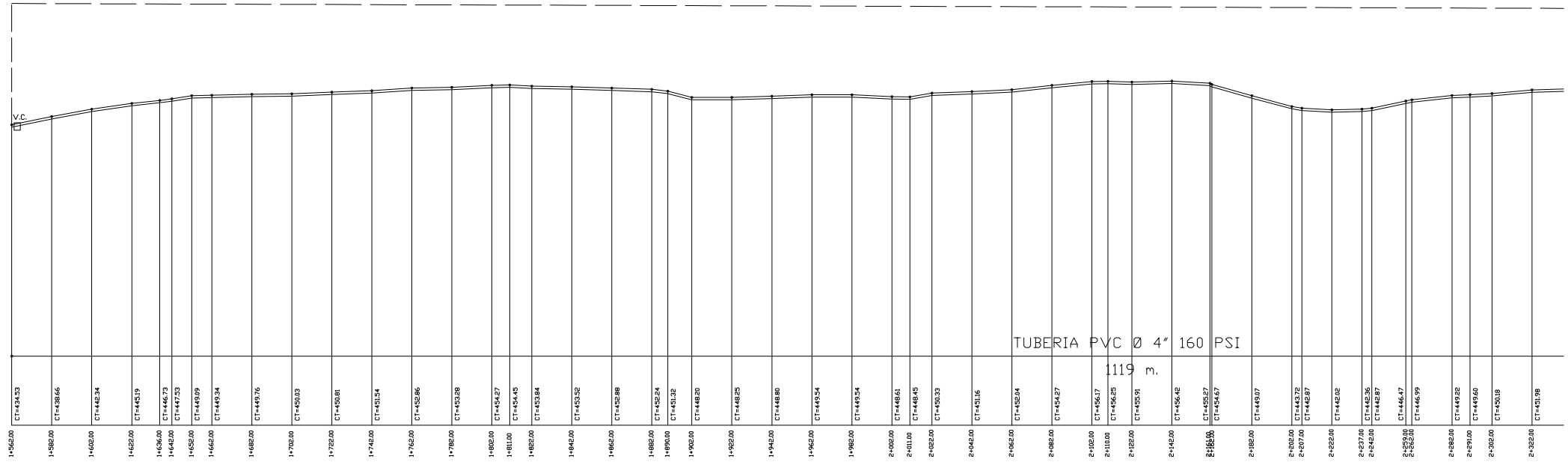
PERFIL LINEA DE CONDUCCIÓN



UNIVERSIDAD SAN CARLOS
DE GUATEMALA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE EPS SEB MESES	FECHA: 9+612.05
DIRECCIÓN: BARRIOS YALCUCO, CANTON LAS CASAS, BELLA VISTA, CASERIOS CHINMIJAOM Y CHAQUEBEJA	ESCALA: 1:1,000
PROYECTO: WINGSTON VÁSQUEZ	FECHA: MAYO 2011
PROYECTO: WINGSTON VÁSQUEZ	FECHA: 08/10

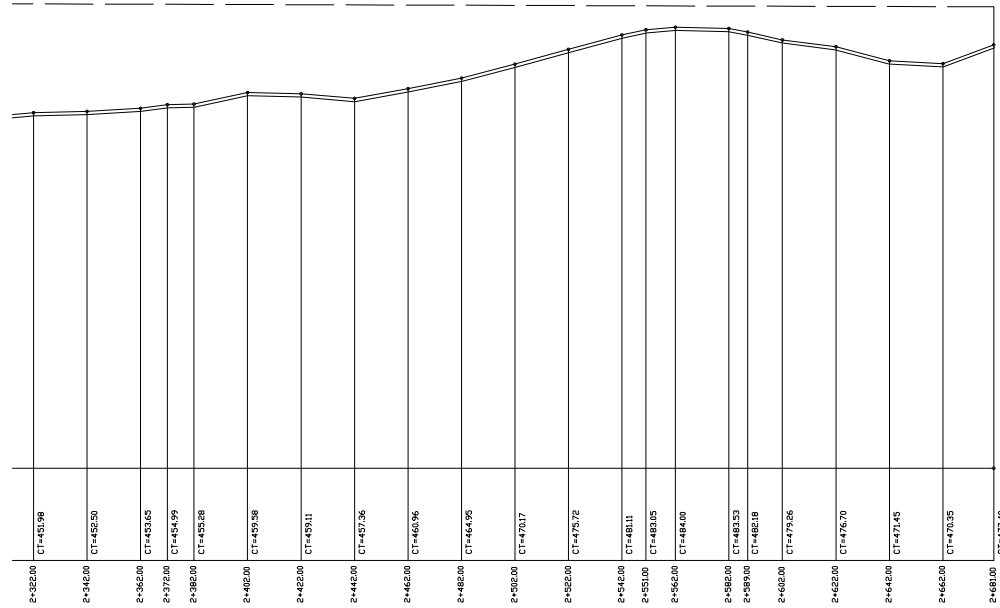
f. _____
Vo. Bo. Pto. Juan Heriberto
Rojas



PERFIL RAMAL 4, YALGUÓ SECTOR SUR

TUBERIA PVC Ø 4" 160 PSI
119 m.

C.P. 492.29
Hf. 2.81 m.



PERFIL RAMAL 4, YALGUÓ SECTOR SUR



UNIVERSIDAD SAN CARLOS
DE GUATEMALA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

PROYECTO: EPS SEBIMSES	MAGNITUD: 9+612.05
UBICACIÓN: BARRIOS YALGUO, CANTON LAS CASAS, BELLA VISTA, CASERIOS CHINIMAJOM Y CHAUQUIBUJA	ESCALA: 1:1,000
ELABORADO: WINGSTON VÁSQUEZ	FECHA: MAYO 2011
CONTENIDO: PERFILES	FOLIO: 09 / 10
REVISADO: WINGSTON VÁSQUEZ	ELABORADO: i. _____ W. B. Ing. Juan Herck Cos Asesor

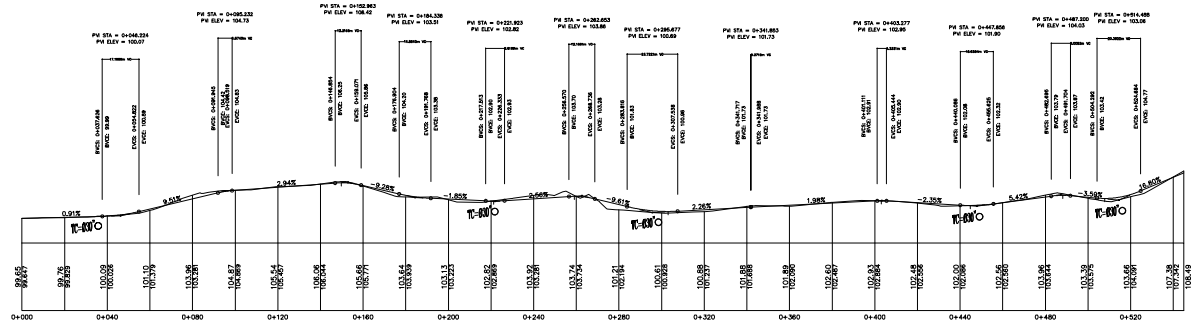
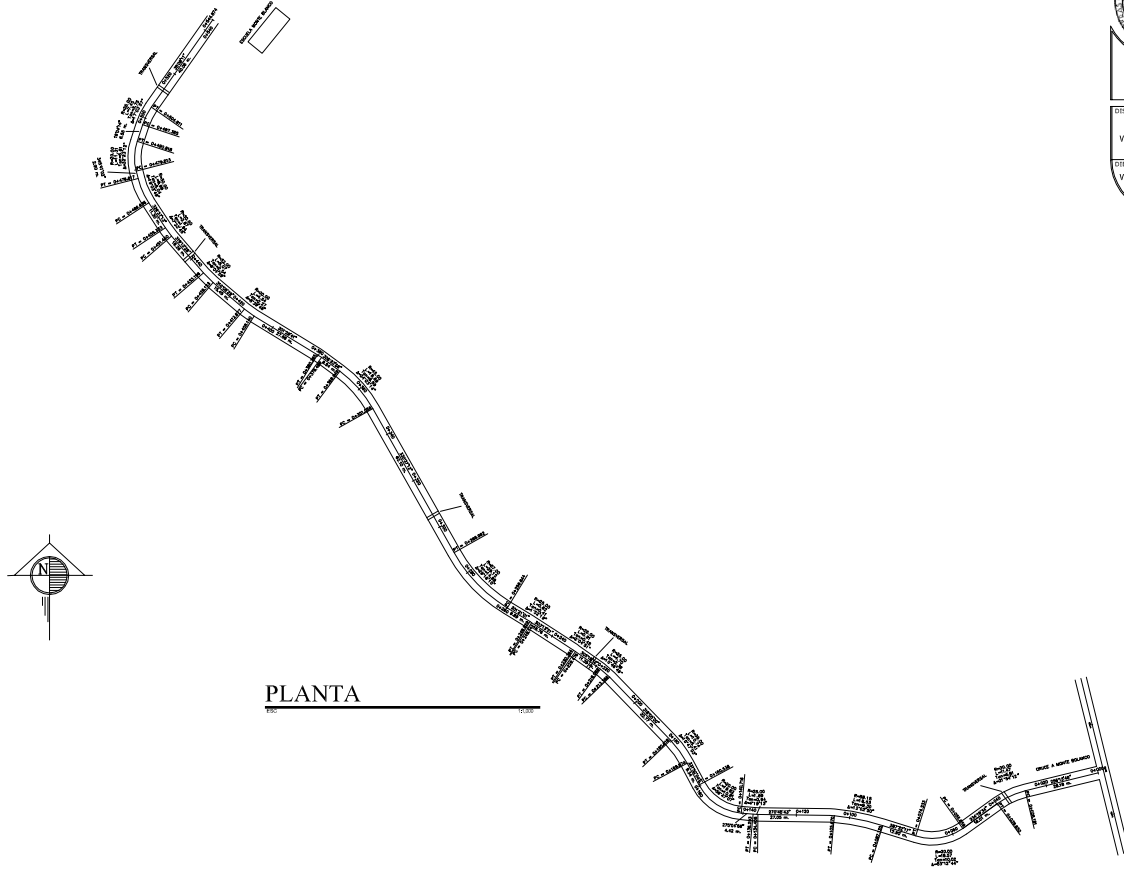
NOMENCLATURA

SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	Cambio en planta
	Indica cambio topográfico
	Indica punto de PVI y de intersección
	Indica pendiente en el perfil
	Indica cota de inicio y fin de curva
	INDICA CURVA CORRIGIDA EN PLANTA. D=100.00
	INDICA CURVA CORRIGIDA EN PERFIL. D=
	Pivote de curva vertical
	Cota de Pivote de curva vertical
	Pivote de tangente vertical
	Cota de Pivote de tangente vertical
	Estación Punto de Intersección
	Elevación Punto de Intersección



UNIVERSIDAD SAN CARLOS
DE GUATEMALA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

PROYECTO: E.S. SRS MESES	DISEÑO CAMINO RURAL	PAGINATURA: 04544.87
ELABORADO: WINGSTON VÁSQUEZ	VERIFICADO: COMUNIDAD MONTE BLANCO, COBAN, AV.	ESCALA: INDICADA
DISEÑO: WINGSTON VÁSQUEZ	FECHA: MAYO 2011	HOJA: 01 03



Escala Horizontal: 1 / 1,250
Escala Vertical : 1 / 500



PROYECTO: DESARROLLO CAMINO RURAL, SBS-MESES	PARÁMETRO: 0+544.87
UBICACIÓN: COMUNIDAD MONTE BLANCO, COBAN, AV.	ESCALA: 1:250
DISEÑO: WINGSTON VÁSQUEZ	FECHA: MAYO 2011
DIBUJO: WINGSTON VÁSQUEZ	FOLIO: 02/03

Vo. Bo. Ing. Juan Herold Cos
Abogado

