



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

**DISEÑO DEL PUENTE VEHICULAR DE LA ALDEA LA CONCEPCIÓN Y APERTURA DE
BRECHA DE CARRETERA DE LA ALDEA LOS REGADILLOS DEL MUNICIPIO DE
USPANTÁN DEPARTAMENTO DE QUICHÉ**

Carlos Humberto Boch

Asesorado por el Ing. Ángel Roberto Sic García

Guatemala, noviembre de 2012

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DEL PUENTE VEHICULAR DE LA ALDEA LA CONCEPCIÓN Y APERTURA DE
BRECHA DE CARRETERA DE LA ALDEA LOS REGADILLOS DEL MUNICIPIO DE
USPANTÁN DEPARTAMENTO DE QUICHÉ**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

CARLOS HUMBERTO BOCH

ASESORADO POR EL ING. ÁNGEL ROBERTO SIC GARCÍA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO CIVIL

GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 2012

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy OlympoPaiz Recinos
VOCAL I	Ing. Alfredo Enrique Beber Aceituno
VOCAL II	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL III	Inga. Elvia Miriam Ruballos Samayoa
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 OlympoPaiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco
EXAMINADOR	Ing. Silvio Rodríguez Serrano
EXAMINADOR	Ing. Ángel Roberto Sic García
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 DEL PUENTE VEHICULAR DE LA ALDEA LA CONCEPCIÓN Y APERTURA DE BRECHA DE CARRETERA DE LA ALDEA LOS REGADILLOS DEL MUNICIPIO DE USPANTÁN DEPARTAMENTO DE QUICHÉ

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil, con fecha julio de 2008.

Carlos Humberto Boch



FACULTAD DE INGENIERÍA

UNIDAD DE EPS

Guatemala, 17 de enero de 2012
Ref.EPS.DOC.47.01.12

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 **Carlos Humberto Boch** de la Carrera de Ingeniería Civil, con carné No. **199713266**, procedí a revisar el informe final, cuyo título es **"DISEÑO DEL PUENTE VEHICULAR DE LA ALDEA LA CONCEPCIÓN Y APERTURA DE BRECHA DE CARRETERA DE LA ALDEA LOS REGADILLOS DEL MUNICIPIO DE USPANTÁN DEPARTAMENTO DE QUICHÉ"**.

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. Ángel Roberto Sic García
Asesor-Supervisor de EPS
Área de Ingeniería Civil



c.c. Archivo
ARSG/ra



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



Guatemala,
10 de mayo de 2012

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

Estimado Ingeniero Montenegro.

Le informo que he revisado el trabajo de graduación DISEÑO DEL PUENTE VEHICULAR DE LA ALDEA LA CONCEPCIÓN Y APERTURA DE BRECHA DE CARRETERA DE LA ALDEA LOS REGADILLOS DEL MUNICIPIO DE USPANTÁN DEPARTAMENTO DE QUICHÉ, desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Carlos Humberto Boch, quien contó con la asesoría del Ing. Ángel Roberto Sic García.

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.

Más de 130 Años de Trabajo Académico y Mejora Continua





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



Guatemala,
8 de agosto de 2012

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

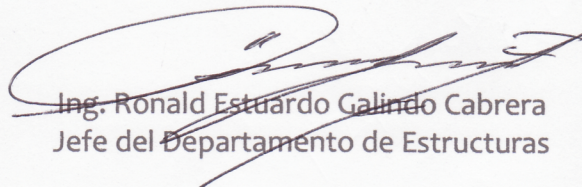
Estimado Ingeniero Montenegro.

Le informo que he revisado el trabajo de graduación **DISEÑO DEL PUENTE VEHICULAR DE LA ALDEA LA CONCEPCIÓN Y APERTURA DE BRECHA DE CARRETERA DE LA ALDEA LOS REGADILLOS DEL MUNICIPIO DE USPANTÁN DEPARTAMENTO DE QUICHÉ**, desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Carlos Humberto Boch quien contó con la asesoría del Ing. Ángel Roberto Sic García.

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. Ronald Estuardo Galindo Cabrera
Jefe del Departamento de Estructuras



FACULTAD DE INGENIERÍA
DEPARTAMENTO
DE
ESTRUCTURAS
USAC

/bbdeb.



FACULTAD DE INGENIERÍA

UNIDAD DE EPS

Guatemala, 11 de septiembre de 2012
Ref.EPS.D.727.010.12

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

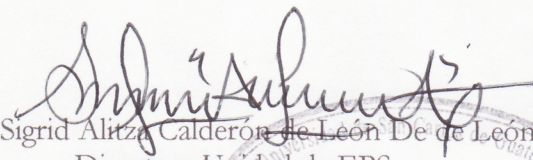
Estimado Ingeniero Montenegro Franco.

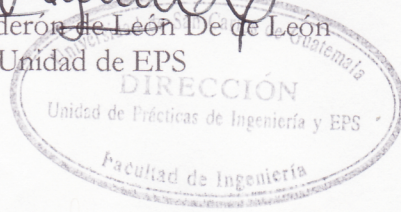
Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **"DISEÑO DEL PUENTE VEHICULAR DE LA ALDEA LA CONCEPCIÓN Y APERTURA DE BRECHA DE CARRETERA DE LA ALDEA LOS REGADILLOS DEL MUNICIPIO DE USPANTÁN DEPARTAMENTO DE QUICHÉ"** que fue desarrollado por el estudiante universitario **Carlos Humberto Boch**, quien fue debidamente asesorado y supervisado por el Ing. Ángel Roberto Sic García.

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. Sigrid Alitza Calderón de León De León
Directora Unidad de EPS



SACdL/ra



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. Ángel Roberto Sic García y de la Coordinadora de E.P.S. Inga. Sigríd Alitza Calderón de León De de León, al trabajo de graduación del estudiante Carlos Humberto Boch, titulado **DISEÑO DEL PUENTE VEHICULAR DE LA ALDEA LA CONCEPCIÓN Y APERTURA DE BRECHA DE CARRETERA DE LA ALDEA LOS REGADILLOS DEL MUNICIPIO USPANTÁN DEPARTAMENTO DE QUICHÉ**, da por este medio su aprobación a dicho trabajo.


Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
DIRECTOR
FACULTAD DE INGENIERÍA

Guatemala, noviembre 2012

/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 DEL PUENTE VEHIGULAR DE LA ALDEA LA CONCEPCIÓN Y APERTURA DE BRECHA DE CARRETERA DE LA ALDEA LOS REGADILLOS DEL MUNICIPIO DE USPANTÁN DEPARTAMENTO DE QUICHÉ**, presentado por el estudiante universitario **Carlos Humberto Boch**, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.

Ing. Alfredo Enrique Beber Aceituno
Decano en funciones



Guatemala, 12 de noviembre de 2012

/cc

ACTO QUE DEDICO A:

Mi madre Carmen Boch	Por ser el origen de mi perseverancia y como recompensa al sacrificio realizado para darme lo mejor de su vida (†).
Mis hermanos	Por el apoyo incondicional Enrique y Esperanza Boch.
Mi universo	Por su paciencia y espera en estos años, por los momentos tristes (†) y alegres compartidos con mucho cariño gracias.
Ingeniero Mario Roldan	Por sus consejos los cuales fueron de gran apoyo para culminar este trabajo.
Municipalidad de Uspantán	Los señores Baltasar Amador y Cecilio Matzar por sus consejos y su apoyo incondicional.
Todos mis amigos de la universidad	Que no pudieron terminar la carrera, los que están aún estudiando, los graduados y en memoria de aquellos que ya no están entre nosotros, gracias.

AGRADECIMIENTOS A:

**Universidad de San
Carlos de Guatemala**

Por permitirme graduarme en la Facultad de Ingeniería y brindarme los conocimientos necesarios para formarme como profesional.

Mi asesor

Ing. Ángel Roberto Sic García, ya que con su valiosa asesoría logré terminar con éxito la etapa del EPS.

**La Municipalidad de
Uspantán**

Por brindarme su apoyo.

Ing. Cleyber Girón

Por su experiencia transmitida y apoyo para terminar este trabajo.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	V
LISTA DE SÍMBOLOS.....	VII
GLOSARIO.....	XI
RESUMEN.....	XV
OBJETIVOS.....	XVII
INTRODUCCIÓN.....	XIX
1. FASES DE INVESTIGACIÓN.....	1
1.1. Monografía.....	1
1.1.1. Límites y localización.....	1
1.1.2. Acceso y comunicación.....	1
1.1.3. Topografía.....	1
1.1.4. Aspectos climáticos.....	2
1.1.5. Servicios públicos.....	2
1.1.6. Actividades económicas.....	2
1.1.7. Población e idioma.....	2
1.2. Principales necesidades.....	3
1.2.1. Descripción de las necesidades.....	4
1.2.2. Priorización de las necesidades.....	4
2. FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL.....	5
2.1. Diseño del puente vehicular en la aldea La Concepción.....	5
2.1.1. Descripción general del proyecto.....	5
2.1.2. Parámetros de diseño.....	5
2.1.2.1. Generalidades.....	6

	2.1.2.2.	Descripción del puente vehicular	7
	2.1.2.3.	Estudio hidrológico	7
		2.1.2.3.1. Método racional	8
	2.1.2.4.	Levantamiento topográfico.....	9
	2.1.2.5.	Estudio de suelo	10
2.1.3.		Diseño estructural del puente	11
	2.1.3.1.	Datos para diseño.....	11
	2.1.3.2.	Diseño de la superestructura	12
2.1.4.		Diseño de la superestructura	42
	2.1.4.1.	Diseño de la cortina	43
	2.1.4.2.	Diseño de la viga de apoyo.....	47
	2.1.4.3.	Diseño de neopreno	48
	2.1.4.4.	Diseño de estribo.....	51
	2.1.4.5.	Elaboración de presupuestos.....	59
3.		DISEÑO DE APERTURA DE BRECHA DE LA ALDEA LOS REGADILLOS.....	63
	3.1.	Estudio preliminar de campo	63
	3.2.	Selección de ruta de campo	63
	3.3.	Levantamiento topográfico del preliminar	64
		3.3.1. Tránsito de la preliminar	64
		3.3.2. Niveles de la preliminar	65
		3.3.3. Sección de transversal de la preliminar	65
		3.3.4. Cálculo topográfico de la preliminar.....	66
		3.3.4.1. Cálculo de tránsito de la preliminar	66
		3.3.4.2. Cálculo de niveles de preliminar	66
		3.3.5. Cálculo de secciones transversales de preliminar ..	67
	3.4.	Diseño de localización.....	68
		3.4.1. Diseño de subrasante de preliminar	68

3.4.2.	Traslado de la subrasante a planta	68
3.4.3.	Diseño de la línea de localización	69
3.4.4.	Deducción de perfil y afinamiento de diseño	70
3.4.5.	Cálculo de localización.....	71
3.4.5.1.	Cálculo de puntos de intersección de localización	71
3.5.	Cálculo de los elementos de la curva	71
3.5.1.	Longitud de curva (LC).....	74
3.5.2.	Subtangente (St).....	74
3.5.3.	Cuerda máxima (Cm).....	75
3.5.4.	External (E).....	75
3.6.	Cálculo de los estacionamientos.....	76
3.7.	Movimiento de tierras	77
3.7.1.	Diseño de subrasante	77
3.8.	Determinación de curvas verticales	79
3.8.1.	Trazo de subrasante	81
3.8.2.	Dibujo de secciones transversales.....	82
3.8.3.	Dibujo de secciones típicas.....	82
3.8.4.	Determinación de áreas.....	84
3.8.5.	Cálculo de volúmenes.....	84
3.9.	Carpeta de rodadura.....	86
3.10.	Drenajes	87
3.10.1.	Ubicación de drenajes.....	88
3.10.2.	Localización de drenajes.....	89
3.11.	Cálculo de áreas de descarga por el método racional	91
3.12.	Suelos	95
3.12.1.	Pruebas de laboratorio.....	97
3.12.2.	Granulometría.....	97
3.12.3.	Límites de Atterberg.....	99

3.12.4.	Límite líquido	99
3.12.5.	Límite plástico	101
3.12.6.	Proctor.....	101
3.12.7.	Chequeo de compactación de campo.....	103
3.12.8.	Características técnicas del material de balasto ...	104
3.13.	Elaboración de planos.....	106
3.14.	Datos finales del proyecto	107
3.14.1.	Datos de diseño	107
3.14.1.1.	Movimiento de tierras	109
3.15.	Presupuesto y cronograma de ejecución.....	117
CONCLUSIONES		135
RECOMENDACIONES		137
BIBLIOGRAFÍA		139
APÉNDICES		141

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Ubicación del municipio de Uspantán.....	3
2.	Sección transversal del puente	12
3.	Diagrama de momentos	14
4.	Distribución de cargas por eje de camión.....	16
5.	Armado de losa.....	22
6.	Armado de banqueteta.....	28
7.	Diagrama de distribución de sobrecarga	29
8.	Distribución de fuerzas por eje	30
9.	Diagrama de distribución de fuerzas críticas	31
10.	Diagrama de distribución debido a carga viva	32
11.	Diagrama de cortante máximo	33
12.	Diagrama de distribución debido a sobrecarga	37
13.	Sección transversal de diafragma	41
14.	Sección transversal de diafragma externo	42
15.	Geometría de la cortina y de la viga de apoyo	45
16.	Diagrama de presiones	52
17.	Ángulo subtendido por un arco de circunferencia de 20 metros	72
18.	Elementos de la curva horizontal circulares simples	73
19.	Tipos de curvas verticales.....	79
20.	Cálculo de volúmenes de movimiento de tierra	85

TABLAS

I.	Momento de volteo	53
II.	Cálculo de momento estabilizante	54
III.	Cálculo de momentos estabilizante	58
IV.	Presupuesto del puente vehicular aldea La Concepción.....	60
V.	Cronograma de avance físico puente vehicular	61
VI.	Cronograma de avance financiero	62
VII.	Valores de K según velocidad de diseño	80
VIII.	relaciones para dibujo de taludes	83
IX.	Cálculo de movimiento de tierras.....	86
X.	Tipos de drenaje en carretera.....	88
XI.	Localización de drenajes transversales tramo no.1 y tramo no.2	90
XII.	Datos y resultados de curvas horizontales.....	107
XIII.	Cálculo de movimiento de tierras.....	109
XIV.	Presupuesto general.....	119
XV.	Cronograma de avance físico y financiero	120
XVI.	Renglones de trabajo.....	121

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
@	A cada
As	Área de cuantía de acero de refuerzo
Asmáx	Área de cuantía de acero máximo
Asmín	Área de cuantía de acero mínimo
Bm	Banco de materiales
W	Carga
Qmáx	Carga admisible máxima del terreno
Qmín	Carga admisible mínima del terreno
Eq	Carga sísmica
Pu	Carga última
cm	Centímetros
L	Claro o luz considerada a rostro de los elemento

K	Constante depende de la velocidad de diseño
Vrc	Corte que resiste el concreto
Cm	Cuerda máxima
Ø	Diámetro
D.H.	Distancia horizontal (metros)
Acceso	Entrada o paso al puente
σ	Esfuerzo
Vcm	Esfuerzo cortante por carga muerta
Vu	Esfuerzo cortante último
Fy	Esfuerzo de fluencia del acero
F'c	Esfuerzo de fluencia del concreto
E	External
Fq	Factor de carga
LF	Fuerza Longitudinal
G	Grado de curvatura

I	Impacto
I	Intensidad
kg/m²	Kilogramos sobre metro cuadrado
kg/m³	Kilogramos sobre metro cúbico
lb	Libra
lb/pie²	Libra sobre pie cuadrado
psi	Libras sobre pulgada cuadrada
LC	Longitud de curva
LCV	Longitud de curva vertical
m	Metro
Mín	Mínimo
Mmáx	Momento máximo
Mu	Momento último
OM	Ordenada media
d	Peralte efectivo de un elemento de concreto

t	Peralte total de un elemento de concreto
PC	Principio de curva
PT	Principio de tangente
pulg	Pulgada
PI	Punto de intersección
PIV	Punto de intersección vertical
R	Radio
ton	Tonelada métrica
Vs	Valor soporte del suelo

GLOSARIO

Palabra	Significado
AASHTO	Asociación Americana de Carreteras y Puentes.
Acera	Parte de la estructura dedicada exclusivamente al paso de peatones.
ACI	Instituto Americano del Concreto.
Aforo	Procedimiento para medir un caudal.
Altimetría	Parte de la topografía que enseña a hacer mediciones de alturas.
Aproche	Viene del inglés <i>approach</i> (aproximarse) y se refiere a las estructuras o rellenos que conectan a la carretera con el puente.
Banco de marca	Punto en la altimetría, cuya altura se conoce y se utilizara para determinar las demás alturas.
Baranda	Armadura o muro construido paralelos a las banquetas para proteger a vehículos y peatones.

Carga de diseño	Carga que debe soportar la estructura para el diseño.
Carga muerta	Es el peso de la estructura y otros elementos que no pueden trasladarse de posición.
Carga viva	Es el peso de las cargas no permanentes, o sea que pueden cambiar de posición.
Cocode	Consejo Comunitario de Desarrollo.
Concreto	Es la mezcla de arena, grava y cemento, que es amasada con agua.
Concreto ciclópeo	Material de construcción obtenido de una mezcla proporcionada de cemento, arena, piedra y agua.
Cota de terreno	Altura de un punto del terreno, referido a un nivel determinado.
Cuneta	Zanja a cada uno de los lados en los caminos o carretera, en el cual el agua circula debido a la acción de gravedad.
Diafragma	Viga diseñada para contrarrestar los momentos torcionantes en las vigas principales. Cuando están en los extremos de un puente, se les llama diafragmas externos y cuando está en el centro de la luz, diafragmas internos.

DGC	Dirección General de Caminos.
Estiaje	Término hidrológico que se refiere al río, cuando éste se encuentra en su nivel mínimo.
Estribo	Cada una de las estructuras extremas que sirve de apoyo a la superestructura.
<i>In situ</i>	En el lugar o en el sitio.
Losa de acceso	Losa de entrada y salida de un puente.
Losa estructural	Tablero o losa del puente que soporta directamente el tráfico de vehículos o peatones. Cuando es de madera se le llama tablero y cuando es de concreto, losa.
Luz	Distancia horizontal interna entre dos estribos, entre estribo y pila o entre dos pilas.
Momento	Es el producto de la intensidad de una fuerza por la distancia a un punto.
Peralte	Es la altura de la viga.
Puente	Estructura construida para salvar depresiones del terreno.

Sección típica	Es la representación gráfica transversal y acotada, que muestra las partes componentes de una carretera.
Subestructura	Parte inferior del puente, formada por las cimentaciones, estribos, pilas y aletones.
Superestructura	Parte superior del puente, formada por las vigas, losa, diafragmas, torres, cables y pasamanos.
Talud	Inclinación de un terreno que pertenece a la sección típica, que delimita los volúmenes de corte o terraplén y esta contenido entre la cuneta y el terreno original.
Terracería	Prisma de corte o terraplén, en el cual se construyen las partes de la carretera mostradas en la sección típica.
Viga principal	Cada una de las vigas de soporte de la estructura colocada paralelamente a la línea central del puente.

RESUMEN

El presente trabajo de investigación, es el resultado obtenido del Ejercicio Profesional Supervisado (EPS), realizado en el municipio de Uspantán departamento del Quiché, donde se describe la planificación y el diseño de cada proyecto.

En la fase 1 se presentó un estudio monográfico y diagnóstico del municipio de Uspantán, con énfasis en las aldeas La Concepción y Los Regadillos, en el cual se recopilan las necesidades más importantes de estos lugares.

La parte técnica y profesional se recopila en la fase 2 y 3, donde se abarcan las especificaciones de diseño que se utilizaron para elaborar los proyectos.

Este proyecto de investigación tiene su punto de partida en la priorización de las necesidades en las aldeas la Concepción y Los Regadillo, del municipio de Uspantán departamento del Quiché. Buscando a cada necesidad la solución más factible para resolver dicho problema. En la carretera para la aldea Los Regadillos se usaron dos velocidades para el diseño, la típica E y F y tiene una longitud de 6 kilómetros, se diseñaron con las normas generales de caminos, y dicho proyecto se beneficiará a 700 habitantes.

En la aldea La Concepción, se diseñó un puente vehicular, con una luz de 25 metros, un ancho de 5,20 metros y una capacidad para soportar una carga viva HS-20; se diseñó con estribos de concreto ciclópeo, diafragmas etc. El número de personas que serán beneficiadas con este proyecto será de 800 habitantes.

OBJETIVOS

General

Diseñar el puente vehicular para la aldea La Concepción y diseño de la apertura de brecha para la aldea Los Regadillos del municipio de Uspantán, departamento de Quiché.

Específicos

1. Desarrollar una investigación de tipo monográfica y un diagnóstico sobre las necesidades de infraestructura y servicios básicos de las aldeas La Concepción y la aldea Los Regadillos, municipio de Uspantán, departamento de Quiché.
2. Capacitar a los miembros del COCODE de cada una de las aldeas, para que puedan proporcionar el mantenimiento básico del proyecto; de apertura de brecha de carretera y puente vehicular.
3. Mejorar la calidad de vida de los pobladores actuales y futuros, al llevarse a cabo la ejecución de los proyectos diseñados.
4. Contribuir a la proyección social de la Universidad de San Carlos de Guatemala, a través de la Facultad de Ingeniería, desarrollando los proyectos de infraestructura como parte del Ejercicio Profesional Supervisado (EPS).

INTRODUCCIÓN

La mayoría de las aldeas que están en el área rural, no cuentan con los servicios básicos necesarios para una vida digna, ni mucho menos con la infraestructura adecuada para desarrollar actividades que generen recursos para el municipio.

En el caso de la aldea Los Regadillos, que es la que está más alejada del casco urbano, y por lo tanto una de las que presenta más problemas, en cuanto a infraestructura y servicios básicos.

En este trabajo de investigación, se describe la información para la planificación de los proyectos, así como aspectos socioeconómicos, servicios públicos, datos acerca de su población y en general características físicas del lugar.

En el diseño de apertura de brecha, de la aldea Los Regadillos, se detallan dos tipos de típicas, por lo montañoso, se colocaron transversales, cunetas, para concluir en la elaboración de planos constructivos y presupuestos correspondientes.

El diseño del puente vehicular, se realizó de acuerdo a las características encontradas en el lugar, sobre todo las particularidades del suelo; porque es un suelo rocoso, la superestructura del puente es de concreto reforzado para soportar una carga vehicular tipo HS-20.

1. FASES DE INVESTIGACIÓN

1.1. Monografía

Quiché es uno de los 22 departamentos de la República de Guatemala, ubicado al norte de Guatemala. La ciudad de Santa Cruz, es la cabecera departamental de Quiché.

1.1.1. Límites y localización

El municipio de Uspantán, colinda al norte con el caserío Santa Catarina Cotoxac y Piedras Negras, al sur con el caserío San Antonio Chiquitó y caserío San Lucas, al este con el caserío Xejul y al oeste caserío Tierra Blanca Jacubi.

1.1.2. Acceso y comunicación

La principal vía de acceso con el municipio de Uspantán, es a través de un camino de asfalto de 95 kilómetros que empieza de Santa Cruz del Quiché hasta llegar a Uspantán, y desde la capital de Guatemala hay una distancia de 267 kilómetros, también hay otra entrada de terracería por el lado del municipio de San Andrés Sajcabajá.

1.1.3. Topografía

La topografía es totalmente montañosa, donde se encuentra gran cantidad de estratos.

1.1.4. Aspectos climáticos

Su clima se determina como cálido, pero se puede decir que es una de las áreas del departamento con mayor precipitación en época de invierno en el casco urbano, para los meses de octubre hasta enero se encuentra frío.

1.1.5. Servicios públicos

El servicio de energía eléctrica, cubre el 50 por ciento el casco urbano, no tocando el área de la zona Reyna que no cuentan con luz. Todas las calles del casco urbano cuentan con luz.

1.1.6. Actividades económicas

Existen dos fuentes de ingresos, entre las cuales se definen las siguientes:

- Lo principal es el cultivo de maíz, frijol, y ejote, productos que comercializan en el mercado y para auto consumo.
- Aporte de mano de obra para labores agrícolas.

1.1.7. Población e idioma

Según datos del censo del 2011, realizado por el Hospital de Uspantán, la población es de 55185 habitantes y el 92,04 por ciento de la población es indígena y habla Quiché, el resto es población ladina con un 7,6 por ciento español.

Figura 1. **Ubicación del municipio de Uspantán**



Fuente: www.Inforpressca.com/uspantan/mapa.php. Consulta: 15 de julio de 2008.

1.2. Principales necesidades

Para transportarse de la cabecera municipal a las aldeas, se utilizan vehículos tipo *pick-up* de doble tracción. La mayoría de las carreteras son de terracería, por lo que en invierno se encuentran en mal estado.

1.2.1. Descripción de las necesidades

Son varias las necesidades que se presentan en la aldea Los Regadillos, pero lo más urgente, es la apertura de brecha, ya que la gente tiene que caminar varias horas para vender su producto.

Los habitantes de la aldea La Concepción y en general toda la población de las demás aldeas como lo es San Vicente, Vara de Canasto y Pozo Grande, carecen de una vía de comunicación o un acceso adecuado.

1.2.2. Priorización de las necesidades

Para la aldea La Concepción, la falta de una vía de comunicación ha provocado que la gente tenga que pasar por un puente de hamaca que está en mal estado y ha provocado en algunos casos accidentes fatales.

La alternativa de seleccionar la construcción del puente vehicular en la aldea La Concepción, se hizo en función de dos motivos: primero por el beneficio que representa para un sector grande de la población del municipio, y el segundo es que la construcción del puente facilitará la salida de sus productos.

2. FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL

2.1. Diseño del puente vehicular en la aldea La Concepción

En esta fase de la investigación se tratará el diseño de un puente vehicular para la aldea La Concepción, el cual paliaría la precaria situación en cuanto a vías de comunicación se refiere.

2.1.1. Descripción general del proyecto

El proyecto consiste en el diseño del puente vehicular, que comunica la aldea La Concepción, Paraíso del Edén, Pozo Grande, Vara de Canasto, y otras comunidades, con el cual se pretende contribuir al desarrollo de las mismas, la longitud total es de 25 metros.

Después de evaluar las diferentes clases de estructuras que se pueden utilizar, se seleccionó la de concreto armado *in-situ* (en el lugar), debido a que se puede cubrir luces de hasta 25 metros sin apoyo central, no necesita equipo especial para su construcción, se pueden aprovechar los materiales del lugar, no requiere de mayor mantenimiento y el acceso al lugar, es muy difícil.

2.1.2. Parámetros de diseño

Para la realización del puente vehicular, se hará uso de las normas propuestas por la AASTHO:

- Recubrimientos AASHTO 8.22
- Longitud de desarrollo AASTHO 8.24.1.2
- Traslapes AASTHO 8.25 D.G.C. 509.080
- Ganchos AASTHO 8.23.2.2

2.1.2.1. Generalidades

La necesidad del hombre de desplazarse en condiciones donde necesita llevar carga, lo obliga a buscar la forma de salvar obstáculos como: barrancos, ríos y otros tipos de accidentes, una de las maneras para salvar estos obstáculos son los puentes.

Clasificación de los puentes

- Según su función y utilización
 - Puentes peatonales
 - Puentes, viaductos o pasos carreteros
 - Puentes, viaductos o pasos ferroviarios
- Según sus materiales de construcción
 - Madera
 - Mampostería
 - Concreto armado
 - Concreto pre esforzado, y metálicos

- Según el tipo de estructura
 - Librementemente apoyados
 - Tramos continuos
 - Arcos
 - Atirantados
 - Colgantes
 - Doble voladizos

2.1.2.2. Descripción del puente vehicular

Un puente, es una estructura destinada a salvar obstáculos naturales, como ríos, valles, lagos o brazos de mar; y obstáculos artificiales, como vías férreas o carreteras, con el fin de unir caminos de viajeros, animales o mercancías.

La infraestructura de un puente, está formada por los estribos o pilares extremos, las pilas o apoyos centrales y los cimientos que forman la base de ambos. La superestructura consiste en el tablero o parte que soporta directamente las cargas y las armaduras, constituidas por vigas, cables, o bóvedas y arcos que transmiten las cargas del tablero a las pilas y los estribos.

2.1.2.3. Estudio hidrológico

El estudio hidrológico se compone de crecida normal y crecida máxima, y la crecida extraordinaria; la normal, es la que el río mantiene todo el año, varia muy poco, la máxima es el nivel que el río llega anualmente durante el invierno variando poco de año en año, y la crecida extraordinaria se da por lluvias muy

intensas durante largo tiempo, para el diseño se deben de tomar como mínimo 2 metros arriba de la crecida máxima.

2.1.2.3.1. Método racional

Combina dos grupos de factores que determinan la esorrentía con las precipitaciones sobre la cuenca, y el otro son las respuestas de esta en las mismas, por lo tanto el método requiere información meteorológica como son las curvas de duración intensidad y frecuencia. La ecuación de continuidad en términos de precipitación pluvial se dice: si a una superficie impermeable se le aplica una lluvia de intensidad constante I , el escurrimiento alcanzaría esa misma velocidad V , después de un tiempo T_c , llamado tiempo de concentración, se tiene entonces la fórmula siguiente:

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

Donde:

Q = caudal de esorrentía en m^3/s

C = coeficiente de esorrentía

i = intensidad de lluvia

A = área de la cuenca en hectáreas

Datos:

$C = 0,2$

$A = 450$ hectáreas

$i = 150$ mm/hora

Sustituyendo datos en la fórmula anterior, se tiene:

$$Q = \frac{0,2 \times 150 \times 450}{360} = 37,50 \text{ m}^3/\text{s}$$

El resultado del caudal obtenido, servirá para determinar la altura máxima y mínima del puente y áreas de descarga, teniendo la cantidad de agua que puede pasar en momentos críticos, así como para determinar la geometría y materiales a utilizar para la construcción de superestructura.

2.1.2.4. Levantamiento topográfico

Permite representar gráficamente la geometría, posición, altura y los puntos de ubicación del puente. Para la realización del estudio topográfico, se procedió a medir y orientar con respecto al norte magnético, ubicando estaciones con el objeto de recabar la información de planimetría y altimetría necesaria. Se trabajó con una poligonal abierta, se utilizó una estadía de 6 metros de alto, cinta métrica de metal, un juego de estacas, un plomo y un teodolito marca SOKKIA D-T6, se utilizó el método de primer orden.

- Altimetría

Se trazó un eje central, tomando como referencia a unos 50 metros, de los cuatro puntos del puente, porque todo es montañoso, se trazaron secciones a cada 10 y 20 metros. Con estos datos, se dibujó el eje central, curvas de nivel y perfil (ver planos) al final.

- Planimetría

Se define como el conjunto de trabajos necesarios para representar, gráficamente la superficie de la tierra, tomando como referencia el norte de su orientación. El objetivo de la planificación, es definir el área de emplazamiento y la proyección horizontal del puente, para este caso se aplicó el método de conservación de azimut.

- Curvas de nivel

Las curvas de nivel, son de mucha importancia en el diseño, ya que estas proporcionan la información altimétrica del comportamiento del terreno.

2.1.2.5. Estudio de suelo

El valor soporte del suelo, es uno de los factores más importantes, pues es el valor de presión máxima que debe alcanzar cuando se diseña el cimiento, el valor soporte del suelo se realizó con un estudio en el área del CESEM ya que es una parte de manto rocoso, se socavó a 3 metros de profundidad, donde se sacó una muestra con valor aproximado de soporte de 80 a 100 toneladas por metro cuadrado el cual se considera adecuado. No se socavo más ya que es pura roca dentro la construcción de las dos bases del puente vehicular, no se sacó una muestra para hacerle el ensayo triaxial, ya que era muy difícil sacar el testigo, el resultado es una roca caliza y se encuentra en las hojas adjuntas.

2.1.3. Diseño estructural del puente

- Metodología empleada

El proyecto consiste en el diseño de un puente vehicular de una vía, de 25 metros de largo y un ancho de rodadura de 5,20 metros, compuesto de una sección de viga y losa simplemente apoyada, viga de apoyo, estribos de concreto ciclópeo y sus barandales de protección.

El diseño de los elementos estructurales del puente, se rigen por las Normas AASHTO y ACI.

2.1.3.1. Datos para diseño

Estos servirán para alimentar las ecuaciones, teniendo en cuenta el criterio del diseñador para obtener resultados confiables y no simples datos que no ayudaran a resolver el problema.

Luz eficaz 25,00 m

Luz libre 24,00 m

Ancho total 5,70 m

Ancho útil 5,60 m

Esfuerzo máximo del concreto $F'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$

Esfuerzo de fluencia del acero $F_y = 2810 \text{ kg./cm}^2$

Peso volumétrico de concreto ciclópeo $W_{cc} = 2700,0 \text{ kg /cm}^3$

Peso volumétrico del concreto armado $W_c = 2400,0 \text{ kg/m}^3$

Peso volumétrico del suelo $W_s = 1700,0 \text{ kg/m}^3$

Capacidad soporte del suelo $V_s = 80 \text{ ton/m}^2$

Carga HS-20

2.1.3.2. Diseño de la superestructura

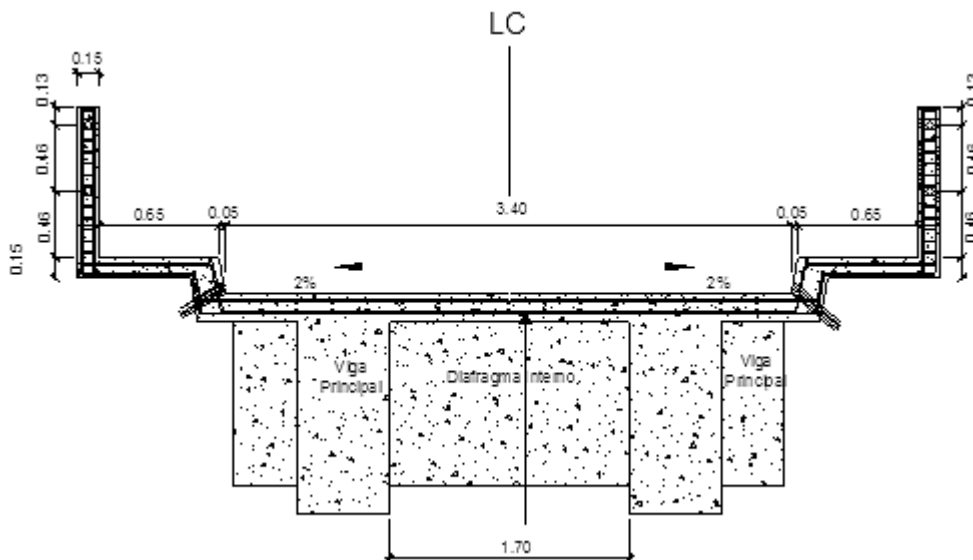
La superestructura, es la parte superior del puente, formada por la losa, vigas, diafragmas, acera y pasamanos. Este diseño debe cumplir las normas internacionales para su correcto desempeño.

Consideraciones generales

- Carga de diseño

La carga de diseño seleccionada para puentes, depende primordialmente de la importancia, de la proyección económica y social que tendrá la carretera, así como del tipo de transporte que tendrá acceso a la estructura, por lo cual, la carga seleccionada para este proyecto es HS20-44.

Figura 2. Sección transversal del puente



- Diseño de la losa

Según especificaciones AASTHO 8.9.2 para losas con refuerzo principal perpendicular a la dirección del tráfico, se recomienda:

$$t=1,2 \frac{(L+3,05)}{30}$$

t= espesor de losa

L = luz libre entre vigas

$$t=1,2 \frac{(1,70+3,05)}{30}=0,19 \text{ m}$$

Entonces el espesor será de 20 centímetros

Tiene que ser mayor a 6 pulgadas= 15,24 centímetros y no sobrepasarse de 10 pulgadas = 25,24 centímetros.

- Cálculo de peralte

Con base a lo dispuesto por la Norma AASHTO 8.9.2, el recubrimiento (r) mínimo para losas en la parte inferior es de 2,5 centímetros y el espesor no deberá ser menor de 6,0 pulgadas. Para efectos de este proyecto y tomando en cuenta el largo, ancho y las cargas que soportará, se usara la fórmula siguiente:

El peralte (d) efectivo es el siguiente

$$d = \frac{t-\phi}{2-r}$$

Donde:

t= espesor de losa (20 cm)

Ø= diámetro del refuerzo asumido (usando varilla No. 4)

r = recubrimiento mínimo 2,5 cm (según AASHTO 8.22)

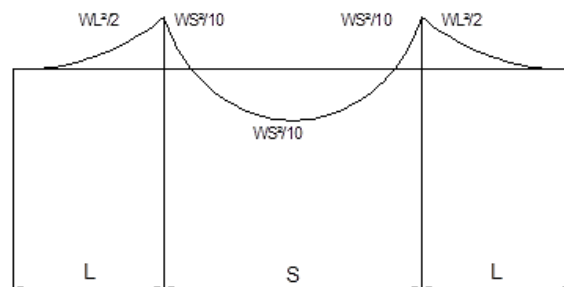
$$d = \frac{20-1,27}{2-2,5} = 16,85 \text{ cm}$$

- Cálculo de momentos

Los momentos que se analizarán son: momento por carga muerta, sobrecarga e impacto, obteniendo con ello el momento total con el cual se procederá al cálculo del refuerzo. Los momentos se calcularán en base a las recomendaciones que da AGIES en la norma NR5 capítulo 2, donde recomienda utilizar la fórmula de momentos recomendados también por las AASTHO 3.3.6.

$$M_u = 1,3 \left(M_{cm} + \frac{5}{3} \right) (M_{cv} \times l)$$

Figura 3. **Diagrama de momentos**



Momento en voladizo (ACI cap. 8, R.8.3.3)

- Momento debido a carga muerta

$$W_{cm} = W_c \times t \times 1 \text{ m} = \text{kg/m}$$

$$W_{cm} = 2\,400 \times 0,20 \times 1 = 480 \text{ kg/m}$$

$$W_{\text{barndal}} = 75 \text{ kg/m}$$

$$W_{\text{bordillo}} = 80 \text{ kg/m}$$

$$W_{\text{total}} = 635 \text{ kg/m}$$

- Momento producido por carga muerta

Para luz interna entre vigas

$$M = \frac{635 \times 1,70^2}{10} = 183,515 \text{ kg-m}$$

- Momento debido a la carga viva

La carga viva se transmitirá sobre la estructura del puente, será equivalente, a la carga de la Norma AASTHO T3 S3, que es la que indica AGIES en su Norma NR-5 y según especificaciones de la Norma AASTHO 3.24.3.1 caso A para refuerzo principal perpendicular a la dirección del tráfico, el momento por carga viva está dado por :

$$M = 0,80 \frac{(S+2)}{32} \times P$$

Donde:

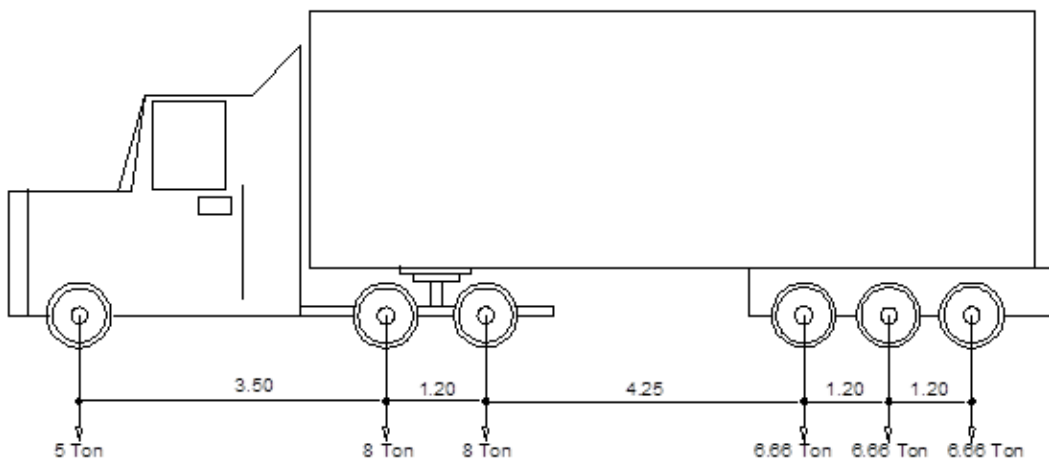
W = eje más pesado = 20000

S = luz de vigas en pies = 1,70 m = 5,57 pies

P = carga de camión, en este caso el eje con mayor peso (lb)

La carga P se obtiene del cálculo del eje más pesado. Cargas para camión T3 S3 con un peso total de 41 toneladas

Figura 4. **Distribución de cargas por eje de camión**



Eje1 $P = 5/2 = 2,5$ Ton

Eje2 $P = 16/2 = 8$ Ton

Eje3 $P = 20/2 = 10$ Ton

La carga P a utilizar será la del eje 3, con una carga de 10 toneladas

$$M=0,80 \frac{(5,57+2)}{32} \times 20000$$

$$M=3785 \text{ lb-ft}=523,43 \text{ kg-m}$$

- Momento debido al impacto, cargas dinámicas

La aplicación de las cargas dinámicas producidas por camiones a los puentes, no se efectúa de manera suave y gradual, sino que violenta, lo cual produce incrementos notables en las fuerzas internas de la estructura, por esta razón se deben considerar cargas adicionales, denominadas cargas de impacto, las cuales se calculan como una fracción de carga viva que la incrementa en un porcentaje que según AASHTO 1.2.12, se calcula de la manera siguiente.

El porcentaje puede ser menor o igual al 30 por ciento de la misma, según AASHTO 3.8.2.1.

$$I = \frac{15}{L+32}$$

Donde:

I= fracción de impacto debe ser menor o igual que el 30%

L= separación entre vigas en metros

$$I = \frac{15}{1,70+32} = 0,37 \%$$

Se tomara a una sobrecarga de impacto del 30 por ciento

- Momento último

El momento último se calculará utilizando la siguiente fórmula:

Según AASTHO 1.2.22; la fórmula se integra de la siguiente manera

$$M_u = 1,3 \left(M_{cm} + \frac{5}{3} \right) (M_{cv} \times l)$$

$$M_u = 1,3 \left(183,515 + \frac{5}{3} \right) (523,43 \times 1,30) = 1\,712,90 \text{ kg-m}$$

- Cálculo del acero de refuerzo

Para calcular el área de acero, se utilizará la siguiente fórmula:

$$A_s = \left[(bd) - \sqrt{(bd)^2 - \frac{M_{ub}}{0,003825 \times F'_c}} \right] \frac{0,85 F'_c}{F_y}$$

Donde:

$$M_u = 1\,712,90 \text{ kg-m}$$

$$d = 16,86$$

$$b = 100 \text{ cm}$$

$$F'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$$

$$F_y = 2810 \text{ kg/cm}^2$$

$$\Phi = 0,85$$

$$A_s = \left[(100 \times 16,86) - \sqrt{(100 \times 16,86)^2 - \frac{1\,712,90 \times 100}{0,003825 \times 210}} \right] \frac{0,85 \times 210}{2810}$$

$$A_s = 4,09 \text{ cm}^2$$

Encontrando los valores de $A_{s\text{mín}}$ y $A_{s\text{máx}}$, se verifica si el A_s calculado, está dentro del rango establecido por ACI.

$$A_{s\text{mín}} = L_{\text{mín}} \times b \times d$$

$$L_{\text{mín}} = \frac{14,1}{F_y}$$

$$L_{\text{mín}} = \frac{14,1}{2\,810} = 0,005$$

$$A_{s\text{mín}} = 0,005 \times 100 \times 16,86$$

$$A_{s\text{mín}} = 8,43 \text{ cm}^2$$

$$l_{\text{bal}} = \frac{B \times 0,85 \times F'_c}{F_y} \times \frac{6\,090}{F_y + 6\,090}$$

$$l_{\text{bal}} = \frac{0,85 \times 0,85 \times 210}{2\,810} \times \frac{6\,090}{2\,810 + 6\,090} = 0,0037$$

$$A_{s\text{máx}} = 0,5 \times l_{\text{bal}} \times b \times d$$

$$A_{s\text{máx}} = 0,5 \times 0,0037 \times 100 \times 16,86$$

$$A_{s\text{máx}} = 31,19 \text{ cm}^2$$

- Cálculo del refuerzo transversal cama inferior

Como $A_s < A_{s\text{mín}}$ entonces se utiliza $A_{s\text{mín}} = 8,43 \text{ cm}^2$

Distribución de varillas: utilizando refuerzo No. 5

$$8,43 \text{ cm}^2 \text{ _____ } 1 \text{ m}$$

$$1,98 \text{ cm}^2 \text{ _____ } X$$

$$X = 0,23 \text{ cm}$$

La separación máxima = $2t = 2 \times 0,20 = 0,40 \text{ m}$

A criterio se deja la separación a $0,20 \text{ m}$

Utilizando refuerzo No. 5, el armado quedará distribuido de la siguiente manera: No. 5 @ 0,20 perpendicular al tráfico.

- Cálculo del refuerzo transversal cama superior

Para el cálculo del refuerzo transversal, cama superior según las AASTHO 8.20.1, se calcula solamente por temperatura.

$$A_{stem} = 0,002 \times b \times t$$

$$A_{stem} = 0,002 \times 100 \times 20$$

$$A_{stem} = 4 \text{ cm}^2$$

Se propone varilla No.4=1,27 cm²

Como $A_s < A_{s\text{mín}}$ entonces se utiliza $A_{s\text{mín}} = 8,43 \text{ cm}^2$

$$8,43 \text{ cm}^2 \text{ _____ } 1 \text{ m}$$

$$1,27 \text{ cm}^2 \text{ _____ } X$$

$$X = 0,15 \text{ m}$$

Utilizando refuerzo No. 4, el armado quedará distribuido de la siguiente manera: No. 4 @ 0,15 perpendicular al tráfico.

- Cálculo de refuerzo longitudinal cama superior

La AASTHO 3.24.10.2 recomienda que el refuerzo longitudinal en ambas camas de la losa, sea como máximo el 67 por ciento del refuerzo transversal de la cama inferior.

Se colocará A_s para suministrar distribución lateral de las cargas vivas concentradas, esto debido a las deflexiones y deformaciones que puedan influir negativamente.

$$\% = \frac{2,20}{\sqrt{L}}$$

L = luz entre vigas 5,57 pies

$$\% = \frac{2,20}{\sqrt{5,57}} = 0,93 > 0,67$$

Dado esto se tiene que

$$A_s = 0,67 \times A_s \text{ transversal}$$

$$A_s = 0,67 \times 8,43$$

$$A_s = 5,65 \text{ cm}^2$$

Proponiendo varillas No. 5 = 1,98 cm²

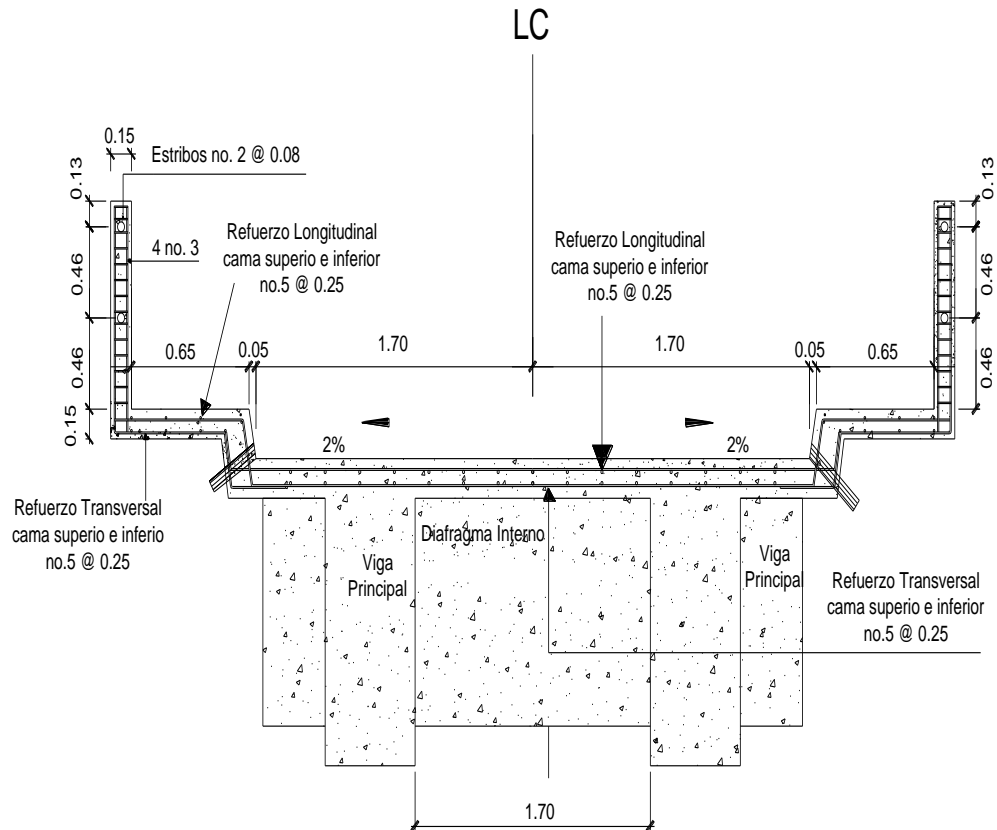
$$5,65 \text{ cm}^2 \text{ _____ } 1 \text{ m}$$

$$1,98 \text{ cm}^2 \text{ _____ } X$$

$$X = 0,35 \text{ cm}$$

El acero de refuerzo longitudinal será de No.5 @ 0,20 m

Figura 5. Armado de losa



- Diseño de banqueta y pasamanos

Artículo 2.7.1.1.2 de AASHTO: “los materiales para los pasamanos pueden ser de concreto, metal o la combinación de ambos.”

Artículo 2.7.1.2.1 de AASHTO:] “los pasamanos deben de estar por lo menos a una altura de 9 pulgadas sobre el nivel de la carpeta de rodadura. Análisis de la resistencia del tubo (diseñadas como vigas continuas).”

- Cálculo de la resistencia de los tubos y los postes
 - Análisis de la resistencia del tubo (diseñadas como vigas continuas).
 - Carga de diseño 150 libras por pie por cada pasamanos
 - Largo entre postes: 1,93 metros (6,33 pies).
 - Se propone tubo galvanizado diámetro: 2 pulgadas.

Datos:

$F = 20\,000$ psi

$w = 3,65$ lb /pie

Diámetro exterior = 2,375 plg

$I = 0,665$ plg⁴

$C = \frac{2,375}{2} = 1,1875$ plg

Diámetro interno: 2,067 plg

$$\text{Fórmula de cálculo} = \frac{I}{C} (F) \geq \frac{wL^2}{10} = \frac{0,665}{1,1875} (20000) \geq \frac{(150+365)(6,33)^2}{10}$$

Entonces $933,33$ Lb-pie $>$ $661,61$ Lb-pie si cumple

- Análisis de la resistencia de los postes

Sección de los postes: $0,20 \times 0,15$ (m)

Peso del concreto: $2\,400$ kg/m³

Franja unitaria: $1,00$

Integrando carga muerta:

$W_{cm} = 1,30 W_{cm} = (1,30)(2400)(0,15)(0,20) = 93,60$ kg = $206,35$ lb

$W_{tubos} = (1,30)(3,65)(6,33)(2 \text{ tubos}) = 60,07$ lb

$$W_{\text{vertical}}=(100)(0,655)=65,67 \text{ lb}$$

$$W_{\text{total}}=206,35+60,07+65,57=332=150,59 \text{ lb}$$

Integrando carga viva:

$$W_{\text{cv}}=(300)(3,00)'=900 \text{ lb}$$

Momento total:

$$M_{\text{total}}=(900)(1,5')+(334,19)80,246'+(1500)(1,5')(3,00')$$

$$M_{\text{total}}=8182,21 \text{ Lb-pie}=1,122,67\text{kg-m}$$

Refuerzo:

Diseñando a flexión

Peralte efectivo: se propone varilla no. 4

Datos:

$$M_u = 1\,122,67 \text{ kg-m}$$

$$d = 16,86$$

$$b=100 \text{ cm}$$

$$F'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$$

$$F_y = 2810 \text{ kg/cm}^2$$

Se obtiene:

$$A_s = 2,90 \text{ cm}^2$$

$$A_{s\text{mín}} = 1,27 \text{ cm}^2$$

$$A_{s\text{máx}} = 4,65 \text{ cm}^2$$

Acero a tensión:

$A_s = 2,90 \text{ cm}^2$ con 3 varillas No.4

Acero a compresión

$A_{s\text{mín}} = 1,27 \text{ cm}^2$ con 2 varillas No.3

Diseñando a flexiocompresión

Al revisar esbeltez de la columna

$K=2$ (condicion de apoyo libre en un extremo)

$L = 3,00 \text{ pie}$

$R = 0,25h = (0,25)(0,6657') = 0,20 \text{ pie}$

Fórmula según código ACI 318-99

$$\text{fórmula} = \frac{KL}{R} > 22 = \frac{(2)(3)}{0,20} = 30 > 22$$

Diseñando a corte

Corte último: $V_a = (3\ 000 + 900) = 3\ 900 \text{ lb} = 1\ 769,01 \text{ kg}$

Corte resistente según artículo 8.16.6.1.1 de AASHTO

$V_r = (0,85)(0,53)\sqrt{210} (15)(16,86) = 1\ 651,51 \text{ kg}$

No hay que revisar a corte porque es menor que 1769,01 kg

A criterio armado varillas No. 3 y estribos no.2 @ 0,15 m

- Integración de carga muerta y carga viva (banqueta)

Pasamanos $w = 3,65 \text{ l/pie}$

$M = (3,65)(2 \text{ tubos})(3,607') = 26,33 \text{ l-pie}$

Poste $w = 158,73 \text{ l/pie}$

$M = (158,73)(3,607') = 572,54 \text{ l-pie}$

Banqueta largo=0,80 m=2,62 pie

espesor de la losa 0,15 m=0,49 pie

$$M=(150)(2,62')(0,49')(2,46')=473,72 \text{ l-pie}$$

Mordiente largo=0,30 m=0,98 pie

espesor de losa 0,20 m=0,66 pie

$$M=(150)(0,98')(0,66')(1,10')=106,72 \text{ l-pie}$$

$$\text{Losas} = M = (150')(0,82')(0,66')(0,41') + (68)(0,82')(0,164')(0,41')$$

$$= 37,00 \text{ l-pie}$$

Sumatoria de momentos en carga muerta:

$$M_{cm} = (26,33 + 572,54 + 473,72 + 106,72 + 37) = 1216,31 \text{ l-pie}$$

$$M_{cm} = 1216,31 \text{ lb-pie} = 168,20 \text{ kg-m}$$

Integración de pesos y momentos por carga viva

Postes horizontales:

$$M = (300)(3,28')(3,17) = 3119,28 \text{ l-pie}$$

Postes verticales:

$$M = (100)(0,66')(3,61') = 238,26 \text{ l-pie}$$

Mordiente:

$$M = (500)(0,82')(1,06') = 434,60 \text{ l-pie}$$

Banqueta:

$$M = (85)(2,30')(2,46') = 480,93 \text{ l-pie}$$

Sumatoria de momentos en carga viva

$$M_{cv} = 3119,28 + 238,26 + 434,60 + 480,93 = 4273,07 \text{ lb-pi} = 590,76 \text{ kg-m}$$

Calcular de momento último:

$$M_u = 1,3 \left(M_{cm} + \frac{5}{3} \right) (M_{cv})$$

$$M_u = 1,3 \left(168,20 + \frac{5}{3} \right) (590,76) = 1501,99 \text{ kg-m}$$

- Cálculo de refuerzo

Diseñar acero de refuerzo (proponer varilla no. 5)

Peralte efectivo:

$$d = 15 - \left(\frac{1,59}{2} \right) - 2,5 = 11,705 \text{ cm}$$

Datos:

$$M_u = 1501,99 \text{ kg-m}$$

$$d = 11,705$$

$$b = 100 \text{ cm}$$

$$F'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$$

$$F_y = 2810 \text{ kg/cm}^2$$

Se obtiene:

$$A_s = 5,22 \text{ cm}^2$$

$$A_{s\text{mín}} = 5,85 \text{ cm}^2$$

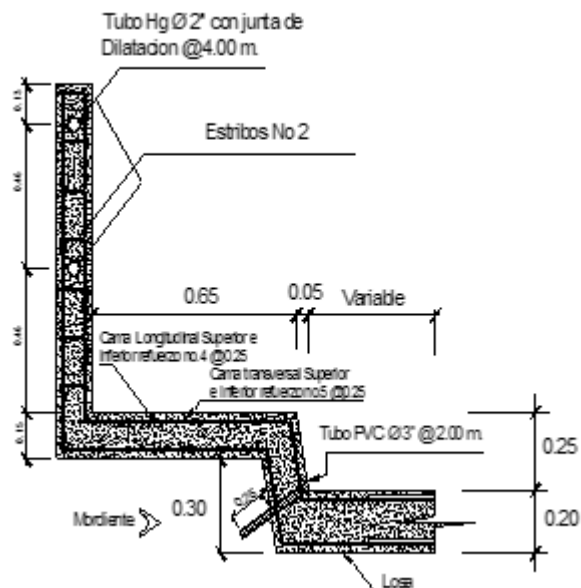
$$A_{s\text{máx}} = 21,65 \text{ cm}^2$$

Como $A_s < A_{s\text{mín}}$ entonces se utiliza $A_{s\text{mín}} = 5,85 \text{ cm}^2$

Acero por temperatura: varillas corridas, se tomara por simetría igual al armado de la losa y está en los planos adjunto.

Para el diseño de la banqueteta, se tomará como base el diseño de losa, ya que el refuerzo transversal de esta, se prolongará hasta cubrir el área transversal de la acera, de la misma manera, el refuerzo longitudinal seguirá el mismo patrón, al momento de armar la banqueteta, se colocará de forma paralela al tráfico y una separación igual al de una de las camas de la losa, quedando el armado de la banqueteta de la siguiente manera.

Figura 6. Armado de banqueteta



- Diseño de viga

Para determinar la sección de las vigas principales, se tiene que tomar en cuenta la luz de las mismas, el peralte mínimo para vigas simplemente apoyadas está dada por $P = L/16$, para no chequear deflexiones y la base no deberá ser menor que $P/3,5$ para no chequear alabeo.

Utilizando este criterio se establecieron las dimensiones siguientes:

Base = 0,60 m

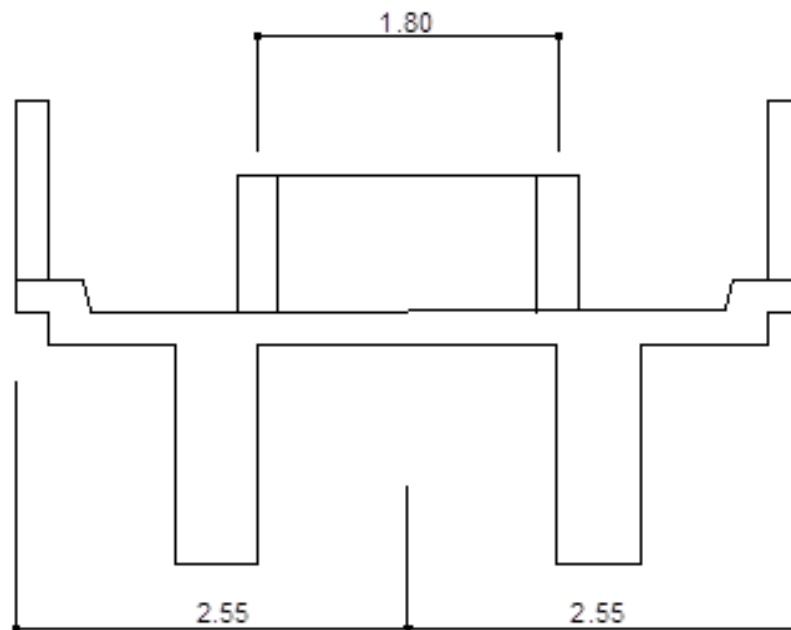
Peralte = 1,55 m

- Cálculo de momento por sobrecarga

Una de las especificaciones de las AASTHO 3.7.4, expresa que si la separación entre vigas es menor de 2 metros, entonces con la carga sobre cada viga será la reacción de las cargas por rueda.

$$S = 1,70 \text{ m} < 2,00 \text{ m}$$

Figura 7. **Diagrama de distribución de sobrecarga**



- Fracción de carga (Fq)

La carga sobre cada viga, será la reacción de las cargas por rueda, la fracción de carga por rueda está dada por:

$$\frac{S}{1,75} = \frac{1,70}{1,75} = 0,97$$

- Carga por eje

La carga por eje se obtiene utilizando la siguiente fórmula:

Carga x eje = P x fq

Carga de eje trasero = 10 000 x 0,97 = 9 700 kg

Carga de eje delantero = 12 500 x 0,97 = 12 125 kg

Los momentos máximos, debido a la sobrecarga, ocurren en el punto más cercano al centro de gravedad, cuando se encuentra tan lejos del soporte como su centro de gravedad del otro.

Figura 8. **Distribución de fuerzas por eje**

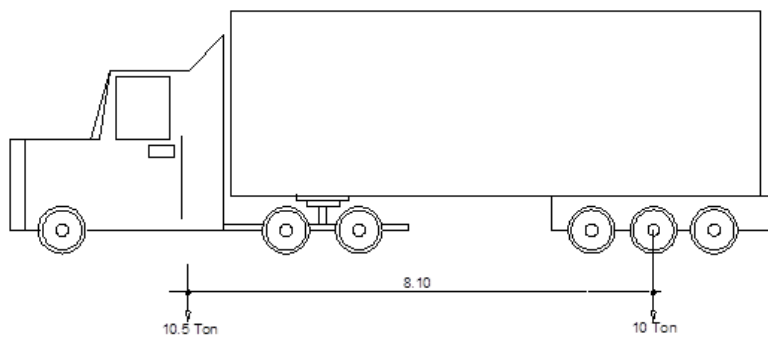
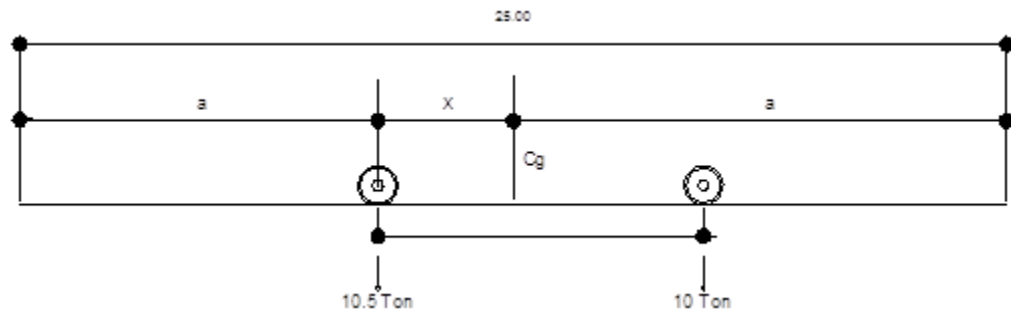


Figura 9. Diagrama de distribución de fuerzas críticas



Fuente: PÉREZ, Augusto. Metodología de actividades para el diseño de carretera. p. 35.

Determinando los valores de a y de x

Hallar el valor de x

$$\sum M_{cg}=0$$

$$12\,500 \times (x) = 10\,000(8,1-x)$$

$$12\,500x = 81\,000 - 10\,000x$$

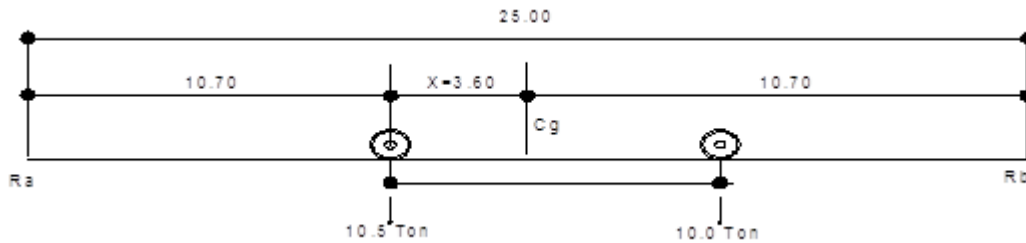
$$22\,500x = 81\,000$$

$$X = 3,6$$

Hallar el valor de a

$$a = \frac{25-3,6}{2} = 10,70 \text{ m}$$

Figura 10. Diagrama de distribución debido a carga viva



Fuente: PÉREZ, Augusto. Metodología de actividades para el diseño de carretera. p. 36.

Calcular los momentos máximos:

$$\sum M_b = 0$$

$$25 \times R_a = (10 \times 6,20) + (10,5 \times 14,30)$$

$$25 R_a = 212,15$$

$$R_a = 8,486 \text{ Ton}$$

Por lo tanto la reacción en el punto b será de:

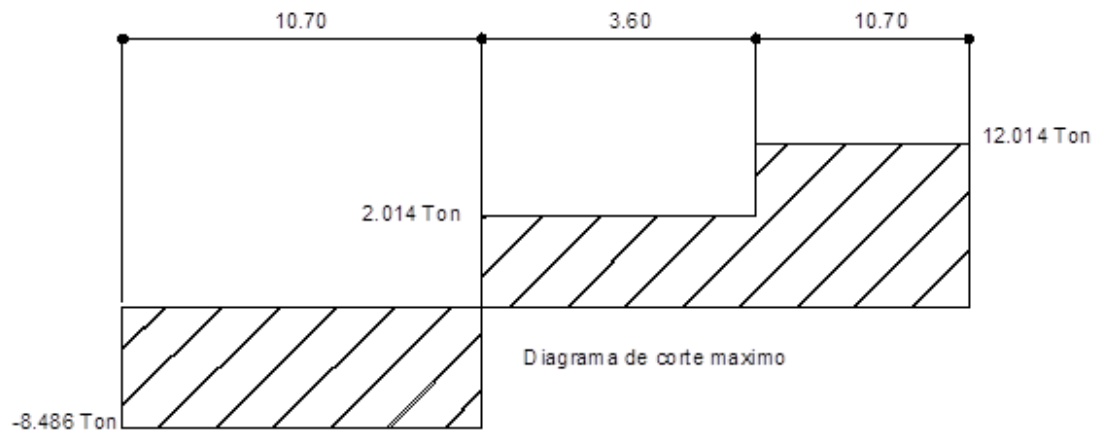
$$R_b = 12,014 \text{ Ton}$$

El momento máximo se calculará con la ayuda del diagrama de corte:

$$M_{\text{máx}} = 8,1 \times 2,014 + 6,20 \times 12,014$$

$$M_{\text{máx}} = 90,80 \text{ Ton}$$

Figura 11. Diagrama de cortante máximo



Fuente: PÉREZ, Augusto. Metodología de actividades para el diseño de carretera. p. 40.

- Cálculo de momento por carga muerta

Es momento producido por carga muerta, es la sumatoria de todos los elementos que actúan sobre la viga. Siendo estos elementos los siguientes.

$$W_{\text{losa}} = 480 \text{ kg/m}$$

$$W_{\text{viga}} = 2\,232 \text{ kg/m}$$

$$W_{\text{total}} = 2\,712 \text{ kg/m}$$

$$W_{\text{diafragma}} = 2\,462,40 \text{ kg}$$

$$M_{\text{cm}} = \frac{W_{\text{cm}} \times L^2}{8} + p_{\text{diaf}} \times a$$

Donde:

P_{diaf} = peso de diafragma interno

a = distancia

$$M_{cm} = \frac{2\,712 \times 25^2}{8} + 2\,462,40 \times 7 = 259\,379,65 \text{ kg-m}$$

- Cálculo de porcentaje de impacto

La fórmula para calcular el porcentaje de impacto, es la misma para utilizada para hallar el impacto de la losa.

$$I = \frac{15}{L+38}$$

$$I = \frac{15}{25+38} = 0,24 \%$$

- Cálculo de momento total

El momento total máximo se obtiene utilizando la fórmula siguiente:

$$M_{total} = 1,3 \left(M_{cm} + \frac{5}{3} \right) (M_{cv} \times I \times FD)$$

$$M_{total} = 1,3 \left(259\,379,65 + \frac{5}{3} \right) (90\,800 \times 1,24 \times 0,97)$$

$$M_{total} = 573\,814,93 \text{ kg-m}$$

- Cálculo del acero de refuerzo

$$M_u = 573\,814,93 \text{ kg-m}$$

$$d = 155$$

$$b = 60 \text{ cm}$$

$$F'_c = 281 \text{ kg/kg}^2$$

$$F_y = 4\,200 \text{ kg/kg}^2$$

Con estos datos se obtiene:

$$A_{smín} = 30,69 \text{ cm}^2$$

$$A_s = 83,48 \text{ cm}^2$$

$$A_{smáx} = 101,37 \text{ cm}^2$$

$$A_{smín} < A_s < A_{smáx} \quad \text{ok}$$

Se distribuirá el acero de la siguiente forma:

Cama superior: se colocará el 33 por ciento del A_{s+} o $A_{smín}$, el mayor de los dos, y 33 por ciento de A_{s+}

- $A_{smín} = 30,69 \text{ cm}^2$
- $33 \% A_s = 101,37 \times 33\% = 33,45 \text{ cm}^2$
- Equivale a 4 No.11

Cama inferior en apoyos: se debe colocar el 50 por ciento del A_{s+} o $A_{smín}$

$$A_{smín} = 30,69 \text{ cm}^2$$

$$50\% A_s = 101,37 \times 50\% = 50,68 \text{ cm}^2$$

Equivale a 6 no. 11

Acero a tensión

$$A_{st} = 101,37 - 50,68$$

Equivale a 6 no. 11

- Refuerzo adicional

ACI Y AASTHO recomienda que por cada pie de alto, sea colocado un refuerzo adicional equivalente a 1,61 centímetros cuadrados, en este caso se colocará varillas no.5 en cada cara.

- Diseño a corte
 - Esfuerzo cortante por carga muerta

La mayor concentración de esfuerzo cortante por carga muerta, ocurre en los apoyos y se calcula por medio de la fórmula:

$$V_{cm} = \frac{W_{cm} \times L}{2} + \frac{\sum P'}{N}$$

Donde:

V_{cm} = corte por carga muerta

W_{cm} = carga muerta

P' = carga muerta de los diafragmas

N = número de apoyos

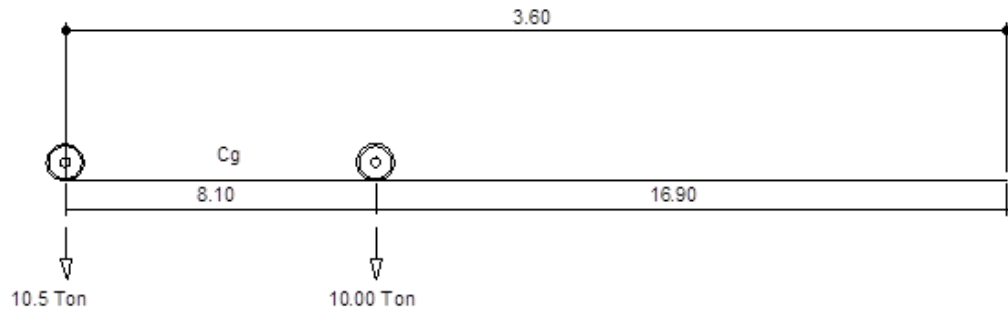
L = luz entre apoyos

$$V_{cm} = \frac{2\,712 \times 25}{2} + \frac{2(1\,573,20 + 910,80)}{2} = 36\,384 \text{ Kg}$$

- Esfuerzo cortante por sobrecarga muerta

El esfuerzo por sobrecarga, se calcula por medio de la reacción que la estructura presenta, cuando la carga del eje más pesado esta justo sobre el apoyo y la carga del eje menos pesado se encuentra dentro de la estructura.

Figura 12. Diagrama de distribución debido a sobrecarga



Fuente: PÉREZ, Augusto. Metodología de actividades para el diseño de carretera. p. 45.

$$\sum M_b = 0$$

$$25 \times R_a = 10,5 \times 25 + 10 \times 16,90$$

$$25R_a = 262,50 + 169$$

$$R_a = 17,26 \text{ Ton}$$

$$R_b = 3,24 \text{ Ton}$$

$$V_{\text{máx}} = 17,26 \text{ Ton}$$

- Esfuerzo cortante último

El esfuerzo cortante último, se calcula aplicando la fórmula

$$V_u = 1,3 \left(V_{cm} + \frac{5}{3} \right) (V_{cv} \times l)$$

$$V_u = 1,3 \left(36,384 + \frac{5}{3} \right) (17,260 \times 1,24)$$

$$V_u = 93,669,21 \text{ kg}$$

- Cálculo de refuerzo a corte

Con base a las reacciones y utilizando la siguiente fórmula, se calcula la resistencia última de concreto a corte.

$$V_{cr} = 0,85 \times 0,53 \sqrt{F'c} (b \times d)$$

$$V_{cr} = 0,85 \times 0,53 \sqrt{281} \times 60 \times 155$$

$$V_{cr} = 70\,231 \text{ kg}$$

Se toma en cuenta el corte máximo $V_{m\acute{a}x}$ es mayor comparado con el corte que resiste el concreto.

$$S = \frac{A_v \times F_y \times d}{V_u}$$

Donde:

A_v = área de la varilla en este caso se usará No.4

F_y = esfuerzo de fluencia del acero

V_u = esfuerzo cortante último

d = peralte de viga

$$S = \frac{2 \times 1,27 \times 4 \times 200 \times 155}{93\,669,21} = 17,65 \text{ cm}$$

Se colocara estribo no. 4 @ 0,25 m

Se colocará el primer estribo según disposición del ACI $S=d/2$

Se colocara el primer estribo a 0,15 m

- Diseño de diafragma

La especificación de la AASTHO 8.12.2, indica que serán colocados diafragmas en los extremos de las vigas T y de las vigas rectangulares, para resistir cargas laterales y mantener la geometría de la sección. La principal función de las vigas diafragmas, es dar rigidez torsional a la sección transversal del puente, ayuda a distribuir las cargas transversales. La especificación de la AASTHO 8.12.2, dice que en construcción, un diafragma intermedio es recomendado en el punto de máximo momento positivo para luces mayores de 40 pies.

Cuando la luz de la superestructura es mayor a 40 pies (12,20 metros), es necesario colocar diafragmas en el punto medio o en los tercios de luz.

L = longitud del puente

$L/3$

$25/3 = 8,33$ m

Se tomarán cuatro diafragmas, 2 internos y 2 externos, se refuerzan los diafragmas con el A_s , tanto en cama inferior como superior.

- Cálculo de base y altura

A especificación de la AASTHO, dice que el ancho mínimo de diafragma es de 30 centímetros y para la altura está en función de diafragmas internos $0,75 d$ y para diafragmas externos $0,5d$.

- Diseño de diafragma interno

Diagrama interno $= 3/4(1,55) = 1,15$ m

Base $= 0,30$ m

$W = (2400)(3,60)(0,95)(0,30) = 2462,40$ kg

- Refuerzo para cama inferior

$$A_{s\text{mín}} = 0,005 \times 30 \times 115 = 17,25 \text{ cm}^2$$

El armado queda 2No.9+1No.8

$A_{s\text{temp}} = 0,002 \times 30 \times 115 = 6,90 \text{ cm}^2$

- Cálculo de refuerzo longitudinal

$$t = \frac{4 \times 1,98}{0,0029 \times 30} = 132 > 115$$

Refuerzo adicional $5,29 \text{ cm}^2$ por cada metro de altura

$R_{ad} = 5,29 \text{ cm}^2 \times 1,15 = 6,08 \text{ cm}^2$ 4No.5 corridas

- Refuerzo para cama superior

Se coloca el mismo refuerzo de la losa ya calculado 1No.4 + 2No.5

Distancia de estribos por seguridad a $0,25$ cm No.3

- Diseño a corte

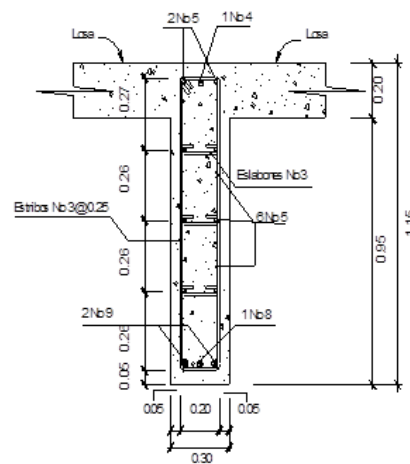
$$V_a = \frac{PL}{3}$$

$$V_a = \frac{2\,462,40 \times 25}{3} = 20\,520 \text{ kg-m}$$

$$V_r = 0,85 \times 0,53 \sqrt{210} \times 30105$$

$$V_r = 20,564 > 20\,520$$

Figura 13. **Sección transversal de diafragma**



- Diseño de diafragma externo

$$\text{Diafragma externo} = 0,5(1,50) = 0,75 \text{ m}$$

$$\text{Base} = 0,30 \text{ m}$$

$$A_{\text{min}} = 11,25 \text{ cm}^2$$

$$\text{Armado} = 3 \text{ No.7}$$

$$A_{\text{temp}} = 4,5 \text{ cm}^2$$

$$A_{\text{ad}} = 3,96 \text{ cm}^2$$

- Diseño a corte

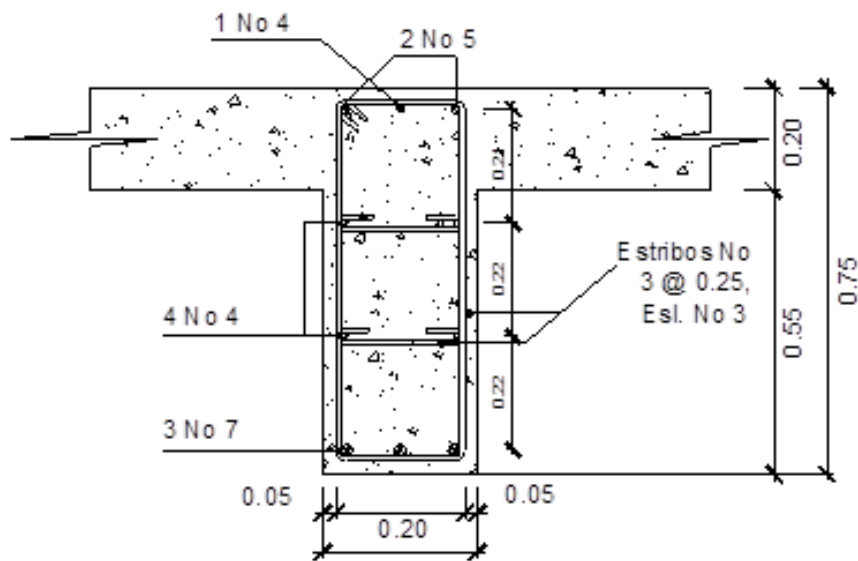
$$V_a = 11\,888,33 \text{ kg-m}$$

$$V_r = 12\,430,77 \text{ kg-m}$$

$$V_r > V_a$$

Refuerzo a corte No.3 @ 0,25 m

Figura 14. Sección transversal de diafragma externo



Fuente: PÉREZ, Augusto. Metodología de actividades para el diseño de carretera. p. 51.

2.1.4. Diseño de la superestructura

Estará compuesta por los elementos siguientes: cortina, viga de apoyo y estribos.

2.1.4.1. Diseño de la cortina

La cortina funciona como un muro de contención, para el relleno del enfoque del puente en el sentido longitudinal, según AASTHO 1.2.22, se considera empotrada a la viga de apoyo y el alto depende de la viga principal del puente, para su diseño es necesario tomar en cuenta las reacciones de los extremos de la viga y las presiones laterales siguientes:

- Sismo
- Fuerza longitudinal
- Presión del suelo + presión debida a sobrecargas
- Cálculo de fuerza longitudinal (LF)

Esta fuerza es producida por las llantas del camión en el enfoque del puente, la cual es transmitida por el mismo a la cortina, la fuerza LF se calcula según criterio AGIES en la Norma NR-5 capítulo 2, en donde indica que se deberá considerar una fuerza longitudinal que puede ser causada por los vehículos. La magnitud de esta fuerza se tomará el 5 por ciento de la carga viva en todos los carriles que llevan tránsito en la misma dirección y se considerara a 1,80 metros por encima de la superficie de rodadura para el cálculo se tomará la carga de pista, esta fuerza se calcula.

$$LF = \frac{0,05 \times P}{2H}$$

Donde:

P = peso del camión, que actúa a 1,80 (6 pies) sobre la capa de la rodadura de manera que el brazo es de 6 pies + H

H = altura de la cortina

Para la geometría de la cortina se tomó en cuenta el espesor de la losa; la pendiente y el espesor del apoyo de la superestructura.

El brazo actuante será de $1,55+1,83 = 3,38$ m

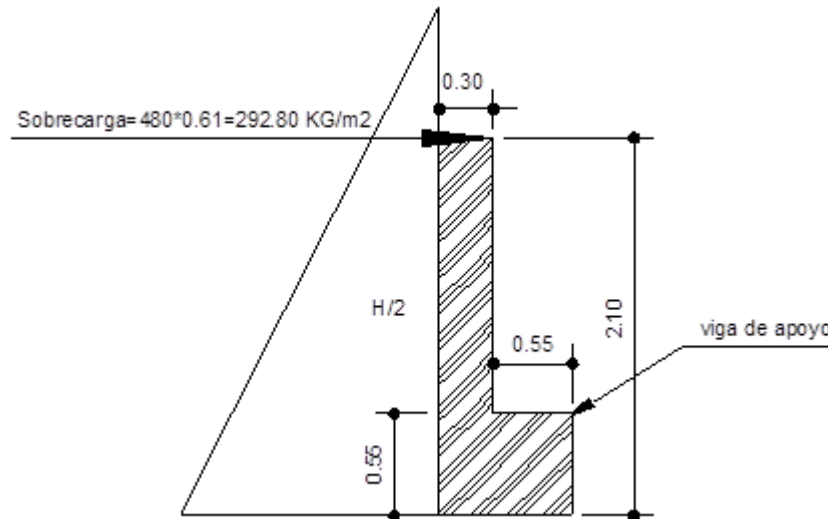
$$LF = \frac{0,05 \times 10\,000}{2 \times 1,70} = 147 \text{ kg}$$

- Cálculo de sismo

Según el criterio de la sección de puentes de la Dirección General de Caminos, se debe utilizar entre el 8 por ciento y 12 por ciento del peso propio de la cortina. El brazo de aplicación de la fuerza está situado en el centro de gravedad de la sección.

$$S = 0,12W$$

Figura 15. Geometría de la cortina y de la viga de apoyo



$$S = 0,12 (0,30 \times 1,55 + 0,85 \times 0,55) \times 2400 = 268,56 \text{ kg/m}$$

$$\text{Brazo} = 1,70/2 = 0,85 \text{ m}$$

- Cálculo de presión del suelo

Se debe incrementar la altura del relleno en 0,61 m.

$$E_s = \frac{480(1,70 + 0,61)}{2} = 554,40 \text{ kg}$$

$$E_s = 292,80 \times 1,70 = 497,76 \text{ kg}$$

- Cálculo del momento de diseño

$$E_{sob}=497,76 \times 0,85= 423,096 \text{ kg-m}$$

$$E_s=554,40 \times 0,56= 310,464 \text{ kg-m}$$

$$LF= 147 \times 3,38= 496,86 \text{ kg-m}$$

$$S=268,56 \times 0,85=228,276 \text{ kg-m}$$

Para grupo III

$$M=1,3 (E_{sob}+E_s+LF)=1,3(423,096+310,464+496,8= 1\ 599,546 \text{ kg-m}$$

Para grupo VII

$$M=1,3(E_{sob}+E_s+S)=1,3(423,096+310,464+228,27=1\ 250,3868 \text{ kg-m}$$

Se tomará el momento mayor por ser el más crítico (grupo III)

- Cálculo de refuerzo

Con los datos anteriores se obtiene el acero de refuerzo contra las fuerzas determinadas, hallando el área del acero con los siguientes datos.

Donde:

$$b= 100 \text{ cm}$$

$$d= 25 \text{ cm}$$

$$F_y=2\ 810 \text{ kg/cm}^2$$

$$F'_c=281 \text{ kg/cm}^2$$

$$M_u=1\ 599,546 \text{ kg-m}$$

$$A_{s\text{mín}}=1,50 \text{ cm}^2$$

$$A_s=1,98 \text{ cm}^2$$

$$A_{s\text{máx}}= 46,25 \text{ cm}^2$$

Se tomará el área de acero mínimo, $A_{s\text{mín}} < A_s < A_{s\text{máx}}$

El refuerzo será de No.6 y est No.4 @ 0,20 m

2.1.4.2. Diseño de la viga de apoyo

Sobre esta viga se encuentran apoyadas las dos vigas principales del puente, su altura no debe ser menor de 0,40 metros, se chequea por aplastamiento y se refuerza con acero longitudinal mínimo. Se diseña el neopreno, de acuerdo al corte, una de las funciones de la plancha de neopreno, es amortiguar el efecto de las cargas de impacto, así como darle libertad de movimiento a las vigas.

El acero de refuerzo longitudinal, es el mínimo y el refuerzo transversal es solo por armado que es equivalente a colocar No.4 @ 0,20 metros.

- Cálculo de refuerzo longitudinal

En este caso, se colocará el acero mínimo ya que la viga de apoyo esta sobre el estribo por lo que no hay flexión.

$$A_{s\text{mín}} = \frac{14,1}{F_y} (bd) \text{ cm}^2$$

$$A_{s\text{mín}} = \frac{14,1}{4 \cdot 200} (55 \times 85) = 15,69 \text{ cm}^2$$

Es equivalente a No.6 y estribo No.3 @ 0,25 m

2.1.4.3. Diseño de neopreno

El dispositivo de apoyo es un órgano de vínculo entre dos elementos estructurales, que tienen la función de transmitir determinados componentes (fuerza o momento) sin movimiento entre los mismos elementos, permitir sin oponer resistencia apreciable, los movimientos relativos entre elementos (desplazamiento o rotación).

Según la sección 14 división I, y la sección 25 división II de las normas AASHTO se tiene:

Propiedades del acero a utilizar:

- Tendrá propiedades de alargamiento a la rotura mayor del 23 %
- El esfuerzo de fluencia será mayor de 2 400 kg/cm²
- El esfuerzo de ruptura será mayor de 4 200 kg/cm²

Elastómero: el neopreno tendrá características de un módulo de elasticidad a corte G preferiblemente de 10 kg/ cm² (dureza SHORE A de 60).

Los apoyos integrales serán rectangulares, formados por placas interpuestas de neopreno puro de dureza A de 60, de 13 milímetros (t= 1,3 centímetros de espesor).

$$\delta_p = \frac{8ab}{t(a+b)}, \text{ para apoyos fijos y móviles, y } \frac{\Delta L}{L} \leq 0,50$$

ΔL =máximo desplazamiento horizontal

a,b=dimensiones del apoyo

δf =esfuerzo admisible del acero (esfuerzos de trabajo)

δp =esfuerzo máximo permisible a compresión

δr =esfuerzo a compresión del apoyo

t=espesor de lámina (1,3 centímetros)

Datos:

L= 25 m

a= 50 cm

R= 93, 66 ton

b=30 cm

Mcm=90,80 ton-m

Se revisa el refuerzo a compresión

$$\delta p = \frac{8(50)(30)}{1,3(50+30)} = 115,38 \text{ kg/cm}^2$$

$$\delta a = \frac{93,660}{(50)(30)} = 62,44 \text{ kg/cm}^2$$

Es esfuerzo real no pasa el valor máximo recomendable, la AASHTO recomienda un máximo esfuerzo de 100,00 kg/cm² por lo tanto 62,44 kg/cm² es menor que 100,00 kg/cm² si cumple.

Desplazamiento horizontal:

Deformación total por esfuerzo, se utilizara la Ley de Hooke
 $\delta f=1700\text{kg/cm}^2$

$$\Delta\epsilon t = \frac{\delta f}{E} L = \frac{1700}{21\,000\,000} 2\,400 = 0,20 \text{ cm}$$

Deformación por carga muerta:

$$\Delta\epsilon_{cm} = \frac{(\Delta\epsilon t)(M_{cm})}{M_{cm}+R} = \frac{(0,20)(90,80)}{90,80+93,66} = 0,09 \text{ cm}$$

Deformación por contracción de fraguado y contracción diferida

$$\Delta c = 0,000165L = (0,000165)(2400) = 0,396 \text{ cm}$$

Deformación por temperatura:

$$\Delta t = 0,000011D^\circ L = (0,000011(10^\circ))(2400) = 0,264 \text{ cm}$$

Deformaciones máximas:

Contracción:

$$\Delta\epsilon_{cm} - (\Delta c + \Delta t) = 0,09 - (0,396 + 0,264) = 0,57 \text{ cm}$$

Dilatación:

$$(\Delta\epsilon t + \Delta t) - \Delta c = (0,20 + 0,264) - 0,396 = 0,068 \text{ cm}$$

Espesor de apoyos:

Se usara dos placas de elastómero de 13 mm+ 2 placas de acero de 2 mm y una placa de 3 mm = 33 mm = 3,3cm

Revisar:

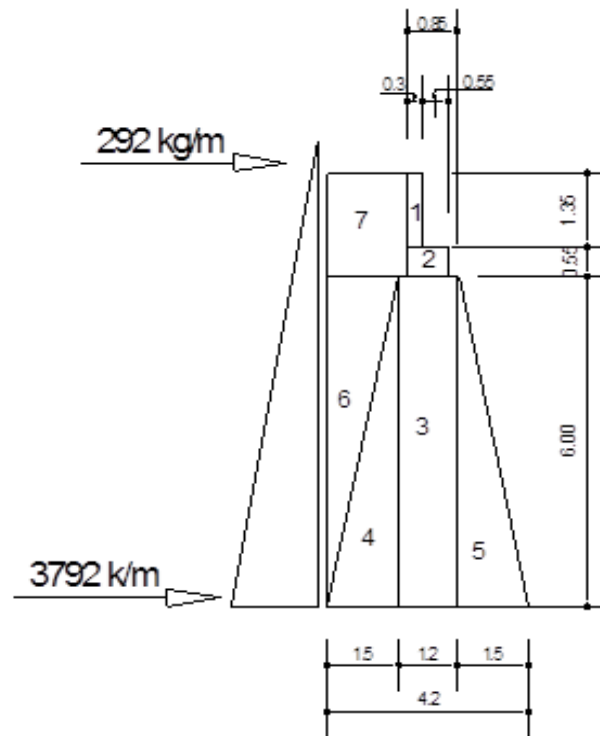
$$\frac{\Delta L}{T} \leq 0,50 = \frac{0,068}{3.3} = 0,02 < 0,50 \text{ si cumple}$$

2.1.4.4. Diseño de estribo

Son los apoyos extremos de la superestructura, que además de transmitir las cargas al suelo, contienen el relleno estructural o terraplén de la carretera.

Para el presente caso, se realizó el diseño de los estribos como muros de gravedad de concreto ciclópeo, teniendo de ventaja que el diseño es mucho más simple.

Figura 16. Diagrama de presiones



0.

- Cálculo del momento por volteo

El momento de volteo se determina a través de las fuerzas laterales ejercidas por el suelo sobre el estribo. El momento de volteo se determina de la siguiente manera.

$$P1=0,61 \times 480=292,80 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Empuje} = \text{Presión} \times \text{altura}$$

$$\text{Momento} = \text{Empuje} \times \text{brazo}$$

$$\text{Empuje} = 292,80 \times 7,90 = 2\,313,12 \text{ kg/m}$$

$$B_p = \frac{H}{2} = \frac{7,90}{2} = 3,95 \text{ m}$$

$$M = E \times B_p$$

$$M = 2\,313,12 \times 3,95 = 9\,136,824 \text{ kg-m}$$

Tabla I. **Momento de volteo**

Sección	Altura	Presión kg/m ²	Empuje kg/m	Brazo (m)	Momento kg-m
1	7,90	292,80	2 313,12	3,95	9 136,82
2	3,95	3 792,00	14 978,40	2,63	39 393,20
			E=17 291,52		Mv = 48 530,02

Fuente elaboración propia.

- Cálculo del momento estabilizante

Se calcula en base a los pesos, tanto de la estructura como del relleno ya que ambos generan momentos actuantes sobre el estribo.

Sección I

$$A_1 = b \times h$$

$$A_1 = 0,465 \times 1,00 = 0,465 \text{ m}^2$$

$$W = b \times h \times \gamma_{\text{cr}, \text{ccys}}$$

$$W = 0,465 \times 1,00 \times 2\,400 = 1\,116,00 \text{ kg}$$

$$B_{p1} = \frac{0,30}{2} + 0,55 + 0,175 + 1,50 = 2,375 \text{ m}$$

Tabla II. **Cálculo de momento estabilizante**

Sección	Área (m ²)	Peso (kg)	γ _{cr,CCYS} (kg/m ³)	Brazo (m)	Momento (kg-m)
1	0,465	1 116,00	2 400	2,375	2 650,05
2	0,467	1 120,80	2 400	2,10	2 353,68
3	7,20	19 440,00	2 500	2,10	40 824,00
4	4,50	12 150,00	2500	3,20	38 880,00
5	4,50	12 150,00	2 500	2,10	25 515,00
6	4,50	8 550,00	1 900	3,70	31 635,00
7	3,51	6 669,00	1 900	3,36	22 407,84
W= 61 195,80				ME= 164 265,57	

Fuente: elaboración propia.

- Revisión del muro sin superestructura

Para verificar la estructura como un muro por gravedad, se utilizaran las fórmulas siguientes:

$$\text{Volteo} = \frac{ME}{MV} > 1,5$$

$$\text{Deslizamiento} = 0,5 \times \frac{W}{E} > 1,5$$

$$a = \frac{(ME-MV)}{W}$$

$$3a > B$$

$$P = \frac{W}{A} \times (1(+)(-)) \left[6 + \frac{e}{b} \right] > 0 < vs$$

Donde:

MV = momento de volteo

ME = momento estabilizante

E = empuje

A = área

E = excentricidad = b/2-a

B = módulo de sección por metro lineal

P = presiones

- Revisión de volteo

$$\frac{ME}{MV} = \frac{164\,265,57}{48\,530,02} = 3,38 > 1,5 \text{ Si cumple}$$

- Revisión por deslizamiento

$$\text{Deslizamiento} = 0,5 \times \frac{61\,195,80}{17\,291,52} = 1,77 > 1,5$$

La estructura resistirá por si sola el volteo y el deslizamiento ya que ambos chequeos son mayores a 1,5

- Revisión de presiones

$$a = \frac{164\,265,57 - 48\,530,02}{61\,195,80} = 1,89$$

3a > B significa que no existe presiones negativas

$$3a = 1,89 \times 3 = 5,67 > 4,80 \text{ si chequea}$$

$$e = \text{excentricidad} = b/2 - a = 480/2 - 240 = 2,40$$

$$e = 2,40 - 1,89 = 0,51$$

Presión mínima = 4079,71 > 0 no hay presiones negativas

Presión máxima = 25061,12 < Vs el valor soporte es mayor que 80 ton/m²

- Revisión del muro con superestructura y carga viva

Este chequeo se realiza para verificar si el muro resiste al agregarle el peso de la estructura que deberá soportar.

- Carga muerta y viva

Carga muerta = $W_{\text{losa}} + W_{\text{vigas}} + W_{\text{diafragmas}}$

$$W_{\text{losa}} = 0,20 \times 3,60 \times 24 \times 2400 = 41472/2 = 20736 \text{ kg}$$

$$W_{\text{viga}} = 1,55 \times 0,65 \times 24 \times 2400 = 58032 \text{ kg}$$

$$W_{\text{diafragmas}} = 1,15 \times 0,30 \times 3,60 \times 2400$$

$$= 4924,80 \text{ kg} + (0,30)(0,75)(3,60)(2400) = 4924,80 \text{ kg}$$

$$CM = 92332,80 \text{ kg}$$

$$CV = 28094,58$$

$$W_t = 92332,80 + (0,5)(28094,58)$$

$$W_t = 106380,09 \text{ kg}$$

$W_{\text{pantalla}} = W_{\text{cortina}} + W_{\text{viga de apoyo}}$

$$W_{\text{pan}} = (0,30 \times 1,55 \times 5,70 \times 2400) + (0,55 \times 0,85 \times 5,70 \times 2400) = 12756,60 \text{ kg}$$

$W_{\text{total}} = (w_{\text{tra}} \times \text{No. vigas} / \text{long de est}) + w_{\text{pantalla}} + w_{\text{est}}$

$$W_{\text{total}} = (106380,09/9,70) + 12756,66 + 61195,80$$

$$W_{\text{total}} = 95886,40$$

Base=95 886,40/30 000=3,19 mínimo

Por criterio tomaremos 4,20 m base de estribo

- Cálculo de momento estabilizante

$$ME_{total}=ME_1+ME_2$$

$$\text{Brazo}=4,20/2=2,10$$

$$ME_2=(CV+CM)*\text{brazo}$$

$$ME_2=92\,332,80+28\,094,58\times 2,10=25\,2897,50 \text{ kg}$$

$$ME_{total}=164\,265,57+252\,897,50\times 2,10$$

$$ME_{total}=417\,157,94 \text{ kg-m}$$

$$a = \frac{ME_{TOTAL}-MV}{W_{total}}$$

$$a = \frac{417\,157,94-48\,530,024}{181\,623,18} = 2,03$$

$$3a > B_0 \quad 3 \times 2,03 = 6,09 > 4,20$$

- Chequeo de presiones

$$P_{\text{mín}}=16\,851,63 > 0$$

$$P_{\text{máx}}=20\,596,44 < 80 \text{ ton/m}^2$$

- Verificación de estribo con sismo

$$W_2 = C_m + w_{est}$$

$$W_2 = 67\,117,80 \text{ kg}$$

$$ME_3 = ME + (c_m + b)$$

$$ME_3 = 164\,265,57 + (92\,332,80 \times 2,10)$$

ME3=358 159,32 kg/m

FH=1,10E+0,10W2

FH=1,08E+0,08W2

FH=1,10 (17 291,52+0,10 (67 117,80))=25 732,46 kg/m

FH=1,08(17 291,52+0,08(67 117,80))=24 044,26 kg/m

Tabla III. **Cálculo de momentos estabilizante**

Sección	Área (m ²)	Peso (kg)	Brazo (m)	Momento (kg-m)
1	0,465	1 116,00	7,325	8 174,70
2	0,467	1 120,80	6,275	7 033,02
3	7,20	19 440,00	3,00	58 320,00
4	4,50	12 150,00	2,00	24 300,00
5	4,50	12 150,00	2,00	24 300,00
6	4,50	8 550,00	4,00	34 200,00
7	3,51	6 669,00	7,05	47 016,45
T=61 195,80			T=20 3344,17	

Fuente: elaboración propia.

MVsismo =1,10MV+0,10CM+MV1

MV1=0,10MV=0,10 (203 344,17)=20 3344,17kg/m

MVsismo=1,10 (48 529,44)+0,10(92 332,80)+20 334,42

MVsismo=82 950,08kg/m

- Presión

$$\text{Presión}=a = \frac{\text{ME}-\text{MV}}{\text{MV}}$$

$$a = \frac{358\,159,32 - 82\,950,08}{82\,950,08}$$

$$a = 3,32$$

$$3a = 3 \times 3,32 = 9,96 > 9,70$$

- Chequeo de presiones

$$P = \frac{82\,950,08}{9,70} (1 - (6 \times 1,53) / 9,70)$$

$$P = 513 > 0$$

Nota: todas las dimensiones propuestas para la sección del muro cumplen.

2.1.4.5. Elaboración de presupuestos

El presupuesto se elaboró a base de precios unitarios, tomando como referencia los precios de materiales que se cotizan en el municipio de Uspantán departamento de El Quiché, en lo concierne a la mano de obra calificada y no calificada se asignarán los salarios que la municipalidad tiene para casos similares.

Tabla IV. Presupuesto del puente vehicular aldea La Concepción

No.	Renglón	Costo
1	Preliminares	Q 25 330,20
2	Muros de concreto ciclópeo	Q 208 320,00
3	Cortina + viga de apoyo	Q 25 363,80
4	Aleros	Q 7 300,65
5	Vigas principales	Q 163 604,70
6	Diafragmas Interiores	Q 7 675,50
7	Diafragmas exteriores	Q 4 705,05
8	Losa	Q 49 389,90
9	Banqueta + mordiente	Q 18 308,85
10	Poste y barandal	Q 16 324,35
11	Relleno y compactación de losa de aproximación	Q 89 972,40
12	Herramientas	Q 21 600,00
13	Mano de Obra	Q 205 800,00
14	Ingeniería	Q 40 000,00
Total gastos directos		Q 883 695,40
Costo indirecto 25%		Q 220 923,85
Costo total del proyecto en quetzales		Q 1,104,619.25

Fuente: elaboración propia.

Tabla VI. **Cronograma de avance financiero**

No.	Región	Cantidad	Unidad	Monto	Quinceles												Costo región	Porcentaje región
					1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
1	Preliminares	global	unidad	Q 25330.20	Q 25330.20												Q 25330.20	2.30%
2	Muros	420	M3	Q 208.320.00	Q 804.800.00												Q 208.320.00	18.85%
3	Cortina + viga de apoyo	global	global	Q 25363.80		Q 12.681.90	Q 12.681.90										Q 25363.80	2.30%
4	Otros	global	global	Q 73007.25			Q 3.650.12	Q 3.650.12									Q 73007.25	6.67%
5	Vigas principales	50.00	ML	Q 863.604.70			Q 54.534.90	Q 54.534.90									Q 863.604.70	14.82%
6	Distringras Interiores	3.60	ML	Q 7.675.50			Q 3.837.75	Q 3.837.75									Q 7.675.50	0.70%
7	Distringras exteriores	3.60	Ç	Q 4.705.05			Q 2.352.52	Q 2.352.52									Q 4.705.05	0.42%
8	Losa	900	M2	Q 49.389.90									Q 24.694.95	Q 24.694.95			Q 49.389.90	4.47%
9	Banqueta + mordiente	50	ML	Q 8.308.85									Q 9.54.42	Q 9.54.42			Q 8.308.85	1.65%
10	Poste y barandal	50	ML	Q 8.324.35										Q 8.952.17	Q 8.952.17	Q 8.324.35	1.47%	
11	Relleno	global	global	Q 89.972.40									Q 44.986.20	Q 44.986.20			Q 89.972.40	8.14%
12	Herramientas	global	global	Q 21600.00	Q 1800.00	Q 1800.00	Q 1800.00	Q 1800.00	Q 1800.00	Q 1800.00	Q 1800.00	Q 1800.00	Q 1800.00	Q 1800.00	Q 1800.00	Q 1800.00	Q 21600.00	1.95%
13	Mano de Obra	global	global	Q 205800.00	Q 1750.00	Q 1750.00	Q 1750.00	Q 1750.00	Q 1750.00	Q 1750.00	Q 1750.00	Q 1750.00	Q 1750.00	Q 1750.00	Q 1750.00	Q 1750.00	Q 205800.00	18.65%
14	Ingeniería	global	global	Q 40.000.00	Q 3.333.33	Q 3.333.33	Q 3.333.33	Q 3.333.33	Q 3.333.33	Q 3.333.33	Q 3.333.33	Q 3.333.33	Q 3.333.33	Q 3.333.33	Q 3.333.33	Q 3.333.33	Q 40.000.00	3.62%
15	Costos indirectos	global	global	Q 220.923.85	Q 18.410.32	Q 18.410.32	Q 18.410.32	Q 18.410.32	Q 18.410.32	Q 18.410.32	Q 18.410.32	Q 18.410.32	Q 18.410.32	Q 18.410.32	Q 18.410.32	Q 18.410.32	Q 220.923.85	20.00%
																	Q 1.044.692.25	100%

Fuente: elaboración propia.

3. DISEÑO DE APERTURA DE BRECHA DE LA ALDEA LOS REGADILLOS

3.1. Estudio preliminar de campo

En este proceso se obtiene la información de campo, la cual consistió en obtener los datos de campo para realizar el diseño en gabinete, es una serie de procesos de los cuales depende en gran parte el tipo de diseño que se realice, ya que en este se efectúa la selección de ruta y levantamiento topográfico.

3.2. Selección de ruta de campo

Para obtener el trazo de la carretera, se hizo el reconocimiento del lugar y se tomaron dos puntos obligados: el inicial y el final. Entre estos dos puntos se tienen varias opciones de ruta, entre las cuales se eligió la que más se adaptó a las necesidades del lugar y abarcó mayor área de influencia.

Antes del reconocimiento preliminar, se hizo una entrevista con los beneficiarios para recoger datos como afectaciones, características de corrientes, localización de zonas bajas o inundables. Una vez hecho esto se procedió a hacer un reconocimiento directo de la ruta para determinar en general características:

- Geológicas
- Hidrológicas
- Topográficas

Determinando así el tipo de suelo en el que se construirá el camino.

3.3. Levantamiento topográfico del preliminar

Consiste en el levantamiento de la línea preliminar trazada en la fase de la selección de ruta, este levantamiento se basa en una poligonal abierta a partir de:

- Un punto de inicio.
- Azimut o rumbo de salida.
- Cota de salida del terreno.

Para cada levantamiento preliminar, se debe tomar en el campo: tránsito preliminar, niveles de preliminar, secciones transversales, radiaciones y referencias.

3.3.1. Tránsito de la preliminar

El trazo del tránsito preliminar, se realizó por medio del método de dobles deflexiones, trazando una poligonal abierta a partir de un punto inicial, clavando estacas a cada 20 metros y en los puntos donde se consideró necesario.

Se determinó el norte magnético para el rumbo de salida, el kilometraje de salida fue de 0+000 debido que no existe referencia alguna y por estar al inicio del tramo.

En cada intersección de rectas, se colocó una estación y se medía el ángulo delta (Δ), la medición de distancias, se hizo con cinta métrica metálica.

Todos los datos anteriores se anotaron en la libreta de tránsito preliminar.

3.3.2. Niveles de la preliminar

La nivelación se efectuó sobre la línea o eje central, tomando diferencias de nivel a cada 20 metros, y en puntos donde se presentaron detalles importantes como alturas variables intermedias, cruces de ríos, ubicación de drenajes, etc.

Es recomendable tomar un BM referenciado a un punto fijo como un árbol, roca prominente, exteriores de casas o en otro lugar fijo que sea lo suficientemente visible. El BM1 en este caso, se tomó como referencia una roca que se encuentra al inicio del tramo.

Todos los datos de la nivelación de preliminar se fueron anotando en la libreta de nivelación preliminar y dibujo del perfil que se levantó durante el día. Para este proyecto, se aplicó el método nivelación simple, el equipo fue: nivel de precisión Wild estatal, y cinta métrica.

3.3.3. Sección de transversal de la preliminar

Los datos de las secciones transversales, se tomaron a cada estación de la línea central, haciendo levantamiento de quince metros a la izquierda y quince metros a la derecha de la línea central. La longitud de las secciones puede variar dependiendo del terreno y el criterio del topógrafo.

Dentro de la información se incluyó orillas de camino, orillas de río, depresiones, casas, muros de contención y cercos.

Se anotaron también; localización probable de drenajes y puentes, tipo de material existente y sus características, tipo de cultivos y construcciones, características de los puntos obligados. Descripción de los terrenos que corresponden al derecho de vía, para este caso, se trata de terrenos privados, en los que sus respectivos dueños otorgaron los permisos correspondientes.

3.3.4. Cálculo topográfico de la preliminar

Consiste en procesar en gabinete todos los datos proporcionados por el levantamiento preliminar, estos trabajos se detallan a continuación.

3.3.4.1. Cálculo de tránsito de la preliminar

Teniendo la libreta de tránsito preliminar, se procedió a la revisión y cálculo de la misma, empezando por convertir rumbos en azimut, para facilitar el manejo de datos con su signo. A continuación se procedió a calcular, las coordenadas parciales y coordenadas totales de cada estación de PI.

3.3.4.2. Cálculo de niveles de preliminar

El cálculo de la nivelación del eje central, se llevó a cabo por medio del método de nivelación trigonométrica y consistió en calcular las elevaciones de la línea central, utilizando la siguiente fórmula:

$$\text{Elev}_{(1)} = \text{elevación}_{(0)} + h_i + V - LC$$

Donde:

Elev (1) = elevación o cota en la estación uno.

Elev(o) = elevación o cota en la estación inicial o cero.

Hi = altura del instrumento.

V = distancia vertical.

Lc = lectura hilo central.

Para la obtención de la distancia vertical (V), se utiliza la siguiente fórmula:

$$V = 100 L \left[\frac{1}{2} \text{sen}(2\theta) \right]$$

Donde:

L = distancia interceptada sobre el estadal = $L_s - L_i$.

θ = ángulo vertical.

L_s = es la línea superior

L_i = la línea inferior; obtenido en la lectura del estadal.

La fórmula anterior, se utiliza cuando se hacen levantamientos por el método de nivelación trigonométrica, que es la que se utilizó para este proyecto.

3.3.5. Cálculo de secciones transversales de preliminar

El procedimiento para calcular las secciones transversales de preliminar, consistió en obtener las cotas de los puntos seccionados, referenciados a la cota del eje central obtenida con anterioridad, restando o sumando al nivel de la línea central, según el signo que tenga cada punto de la sección.

La determinación de estas secciones será la base para el cálculo del volumen de corte y relleno.

Se utilizaron los programas de AutoCadLand y Civil /Survey S8, para ingresar los datos calculados de preliminar, obteniendo el dibujo de planta perfil a una escala horizontal de 1:1000 y vertical de 1:100 (ver apéndice).

3.4. Diseño de localización

Consiste en diseñar la línea final, conocida como línea de localización, la cual será la definitiva para el proyecto. Se realiza con toda la información que se obtiene en campo por la brigada de topografía. Se requiere de los siguientes pasos para el diseño de la misma:

3.4.1. Diseño de subrasante de preliminar

La subrasante se diseñó sobre el perfil de preliminar, el objetivo de esta subrasante, es fijar una línea base a la cual se tratará de ajustar el perfil de la línea final o de localización, diseñándose sobre la misma para obtener una nueva subrasante que cumpla con los requisitos de balance en el movimiento de tierras.

Se tomó especial cuidado en este diseño, que las pendientes utilizadas no excedieran la pendiente máxima permitida, que en este caso es del 14 por ciento, para el típica E.

3.4.2. Traslado de la subrasante a planta

Para poder realizar este traslado, primero se obtiene la elevación de cada estación del perfil de la subrasante que se diseñó. Luego, se busca dicha elevación en la planta de preliminar sobre la sección transversal de la misma estación, se marca la curva del nivel correspondiente. A continuación se hace lo

mismo con todas las estaciones. Por último se unen todos los puntos con línea discontinua, dando como resultado una línea base al diseñador, para aproximar el diseño de la línea de localización al perfil preliminar en planta.

3.4.3. Diseño de la línea de localización

El diseño de la línea de localización, consiste en un proceso de tanteos y comparaciones, tomándose en cuenta una serie de aspectos y consideraciones que se van adquiriendo con la práctica en el diseño de la carretera.

Consideraciones importantes a tomar en cuenta para el diseño de la línea de localización:

- El uso de tangentes largas pero no excesivas, ofrece seguridad. Sin embargo hay que quebrarlas para alejarse de terrenos pantanosos, lugares donde el derecho de vía es muy costoso, evitar pasar por ríos.
- Es preferible una línea que siga las ondulaciones del terreno, que una tangente larga con repetidos cortes y rellenos.
- Para una velocidad de diseño, debe evitarse el uso de la curvatura máxima permisible. El proyectista debe tender a usar curvas suaves.
- Debe evitarse un lineamiento con quiebres bruscos.
- Debe evitarse en lo posible la localización de puentes cerca de curvas, por la brusca sensación que siente el conductor al ingresar al mismo. Si no se puede evitar, se debe ubicar la estructura de tal manera que la transición del peralte al bombeo normal no se extienda hasta el puente.

Si se coloca un puente en una curva, debe ser dentro de la curva y de preferencia fuera de las espirales de transición.

- Evitar curvas sucesivas cuando existan tangentes cortas.

El diseño se efectúa utilizando tangentes, curvas de diseño y las especificaciones generales de la Dirección General de Caminos. Se procedió a efectuar el primer tanteo, tratando de seguir la línea fijada por la curva de la subrasante trasladada del perfil al rollo de planta. Si se logra adaptar la línea de localización a esta curva, su perfil seguirá la pendiente de la subrasante, es decir que se obtendría una condición ideal de corte y relleno en toda la línea; sin embargo, esto es muy difícil de conseguir.

Las curvas de diseño deben de adaptarse lo mejor posible a las características del terreno y a la curva de la subrasante, luego; con líneas se unen a través de tangentes las curvas, moviendo constantemente dichas tangentes y curvas, hasta que el proyecto obtenga una forma lógica.

3.4.4. Deducción de perfil y afinamiento de diseño

Para realizar la deducción de perfil, se marcaron estacionamientos a cada 20 metros, cada estación tiene una elevación que se colocará en el perfil preliminar para cada estación correspondiente, se unen estos puntos con una línea punteada. Trazando así sobre este nuevo perfil, una nueva subrasante; teniendo siempre en cuenta los puntos obligados y todas las especificaciones para el diseño.

El diseño del alineamiento horizontal y vertical no se debe considerar independiente uno del otro, debido a que ambos se complementan entre sí, sobre todo por criterio de economía y de seguridad al tránsito.

3.4.5. Cálculo de localización

La realización del cálculo de localización, consiste en un procedimiento matemático, por medio del cual se definen totalmente las características geométricas y trigonométricas de la línea de localización.

3.4.5.1. Cálculo de puntos de intersección de localización

Es el cálculo que se realiza para obtener los nuevos datos de la línea final o de localización. Para obtenerlos se deben colocar en planta las coordenadas totales de los puntos de intersección de preliminar, además se deben colocar los rumbos y distancias de la línea preliminar; a partir de estos se derivan los nuevos rumbos y distancias de las tangentes de la línea final.

En algunos de los diseños horizontales, existirán casos donde la línea de localización coincida con la línea de preliminar, además, cuando sea necesario; se recurrirá a efectuar medidas gráficas, para relacionar la línea de localización diseñada, con la línea de preliminar colocada en el campo.

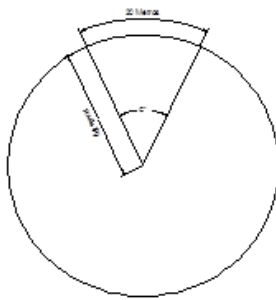
3.5. Cálculo de los elementos de la curva

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 estos dos datos se calculan los elementos de la curva.

El grado de curvatura (G), es el ángulo central que subtiende un arco de circunferencia de 20 metros, de ésta definición se obtienen las fórmulas de los diferentes elementos de la curva horizontal circular.

Figura 17. **Ángulo subtendido por un arco de circunferencia de 20 metros**



Fuente: PÉREZ, Augusto, Actividades de una carretera.

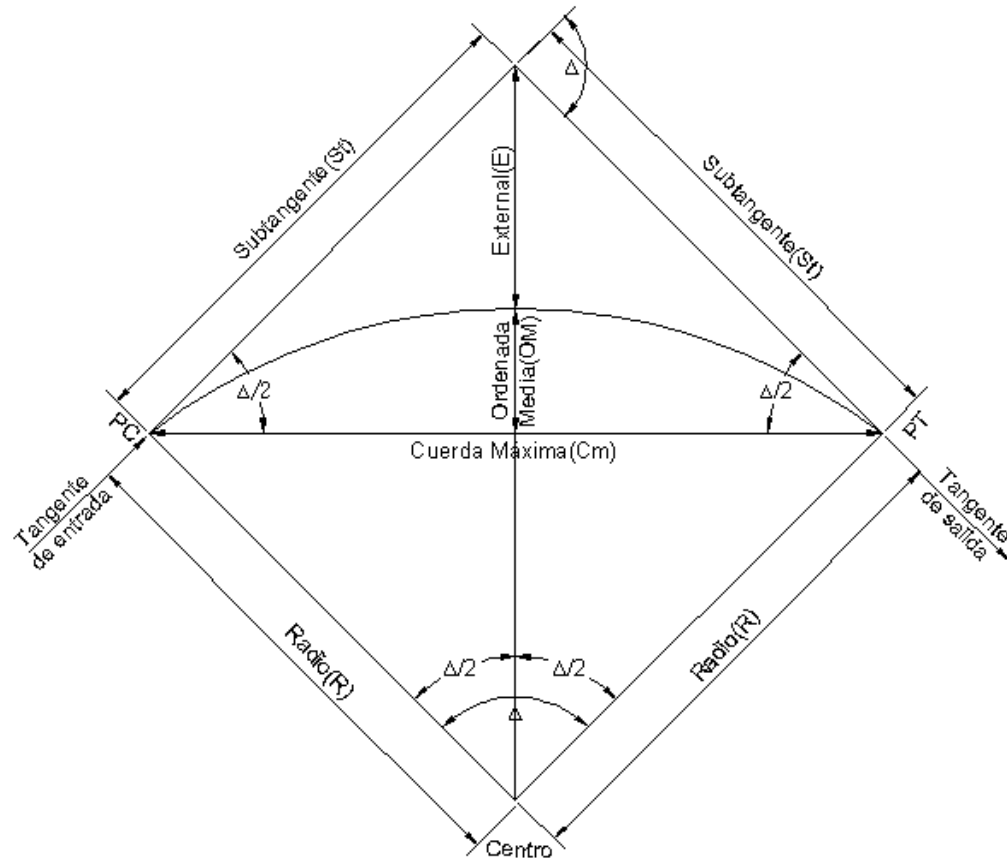
Para la reducción de fórmulas, se procede de la siguiente manera:

$$\frac{G}{360} = \frac{20}{2\pi R}$$

Para calcular el radio (R) de curva, se obtiene de la fórmula anterior:

$$R = \frac{1\ 145,915}{G}$$

Figura 18. Elementos de la curva horizontal circulares simples



Fuente: PÉREZ, Augusto. Metodología de actividades para el diseño de carretera.

Ejemplo de cálculo de curva horizontal:

Para el desarrollo de las fórmulas, se tomará como ejemplo la curva No. 1 de la carretera hacia la aldea Los Regadillos.

Datos:

Estacionamiento en

PI: 0+464,053

Delta (Δ) : 6°47'12.65"
Grado de curvatura (G): 12°00'01"der.

La selección del grado de la curva se hace con base a: tipo de terreno, tipo de carretera y la velocidad de diseño a utilizar. El objetivo principal, es obtener una curvatura suave y de seguridad al tránsito.

Procesando G de 12°00'00" en la fórmula:

$$R = \frac{1\,145,9156}{12^{\circ}00'00''} = 95,491 \text{ m}$$

Se obtiene $R = 95,491$ metros, el cual servirá para calcular los demás elementos de la curva, que a continuación se describen:

3.5.1. Longitud de curva (LC)

La longitud de curva, es la distancia; siguiendo la curva desde el principio de curva (PC), hasta el principio de tangente (PT).

$$LC = \frac{20 \times \Delta}{G}$$

$$LC = \frac{20 \times 6^{\circ}47'12.65''}{12} = 11,31 \text{ m}$$

3.5.2. Subtangente (St)

Es la distancia entre el PC y el punto de intersección (PI) o entre el PI y el PT. En curvas circulares simples forman un ángulo de 90° con el radio.

$$St = R \times \operatorname{tg}\left(\frac{\Delta}{2}\right)$$

$$St = 95,49 \times \operatorname{tg}\left(\frac{6^{\circ}47'13''}{2}\right) = 5,66 \text{ m}$$

3.5.3. Cuerda máxima (Cm)

Es la distancia entre una línea recta trazada entre el PC al PT.

$$Cm = 2 \times R \times \operatorname{Sen}\left(\frac{\Delta}{2}\right)$$

$$Cm = 2 \times 95,49 \times \operatorname{Sen}\left(\frac{6^{\circ}47'13''}{2}\right) = 10,76 \text{ m}$$

3.5.4. External (E)

Es la distancia comprendida entre el PI al punto medio de la curva.

$$E = ST \times \left[\operatorname{Tang}\left(\frac{\Delta}{4}\right) \right]$$

$$E = 5,66 \times \left[\operatorname{Tang}\left(\frac{6^{\circ}47'13''}{4}\right) \right] = 0,16772 \text{ m}$$

- Ordenada Media (OM)

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

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

$$OM = 95,49 \times \left[1 - \cos\left(\frac{6^\circ 47' 13''}{2}\right) \right] = 0,1674 \text{ m}$$

3.6. Cálculo de los estacionamientos

Se calculan estacionamientos de principio de curva (PC) y principio de tangente (PT) de una curva, se utilizan las distancias entre los puntos de intersección (PI), se resta la subtangente (St) al PI para obtener PC y se suma la longitud de curva al PC para obtener PT.

Para el ejemplo anterior se tiene:

- Principio de curva

$$PC = PI - St$$

$$PC = 0+469,71 - 5,66 = 0+464,053 \text{ m}$$

- Principio de tangente

$$PT = PC + LC$$

$$PT = 464,05 + 11,31 = 475,364 \text{ m}$$

3.7. Movimiento de tierras

Esta actividad consiste en el movimiento de una parte de la superficie de tierra de un lugar a otro y, en su nueva posición, crea una forma y condición física deseada.

Siendo ésta una de las actividades más importantes en la construcción de una carretera, debido a su incidencia en el costo. Por lo tanto, deberá lograrse un balance y adecuarse al terreno, para lograr el costo mínimo, sin dejar de lograr la calidad en el diseño de la carretera.

3.7.1. Diseño de subrasante

La subrasante, es la que define el volumen del movimiento de tierra, por lo que un buen criterio en la selección de la misma, dará como resultado una mejor economía en la construcción de la misma.

La subrasante se proyecta sobre el perfil longitudinal del terreno y se hace por tanteos, se debe tener el mayor número de tramos en los cuales se balancean los rellenos con los cortes en una distancia dentro de 1000 metros, dejando arriba el corte para facilitar el transporte del mismo. Si no fuera así, es preferible dejar los cortes como material de desperdicio y formar los rellenos con material de préstamo cercano.

Se debe tomar también para el diseño los siguientes factores:

- **Coeficiente de contracción e hinchamiento:** al balancear los cortes con los rellenos, se necesita más material de corte, debido a los cambios volumétricos. Los coeficientes dependen de la clase de suelo, humedad

contenida, formas de excavación, transporte usado y el tipo de compactación. El valor de los coeficientes dependen de estos factores. En la DGC se utilizar entre un 30 -40 por ciento.

-

La fórmula que se utiliza para el cálculo es la siguiente:

$$R = \frac{C}{1 - \text{Coef}}$$

Donde :

R = relleno

C = corte.

Coef = coeficiente de corte e hinchamiento

- Pendiente máxima: es la mayor pendiente que se permite, siendo 14 por ciento para carretera tipo F. La pendiente máxima utilizada en este proyecto es del 17 por ciento, que está por encima de la máxima ya que si se respeta la pendiente máxima, el costo del proyecto es demasiado elevado. Los factores que determinan la pendiente máxima son: el tipo de carretera, determinado por TPDA (0 a 100) y el tipo de terreno (montañoso)
- Pendiente mínima: se utiliza para la funcionalidad del drenaje. En rellenos podrá ser nula, debido que para drenar basta con la pendiente transversal de la misma. En los tramos en corte la pendiente mínima será de 0,5 por ciento.
- Condiciones topográficas: se determinan tres tipos de terreno:

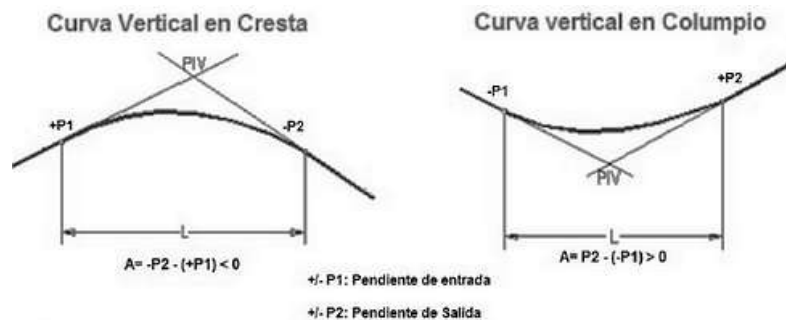
- Llano: los terrenos llanos, presentan en su perfil, pendientes pequeñas y uniformes, pendientes transversales pequeñas.
- Ondulado: estos terrenos, presentan en su perfil cimas y depresiones de cierta magnitud, su pendiente transversal es menor al 45 por ciento.
- Montañoso: terrenos de este tipo, presentan perfiles con grandes pendientes, obligando a grandes movimientos de tierra. Su pendiente transversal es mayor al 45 por ciento.

El terreno en este proyecto es de tipo montañoso en un 70 por ciento, llano y ondulado en un 30 por ciento.

3.8. Determinación de curvas verticales

Las curvas verticales sirven para enlazar los elementos que forman el perfil longitudinal de la subrasante. Las curvas verticales pueden ser cóncavas o convexas, de longitud variable.

Figura 19. Tipos de curvas verticales



Fuente: PÉREZ, Augusto. Metodología de actividades para el diseño de carretera.

El propósito de las curvas verticales, consiste en suavizar los caminos en el movimiento vertical, puesto que a través de su longitud se efectúa un paso gradual de la pendiente de la tangente entrante, a la tangente de salida, dando como resultado una transición segura y confortable.

Al momento de diseñar, se deben considerar las longitudes mínimas permisibles de curvas verticales, con el objeto de evitar el traslape de las mismas y dejando la mejor visibilidad posible a los conductores. La longitud mínima de curva vertical se calcula con la siguiente expresión:

$$LCV = K * A$$

Donde:

LCV = longitud mínima de curva vertical, en metros.

A = diferencia algebraica de las pendientes, en porcentaje.

K = constante que depende de la velocidad de diseño.

Tabla VII. **Valores de K según velocidad de diseño**

Velocidad de diseño KPH	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: elaboración propia.

Ejemplo de cálculo de curva vertical

Para la determinación del valor de longitud mínima de curva, se toma como ejemplo la curva vertical No.1 de la carretera diseñada hacia la aldea Los Regadillos.

Datos:

Estación: 0+250

Velocidad de diseño = 20 kph

Pendiente de entrada = -7,658 %

Pendiente de salida = 4,722 %

Encontrando la diferencia algebraica de las pendientes:

$$A = [(4,722 - (-7,658))]= 12,38 \%$$

El valor de K, según la tabla de valores, con una velocidad de diseño de 20 kilómetros por hora y una curva vertical cóncava, es igual a $K = 6,47$

Calculando la longitud mínima de curva:

$$LCV = 6,47 \times 12,38$$

$$LCV = 80,00 \text{ m}$$

3.8.1. Trazo de subrasante

El trazo de la subrasante se efectúa en dos fases:

- Cálculo de subrasante en rollo de perfil longitudinal.

Se encuentran las elevaciones de los puntos de intersección vertical PIV, con base a las pendientes que se colocaron al momento de hacer el diseño de la subrasante y a las estaciones de los PIV. Las pendientes podrán variar al ser afinadas.

- Cálculo de subrasante en hojas de movimiento de tierras.

Se colocan los estacionamientos del PIV con sus elevaciones y la longitud de curva (LCV), en el listado de estacionamientos que se tiene para el movimiento de tierra. Se debe colocar la pendiente entre cada PIV.

3.8.2. Dibujo de secciones transversales

Se desarrolló esta actividad con los datos de la libreta de secciones transversales de localización, y consistió en plotear distancias con sus respectivas elevaciones, al lado derecho e izquierdo de la línea central del caminamiento, a cada 20 metros.

3.8.3. Dibujo de secciones típicas

Sección típica en tangente: se ploteó la diferencia entre la subrasante y el nivel, arriba o debajo de la sección transversal, según fue el caso, a partir de este punto se traza la sección típica; dibujando la mitad de la típica a ambos lados de la línea central, siendo la inclinación de la típica de 3 por ciento de bombeo normal.

Sección típica en curva: aquí también se plotea la diferencia, como se hizo anteriormente, colocándose a la izquierda o derecha de acuerdo con el valor del corrimiento de la curva.

El peralte indica la inclinación de la sección típica; cuando el peralte es menor del 3 por ciento y la curva es hacia la izquierda, el lado izquierdo de la sección típica, permanece con el 3 por ciento y el lado derecho de la sección se suma; el peralte con el porcentaje calculado en esa estación para el lado hacia dónde va la curva.

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

Dibujo de taludes: consiste en el trazo de líneas inclinadas en los extremos de la sección de terracería, haciéndolas coincidir con la sección transversal típica.

La inclinación de talud de la carretera, está en función de las propiedades de los materiales; sin embargo, cuando no se tienen mayores datos y para fines de estimación de volúmenes de movimiento de tierra, es recomendable usar la siguiente tabla.

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

CORTE		RELLENO	
Altura	H - V	Altura	H - V
0 - 3	1 - 1	0 - 3	2 - 1
3 - 7	1 - 2	> 3	3 - 2
> 7	1 - 3		

Fuente: elaboración propia.

Donde:

H = horizontal

V = vertical

Una vez dibujado los taludes, el área arriba de la sección típica se considera corte (excavación no clasificada) y el área de abajo se denomina relleno (terraplén).

3.8.4. Determinación de áreas

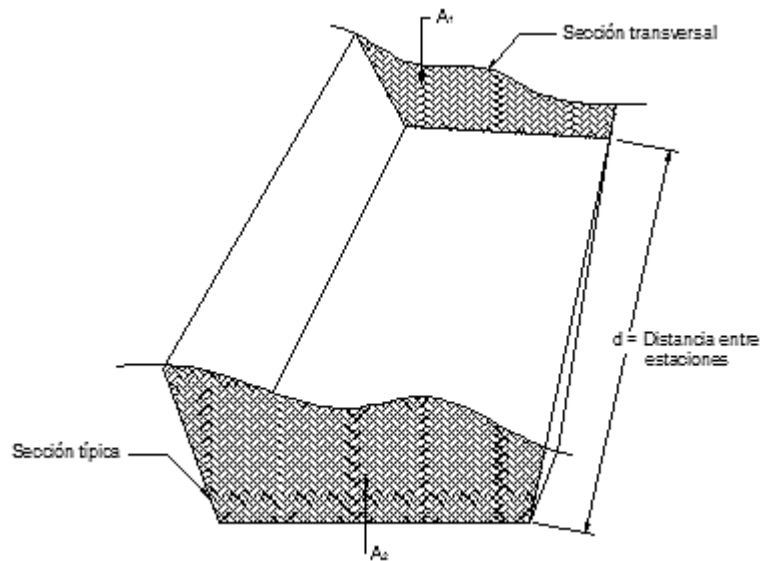
Para la obtención de áreas, se utilizó el método gráfico, que consiste en la determinación del área de la sección dibujada y delimitada por el contorno de la sección típica y el contorno de la sección transversal del nivel inferior de la capa vegetal.

3.8.5. Cálculo de volúmenes

Una vez se han determinado las áreas de las secciones de construcción, se procede al cálculo de volúmenes de tierra. Entre dos estaciones el volumen es el de un prisma irregular, el área de sus bases es la calculada en cada una de las estaciones y la altura es igual a la diferencia de estaciones, sucede esto en las estaciones consideradas cuando existe solo corte o solo relleno.

La forma más rápida de calcular el volumen, es basándose en el producto de la semisuma de las áreas extremas, por la distancia entre estaciones.

Figura 20. **Cálculo de volúmenes de movimiento de tierra**



Fuente: Augusto Pérez. Metodología de actividades para el diseño de carretera. p. 85.

Fórmula para el cálculo de volúmenes:

$$V = \left(\frac{A_1 + A_2}{2} \right) \times d$$

Donde:

V = volumen de tierra

A1 = área de sección 1

A2 = área de sección 2

d = distancia entre estaciones

En la tabla VII, se presenta un ejemplo del cálculo de movimiento de tierra.

Tabla IX. **Cálculo de movimiento de tierras**

Estación : 0+060, 0+080
V = volumen de tierra en m ³
A1 = área de sección 1= 0,00
A2 = área de sección 2= 0,294
d = distancia entre estaciones= 20,00 m

Fuente: elaboración propia.

$$V = \left(\frac{0,00 + 0,294}{2} \right) \times 20 = 2,94 \text{ m}^3$$

3.9. **Carpeta de rodadura**

Servirá para proteger la terracería en su estado natural, a fin de que la acción del tránsito y las precipitaciones pluviales, no provoquen un rápido deterioro. Esta protección se efectúa mediante una capa de balasto de espesor variable de 10 a 25 centímetros, para lo cual se utiliza material debidamente seleccionado y especificado que cumplan con las normas de un buen material para el proyecto.

El balasto debe ser un material que reúna las características de granulometría y calidad, y debe estar exento de material perjudicial o extraño (como material orgánico o arcilla).

Las partículas de material grueso, no excederán las dos terceras partes (2/3) del espesor de la capa de rodadura, y en ningún caso serán mayores de 10 centímetros, el porcentaje de abrasión debe ser menor de 60 por ciento,

determinado por el método AASHTO T 96, el peso unitario suelto debe ser mayor a 1 450 kilogramos por metro cúbico (90 libras por pie cúbico), determinado por el método AASHTO T 19, el material retenido en el tamiz No. 4 debe estar comprendido entre 60 por ciento y 40 por ciento en peso y el material que pasa el tamiz No. 200 no debe exceder de 15 por ciento en peso, determinado por el método AASHTO T 11. El límite líquido debe ser menor a 35 por ciento determinado por el método AASHTO T 89 y un índice de plasticidad entre 5 por ciento y 11 por ciento determinado por el método AASHTO T 90.

El terreno donde se construirá la carretera, es un suelo arenoso limoso, por lo que será necesario proteger la terracería mediante la aplicación de una capa de balasto, la cual será obtenida de bancos de préstamo ubicados a 900 metros aproximadamente al final del tramo a construirse, dicha capa tendrá 15 centímetros de espesor debidamente compactado.

3.10. Drenajes

Las obras de drenaje, son elementos que eliminan la inaccesibilidad de un camino, provocada por el agua o la humedad.

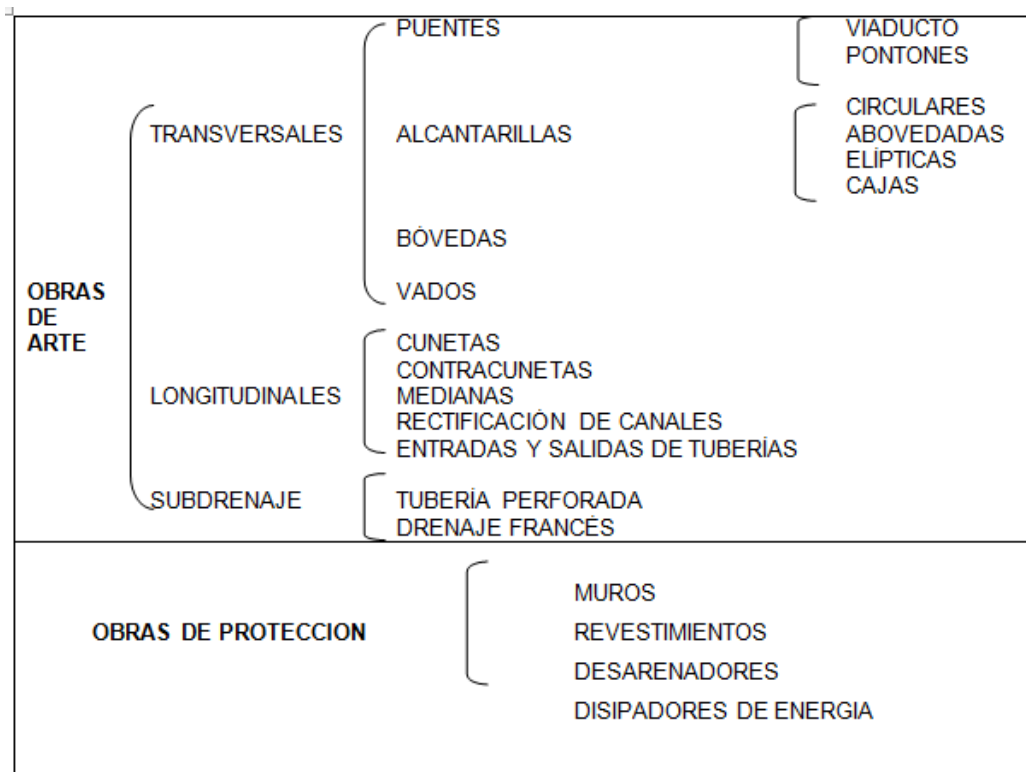
Los objetivos primordiales de las obras de drenaje son:

- Evacuar el agua que se acumula en la carretera.
- Reducir o eliminar la cantidad de agua que se dirija hacia la carretera.
- Evitar que el agua provoque daños a la carretera.

De la construcción de las obras de drenaje, dependerá en gran parte la vida útil, facilidad de acceso y la vida útil del proyecto.

El estudio del drenaje, no solo debe realizarse para cruces de ríos o riachuelos, sino que para cualquier obra de drenaje por pequeña que sea, ya que regula la vida de la carretera.

Tabla X. **Tipos de drenaje en carretera**



Fuente: PÉREZ, Augusto. Metodología de actividades para el diseño de carretera. p. 96

3.10.1. Ubicación de drenajes

La ubicación de los drenajes longitudinales como transversales, se hicieron de acuerdo a las condiciones de la carretera. En pendientes fuertes las cunetas serán protegidas contra la erosión, provocadas por la velocidad del agua.

3.10.2. Localización de drenajes

Consiste en realizar un recorrido del tramo en estudio, teniendo la siguiente información.

- Tipo y sentido de la corriente
- Pendiente medida con un clinómetro
- Condiciones de lecho, como:
 - Ancho
 - Angosto
 - Rocoso
 - Arenoso
 - Piedras sueltas y su tamaño

- Condiciones de aguas altas
- Vegetación en la cuenca.
- Estiaje
- Perímetro, área y forma del lecho
- Probables canalizaciones de entrada y salida
- Determinación de tramos de subdrenaje
- Puntos de erosión

La localización de drenajes para este proyecto, es el siguiente:

Tabla XI. **Localización de drenajes transversales tramo no.1 y tramo no.2**

No.	Estación	Diámetro	Material
1	0+280	30 "	Metal corrugado
2	0+660	30 "	Metal corrugado
3	0+729	30 "	Metal corrugado
4	0+880	30 "	Metal corrugado
5	1+370	30 "	Metal corrugado
6	1+729	30 "	Metal corrugado
7	1+956	30 "	Metal corrugado
8	2+480	30 "	Metal corrugado
9	2+877	30 "	Metal corrugado
10	3+133	30 "	Metal corrugado
11	3+342	30 "	Metal corrugado
12	3+580	30 "	Metal corrugado
No.	Estación	Diámetro	Material
1	0+034	30 "	Metal corrugado
2	0+080	30 "	Metal corrugado
3	0+286	30 "	Metal corrugado
4	0+370	30 "	Metal corrugado
5	0+450	30 "	Metal corrugado
6	0+560	30 "	Metal corrugado
7	0+740	30 "	Metal corrugado
8	0+914	30 "	Metal corrugado
9	1+050	30 "	Metal corrugado
10	1+200	30 "	Metal corrugado
11	1+490	30 "	Metal corrugado
12	1+792	30 "	Metal corrugado
13	1+977	30 "	Metal corrugado

Fuente: elaboración propia.

3.11. Cálculo de áreas de descarga por el método racional

En el método racional, se asume que el caudal máximo a un punto dado; se alcanza cuando el área tributaria está contribuyendo con su escorrentía superficial, durante un período de precipitación máxima.

Para lograr esto, la tormenta máxima (caudal de diseño) debe prolongarse durante un período igual o mayor que el que necesita la gota de agua que se precipitó en el punto más lejano, para llegar hasta el punto considerado (tiempo de concentración).

El método racional está representado por la fórmula:

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

Donde:

Q = caudal de diseño en metros cúbicos por segundo.

A = área drenada de la cuenca en hectáreas.

i = intensidad de lluvia en milímetros por hora.

C = coeficiente de escorrentía.

Para la intensidad de lluvia, se consulta en el Instituto de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología (INSIVUMEH), para la región en estudio. La intensidad está dada por la fórmula:

$$i = \frac{a}{t+b}$$

Donde:

i = intensidad de lluvia en milímetros por hora.

a y b = datos proporcionados por el INSIVUMEH.

t = tiempo de concentración en minutos.

El tiempo de concentración, está dado por la fórmula:

$$t = \left(\frac{0,886 \times L^3}{H} \right)^{0,0385} \times 60$$

Donde:

L = longitud del cauce principal en kilómetros.

H = diferencia de elevaciones entre los puntos extremos del cauce principal en metros.

El caudal se determina por la fórmula de Manning:

$$V = \left(\frac{1}{n} \right) \times R^{2/3} \times S^{1/2}$$

Donde:

$$Q = V \times A$$

$$Q = \left(\frac{1}{n} \right) \times R^{2/3} \times S^{1/2} \times A$$

$$A = \frac{\pi \phi^2}{4} \text{ (tuberíacircular)}$$

$$R = \frac{\phi}{4} \text{ (tubería circular)}$$

Donde:

V = velocidad en metros por segundo

R = radio hidráulico

S = pendiente

Q = caudal en metros cúbicos por segundo

A = área de tubería circular en metros cuadrados

\emptyset = diámetro en metros

n = coeficiente de rugosidad

n = 0,013 para $\emptyset > 24''$ (para tubería de concreto)

n = 0,015 para $\emptyset < 24''$ (para tubería de concreto)

La pendiente(S), se puede obtener a partir de las curvas de nivel cercanas al punto en estudio y la distancia entre éstas:

Se presenta a continuación un ejemplo de cálculo del drenaje transversal:

Datos:

A= 250 hectáreas

L= 0,95 kilómetros

H= 28 metros

S= 3,5%

A= 26,55

B = 1,20

N = 0,022

C = 0,80

\emptyset = 30 pulgadas

- Tiempo de concentración:

$$t = \left(\frac{0,886 \times 0,95^3}{28} \right)^{0,0385} \times 60 = 14,96 \text{ minutos}$$

- Intensidad de lluvia:

$$i = \frac{26,55}{14,96 + 1,20} = 1,64 \text{ mm/hora}$$

- Caudal:

$$Q = \left(\frac{0,80 \times 1,64 \times 250}{360} \right) = 0,91 \text{ m}^3/\text{s}$$

- Diámetro de descarga

$$\varnothing_1 = \left(\frac{0,91 \times 0,022 \times 4^{5/3}}{0,035^{1/2} \times \pi^{3/8}} \right) = 0,66 \text{ m}$$

- Área de descarga:

$$A_1 = \frac{\pi \times 0,66^2}{4} = 0,35 \text{ m}^2$$

- Área propuesta:

$$A_2 = \pi \frac{\times 30 \times 2,54}{\frac{100^2}{4}} = 0,46 \text{ m}^2$$

Número de tubos:

$$\# \text{ tubos} = A_1 / A_2$$

$$= 0,35 / 0,46 = 0,76 \text{ m}^2$$

$$= 1 \text{ unidad}$$

Se colocará una alcantarilla circular de metal corrugado de 30 pulgadas, los ensayos de esta tubería son de acuerdo a la Norma ASTM D3034 de acuerdo al diámetro, con caja receptora, cabezales y muros en entrada y salida, de mampostería de piedra.

3.12. Suelos

El suelo es un factor determinante en la estabilidad de una carretera. Es necesario llevar un control de su estado para tener la seguridad de la buena calidad de la misma.

Entre los problemas más frecuentes del suelo están:

- Deslizamientos
- Baches
- Colapsos

Los deslizamientos se manifiestan en los cortes, cuya cohesión no es lo suficiente fuerte para mantener el talud en caso de temblores o saturación, por lo general los deslizamientos se presentan en puntos donde el terreno presenta capas que pueden deslizarse en sentido perpendicular al trazo de la carretera o poseen un material muy plástico.

En el trazo mismo de la carretera, se pueden presentar baches causados por material altamente plástico; este material, cuando se satura, posee un soporte casi nulo para el tránsito y por lo general queda deformado permanentemente y deja un bache en la carretera, que obstaculiza el tránsito y daña a los vehículos, que se golpean al pasarlo.

En el trazo de la carretera pueden encontrarse capas rocosas que son aparentemente estables, pero que cuando hay un exceso de presión colapsan por vacíos presentes, dejan cavernas donde estuvieron y provocan que la carretera caiga aún solamente por su propio peso. Estas formaciones rocosas son, en su generalidad, carbonatos solubles en el agua de lluvia. Por lo mismo, deben evitarse las filtraciones para que no se disuelvan y formen vacíos mayores, que hagan fallar el suelo.

Para evitar los deslizamientos, hay que procurar, en lo posible, no situar el trazo de la carretera en sentido perpendicular a las posibilidades de deslizamiento de las capas de rocas presentes, en caso de tener un material altamente plástico, para evitar baches, debe estabilizarse con cal o cemento, o eliminarse y sustituirlo por otro de mejores características.

Para eliminar las posibilidades de un colapso del material, se inyecta lechada de cemento donde se localicen vacíos subsuperficiales. Este mismo procedimiento se utiliza para evitar las filtraciones de agua.

Por otra parte, es necesario conocer los tipos de suelo que conforman el tramo carretero, para poder dar el tratamiento adecuado y hacer que éstos puedan soportar más cargas sin deformarse, proporcionar mayor impermeabilidad y dar alojamiento a las estructuras que se construyan en el proyecto para brindar mayor seguridad de que no colapsarán, por lo anterior, la manera más apropiada de estudiar el suelo y conocer sus propiedades, está en el laboratorio, por lo que se detallan a continuación los ensayos a realizar en un suelo.

3.12.1. Pruebas de laboratorio

Las pruebas que se practican a los suelos en el laboratorio, tienen como finalidad descubrir la mejor manera de manejarlos para obtener los mejores resultados y comprobar que tan buenos pueden ser éstos. También se utilizan para determinar la proporción granulométrica y determinar qué compactación presentan.

Las pruebas en laboratorio se clasifican de la siguiente manera:

- Análisis granulométrico
- Límites de Atterberg: límite líquido, límite plástico
- Proctor
- Chequeo de compactación en campo

3.12.2. Granulometría

El análisis granulométrico es necesario, debido a que según la distribución del tamaño de los granos del suelo, así será el porcentaje de vacíos que éste pueda tener. Para realizar este análisis se sigue el procedimiento siguiente:

Determinar el volumen de suelo necesario para realizar la prueba de (100 a 200 gramos para suelos de grano fino, 200 a 500 gramos para suelos arenosos 1 a 3 kilogramos. para suelos gravosos).

Secar la muestra en una estufa y se pesa en seco. Esta misma se lava haciendo, pasar por el tamiz más fino (No. 200). Se desecha el material fino que pase por el tamiz y se pesa lo sobrante, luego de secarlo en un estufa de 105 grados centígrados.

Desmenuzar los terrones del material con un rodillo, haciéndolo rodar sobre una superficie llana. Se termina de pulverizar el material con la mano de mortero recubierta de goma, hasta que se pulverice completamente.

Colocar la muestra pesada y pulverizada en un juego de tamices, colocando el más grueso arriba y en orden decreciente hacia abajo, cerrando el último con la cazoleta y el superior con la tapa; se sacude vigorosamente el conjunto con un movimiento rotativo horizontal, por un tiempo no menor de 15 minutos, dejándolo caer ligeramente sobre una superficie blanda.

Pesar el material retenido por cada tamiz, refiriéndolo como un porcentaje del peso total. Al peso de los finos que queden en la cazoleta se le añade la diferencia de peso en el lavado del suelo.

La American Society For Testing and Materials (ASTM), clasifica a los suelos por su tamaño, dando el nombre de arcilla al suelo cuyo tamaño sea menor a 0,005 milímetros; limo al suelo que oscile entre los 0,005 a 0,05 milímetros; arena al suelo que oscile entre los 0,05 a los 2 milímetros; grava al suelo que tiene un tamaño mayor a 2 milímetros y menor a 60 milímetros. A los suelos mayores a los 60 milímetros se les llama pedregones. Es claro, entonces, que la granulometría revela propiedades importantes del suelo que en ingeniería civil son de suma importancia, ya que se sabe que los suelos finos se caracterizan por su plasticidad y los suelos gruesos por su soltura, y se sabe también que la combinación de suelos finos con gruesos hacen a un material propicio para compactar y soportar cargas.

3.12.3. Límites de Atterberg

Son base para determinar la forma de trabajar el suelo y su respuesta frente a la humedad. Por otra parte, sirven para el diseño de bases en pavimentos flexibles. Miden la consistencia del suelo con relación a la misma.

Un suelo puede ser sólido hasta cierta cantidad de humedad; si ésta aumenta puede deformarse con poca presión, y entonces se dice que está en un estado plástico; si la humedad crece de tal manera que el suelo fluye cuando se golpea, se dice que está en un estado líquido. La determinación de estados y los límites entre ellos se da arbitrariamente, según los ensayos que se explican a continuación.

3.12.4. Límite líquido

Es el que está entre el estado líquido de un suelo y su estado plástico. Se define como el contenido de humedad, expresado en porcentaje de su peso seco, bajo el cual el suelo comienza a fluir después de 25 golpes, utilizando el aparato propuesto por A. Casagrande. Para determinarlo, se pulverizan aproximadamente de 100 a 150 gramos de material seco, con la mano del mortero cubierta con goma, sobre una superficie limpia y lisa; luego se cierne la muestra a través de un tamiz No. 40, se descarta el material retenido en él y se mezcla con agua el suelo que pasó por dicho tamiz, hasta que tenga la consistencia de una pasta espesa pero no suave, la que se cubre con una manta o papel y se deja reposar una hora como mínimo.

Antes de empezar el ensayo, se mezcla nuevamente la muestra, usando una espátula y se separa una cucharada del material para utilizarla en el ensayo del límite plástico. Se coloca material en el platillo de bronce del aparato

Casagrande hasta llenarlo a 1/3 de su capacidad, se usa una espátula para mezclar y extender el material y formar una masa lisa de 1 centímetro de espesor. En el punto de máxima profundidad se divide la pasta en dos partes con el acanalador, por medio de un trazo firme a lo largo del diámetro, que arranque del centro del soporte y forme un surco bien claro y definido.

Para suelos arenosos se requiere usar el acanalador varias veces para evitar desgarrar los lados del surco; la profundidad de éste debe hacerse cada vez mayor y solamente el último trazo debe llegar al fondo del platillo.

Con el aparato limpio, seco y bien calibrado, se coloca el platillo en él y se gira la manivela a razón de dos golpes por segundo, contando el número de golpes necesarios para que el fondo del surco se cierre en una longitud de ½ pulgada.

Si las mitades de la muestra se unen a los 25 golpes, se toma una muestra de la masa y se le mide el contenido de humedad, el cual será el del límite líquido del material. Si la cantidad de golpes es menor a 25, se toma una muestra del material, se mide el contenido de humedad y se agrega más agua para repetir la prueba. Si la cantidad de golpes es mayor de 25, se obtiene la humedad del suelo y se agrega más suelo para repetir la prueba.

Se plotea en papel semilogarítmico la cantidad de golpes contra el porcentaje de humedad y se interpola en caso necesario para obtener el límite líquido.

3.12.5. Límite plástico

Es el contenido de agua que tiene el límite inferior de su estado líquido, el límite plástico de un suelo se acepta como el contenido de humedad que permite cilindrarlo haciendo bastoncitos de 3 milímetros de diámetro sin que se rompan. Para realizar el ensayo que determina este límite, se toma la cucharada de muestra utilizada para el ensayo de límite líquido y se deja secar hasta que alcance una consistencia que no se adhiera a la de la mano, pero que permita ser cilindrada sin que se rompa.

En ese momento se divide la muestra en dos partes, se toma una y con la palma de la mano se hace rodar sobre una superficie lisa y llana, con una hoja de papel no absorbente o vidrio, hasta que tenga 3 milímetros de diámetro. Se repite el mismo procedimiento hasta que el cilindro se resquebraje por disminuir su humedad debido a la manipulación. Se determina en ese preciso momento su contenido de humedad. El resultado se comprueba con la otra parte de la muestra.

3.12.6. Proctor

Es necesario mencionar que la prueba de Proctor se creó para determinar la relación entre la humedad óptima con que un suelo puede alcanzar su máxima densidad posible, es decir; su máxima compactación, ya que la escasez de agua en un suelo y la abundancia de la misma ocasiona que el suelo no pueda ser compactado al máximo. Un suelo debe compactarse porque esto mejora su capacidad de soportar cargas, disminuye la absorción del agua y reduce la sedimentación. Es necesario encontrar una relación entre el contenido apropiado de agua a usar en un volumen determinado de suelo y la máxima

densidad que el suelo compactado puede alcanzar, todo esto se hace en el laboratorio antes de iniciar el trabajo de campo.

En la prueba Proctor, se compacta una muestra del suelo en un recipiente estándar de 101,6 milímetros de diámetro por 116,6 milímetros de altura, con una capacidad de 0,00094 metros cúbicos. El recipiente se llena con tres capas de igual espesor. Cada capa del suelo se compacta empleando una pesa de 2,5 kilogramos, que se eleva a una distancia de 0,3048 metros y se deja caer 25 veces, uniformemente sobre cada capa del suelo, obteniéndose una muestra del suelo que ha recibido un total de 60,579 metro kilos de energía por metro cúbico ($m \cdot kg/m^3$), calculado como sigue:

$$0,3048 \text{ m} * 2,5 \text{ kg} * 25 \text{ caídas} * 3 \text{ capas} = 57,15 \text{ m/kg}$$

1 m³ de suelo tiene 1 060 veces el volumen de la muestra usada en la prueba de Proctor.

$$\text{Entonces } 1/0,0094 \text{ m}^3 \text{ es equivalente a } 1\ 060 /\text{m}^3$$

$$57,15 * 1\ 060 /\text{m}^3 = 60,579 \text{ metros} * \text{kg}/\text{m}^3.$$

Después de golpear la muestra de suelo, ésta se pesa (peso húmedo) y, luego, se pesa otra vez después de secar el suelo en un horno (peso seco). La diferencia entre estos pesos representa el peso del agua que contenía el suelo. La densidad del suelo seco puede ahora indicarse en kilogramos por metro cúbico. La cantidad de agua o de humedad, también puede indicarse como un porcentaje del peso seco.

3.12.7. Chequeo de compactación de campo

La prueba más usada en ausencia de equipos bastante costosos, es el método de cono de arena, el cual consiste en excavar un agujero de 15 centímetros de ancho por 15 centímetros de profundidad en el suelo compactado. Se pesa el suelo extraído del agujero, luego se seca completamente y se vuelve a pesar. La cantidad de agua pérdida, dividida por el peso en seco da por resultado el porcentaje de humedad del suelo. Un aparato en forma de cono y un frasco que contienen granos finos y uniformes de arena especial se colocan sobre el agujero, el cual se llena con ésta. Así será posible conocer el volumen del agujero perforado, ya que es igual al volumen que ocupa la arena extraída del frasco.

Al dividirse el peso en seco del suelo que se extrae entre el volumen de la arena que se requiere para llenar el agujero, se obtiene la densidad del suelo compactado en kilogramos por metro cúbico. La densidad obtenida se compara con la densidad máxima de una prueba Proctor, obteniéndose la densidad Proctor relativa. El método del cono de arena, es reconocido y aceptado, pero tiene como inconveniente los errores humanos y que la prueba dura un par de horas. Así se torna poco práctico realizar la prueba después de cada pesada de compactación.

Para ahorrar tiempo con los avances tecnológicos y científicos se usa con mayor frecuencia el método nuclear, el cual es un medidor de la densidad / humedad, y opera según el principio de que los suelos densos absorben más radiación que los suelos sueltos. El medidor nuclear se coloca directamente sobre el suelo que se va a probar y se conecta para que funcione, los rayos gama de una fuente radioactiva penetran en el suelo y, según sea el número de

vacíos de aire que existan, un número de los rayos se reflejan y vuelven a la superficie.

Estos rayos que se reflejan, son registrados en el contador; luego, la lectura del contador se compara con los datos en un cuadro que indica la densidad del suelo en kilogramos por metro cúbico.

Esta densidad se compara con la densidad máxima de una prueba Proctor y se obtiene la densidad relativa Proctor. El método nuclear ha adquirido popularidad debido a su exactitud y rapidez, ya que los resultados se obtienen en tres minutos y el suelo no se perturba como en la prueba del cono de arena.

La prueba Proctor de laboratorio descrita con anterioridad, junto con estas dos pruebas de campo, representan la parte teórica de la compactación que deben comprenderse. Aunque los ensayos expuestos anteriormente tienen mayor aplicación en la fase de construcción de un proyecto carretero, en este trabajo se hicieron los ensayos correspondientes al tipo de suelo predominante en la subrasante.

3.12.8. Características técnicas del material de balasto

Se le llama balasto al material selecto que se coloca sobre la subrasante con que termina una carretera, el cual se compone de un material bien graduado, es decir, que consta de material fino y grueso, con el objeto de protegerla y de que sirva de superficie de rodadura, el cual debe cumplir con las condiciones siguientes:

- Debe ser de calidad uniforme y exento de residuos de madera, raíces o cualquier material perjudicial o extraño.

- El material de balasto debe tener un peso unitario suelto no menor de 80 libras/ pie cúbico.
- El tamaño máximo del agregado grueso del balasto no debe exceder de 2/3 del espesor de la capa a utilizar y en ningún caso debe ser mayor de 15 centímetros.
- La capa del balasto a colocarse sobre la subrasante no debe ser menor a los centímetros.
- La porción del balasto retenida en el tamiz No.4 (4,75 milímetros) debe estar comprendida entre el 70 por ciento y el 30 por ciento en peso.
- La porción del balasto que pase el tamiz No. 40 (0,425 milímetros.) debe tener un límite líquido no mayor de 35 y un índice de plasticidad entre 5 y 11.
- La porción de balasto que pase el tamiz No 200 (0,075 milímetros) no debe exceder de 25 por ciento en peso.

Por otra parte, la colocación del balasto debe hacerse en capas no mayores a los 25cm., y compactado a 90 por ciento Proctor. Para el presente trabajo, se utilizará el balasto ubicado en la aldea La Concepción, Los Regadillos, el cual cumple con los requerimientos anteriormente enumerados.

Resultados del ensayo de suelos realizado a la subrasante de la carretera

- Descripción del suelo: grava y arena limosa color gris
- Clasificación: S.G.U. GM P.R.AA-1 a

- Proctor modificado: 140 lb/pie %
- Humedad óptima: 7,5%
- Índice de grupo : 12
- CBR: 95 %
- Índice plasticidad : 3,5%

3.13. Elaboración de planos

Los planos finales se elaboraron con los programas AutoCad Land y Civil/Survey S8, y contienen todos los detalles del alineamiento horizontal y el alineamiento vertical, secciones típicas en alineación tangente y curva. En la planta se colocan todos los datos necesarios de las curvas horizontales, tangentes (tg), subtangentes (St), puntos de intersección (PI), deltas (Δ), grados de curva (G), longitud de curva (LC), principio de curva (PC) y principio de tangente (PT). En el perfil se especifican los diferentes niveles de cada punto, cambio de pendientes y los datos de curvas verticales.

En las secciones típicas, se indica la medida o cota de hombros, cunetas, calzada y otros, como el espesor de las diferentes capas sobre la subrasante y el detalle de los taludes; y en alineación curva, también se coloca gráficamente el corrimiento, sobre ancho y peralte. Y finalmente se dibuja el detalle de cuneta revestida.

En el plano de detalle de drenajes, se dibujó la planta y sección transversal del mismo, se colocaron las dimensiones de tubería a utilizar, la clase del mismo, la capa de relleno que debe llevar, la pendiente de bombeo, las dimensiones de los cabezales de salida y de entrada.

3.14. Datos finales del proyecto

Después de haber realizado la topografía se obtienen los datos que permiten alimentar las ecuaciones y que hacen posible materializar el proyecto, que beneficiará a la comunidad.

3.14.1. Datos de diseño

Estos datos de diseño deben cumplir con los requerimientos del libro azul de caminos, de esa manera es seguro viajar por esta carretera. Ya que de esta forma los vecinos de la comunidad podrán viajar hacia la cabecera municipal.

Tabla XII. Datos y resultados de curvas horizontales

Tramo No. 1

Curva	PC	PT	G	DELTA(Δ)	R	LC	ST
1	0+464,053	0+475,364	12°00'01"der	06°47'12,65"	95,49 m	11,31 m	5,66 m
2	0+725,830	0+805,781	26°00'08"der	103°56'41,28"	44,07 m	79,95 m	56,35 m
3	0+841,092	0+867,508	39°00'12"izq	51°30'55,50"	29,39 m	26,42 m	14,18 m
4	0+977,331	1+009,202	45°00'30"izq	71°43'22,48"	25,46 m	31,87 m	18,40 m
5	1+059,380	1+079,123	29°59'52"der	29°36'43,75"	38,20 m	19,74 m	10,10 m
6	1+127,643	1+143,192	24°09'00"izq	18°46'32,16"	47,00 m	15,55 m	7,84 m
7	1+247,883	1+265,381	29°00'11"izq	25°22'27,86"	39,51 m	17,50 m	8,89 m
8	1+338,758	1+353,471	10°00'00"izq	07°29'30,59"	114,59 m	14,98 m	7,50 m
9	1+385,318	1+433,894	48°00'23"der	116°35'52,00"	23,87 m	48,58 m	38,65 m
10	1+433,894	1+459,537	22°08'00"der	28°22'41,53"	51,77 m	25,64 m	13,09 m
11	1+659,699	1+708,069	35°00'02"izq	84°38'56,02"	32,74 m	48,37 m	29,82 m
12	1+708,069	1+732,205	70°00'03"der	84°28'56,02"	16,37 m	24,14 m	14,86 m
13	1+853,807	1+920,405	39°59'49"der	133°47'11'05,99"	28,65 m	66,60 m	66,18 m
14	1+942,130	1+989,290	39°59'44"izq	94°18'48"	28,65 m	47,16 m	30,89 m
15	2+059,468	2+059,949	30°59'45"der	31°51'28,35"	36,97 m	20,56 m	10,55 m
16	2+259,468	2+283,533	37°59'40"izq	45°42'53,64"	30,16 m	24,06 m	12,71 m
17	2+346,0152	2+372,447	32°00'00"der	42°04'18,58"	35,81 m	26,29 m	13,77 m
18	2+534,283	2+551,195	24°59'53"der	21°08'21,82"	45,84 m	16,91 m	8,55 m

Continuación de la tabla XII.

19	2+588,669	2+614,508	39°00'12"izq	50°23'29,48"	29,38 m	25,84 m	13,82 m
20	2+704,944	2+718,117	20°59'56"izq	13°49'53,42"	54,57 m	13,17 m	6,62 m
21	2+867,388	2+890,202	34°00'12"der	38°47'19,58"	33,70 m	22,81 m	11,86 m
22	3+158,738	3+177,456	27°59'49"iz	26°12'08,60"	40,53 m	18,72 m	9,53 m
23	3+302,161	3+321,683	27°59'49"izq	27°19'35,74"	40,93 m	19,52 m	9,95 m
24	3+425,453	3+440,825	21°59'56"izq	16°54'31,76"	52,09 m	15,37 m	7,74 m
25	3+624,885	3+642,790	26°00'08"der	23°19'03,51"	44,07 m	17,94 m	9,09 m

Tramo No.2

Curva	PC	PT	G	DELTA(Δ)	R	LC	ST
1	0+026,717	0+073,946	70°00'03"der	165°18'14,50"	16,37 m	47,23 m	126,94 m
2	0+128,126	0+142,382	21°59'26"der	15°40'50,64"	52,09 m	14,26 m	7,17 m
3	0+216,104	0+242,584	28°38'52"izq	37°55'47,22"	40,00 m	26,48 m	13,75 m
4	0+315,620	0+355,446	16°22'13"der	16°12'37,30"	70,00 m	19,83 m	9,98 m
5	0+434,099	0+471,628	07°38'22"izq	14°20'05,17"	150,00 m	37,53 m	18,86 m
6	0+668,766	0+689,152	36°00'04"izq	36°41'41,65"	31,83 m	20,39 m	10,56 m
7	0+797,046	0+816,986	27°00'03"der	26°55'07,51"	42,44 m	19,94 m	10,16 m
8	0+903,561	0+956,693	59°59'44"izq	159°23'00,58"	19,10 m	53,13 m	105,01 m
9	0+993,649	1+022,630	45°00'30"der	65°13'12,08"	25,46 m	28,98 m	16,29 m
10	1+074,610	1+089,800	23°59'54,12"izq	18°13'35,60"	47,75 m	15,19 m	7,66 m
11	1+161,368	1+191,542	22°55'06,12"izq	34°54'38,82"	50,00 m	30,17 m	15,56 m
12	1+227,083	1+243,426	22°55'06"der	18°43'37,34"	50,00 m	16,34 m	8,24 m
13	1+281,763	1+317,315	70°00'03"der	124°26'00,8"	16,37 m	35,55 m	31,07 m
14	1+343,142	1+367,448	37°00'03"izq	44°58'01,44"	30,97 m	24,31 m	12,82 m
15	1+525,420	1+550,625	02°51'53,12"izq	03°36'37,49"	400,00 m	25,21 m	12,61 m
16	1+717,248	1+751,235	70°00'03"izq	118°57'22,02"	16,57 m	33,99 m	27,77 m
17	1+789,171	1+832,982	53°00'09"der	116°06'19,69"	21,62 m	43,81 m	34,67 m
18	1+943,888	1+964,491	53°00'09"izq	54°36'08,44"	21,62 m	26,6 m	11,16 m

Fuente: elaboración propia.

3.14.1.1. Movimiento de tierras

Se entiende por movimiento de tierras al conjunto de actuaciones a realizarse en un terreno para la ejecución de una obra. Dicho conjunto de actuaciones puede realizarse en forma manual o en forma mecánica.

Tabla XIII. Cálculo de movimiento de tierras

Tramo No.1

Movimiento de tierra Aldea Los Regadillos La Cruz - La Concepción Los Regadillos

Distancia	Estación	Área de corte (m ²)	Área de relleno (m ²)	Volumen de corte (m ³)	Volumen de relleno (m ³)
0	0+000	0	0		
20	0+020	0	6,27	0	62,7
20	0+040	0	5,09	0	113,6
20	0+060	0	3,759	0	88,49
20	0+080	0,294	2,002	2,94	57,61
20	0+100	3,492	0	37,86	20,02
20	0+120	3,842	0	73,34	0
20	0+140	3,659	0	75,01	0
20	0+160	0	3,658	36,59	36,58
20	0+180	0	10,501	0	141,59
20	0+200	0	6,121	0	166,22
20	0+220	5,317	0	53,17	61,21
20	0+240	4,183	0	95	0
20	0+260	4,5	0	86,83	0
20	0+280	1,471	0	59,71	0
20	0+300	0	1,79	14,71	17,9
20	0+320	0	4,389	0	61,79
20	0+340	0	8,963	0	133,52
20	0+360	0	4,376	0	133,39
20	0+380	0	4,201	0	85,77
20	0+400	0	4,256	0	84,57
20	0+420	0	4,316	0	85,72
20	0+440	0	4,458	0	87,74
20	0+460	0	4,576	0	90,34

Continuación de la tabla XIII.

20	0+480	0	5,789	0	103,65
20	0+500	0	2,054	0	78,43
20	0+520	0	2,3	0	43,54
20	0+540	236,517	1,827	2365,17	41,27
20	0+560	28,505	2,509	2650,22	43,36
20	0+580	0	4,296	285,05	68,05
20	0+600	0	3,612	0	79,08
20	0+620	0	4,205	0	78,17
20	0+640	0	7,633	0	118,38
20	0+660	0	13,327	0	209,6
20	0+680	0	11,352	0	246,79
20	0+700	0	14,139	0	254,91
20	0+720	0	13,889	0	280,28
20	0+740	0	9,324	0	232,13
20	0+760	2,005	0	20,05	93,24
20	0+780	3,038	0,003	50,43	0,03
20	0+800	12,372	0	154,1	0,03
20	0+820	24,616	0	369,88	0
20	0+840	14,511	0	391,27	0
20	0+860	8,35	0	228,61	0
20	0+880	7,287	0	156,37	0
20	0+900	0,155	1,029	74,42	10,29
20	0+920	43,202	0	433,57	10,29
20	0+940	27,28	0	704,82	0
20	0+960	13,953	0	412,33	0
20	0+980	5,219	0,702	191,72	7,02
20	1+000	0,19	1,533	54,09	22,35
20	1+020	11,737	0	119,27	15,33
20	1+040	10,218	0	219,55	0
20	1+060	8,494	0	187,12	0
20	1+080	6,698	0	151,92	0
20	1+100	2,236	3,252	89,34	32,52
20	1+120	3,553	6,065	57,89	93,17
20	1+140	1,863	4,144	54,16	102,09
20	1+160	3,065	11,862	49,28	160,06
20	1+180	3,543	8,052	66,08	199,14

Continuación de la tabla XIII.

20	1+200	0	37,316	35,43	453,68
20	1+220	0	26,795	0	641,11
20	1+240	0,196	18,231	1,96	450,26
20	1+260	0	20,317	1,96	385,48
20	1+280	1,129	13,205	11,29	335,22
20	1+300	5,021	3,507	61,5	167,12
20	1+320	16,997	1,978	220,18	54,85
20	1+340	35,381	0,879	523,78	28,57
20	1+360	0	11,063	353,81	119,42
20	1+380	18,424	0	184,24	110,63
20	1+400	24,94	0	433,64	0
20	1+420	6,659	0	315,99	0
20	1+440	0,189	18,417	68,48	184,17
20	1+460	0	26,841	1,89	452,58
20	1+480	0	12,485	0	393,26
20	1+500	0,149	0,357	1,49	128,42
20	1+520	0	2,798	1,49	31,55
20	1+540	9,22	0	92,2	27,98
20	1+560	0	8,59	92,2	85,9
20	1+580	3,949	0	39,49	85,9
20	1+600	0	30,866	39,49	308,66
20	1+620	0	23,494	0	543,6
20	1+640	0	4,012	0	275,06
20	1+660	0	15,965	0	199,77
20	1+680	0,064	8,458	0,64	244,23
20	1+700	0,753	20,18	8,17	286,38
20	1+720	0	25,164	7,53	453,44
20	1+740	0	65,909	0	910,73
20	1+760	0,37	6,735	3,7	726,44
20	1+780	3,551	0,92	39,21	76,55
20	1+800	6,688	0	102,39	9,2
20	1+820	5,305	0,832	119,93	8,32
20	1+840	0,827	1,192	61,32	20,24
20	1+860	0,68	0,541	15,07	17,33
20	1+880	8,867	0	95,47	5,41
20	1+900	0	3,703	88,67	37,03

Continuación de la tabla XIII.

20	1+920	0,034	2,282	0,34	59,85
20	1+940	0,997	1,613	10,31	38,95
20	1+960	0	11,154	9,97	127,67
20	1+980	0,735	2,813	7,35	139,67
20	2+000	9,93	0	106,65	28,13
20	2+020	3,293	0	132,23	0
20	2+040	9,467	0	127,6	0
20	2+060	3,351	0,079	128,18	0,79
20	2+080	3,557	0,027	69,08	1,06
20	2+100	1,916	2,373	54,73	24
20	2+120	1,173	0,814	30,89	31,87
20	2+140	0,298	3,067	14,71	38,81
20	2+160	0,083	6,827	3,81	98,94
20	2+180	0	9,326	0,83	161,53
20	2+200	0	14,067	0	233,93
20	2+220	0,034	7,006	0,34	210,73
20	2+240	4,517	1,549	45,51	85,55
20	2+260	15,918	0	204,35	15,49
20	2+280	11,318	2,831	272,36	28,31
20	2+300	7,546	2,487	188,64	53,18
20	2+320	2,266	4,008	98,12	64,95
20	2+340	2,207	11,812	44,73	158,2
20	2+360	0	24,167	22,07	359,79
20	2+380	0	15,337	0	395,04
20	2+400	0,073	5,708	0,73	210,45
20	2+420	0	6,674	0,73	123,82
20	2+440	0	18,645	0	253,19
20	2+460	0,984	7,913	9,84	265,58
20	2+480	4,279	5,355	52,63	132,68
20	2+500	12,898	0	171,77	53,55
20	2+520	4,542	3,803	174,4	38,03
20	2+540	0	24,113	45,42	279,16
20	2+560	0,029	1,499	0,29	256,12
20	2+580	0	8,072	0,29	95,71
20	2+600	38,962	0	389,62	80,72
20	2+620	21,833	0	607,95	0

Continuación de la tabla XIII.

20	2+640	0,307	25,096	221,4	250,96
20	2+660	14,491	0,083	147,98	251,79
20	2+680	19,82	4,337	343,11	44,2
20	2+700	9,081	5,168	289,01	95,05
20	2+720	5,747	1,962	148,28	71,3
20	2+740	7,53	0,411	132,77	23,73
20	2+760	5,101	3,419	126,31	38,3
20	2+780	1,067	20,317	61,68	237,36
20	2+800	32,243	0	333,1	203,17
20	2+820	4,88	6,071	371,23	60,71
20	2+840	0	17,452	48,8	235,23
20	2+860	0	21,985	0	394,37
20	2+880	0	11,058	0	330,43
20	2+900	0,108	3,404	1,08	144,62
20	2+920	0,285	1,036	3,93	44,4
20	2+940	0,009	6,166	2,94	72,02
20	2+960	0,026	8,58	0,35	147,46
20	2+980	0,805	2,071	8,31	106,51
20	3+000	4,72	0	55,25	20,71
20	3+020	2,5	3,517	72,2	35,17
20	3+040	0,453	9,856	29,53	133,73
20	3+060	0	15,085	4,53	249,41
20	3+080	0	12,879	0	279,64
20	3+100	0,689	8,881	6,89	217,6
20	3+120	0	12,444	6,89	213,25
20	3+140	0,02	14,194	0,2	266,38
20	3+160	0,724	9,261	7,44	234,55
20	3+180	0,009	4,881	7,33	141,42
20	3+200	5,912	0,169	59,21	50,5
20	3+220	0,508	2,509	64,2	26,78
20	3+240	1,135	2,706	16,43	52,15
20	3+260	3,697	0	48,32	27,06
20	3+280	9,636	0	133,33	0
20	3+300	1,768	0,234	114,04	2,34
20	3+320	2,06	3,188	38,28	34,22
20	3+340	0	27,621	20,6	308,09

Continuación de la tabla XIII.

20	3+360	0	16,089	0	437,1
20	3+380	1,999	12,119	19,99	282,08
20	3+400	4,965	14,9	69,64	270,19
20	3+420	21,074	0	260,39	149
20	3+440	20,096	0	411,7	0
20	3+460	8,577	8,483	286,73	84,83
20	3+480	16,035	1,09	246,12	95,73
20	3+500	22,8	5,181	388,35	62,71
20	3+520	11,642	16,982	344,42	221,63
20	3+540	0,601	24,245	122,43	412,27
20	3+560	0,392	27,422	9,93	516,67
20	3+580	0,445	26,703	8,37	541,25
20	3+600	4,314	21,5	47,59	482,03
20	3+620	15,052	0,932	193,66	224,32
20	3+640	6,189	11,86	212,41	127,92
20	3+660	7,426	11,655	136,15	235,15
20	3+680	6,684	8,59	141,1	202,45
20	3+700	9,54	0,703	162,24	92,93
20	3+720	4,413	3,493	139,53	41,96
20	3+740	4,082	13,978	84,95	174,71
20	3+760	3,751	12,764	78,33	267,42
2,683	3+762,683	1,983	7,354	7,692161	26,988297
3762,683	sumatoria total=			22417,62	26549,848

Tramo No.2

Movimiento de tierra La Concepción Los Regadillos - Aldea San Isidro

Distancia	Estación	Área de corte(m²)	Área de relleno (m²)	Volumen de corte (m³)	Volumen de relleno (m³)
0	0+000	3,008	0,176		
20	0+020	2,04	2,663	50,48	28,39
20	0+040	0	8,222	20,4	108,85
20	0+060	0	2,253	0	104,75
20	0+080	1,98	0,552	19,8	28,05
20	0+100	2,951	1,368	49,31	19,2

Continuación de la tabla XIII.

20	0+120	4,29	6,767	72,41	81,35
20	0+140	6,406	16,405	106,96	231,72
20	0+160	6,268	2,141	126,74	185,46
20	0+180	7,207	3,662	134,75	58,03
20	0+200	3,22	14,551	104,27	182,13
20	0+220	2,478	17,118	56,98	316,69
20	0+240	9,184	10,455	116,62	275,73
20	0+260	1,644	9,811	108,28	202,66
20	0+280	1,614	18,276	32,58	280,87
20	0+300	3,799	14,558	54,13	328,34
20	0+320	12,594	3,67	163,93	182,28
20	0+340	8,995	1,613	215,89	52,83
20	0+360	4,464	15,255	134,59	168,68
20	0+380	8,735	16,512	131,99	317,67
20	0+400	8,891	12,313	176,26	288,25
20	0+420	7,011	7,139	159,02	194,52
20	0+440	11,152	7,832	181,63	149,71
20	0+460	6,688	8,458	178,4	162,9
20	0+480	3,724	13,699	104,12	221,57
20	0+500	1,989	11,611	57,13	253,1
20	0+520	0	74,854	19,89	864,65
20	0+540	0	53,939	0	1287,93
20	0+560	0	11,581	0	655,2
20	0+580	3,676	1,936	36,76	135,17
20	0+600	48,963	0	526,39	19,36
20	0+620	30,452	0	794,15	0
20	0+640	4,12	0	345,72	0
20	0+660	0	10,835	41,2	108,35
20	0+680	0	28,994	0	398,29
20	0+700	0	13,207	0	422,01
20	0+720	0,787	13,127	7,87	263,34
20	0+740	16,793	0,532	175,8	136,59
20	0+760	13,935	0	307,28	5,32
20	0+780	0,112	8,376	140,47	83,76
20	0+800	0	23,537	1,12	319,13
20	0+820	6,663	5,72	66,63	292,57

Continuación de la tabla XIII.

20	0+840	27,146	0	338,09	57,2
20	0+860	24,251	0	513,97	0
20	0+880	11,789	2,141	360,4	21,41
20	0+900	0	31,572	117,89	337,13
20	0+920	0	34,675	0	662,47
20	0+940	6,337	5,465	63,37	401,4
20	0+960	29,516	0	358,53	54,65
20	0+980	23,996	0	535,12	0
20	1+000	0,575	21,32	245,71	213,2
20	1+020	0	53,725	5,75	750,45
20	1+040	0,095	31,963	0,95	856,88
20	1+060	1,715	14,63	18,1	465,93
20	1+080	6,39	9,376	81,05	240,06
20	1+100	7,259	7,655	136,49	170,31
20	1+120	3,116	6,987	103,75	146,42
20	1+140	2,16	7,943	52,76	149,3
20	1+160	0,178	23,448	23,38	313,91
20	1+180	0,089	46,644	2,67	700,92
20	1+200	0,929	15,491	10,18	621,35
20	1+220	0,384	19,084	13,13	345,75
20	1+240	0	45,313	3,84	643,97
20	1+260	0	62,829	0	1081,42
20	1+280	0	62,665	0	1254,94
20	1+300	1,712	4,969	17,12	676,34
20	1+320	1,472	11,228	31,84	161,97
20	1+340	0,688	17,588	21,6	288,16
20	1+360	3,529	0,298	42,17	178,86
20	1+380	1,348	0	48,77	2,98
20	1+400	4,261	0,083	56,09	0,83
20	1+420	0,408	5,333	46,69	54,16
20	1+440	2,709	2,942	31,17	82,75
20	1+460	6,732	1,246	94,41	41,88
20	1+480	8,695	1,139	154,27	23,85
20	1+500	9,917	1,102	186,12	22,41
20	1+520	4,367	5,836	142,84	69,38
20	1+540	4,129	3,956	84,96	97,92

Continuación de la tabla XIII.

20	1+560	0,03	18,323	41,59	222,79
20	1+580	3,077	8,959	31,07	272,82
20	1+600	6,843	7,153	99,2	161,12
20	1+620	11,619	1,001	184,62	81,54
20	1+640	11,662	0,358	232,81	13,59
20	1+660	4,085	9,206	157,47	95,64
20	1+680	0	26,877	40,85	360,83
20	1+700	1,334	14,506	13,34	413,83
20	1+720	4,953	7,484	62,87	219,9
20	1+740	0	41,611	49,53	490,95
20	1+760	13,334	0	133,34	416,11
20	1+780	33,969	0	473,03	0
20	1+800	13,8	0	477,69	0
20	1+820	1,924	0,581	157,24	5,81
20	1+840	2,743	5,096	46,67	56,77
20	1+860	0	7,799	27,43	128,95
20	1+880	1,972	2,72	19,72	105,19
20	1+900	15,217	0	171,89	27,2
20	1+920	0	30,035	152,17	300,35
20	1+940	0	56,09	0	861,25
20	1+960	5,63	1,904	56,3	579,94
20	1+980	6,43	6,059	120,6	79,63
19	1+999	0	0	61,085	57,5605
1999	sumatoria total=			11773,65	25557,731

Fuente: elaboración propia

3.15. Presupuesto y cronograma de ejecución

Para la elaboración del presupuesto de la carretera, se establecieron los renglones de trabajo. Se realizó la cuantificación de cada renglón y luego se calcularon los costos directos e indirectos.

El banco del material de balasto, se encuentra a una distancia de 900 metros del proyecto.

Para el cálculo de utilidades, fianzas, supervisión, administración, imprevistos se trabajó con un 30 por ciento, y se trabajó con un 12 por ciento del iva.

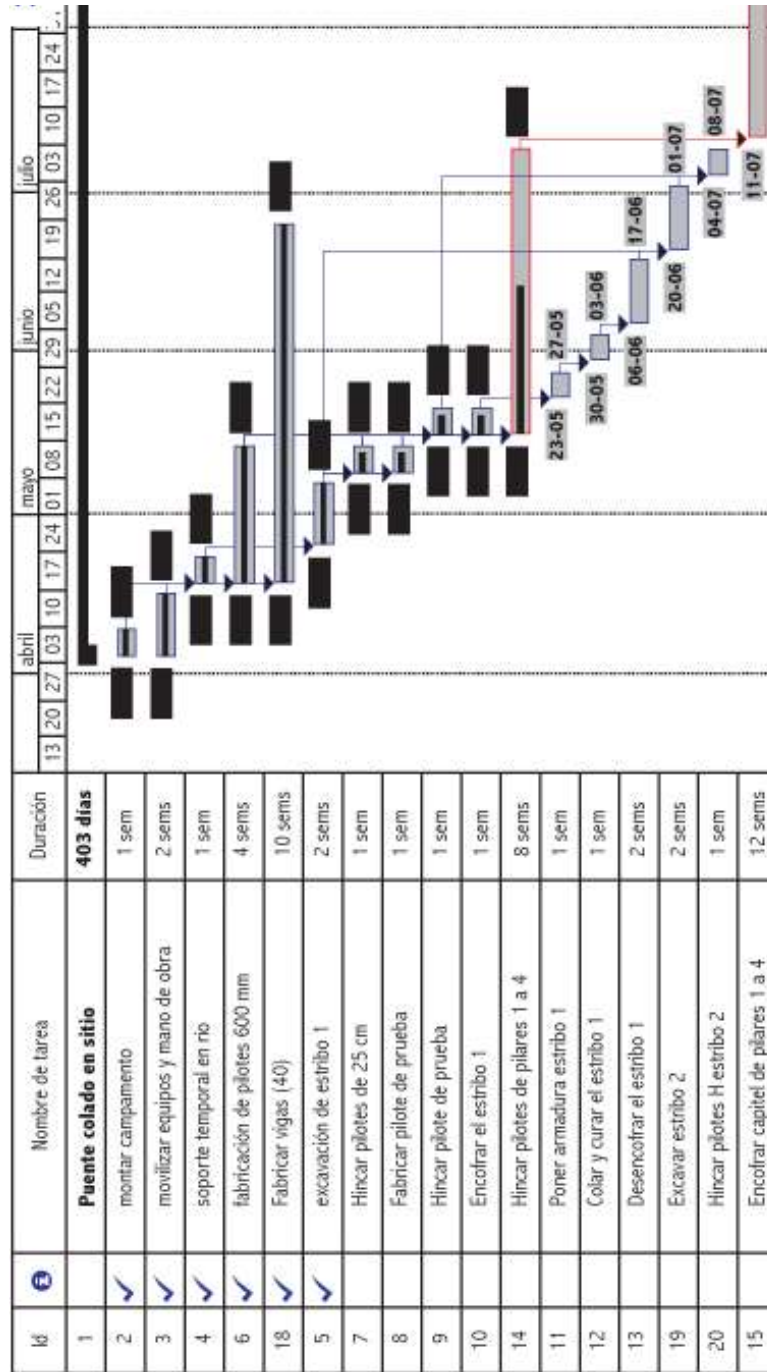
El cronograma se desarrolló según el rendimiento y la cantidad de maquinaria y equipo, así como las cantidades en los renglones de trabajo, tipo de suelo, distancia de banco de material y otros.

Tabla XIV. Presupuesto general

LIBRO AZUL	SECCION	NO	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO (Q)	
						P.U.	TOTAL
		1	TRABAJOS PRELIMINARES				
		1.1	ROTULO DE IDENTIFICACION DEL PROYECTO	UNIDAD	1.00	Q 3,124.14	Q 3,124.14
202		1.2	LIMPIA, CHAPEO Y DESTRONQUE	M2	12,600.00	Q 0.92	Q 11,688.00
152		1.3	REPLANTEO TOPOGRAFICO	ML	6,000.00	Q 1.33	Q 7,964.32
		2	MOVIMIENTO DE TIERRAS				
203		2.1	EXCAVACION NO CLASIFICADA	M3	34,191.27	Q 17.40	Q 594,805.73
2		2.2	EXCAVACION NO CLASIFICADA PRESTADA	M3	17,916.31	Q 12.62	Q 226,182.32
203.04 (g)		2.3	EXCAVACION EN ROCA	M3	3,500.00	Q 74.50	Q 260,755.04
203		2.4	RELLENO ESTRUCTURAL	M3	144.00	Q 56.39	Q 8,408.40
		3	PREPARACION DE SUB-RASANTE				
301.03 (d)		3.1	CONFORMACION Y COMPACTACION DE LA SUBRASANTE	M3	7,200.00	Q 6.73	Q 48,456.00
		4	SUPERFICIE DE RODADURA				
208		4.1	COLOCACION DE BALASTO	M3	7,200.00	Q 37.92	Q 273,021.84
208		4.2	ACARREO DE MATERIAL BALASTO	M3/KM	7,200.00	Q 6.50	Q 46,788.56
555		4.3	CARPETA DE CONCRETO CICLOPEO	M2	550.00	Q 200.05	Q 110,029.92
		5	ESTRUCTURAS DE DRENAJE				
608		5.1	CUNETA REVESTIDA (CONCRETO 5 cm ESPESOR)	ML	400.00	Q 53.67	Q 21,468.80
601		5.2	ALCANTARILLA DE METAL CORRUGADO DE 30"	ML	150.00	Q 1,553.06	Q 233,258.48
565		5.3	MUROS, CAJAS Y CABEZALES PARA ALCANTARILLA	M3	67.20	Q 1,852.18	Q 125,948.37
		6	TRANSPORTE				
155		6.1	TRASLADO DE MAQUINARIA	KM	25.00	Q 1,998.80	Q 49,969.92
		7	MEDIDAS DE MITIGACION AMBIENTAL				
ETEPA 14		7.1	SIEMBRA DE ARBOLES DE ESPECIES LOCALES	PLANTA	125.00	Q 20.21	Q 2,526.16
			TOTAL			Q	Q 2,024,485.99

Fuente: elaboración propia.

Tabla XV. Cronograma de avance físico y financiero



Fuente: elaboración propia.

Tabla XVI. Renglones de trabajo

INTEGRACIÓN DE PRECIOS UNITARIOS	REGLÓN 1	SUBREGIÓN 1,1
---	--------------------	-------------------------

PROYECTO: APERTURA DE BRECHA DE CARRETERA	LONGITUD (Km):	6,00
ALDEA: LOS REGADILLOS	ANCHO RODADURA (m)	6,00
MUNICIPIO: USPANTAN, QUICHE		

TRABAJOS PRELIMINARES

DESCRIPCIÓN SUB REGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
ROTULO DE IDENTIFICACIÓN DEL PROYECTO	UNIDAD	1	Q 3 124,14	Q 3 124,14

MATERIAL Y HERRAMIENTA

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
VINIL ADHESIVO	M2	2,97	Q 60,00	Q 178,20
COSTANERA 2"x3"	UNIDAD	2,00	Q 145,00	Q 290,00
TUBO CUADRADO 1 1/2"	UNIDAD	2,00	Q 75,00	Q 150,00
LAMINA LISA DE 1/32x4'x8'	UNIDAD	1,00	Q 250,00	Q 250,00
ELECTRODO 3/16	LB	2,00	Q 20,00	Q 40,00
PINTURA ANTICORROSIVA	GAL	1,00	Q 250,00	Q 250,00
CEMENTO	SACO	1,00	Q 75,00	Q 75,00
ARENA DE FUNDICIÓN/ RIO	M3	0,5	Q 125,00	Q 62,50
TOTAL				Q 1 295,70

TRANSPORTE Y COMBUSTIBLES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
TRANSPORTE DE ROTULO	FLETE	1,00	Q 400,00	Q 400,00
TOTAL				Q 400,00

MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P.U.	TOTAL
FABRICACIÓN	UNIDAD	1,00	Q 400,00	Q 400,00
INSTALACIÓN	UNIDAD	1,00	Q 50,00	Q 50,00
TOTAL MANO DE OBRA				Q 450,00

TOTAL COSTO DIRECTO (materiales + herramientas + transporte + combustibles + m.o.)		Q 2 145,70
TOTAL COSTO INDIRECTO: (administrativos + fianzas + supervisión + utilidad + imprevistos)	30%	Q 643,71
SUB-TOTAL (costo directo + costo indirecto)		Q 2 789,41
IVA:	12%	Q 334,73
TOTAL		Q 3 124,14

INTEGRACIÓN DE PRECIOS UNITARIOS	REGLÓN 1	SUBREGLÓN 1,2
---	--------------------	-------------------------

PROYECTO: APERTURA DE BRECHA DE CARRETERA	LONGITUD (Km):	6,00
ALDEA: LOS REGADILLOS	ANCHO RODADURA (m)	6,00
MUNICIPIO: USPANTAN, QUICHE		

Continuación de la tabla XVI.

TRABAJOS PRELIMINARES

DESCRIPCIÓN SUB RENGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
LIMPIA, CHAPEO Y DESTRONQUE	M2	12,600	Q 0,9244	Q 11,648,00

MATERIAL Y HERRAMIENTA

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
MACHETES	UNIDAD	10	Q 60,00	Q 600,00
LIMAS	UNIDAD	10	Q 15,00	Q 150,00
HACHAS	UNIDAD	10	Q 150,00	Q 1,500,00
TOTAL				Q 2 250,00

MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	SUELDO/DÍA	DÍAS	TOTAL
SUPERVISOR	1	Q 250,00	5,00	Q 1 250,00
ENCARGADO	1	Q 100,00	5,00	Q 500,00
PEONES	10	Q 80,00	5,00	Q 4 000,00
TOTAL MANO DE OBRA				Q 5 750,00

TOTAL COSTO DIRECTO (materiales + herramientas + m.o.)		Q 8 000,00
TOTAL COSTO INDIRECTO: (administrativos + fianzas + supervisión + utilidad + imprevistos)	30%	Q 2 400,00
SUB-TOTAL (costo directo + costo indirecto)		Q 10 400,00
IVA:	12%	Q 1 248,00
TOTAL		Q 11 648,00

INTEGRACIÓN DE PRECIOS UNITARIOS	RENGLÓN	SUBRENGLÓN
	1	1.3

PROYECTO: APERTURA DE BRECHA DE CARRETERA	LONGITUD (Km):	6,00
ALDEA: LOS REGADILLOS	ANCHO RODADURA (m)	6,00
MUNICIPIO: USPANTAN, QUICHE		

TRABAJOS PRELIMINARES

DESCRIPCIÓN SUB RENGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
REPLANTEO TOPOGRÁFICO	ML	6000	Q 1 32739	Q 7 964,32

EQUIPO Y MAQUINARIA

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	DÍAS	RENTA/DÍA	TOTAL
EQUIPO DE TOPOGRAFÍA	1	2,00	Q 800,00	Q 1 600,00
INTERCOMUNICADORES	4	2,00	Q 50,00	Q 400,00
				Q -
				Q -
TOTAL				Q 2 000,00

MATERIAL Y HERRAMIENTA

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
ESTACAS	UNIDAD	200	Q 1,00	Q 200,00
MACHETES	UNIDAD	8	Q 60,00	Q 480,00
LIMAS	CAJAS	2	Q 15,00	Q 30,00
TOTAL				Q 710,00

Continuación de la tabla XVI.

MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	SUELDO/DÍA	DÍAS	TOTAL
TOPÓGRAFO	1,00	Q 300,00	2,00	Q 600,00
CADENERO	4,00	Q 150,00	2,00	Q 1 200,00
PEONES	6,00	Q 80,00	2,00	Q 960,00
TOTAL MANO DE OBRA				Q 2 760,00

TOTAL COSTO DIRECTO (equipo + maquinaria + materiales + herramientas + m.o.)		Q 5 470,00
TOTAL COSTO INDIRECTO: (administrativos + fianzas + supervisión + utilidad + imprevistos)	30%	Q 1 641,00
SUB-TOTAL (costo directo + costo indirecto)		Q 7 111,00
IVA:	12%	Q 853,32
TOTAL		Q 7 964,32
INTEGRACIÓN DE PRECIOS UNITARIOS	RENGLÓN 2	SUBREGLÓN 2.1

PROYECTO: APERTURA DE BRECHA DE CARRETERA	LONGITUD (Km):	6,00
ALDEA: LOS REGADILLOS	ANCHO RODADURA (m)	6,00
MUNICIPIO: USPANTAN, QUICHE		

MOVIMIENTO DE TIERRAS

DESCRIPCIÓN SUB RENGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
EXCAVACIÓN NO CLASIFICADA	M3	34 191,27	Q 17,396421	Q 594 805,72

EQUIPO Y MAQUINARIA

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	HORAS	RENTA/HORA	TOTAL
EXCAVADORA	1	262,00	Q 450,00	Q 117 900,00
CAMIÓN DE VOLTEO 12 M3	4	262,00	Q 150,00	Q 157 200,00
TOTAL				Q 275 100,00

TRANSPORTE Y COMBUSTIBLES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
PICK-UP (incluye combustible y lubricantes)	HORAS	136	Q 100,00	Q 13 600,00
COMBUSTIBLE EXCAVADORA	GAL	786	Q 40,00	Q 31 440,00
COMBUSTIBLE CAMIONES DE VOLTEO	GAL	1834	Q 40,00	Q 73 360,00
TOTAL				Q 118 400,00

MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	SUELDO/DÍA	DÍAS	TOTAL
SUPERVISOR	1	Q 250,00	9,00	Q 2 250,00
ENCARGADO	1	Q 125,00	9,00	Q 1 125,00
AYUDANTE DE MAQUINARIA	2	Q 80,00	17,00	Q 2 720,00
OPERADOR EXCAVADORA	1	Q 125,00	17,00	Q 2 125,00
PILOTO CAMIÓN DE VOLTEO	4	Q 100,00	17,00	Q 6 800,00
TOTAL MANO DE OBRA				Q 15 020,00

TOTAL COSTO DIRECTO (equipo + maquinaria + transporte + combustibles + m.o.)		Q 408 520,00
TOTAL COSTO INDIRECTO: (administrativos + fianzas + supervisión + utilidad + imprevistos)	30%	Q 122 556,00
SUB-TOTAL (costo directo + costo indirecto)		Q 531 076,00
IVA:	12%	Q 63 729,12
TOTAL		Q 594 805,12

Continuación de la tabla XVI.

INTEGRACIÓN DE PRECIOS UNITARIOS	RENGLÓN 2	SUBRENGLÓN 2.2
---	---------------------	--------------------------

PROYECTO: APERTURA DE BRECHA DE CARRETERA	LONGITUD (Km.):	6,00
ALDEA: LOS REGADILLOS	ANCHO RODADURA (m)	6,00
MUNICIPIO: USPANTAN, QUICHE		

MOVIMIENTO DE TIERRAS

DESCRIPCIÓN SUB RENGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
EXCAVACIÓN NO CLASIFICADA PRESTADA	M3	17 916,31	Q 12 624381	Q 226 182,31

EQUIPO Y MAQUINARIA

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	HORAS	RENTA/HORA	TOTAL
EXCAVADORA	1	100,00	Q 450,00	Q 45 000,00
CAMIÓN DE VOLTEO 12 M3	4	100,00	Q 150,00	Q 60 000,00
TOTAL				Q 105 000,00

TRANSPORTE Y COMBUSTIBLES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
PICK-UP (incluye combustible y lubricantes)	HORAS	75	Q 100,00	Q 7 500,00
COMBUSTIBLE EXCAVADORA	GAL	300	Q 40,00	Q 12 000,00
COMBUSTIBLE CAMIONES DE VOLTEO	GAL	500	Q 40,00	Q 20 000,00
TOTAL				Q 39 500,00

MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	SUELDO/DÍA	DÍAS	TOTAL
SUPERVISOR	1	Q 250,00	7,00	Q 1 750,00
ENCARGADO	1	Q 125,00	7,00	Q 875,00
AYUDANTE DE MAQUINARIA	2	Q 80,00	12,00	Q 1 920,00
OPERADOR EXCAVADORA	1	Q 125,00	12,00	Q 1 500,00
PILOTO CAMIÓN DE VOLTEO	4	Q 100,00	12,00	Q 4 800,00
TOTAL MANO DE OBRA				Q 10 845,00

TOTAL COSTO DIRECTO (equipo + maquinaria + transporte + combustibles + m.o.)		Q 155 345,00
TOTAL COSTO INDIRECTO: (administrativos + fianzas + supervisión + utilidad + imprevistos)	30%	Q 46 603,50
SUB-TOTAL (costo directo + costo indirecto)		Q 201 948,50
IVA:	12%	Q 24 233,82
TOTAL		Q 226 182,32

INTEGRACIÓN DE PRECIOS UNITARIOS	RENGLÓN 2	SUBRENGLÓN 2.3
---	---------------------	--------------------------

PROYECTO: APERTURA DE BRECHA DE CARRETERA	LONGITUD (Km.):	6,00
ALDEA: LOS REGADILLOS	ANCHO RODADURA (m)	6,00
MUNICIPIO: USPANTAN, QUICHE		

Continuación de la tabla XVI.

MOVIMIENTO DE TIERRAS

DESCRIPCIÓN SUB RENGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
EXCAVACIÓN EN ROCA	M3	3 500,00	Q 74,50	Q 260 755,04

EQUIPO Y MAQUINARIA

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	HORAS	RENTA/HORA	TOTAL
EXCAVADORA	1	66,00	Q 450,00	Q 29 700,00
CAMIÓN DE VOLTEO	4	66,00	Q 150,00	Q 39 600,00
MARTILLO HIDRÁULICO	1	50,00	Q 500,00	Q 25 000,00
TOTAL				Q 94 300,00

TRANSPORTE Y COMBUSTIBLES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
PICK-UP (incluye combustible y lubricantes)	HORAS	40,00	Q 100,00	Q 4 000,00
COMBUSTIBLE EXCAVADORA	GAL	396,00	Q 40,00	Q 15 840,00
COMBUSTIBLE CAMIONES DE VOLTEO	GAL	924,00	Q 40,00	Q 36 960,00
COMBUSTIBLE MARTILLO HIDRÁULICO	GAL	300,00	Q 40,00	Q 12 000,00
TOTAL				Q 68 800,00

MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	SUELDO/DÍA	DÍAS	TOTAL
SUPERVISOR	1,00	Q 250,00	5,00	Q 1 250,00
ENCARGADO	1,00	Q 125,00	5,00	Q 625,00
AYUDANTE DE MAQUINARIA	2,00	Q 80,00	9,00	Q 1 440,00
PEONES PARA EXCAVACIÓN POR FRACTURA	10,00	Q 80,00	9,00	Q 7 200,00
OPERADOR EXCAVADORA	1,00	Q 125,00	9,00	Q 1 125,00
PILOTO CAMIÓN DE VOLTEO	4,00	Q 100,00	9,00	Q 3 600,00
OPERADOR MARTILLO HIDRÁULICO	1,00	Q 125,00	6,00	Q 750,00
TOTAL MANO DE OBRA				Q 15 990,00

TOTAL COSTO DIRECTO (equipo + maquinaria + transporte + combustibles + m.o.)		Q 179 090,00
TOTAL COSTO INDIRECTO: (administrativos + fianzas + supervisión + utilidad + imprevistos)	30%	Q 53 727,00
SUB-TOTAL (costo directo + costo indirecto)		Q 232 817,00
IVA:	12%	Q 27 938,04
TOTAL		Q 260 755,04

INTEGRACIÓN DE PRECIOS UNITARIOS	RENGLÓN	SUBRENGLÓN
	2	2.4

PROYECTO:	APERTURA DE BRECHA DE CARRETERA	LONGITUD (Km.):	6,00
ALDEA:	LOS REGADILLOS	ANCHO RODADURA (m)	6,00
MUNICIPIO:	USPANTAN, QUICHE		

Continuación de la tabla XVI.

MOVIMIENTO DE TIERRAS

DESCRIPCIÓN SUB RENGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
RELLENO ESTRUCTURAL	M3	144,00	Q 58,3917	Q 8 408,40

EQUIPO Y MAQUINARIA

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	HORAS	PRECIO UNITARIO	TOTAL
MOTONIVELADORA	1	3,00	Q 425,00	Q 1 275,00
VIBROCOMPACTADORA	1	3,00	Q 300,00	Q 900,00
CAMIÓN REGADORA DE AGUA	1	3,00	Q 150,00	Q 450,00
BOMBA DE AGUA	1	3,00	Q 50,00	Q 150,00
TOTAL				Q 2 775,00

TRANSPORTE Y COMBUSTIBLES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
PICK-UP (incluye combustible y lubricantes)	HORAS	8,00	Q 100,00	Q 800,00
GASOLINA	GALONES	2,00	Q 40,00	Q 80,00
COMBUSTIBLE MOTONIVELADORA	GAL	15,00	Q 40,00	Q 600,00
COMBUSTIBLE VIBROCOMPACTADORA	GAL	9,00	Q 40,00	Q 360,00
COMBUSTIBLE CAMIÓN REGADORA DE AGUA	GAL	7,50	Q 40,00	Q 300,00
TOTAL				Q 2 140,00

MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	SUELDO/DÍA	DÍAS	TOTAL
SUPERVISOR	1,00	Q 250,00	1,00	Q 250,00
ENCARGADO	1,00	Q 125,00	1,00	Q 125,00
AYUDANTE DE MAQUINARIA	2,00	Q 80,00	1,00	Q 160,00
OPERADOR MOTONIVELADORA	1,00	Q 125,00	1,00	Q 125,00
OPERADOR VIBROCOMPACTADORA	1,00	Q 100,00	1,00	Q 100,00
PILOTO CAMIÓN REGADORA DE AGUA	1,00	Q 100,00	1,00	Q 100,00
TOTAL MANO DE OBRA				Q 860,00

TOTAL COSTO DIRECTO (equipo + maquinaria + materiales + herramientas + transporte + combustibles + m.o.)		Q 5 775,00
TOTAL COSTO INDIRECTO: (administrativos + fianzas + supervisión + utilidad + imprevistos)	30%	Q 1 732,50
SUB-TOTAL (costo directo + costo indirecto)		Q 7 507,50
IVA:	12%	Q 900,90
TOTAL		Q 8 408,40

INTEGRACIÓN DE PRECIOS UNITARIOS	RENGLÓN	SUBRENGLÓN
	3	3.2

PROYECTO: APERTURA DE BRECHA DE CARRETERA	LONGITUD (Km.):	6,00
ALDEA: APERTURA DE BRECHA DE CARRETERA	ANCHO RODADURA (m)	6,00
MUNICIPIO: USPANTAN, QUICHE		

PREPARACIÓN DE SUB-RASANTE

DESCRIPCIÓN SUB RENGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
CONFORMACIÓN Y COMPACTACIÓN DE SUB-RASANTE	M3	7200	Q 6,73	Q 48 462,96

Continuación de la tabla XVI.

EQUIPO Y MAQUINARIA

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	HORAS	RENTA/HORA	TOTAL
VIBROCOMPACTADORA	1	24,00	Q 300,00	Q 7 200,00
CAMIÓN REGADORA DE AGUA	1	24,00	Q 150,00	Q 3 600,00
MOTONIVELADORA	1	24,00	Q 425,00	Q 10 200,00
BOMBA DE AGUA	1	24,00	Q 50,00	Q 1 200,00
TOTAL				Q 22 200,00

TRANSPORTE Y COMBUSTIBLES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
PICK-UP (incluye combustible y lubricantes)	HORAS	24,00	Q 100,00	Q 2 400,00
GASOLINA	GAL	6,00	Q 40,00	Q 240,00
COMBUSTIBLE MOTONIVELADORA	GAL	120,00	Q 4,00	Q 480,00
COMBUSTIBLE VIBROCOMPACTADORA	GAL	72,00	Q 40,00	Q 2 880,00
COMBUSTIBLE CAMIÓN REGADORA DE AGUA	GAL	60,00	Q 40,00	Q 2 400,00
TOTAL				Q 8 400,00

MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	SUELDO/DÍA	DÍAS	TOTAL
SUPERVISOR	1	Q 500,00	1	Q 500,00
ENCARGADO	1	Q 250,00	1	Q 250,00
AYUDANTE DE MAQUINARIA	2	Q 160,00	3	Q 960,00
OPERADOR VIBROCOMPACTADORA Y MOTONIVELADORA	1	Q 100,00	3	Q 300,00
OPERADOR CAMIÓN REGADORA DE AGUA	1	Q 100,00	3	Q 300,00
OPERADOR DE MOTONIVELADORA	1	125,00	3	Q 375,00
TOTAL MANO DE OBRA				Q 2 685,00

TOTAL COSTO DIRECTO (equipo + maquinaria + transporte + combustibles + m.o.)		Q 33 285,00
TOTAL COSTO INDIRECTO: (administrativos + fianzas + supervisión + utilidad + imprevistos)	30%	Q 9 985,50
SUB-TOTAL (costo directo + costo indirecto)		Q 43 270,50
IVA:	12%	Q 5 192,46
TOTAL		Q 48 462,96

INTEGRACIÓN DE PRECIOS UNITARIOS	RENGLÓN	SUBRENGLÓN
	4	4.1

PROYECTO: APERTURA DE BRECHA DE CARRETERA	LONGITUD (Km.):	6,00
ALDEA: LOS REGADILLOS	ANCHO RODADURA (m)	6,00
MUNICIPIO: USPANTAN, QUICHE		

SUPERFICIE DE RODADURA

DESCRIPCIÓN SUB RENGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
COLOCACIÓN DE BALASTO	M3	7,200	Q 37,919700	Q 273 021,84

EQUIPO Y MAQUINARIA

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	HORAS	RENTA/HORA	TOTAL
EXCAVADORA	1	70,00	Q 450,00	Q 31 500,00
TOTAL				Q 31 500,00

Continuación de la tabla XVI.

MATERIAL Y HERRAMIENTA

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
MATERIAL DE BALASTO	M3	7,200	Q 20,00	Q 144 000,00
TOTAL				Q 144 000,00

TRANSPORTE Y COMBUSTIBLES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
PICK-UP (incluye combustible y lubricantes)	HORAS	25	Q 100,00	Q 2 500,00
COMBUSTIBLE EXCAVADORA	GAL	200	Q 40,00	Q 8 000,00
TOTAL				Q 10 500,00

MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	SUELDO/DÍA	DÍAS	TOTAL
SUPERVISOR	1	Q 250,00	1,00	Q 250,00
ENCARGADO	1	Q 125,00	1,00	Q 125,00
AYUDANTE DE MAQUINARIA	2	Q 80,00	4,00	Q 640,00
OPERADOR EXCAVADORA	1	Q 125,00	4,00	Q 500,00
TOTAL MANO DE OBRA				Q 1 515,00

TOTAL COSTO DIRECTO (equipo + maquinaria + materiales + herramientas + transporte + combustibles + m.o.)		Q 187 515,00
TOTAL COSTO INDIRECTO: (administrativos + fianzas + supervisión + utilidad + imprevistos)	30%	Q 56 254,50
SUB-TOTAL (costo directo + costo indirecto)		Q 243 769,50
IVA:	12%	Q 29 252,34
TOTAL		Q 273 021,84

INTEGRACIÓN DE PRECIOS UNITARIOS	RENGLÓN	SUBRENGLÓN
	4	4.2

PROYECTO: APERTURA DE BRECHA DE CARRETERA	LONGITUD (Km.):	6,00
ALDEA: LOS REGADILLOS	ANCHO RODADURA (m)	6,00
MUNICIPIO: USPANTAN, QUICHE		

SUPERFICIE DE RODADURA

DESCRIPCIÓN SUB RENGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
ACARREO DE MATERIAL BALASTO	M3/KM	7,200	Q 6,49841111	Q 46 788,56

EQUIPO Y MAQUINARIA

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	HRS / UNIDAD	RENTA/HORA	TOTAL
CAMIONES DE VOLTEO DE 12 M3	4	25,00	Q 150,00	Q 15 000,00
TOTAL				Q 15 000,00

TRANSPORTE Y COMBUSTIBLES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
PICK-UP (incluye combustible y lubricantes)	HORAS	8,00	Q 100,00	Q 800,00
COMBUSTIBLE CAMIONES DE VOLTEO	GAL	350	Q 40,00	Q 14 000,00
TOTAL				Q 14 800,00

Continuación de la tabla XVI.

MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	SUELDO/DÍA	DÍAS	TOTAL
SUPERVISOR	1	Q 250,00	1,00	Q 250,00
ENCARGADO	1	Q 125,00	1,00	Q 125,00
CHEQUEADOR DE MATERIALES	1	Q 90,00	4,00	Q 360,00
PILOTO CAMIÓN DE VOLTEO	4	Q 100,00	4,00	Q 1 600,00
TOTAL MANO DE OBRA				Q 2 335,00

TOTAL COSTO DIRECTO (equipo + maquinaria + transporte + combustibles + m.o.)		Q 32 135,00
TOTAL COSTO INDIRECTO: (administrativos + fianzas + supervisión + utilidad + imprevistos)	30%	Q 9 640,50
SUB-TOTAL (costo directo + costo indirecto)		Q 41 775,50
IVA:	12%	Q 5 013,06
TOTAL		Q 46 788,56

INTEGRACIÓN DE PRECIOS UNITARIOS	RENGLÓN	SUBRENGLÓN
	4	4.4

PROYECTO: APERTURA DE BRECHA DE CARRETERA	LONGITUD (Km.):	6,00
ALDEA: LOS REGADILLOS	ANCHO RODADURA (m)	6,00
MUNICIPIO: USPANTAN, QUICHE		

SUPERFICIE DE RODADURA

DESCRIPCIÓN SUB RENGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
CARPETA DE CONCRETO CICLÓPEO	M2	550	Q 200,05	Q 110 029,92

MATERIALES

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	HORAS	RENTA/HORA	TOTAL
CEMENTO	445,00	SACO	Q 75,00	Q 33 375,00
ARENA DE RIO	31,00	M3	Q 150,00	Q 4 650,00
PIEDRÍN 3/4"	46,00	M3	Q 175,00	Q 8 050,00
PIEDRA DE 2" A 4" DE DIÁMETRO	42,00	M3	Q 150,00	Q 6 300,00
MADERA RÚSTICA	240,00	P.T.	Q 3,50	Q 840,00
CLAVO	15,00	LB	Q 9,00	Q 135,00
ALAMBRE DE AMARRE	20,00	LB	Q 9,00	Q 180,00
TOTAL				Q 53 530,00

HERRAMIENTA

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
CARRETILLAS DE MANO	UNIDAD	2,00	Q 400,00	Q 800,00
PALAS	UNIDAD	2,00	Q 75,00	Q 150,00
TOTAL				Q 950,00

TRANSPORTE Y COMBUSTIBLES

	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
TRANSPORTE DE MATERIALES	FLETE	12,00	Q 1 200,00	Q 14 400,00
TOTAL				Q 14 400,00

MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	SUELDO/DÍA	DÍAS	TOTAL
ENCARGADO	1,00	Q 125,00	6,00	Q 750,00
ALBAÑILES	3,00	Q 90,00	12,00	Q 3 240,00
PEONES	3,00	Q 75,00	12,00	Q 2 700,00
TOTAL MANO DE OBRA				Q 6 690,00

Continuación de la tabla XVI.

TOTAL COSTO DIRECTO (materiales + herramientas + transporte + combustibles + m.o.)		Q 75 570,00
TOTAL COSTO INDIRECTO: (administrativos + fianzas + supervisión + utilidad + imprevistos)	30%	Q 22 671,00
SUB-TOTAL (costo directo + costo indirecto)		Q 98 241,00
IVA:	12%	Q 11 788,92
TOTAL		Q 110 029,92

INTEGRACIÓN DE PRECIOS UNITARIOS	RENGLÓN 5	SUBREGLÓN 5.2
---	---------------------	-------------------------

PROYECTO: APERTURA DE BRECHA DE CARRETERA	LONGITUD (Km.):	6,00
ALDEA: LOS REGADILLOS	ANCHO RODADURA (m)	6,00
MUNICIPIO: USPANTAN, QUICHE		

ESTRUCTURAS DE DRENAJE

DESCRIPCIÓN SUB RENGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
CUNETA REVESTIDA (CONCRETO 5 cm ESPESOR)	ML	400	Q 53,87	Q 21 548,80

MATERIALES

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	HORAS	RENTA/HORA	TOTAL
CEMENTO	57,00	SACO	Q 75,00	Q 4 275,00
ARENA DE RIO	3,50	M3	Q 150,00	Q 525,00
PIEDRÍN 3/4"	5,00	M3	Q 175,00	Q 875,00
MADERA RUSTICA	240,00	P.T.	Q 3,50	Q 840,00
CLAVO	10,00	LB	Q 9,00	Q 90,00
ALAMBRE DE AMARRE	15,00	LB	Q 9,00	Q 135,00
			TOTAL	Q 6 740,00

TRANSPORTE Y COMBUSTIBLES

	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
TRANSPORTE DE MATERIALES	FLETE	3,00	Q 1 200,00	Q 3 600,00
			TOTAL	Q 3 600,00

MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	SUELDO/DÍA	DÍAS	TOTAL
ENCARGADO	1,00	Q 125,00	4,00	Q 500,00
ALBAÑILES	3,00	Q 90,00	8,00	Q 2 160,00
PEONES	3,00	Q 75,00	8,00	Q 1 800,00
			TOTAL MANO DE OBRA	Q 4 460,00

TOTAL COSTO DIRECTO (equipo + maquinaria + materiales + herramientas + transporte + combustibles + m.o.)		Q 14 800,00
TOTAL COSTO INDIRECTO: (administrativos + fianzas + supervisión + utilidad + imprevistos)	30%	Q 4 440,00
SUB-TOTAL (costo directo + costo indirecto)		Q 19 240,00
IVA:	12%	Q 2 308,80
TOTAL		Q 21 548,80

INTEGRACIÓN DE PRECIOS UNITARIOS	RENGLÓN 5	SUBREGLÓN 5.3
---	---------------------	-------------------------

Continuación de la tabla XVI.

PROYECTO:	MEJORAMIENTO CAMINO RURAL	LONGITUD (Km.):	2,43
COMUNIDAD:	SEKACSISTANCHI A TANCHI	ANCHO RODADURA (m)	3,50
MUNICIPIO:	SAN PEDRO CARCHA, ALTA VERAPAZ		

ESTRUCTURAS DE DRENAJE

DESCRIPCIÓN SUB RENGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
ALCANTARILLA DE METAL CORRUGADO DE 30"	ML	150	Q 1 555,06	Q 233 258,48

MATERIALES

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
CEMENTO	70,00	SACO	Q 75,00	Q 5 250,00
ARENA DE RIO	6,00	M3	Q 150,00	Q 900,00
PIEDRÍN 3/4"	9,00	M3	Q 175,00	Q 1 575,00
PIEDRA DE 2" A 4" DE DIÁMETRO	7,00	M3	Q 150,00	Q 1 050,00
TUBO METÁLICO GALVANIZADO CORRUGADO CON PESTAÑA 30" DE DIÁMETRO, ARMADA CON PERNOS, TUERCAS Y ARANDELAS	140,00	ML	Q 750,00	Q 105 000,00
BALASTO	84,00	M3	Q 20,00	Q 1 680,00
TOTAL				Q 115 455,00

HERRAMIENTA

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
CARRETILLAS DE MANO	UNIDAD	2,00	Q 400,00	Q 800,00
PALAS	UNIDAD	4,00	Q 75,00	Q 300,00
PIOCHAS	UNIDAD	4,00	Q 60,00	Q 240,00
AZADONES	UNIDAD	2,00	Q 75,00	Q 150,00
BARRETAS	UNIDAD	4,00	Q 100,00	Q 400,00
TOTAL				Q 1 890,00

TRANSPORTE Y COMBUSTIBLES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
TRANSPORTE MATERIALES Y HERRAMIENTA	FLETE	2,00	Q 1 200,00	Q 2 400,00
TOTAL				Q 2 400,00

MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	SUELDO/DÍA	DÍAS	TOTAL
ENCARGADO	1,00	Q 125,00	28,00	Q 3 500,00
ALBAÑILES	8,00	Q 90,00	28,00	Q 20 160,00
PEONES	8,00	Q 75,00	28,00	Q 16 800,00
TOTAL MANO DE OBRA				Q 40 460,00

TOTAL COSTO DIRECTO (equipo + maquinaria + materiales + herramientas + transporte + combustibles + m.o.)		Q 160 205,00
TOTAL COSTO INDIRECTO: (administrativos + fianzas + supervisión + utilidad + imprevistos)	30%	Q 48 061,50
SUB-TOTAL (costo directo + costo indirecto)		Q 208 266,50
IVA:	12%	Q 24 991,98
TOTAL		Q 233 258,48

INTEGRACIÓN DE PRECIOS UNITARIOS	RENGLÓN	SUBRENGLÓN
	5	5.4

PROYECTO:	APERTURA DE BRECHA DE CARRETERA	LONGITUD (Km.):	6,00
ALDEA:	LOS REGADILLOS	ANCHO RODADURA (m)	6,00
MUNICIPIO:	USPANTAN, QUICHE		

Continuación de la tabla XVI.

ESTRUCTURAS DE DRENAJE

DESCRIPCIÓN SUB RENGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
MUROS, CAJAS Y CABEZALES PARA ALCANTARILLA	M3	68,00	Q 1 852,18	Q 125 948,37

MATERIALES

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
CEMENTO	322,00	SACO	Q 75,00	Q 24 150,00
ARENA DE RIO	19,00	M3	Q 150,00	Q 2 850,00
PIEDRÍN 3/4"	29,00	M3	Q 175,00	Q 5 075,00
PIEDRA DE 2" A 4" DE DIÁMETRO	27,00	M3	Q 150,00	Q 4 050,00
MADERA RUSTICA	448,00	P.T.	Q 3,50	Q 1 568,00
CLAVO	25,00	LB	Q 9,00	Q 225,00
ALAMBRE DE AMARRE	50,00	LB	Q 9,00	Q 450,00
ARENA CERNIDA	2,00	M3	Q 175,00	Q 350,00
CEMENTO	17,00	SACO	Q 75,00	Q 1 275,00
TOTAL				Q 39 993,00

HERRAMIENTA

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
CARRETIILLAS DE MANO	UNIDAD	2,00	Q 400,00	Q 800,00
PALAS	UNIDAD	2,00	Q 75,00	Q 150,00
PIOCHAS	UNIDAD	2,00	Q 60,00	Q 120,00
TOTAL				Q 1 070,00

TRANSPORTE Y COMBUSTIBLES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
TRANSPORTE DE MATERIALES	FLETE	8,00	Q 1 200,00	Q 9 600,00
TOTAL				Q 9 600,00

MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	SUELDO/DÍA	DÍAS	TOTAL
ENCARGADO	1,00	Q 125,00	28,00	Q 3 500,00
ALBAÑILES	7,00	Q 90,00	28,00	Q 17 640,00
PEONES	7,00	Q 75,00	28,00	Q 14 700,00
TOTAL MANO DE OBRA				Q 35 840,00

TOTAL COSTO DIRECTO (equipo + maquinaria + materiales + herramientas + transporte + combustibles + m.o.)		Q 86 503,00
TOTAL COSTO INDIRECTO: (administrativos + fianzas + supervisión + utilidad + imprevistos)	30%	Q 25 950,90
SUB-TOTAL (costo directo + costo indirecto)		Q 112 453,90
IVA:	12%	Q 13 494,47
TOTAL		Q 125 948,37

INTEGRACIÓN DE PRECIOS UNITARIOS	RENGLÓN	SUBRENGLÓN
	6	6.1

PROYECTO: APERTURA DE BRECHA DE CARRETERA	LONGITUD (Km.):	6,00
ALDEA: LOS REGADILLOS	ANCHO RODADURA (m)	6,00
MUNICIPIO: USPANTAN, QUICHE		

TRANSPORTE

DESCRIPCIÓN SUB RENGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
TRASLADO DE MAQUINARIA	KM	25	Q 1 998,80	Q 49 969,92

Continuación de la tabla XVI.

EQUIPO Y MAQUINARIA

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	HORAS	RENTA/HORA	TOTAL
LOWBOY	1	48,00	Q 350,00	Q 16 800,00
PICK-UP	1	24,00	Q 100,00	Q 2 400,00
CAMIONES DE VOLTEO	4	8,00	Q 150,00	Q 4 800,00
REGADORA DE AGUA	1	8,00	Q 150,00	Q 1 200,00
TOTAL				Q 25 200,00

TRANSPORTE Y COMBUSTIBLES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
COMBUSTIBLE LOWBOY	GAL	85,00	Q 40,00	Q 3 400,00
COMBUSTIBLE CAMIÓN DE VOLTEO	GAL	28,00	Q 40,00	Q 1 120,00
COMBUSTIBLE CAMIÓN REGADORA DE AGUA	GAL	8,00	Q 40,00	Q 320,00
TOTAL				Q 4 840,00

MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	SUELDO/DÍA	DÍAS	TOTAL
SUPERVISOR	1	Q 250,00	3,00	Q 750,00
AYUDANTE	2	Q 90,00	6,00	Q 1 080,00
PILOTO LOWBOY	1	Q 125,00	6,00	Q 750,00
PILOTO CAMIÓN DE VOLTEO	4	Q 100,00	2,00	Q 800,00
PILOTO CAMIÓN REGADORA DE AGUA	1	Q 100,00	2,00	Q 200,00
OPERADOR EXCAVADORA	1	Q 125,00	2,00	Q 250,00
OPERADOR MOTONIVELADORA	1	Q 125,00	2,00	Q 250,00
OPERADOR VIBROCOMPACTADORA	1	Q 100,00	2,00	Q 200,00
TOTAL MANO DE OBRA				Q 4 280,00

TOTAL COSTO DIRECTO (equipo + maquinaria + + transporte + combustibles + m.o.)		Q 34 320,00
TOTAL COSTO INDIRECTO: (administrativos + fianzas + supervisión + utilidad + imprevistos)	30%	Q 10 296,00
SUB-TOTAL (costo directo + costo indirecto)		Q 44 616,00
IVA:	12%	Q 5 353,92
TOTAL		Q 49 969,92

INTEGRACIÓN DE PRECIOS UNITARIOS	REGLÓN	SUBREGLÓN
	7	7.1

PROYECTO: APERTURA DE BRECHA DE CARRETERA	LONGITUD (Km.):	6,00
ALDEA: LOS REGADILLOS	ANCHO RODADURA (m)	6,00
MUNICIPIO: USPANTAN, QUICHE		

MEDIDAS DE MITIGACIÓN AMBIENTAL

DESCRIPCIÓN SUB REGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
SIEMBRA DE ARBOLES DE ESPECIES LOCALES	PLANTA	125,00	Q 7,88	Q 985,00

Continuación de la tabla XVI.

INSUMOS				
DESCRIPCIÓN RENGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
ÁRBOL EN PILÓN DE 200 cc	PLANTA	125,00	Q 1,50	Q 187,50
TOTAL				Q 187,50
MATERIAL Y HERRAMIENTA				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
PALA	UNIDAD	1	Q 75,00	Q 75,00
TOTAL				Q 75,00
TRANSPORTE Y COMBUSTIBLES				
DESCRIPCIÓN RENGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
TRANSPORTE PILONES	FLETE	1	Q 425,00	Q 425,00
TOTAL				Q 425,00
MANO DE OBRA				
DESCRIPCIÓN RENGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
PEÓN PARA SIEMBRA DE ARBOLES	PLANTA	125,00	Q 0,50	Q 62,50
TOTAL MANO DE OBRA				Q 62,50
TOTAL COSTO DIRECTO (insumos + materiales + herramientas + transporte + combustibles + m.o.)				Q 1 735,00
TOTAL COSTO INDIRECTO: (administrativos + fianzas + supervisión + utilidad + imprevistos)				30% Q 520,50
SUB-TOTAL (costo directo + costo indirecto)				Q 2 255,50
IVA:				12% Q 270,66
TOTAL				Q 2 526,16

Fuente: elaboración propia.

CONCLUSIONES

1. La apertura de brecha de carretera en la aldea Los Regadillos, es un proyecto de infraestructura de mucho beneficio para la comunidad, porque ayudará en el traslado de los productos a muchas aldeas aledañas.
2. La construcción del puente en la aldea La Concepción, contribuirá al desarrollo económico y social del municipio, se mejorará el tránsito vehicular hacia las aldeas de Vara de Canasto, Pozo Grande, beneficiando a 700 habitantes.
3. El estudio de suelos para dicho puente, permitió conocer el alto valor que representa el suelo del lugar, porque su cimentación es sobre roca.
4. Los presupuestos de los proyectos, se elaboraron con base en los precios que se manejan en el municipio.
5. Utilizar las Normas AGIES, ya que especifican los análisis para una localidad determinada del país, lo cual da resultados más precisos, en consecuencia el diseño será mucho mejor que si se utilizan normas extranjeras.

RECOMENDACIONES

1. Tomar en cuenta las especificaciones dadas por las Normas AASTHO, para el análisis de puentes.
2. Velar por el buen uso de las obras realizadas durante la ejecución y el tiempo que estén en servicio, en el caso de la carretera se propone limpiar transversales y cunetas para el mayor fluido.
3. Contratar un profesional de ingeniería para que supervise las obras, porque es importante supervisar los detalles constructivos que se realicen en el campo y representen el modelo del análisis estructural.
4. Actualizar los precios de la mano de obra, materiales de construcción y maquinaria pesada, presentados en los presupuestos, antes de la contratación de la empresa que ejecutará del proyecto; debido a que estos están sujetos a la fluctuación constante de la moneda nacional con respecto al dólar.

BIBLIOGRAFÍA

1. American Association of State Highways and Transportation Officials. *Standard Specifications for Highways and Bridges*. 16a ed. Estados Unidos: AASHTO, 1996. 600 p.
2. American Concrete Institute. *Building Code Requirements for Structural Concrete*. ACI 318-2005. USA: ACI, 2005. 300 p.
3. CUJCUYCOLAJ, Gerson Urias. *Diseño del puente vehicular de concreto, en la comunidad Sajcap, municipio de San Martín Jilotepeque*. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2002. 169 p.
4. Dirección General de Caminos. *Especificaciones Generales para la Construcción de Carreteras y Puentes: Libro Azul*. Guatemala: DGC, 2007. 700 p.
5. NILSON, ARTHUR H. *Diseño de estructuras de concreto*. 12a ed. Colombia: McGraw-Hill Interamericana, 2001. 722 p.

APÉNDICES

Apéndice 1. Libreta topográfica, Los Regadillos

Libreta topográfica- Tramo No.1
Aldea Los Regadillos La Cruz- La Concepción Los Regadillos

ESTACIÓN	PO	DELTA I	DELTA D	AZIMUT	DISTANCIA	YT	XT	z
	0+000					10000	10000	200
0+000	0+120	00d44'00"		120d25'48"	120	9939,22	10103,47	197962
0+120	0+240		00d39'18"	119d41'48"	120	9879,77	10207,71	190083
0+240	0+380		1d17'24"	120d21'06"	140	9809,03	10328,52	193375
0+380	0+460		3d12'00"	121d38'30"	80	9767,06	10396,63	199229
0+460	0+600		3d12'30"	124d50'30"	140	9687,07	10511,53	198033
0+600	0+620		8d32'00"	133d22'30"	20	9673,33	10526,07	198053
0+620	0+645	8d51'00"		124d31'30"	25	9659,16	10546,67	198443
0+645	0+675	5d56'30"		118d35'00"	30	9644,81	10573,01	198454
0+675	0+755		18d30'00"	137d05'00"	80	9586,22	10627,48	215193
0+755	0+796		43d00'00"	180d05'00"	41	9545,22	10627,42	222116
0+796	0+805		92d00'00"	272d05'00"	9	9545,55	10618,42	224136
0+805	0+840	35d00'00"		237d05'00"	35	9526,53	10589,04	230256
0+840	0+865	31d00'00"		206d05'00"	25	9504,07	10578,05	234576
0+865	0+888	16d00'00"		190d05'00"	23	9481,42	10574,02	237,43
0+888	0+908	9d00'00"		181d05'00"	20	9461,42	10573,64	238,82
0+908	1+000	4d00'00"		177d05'00"	92	9369,54	10578,32	246345
1+000	1+073,50	66d00'00"		111d05'00"	73,5	9343,1	10646,9	250337
1+073,50	1+113		21d00'00"	132d05'00"	39,5	9316,63	10676,21	247472
1+113	1+143		8d30'00"	140d05'00"	30	9293,62	10695,46	246052
1+143	1+214	26d00'00"		114d05'00"	71	9264,65	10760,28	237637
1+214	1+248		16d00'00"	130d05'00"	34	9242,75	10786,3	231,01
1+248	1+279	29d00'00"		101d05'00"	31	9236,8	10816,72	227549
1+279	1+300	20d00'00"		81d05'00"	21	9240,05	10837,47	224316
1+300	1+323		32d00'00"	113d05'00"	23	9231,03	10858,63	220468

Continuación del apéndice 1.

1+323	1+361	25d00'00"		88d05'00"	38	9232,3	10896,61	216014
1+361	1+380	60d00'00"		28d05'00"	19	9249,06	10905,55	214084
1+380	1+408		94d00'00"	122d05'00"	28	9234,18	10929,27	211397
1+408	1+445	29d00'00"		93d05'00"	37	9232,19	10966,22	204067
1+445	1+520		113d00'00"	206d05'00"	75	9164,83	10933,24	187773
1+520	1+537		46d00'00"	252d05'00"	17	9159,6	10917,06	185357
1+537	1+580	15d00'00"		237d05'00"	43	9136,23	10880,96	176672
1+580	1+680	9d00'00"		228d05'00"	100	9069,42	10806,55	153467
1+680	1+727		6d00'00"	234d05'00"	47	9041,85	10768,48	146121
1+727	1+774,40	81d50'00"		152d15'00"	47,4	8999,9	10790,55	145136
1+774,40	1+813,80	92d00'00"		60d15'00"	39,4	9019,45	10824,75	138,5
1+813	1+860	6d00'00"		54d15'00"	46,2	9046,44	10862,24	137,46
1+860	1+909		15d00'00"	69d15'00"	49	9063,8	10908,06	137,89
1+909	1+951		13d00'00"	82d15'00"	42	9069,46	10949,67	134998
1+951	2+033,50		105d30'00"	187d45'00"	82,5	8987,71	10938,54	134,52
2+033,50	2+110,40	85d00'00"		102d45'00"	76,9	8970,74	11013,54	143534
2+110,40	2+166,50		15d45'00"	118d30'00"	56,1	8943,97	11062,84	140518
2+166,50	2+300		12d58'30"	131d28'30"	133,5	8855,55	11162,86	134804
2+300	2+350,20	6d52'00"		124d36'30"	50,2	8827,04	11204,17	135158
2+350,20	2+381,60	37d25'00"		87d11'30"	31,2	8828,58	11235,53	134258
2+381,60	2+420	00d30'00"		86d41'30"	38,4	8830,8	11273,87	132153
2+420	2+460		21d00'00"	107d41'30"	40	8818,64	11311,98	127044
2+460	2+500		19d00'00"	126d41'30"	40	8794,74	11344,05	126354
2+500	2+515		27d00'00"	153d41'30"	15	8781,3	11350,7	126504
2+515	2+533	24d21'12"		129d20'18"	18	8769,89	11364,62	127369
2+533	2+574,15	8d54'18"		120d26'00"	41,15	8749,05	11400,1	127,8
2+574,15	2+632,50		7d4'48"	127d30'48"	58,35	8713,52	11446,38	124848
2+632,50	2+663,50		119d44'48"	247d15'36"	31	8701,53	11417,78	126,75
2+663,50	2+693,10	139d45'42"		107d29'54"	30	8692,51	11446,39	133394
2+693,10	2+737		12d18'30"	119d48'24"	43,9	8670,68	11484,48	133,4
2+737	2+758,60	11d16'18"		108d32'06"	21,6	8663,81	11504,95	133,45
2+758,60	2+777		3d15'54"	111d48'00"	18,4	8656,97	11522,03	147297
2+777	2+810,55	16d56'6"		94d51'54"	33,55	8654,12	11555,45	147227
2+810,55	2+839,20		11d14'42"	106d6'36"	28,65	8646,17	11582,97	146677

Continuación del apéndice 1.

2+839,20	2+851,60	19d18'00"		86d48'36	12,4	8646,87	11595,35	146417
2+851,60	2+870,40	18d45'54		68d2'42"	18,8	8653,9	11612,78	144507
2+870,40	2+904,20		18d53'54"	86d56'36"	33,8	8655,7	11646,53	136714
2+904,20	2+931,70	30d34'18"		56d22'18"	27,5	8670,93	11669,42	130941
2+931,70	2+952,55		28d10'24"	84d32'42"	20,85	8672,91	11690,17	125369
2+952,55	3+003,90		9d55'18"	94d28'00"	51,35	8668,91	11741,36	122463
3+003,90	3+033,60		9d45'30"	104d13'30"	29,7	8661,61	11770,15	121893
3+033,60	3+095,30		21d56'24"	126d9'54"	61,7	8652,2	11819,96	121879
3+095,30	3+125,40	12d40'18"		113d29'36"	30,1	8640,2	11847,56	122029
3+125,40	3+191,80		15d49'48"	129d19'24"	66,4	8598,12	11898,92	120,17
3+191,80	3+229,40	12d29'6"		116d50'18"	37,6	8581,14	11932,47	119,79
3+229,40	3+289,30		6d15'6"	123d5'24"	59,9	8548,43	11986,26	119,57
3+289,30	3+320,80	12d28'54"		110d36'30"	31,5	8534,32	12015,74	123554
3+320,80	3+366,90	25d19'18"		85d17'12"	46,1	8537,3	12061,74	127277
3+366,90	3+389		12d49'12"	98d6'24"	22,1	8534,18	12083,62	132292
3+389	3+425,70		1d52'42"	99d59'6"	36,7	8527,82	12119,76	132,45
3+425,70	3+449,20		19d54'24"	119d53'30"	23,5	8516,11	12140,13	136,19
3+449,20	3+477,70	79d11'30"		40d42'00"	28,5	8537,72	12158,71	132,03
3+477,70	3+508,40		38d29'30"	79d11'30"	30,7	8543,47	12188,86	138642
3+508,40	3+564,70	7d53'30"		71d18'27"	56,3	8561,51	12242,19	148672
3+564,70	3+601	2d12'42"		69d6'23"	36,3	8574,45	12095,65	153312
3+601	3+643,90	25d19'00"		43d47'23"	42,9	8605,42	12125,33	155252
3+643,90	3+674,50		14D30'30"	58d17'53"	30,6	8621,5	12151,36	151308
3+674,50	3+740	7d7'12"		51d10'41"	65,5	8662,56	12202,39	151028
3+740	3+774,10	3d16'00"		47d54'41"	34,1	8685,42	12227,69	149,91
3+774,10	3+791,30		15d22'48"	63d17'29"	17,,20	8693,15	12243,05	148945
3+791,30	3+900		13d00'00"	76d17'29"	108,7	2	12348,65	148683

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 2. Libreta topográfica de San Isidro

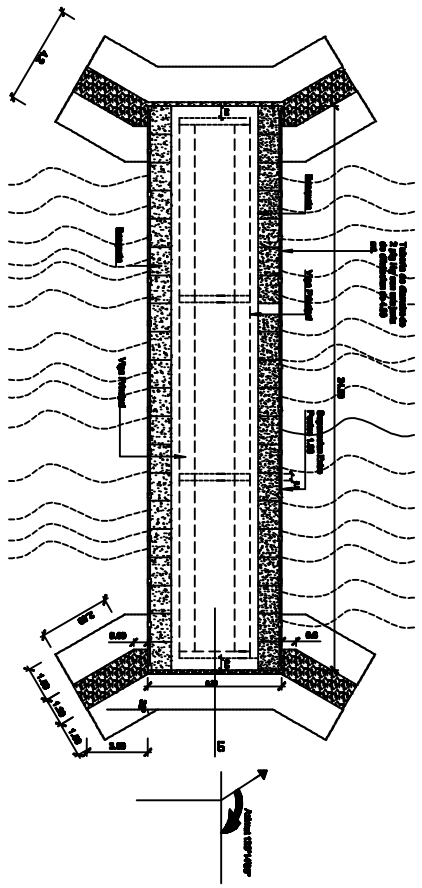
Libreta topográfica- Tramo No.2 La Concepción Los Regadillos- San Isidro

ESTACIÓN	PO	DELTA I	DELTA D	AZIMUT	DISTANCIA	YT	XT	z
0+000	0+129		26d00'00"	108d15'00"	129	9029,06	11072,18	136.513
0+129	0+148	7d30'00"		100d45'00"	19	9025,51	11090,84	155.441
0+148	0+220	23d20'18"		77d24'42"	72	9041,20	11161,10	156.32
0+220	0+237.30	11d37'24"		65d47'18"	17,3	9048,29	11176,87	160.1057
0+237.30	0+287.24		2d37'24"	68d24'42"	49,94	9066,66	11223,30	162.0657
0+287.24	0+320		11d25'00"	79d49'42"	32,76	9072,44	11255,54	162.9127
0+320	0+356	1d00'00"		78d49'42"	36	9079,41	11290,85	170.6887
0+356	0+400		4d33'42"	83d23'24"	44	9084,47	11334,55	178.3187
0+400	0+429	3d30'00"		79d53'24"	29	9089,56	11363,09	182.2872
0+429	0+440	7d40'00"		72d13'24"	11	9092,91	11373,56	184.6122
0+440	0+465	4d38'00"		67d35'24"	25	9102,44	11396,67	185.3722
0+465	0+492	16d00'00"		51d35'24"	27	9119,21	11417,82	185.9822
0+492	0+515		13d30'00"	65d5'24"	23	9128,89	11438,68	187.0512
0+515	0+568		41d37'18"	106d42'42"	53	9113,64	11489,44	187.9012
0+568	0+590.80	45d22'30"		61d20'12"	22,8	9124,57	11509,44	192.8327
0+590.80	0+686.30	30d39'30"		30d40'42"	95,5	9206,70	11558,16	195.6567
0+686.30	0+756.50	10d21'00"		20d19'42"	70,2	9272,52	11582,54	201.0192
0+756.50	0+805		49d22'36"	69d42'18"	48,5	9289,34	11628,02	209.8832
0+805	0+842	13d18'00"		56d24'18"	37	9309,81	11658,83	211.4307
0+842	0+895.50	22d30'00"		33d54'18"	53,5	9354,21	11688,67	217.7502
0+895.50	0+922.30	24d00'00"		9d54'18"	26,8	9380,61	11693,28	223.8242
0+922.30	0+955.50	101d00'00"		268d54'18"	33,2	9379,97	11660,08	226.6322
0+955.50	0+970.20	39d00'00"		229d54'18"	14,7	9370,50	11648,83	230.2402
0+970.20	0+991		30d00'00"	259d54'18"	20,8	9366,85	11628,35	235.4347
0+991	1+002.50		10d00'12"	269d54'30"	11,5	9366,83	11616,85	237.7622
1+002.50	1+024		37d00'12"	306d54'42"	21,5	9379,74	11599,65	240.2322
1+024	1+060		10d00'00"	316d54'42"	36	9406,03	11575,05	242.5167
1+060	1+100	10d00'00"		306d54'42"	40	9430,05	11543,06	246.6847
1+100	1+120	4d00'00"		302d54'42"	20	9440,91	11526,26	250.4597
1+120	1+160		2d28'00"	305d22'42"	40	9464,06	11493,64	252.7952
1+160	1+203	36d00'00"		269d22'42"	43	9463,59	11450,64	256.9602
1+203	1+220		2d00'00"	271d22'42"	17	9463,99	11433,64	263.1102

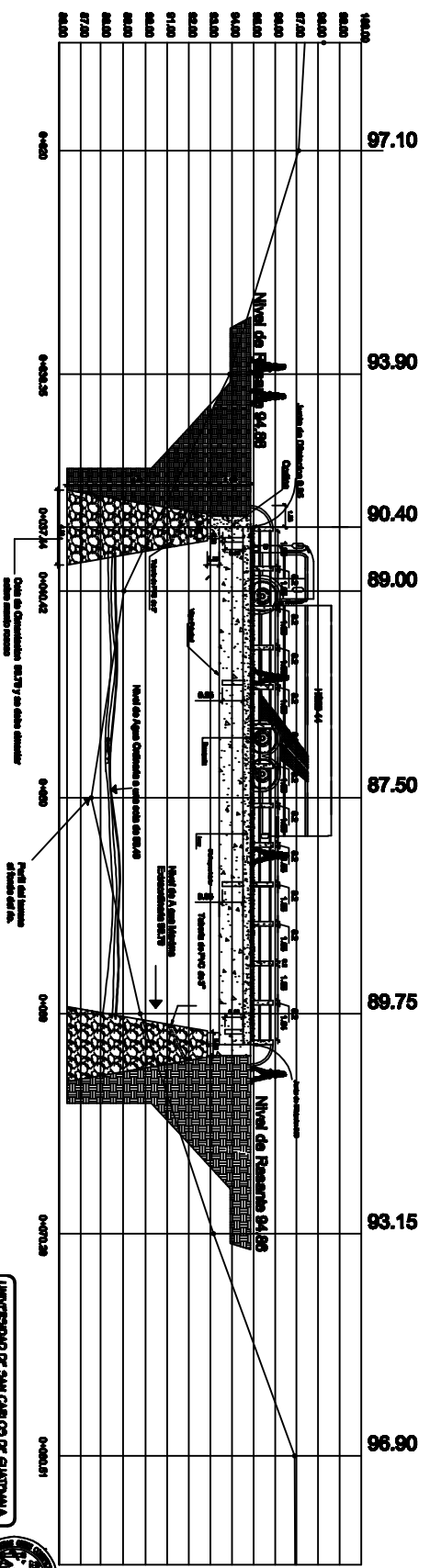
Continuación del apéndice 2.

1+220	1+253		16d00'00"	287d22'42"	33	9473,84	11402,14	265.9327
1+220	1+253		16d00'00"	287d22'42"	33	9473,84	11402,14	265.9327
1+253	1+333		122d49'00"	50d11'42"	80	9525,05	11463,59	269.9227
1+333	1+420	79d00'00"		331d11'42"	87	9601,28	11421,67	278.9332
1+420	1+440		35d00'00"	6d11'42"	20	9621,16	11423,82	288.7372
1+440	1+560		7d00'00"	13d11'42"	120	9737,99	11451,21	291.3957
1+560	1+644	15d00'00"		358d11'42"	84	9821,94	11448,56	294.0167
1+644	1+700		7d00'00"	5d11'42"	56	9877,70	11453,63	298.8237
1+700	1+800	126d00'00"		239d11'42"	100	9826,48	11367,73	296.5137
1+800	1+848		18d00'00"	257d11'42"	48	9815,84	11320,92	293.1817
1+848	1+884		59d12'42"	316d24'24"	36	9841,91	11296,09	302.4827
1+884	1+900		38d00'00"	354d24'24"	16	9857,83	11294,53	303.4607
1+900	1+980		31d48'48"	26d13'12"	80	9929,59	11329,87	304.2997
1+980	2+040	85d15'00"		300d58'12"	60	9960,46	11278,42	313.2997
2+040	2+100		93d00'00"	33d58'12"	60	10010,21	11311,94	314.3990

Fuente: elaboración propia.



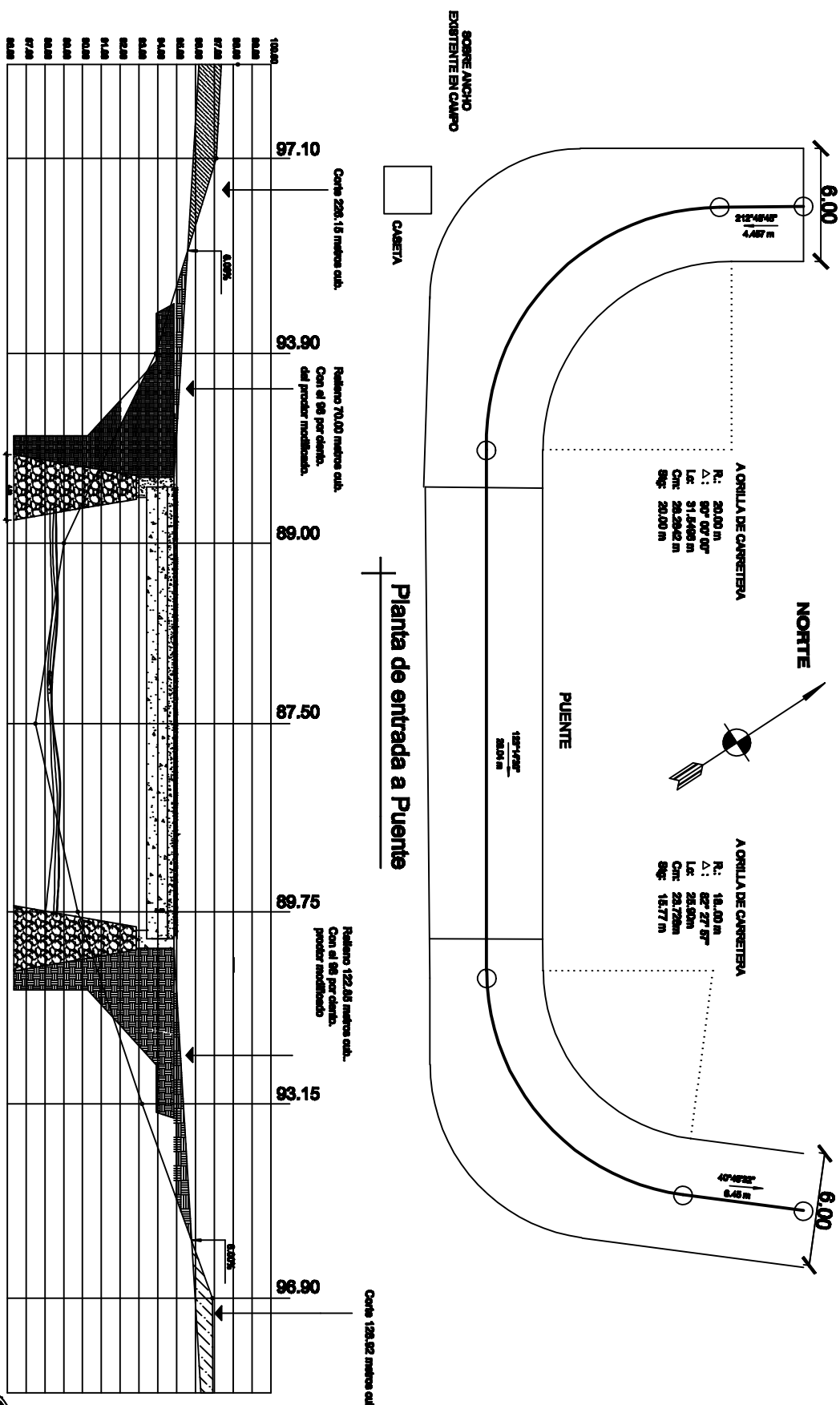
Planta General



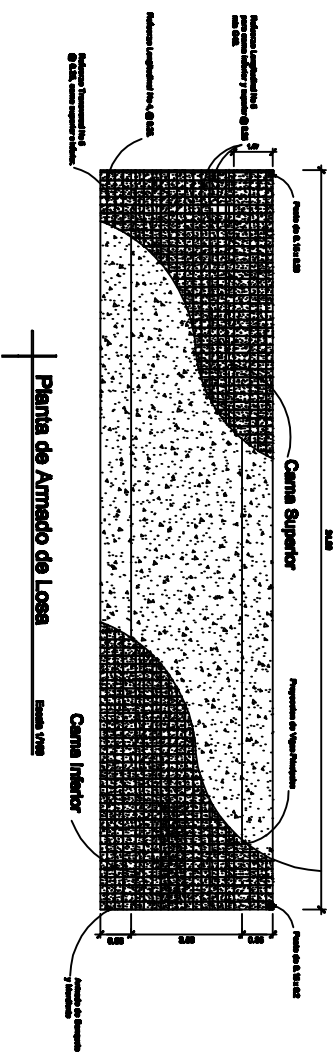
Perfil del Puente

INSTITUCIÓN: UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA	
PROYECTO: PUENTE VIGULAR EN LA ALDEA LA CONDESA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO	
CLIENTE: CARLOS H. BOCH	DISEÑO: 57-1-1985
AUTORES:	PLANTA GENERAL Y PERFIL DEL PUENTE
ESCALA: 1:50	HOJA: 7

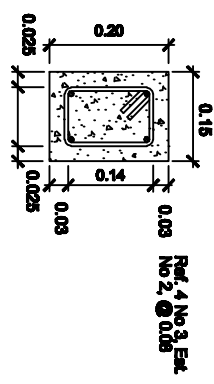




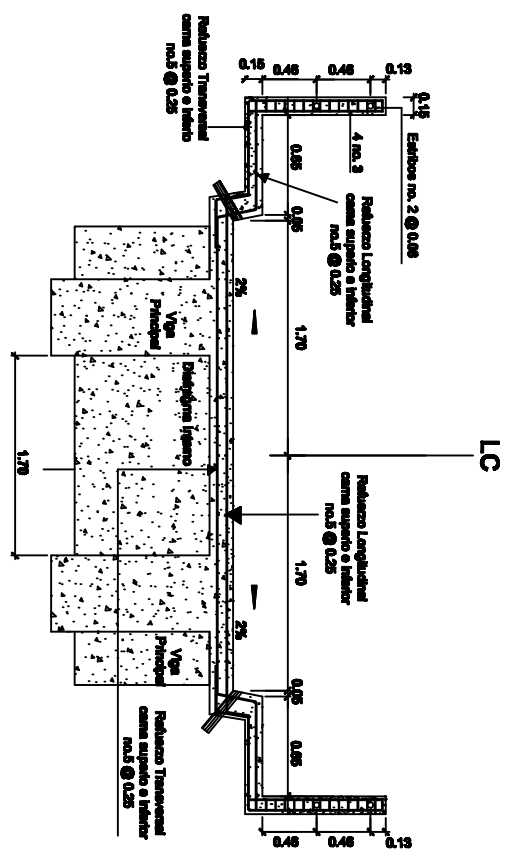
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA		
PROFESOR: RODRIGUEZ VARGAS DE LA ALBA LA CONCEPCION EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO		
CATEDRATICO: CHOLEN H. BOCCH CARRERA: INGENIERIA CIVIL	CODIGO: 97-1-1895	FECHA: 11/02/2023 ESCALA: V/100
CONTINUACION: Aproches y Entradas al Puente		HOJA: 7 DE 9



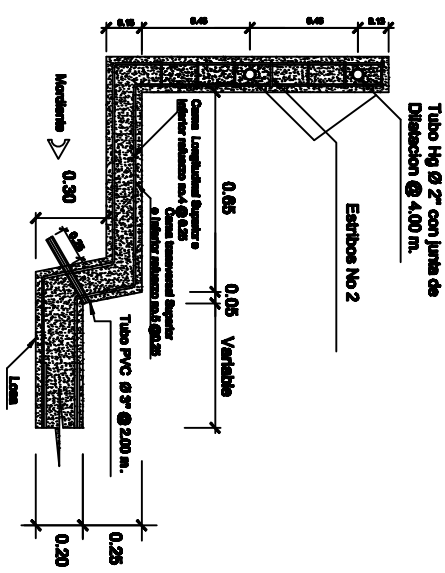
Planta de Armado de Losa Escala 1/20



Detalle de Columna de Banqueta Escala 1:10



Perfil de Armado de Losa Escala 1/20



Detalle de Banqueta Escala 1:10

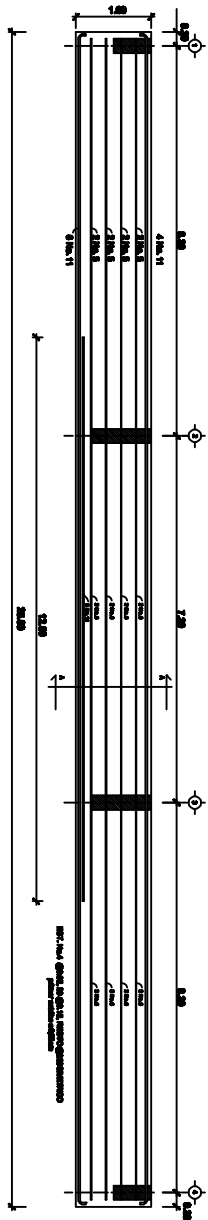


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA

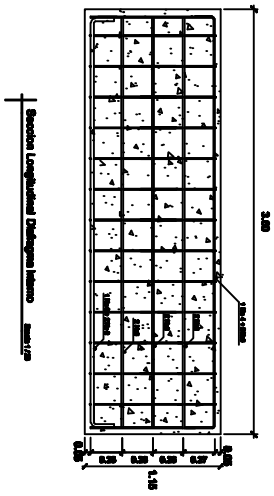
PROYECTO: PROYECTO VERGELAR DE LA AVDA. LA COMERCIAL		TÍTULO: PROYECTO DE LA OBRERA	
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISANDO			
COLABORA: CHAYES	ASISTENTE: ALVARO LARREA	VO. BO.:	
CHAYES BOCH	97-1-1885		

CONTENIDOS:

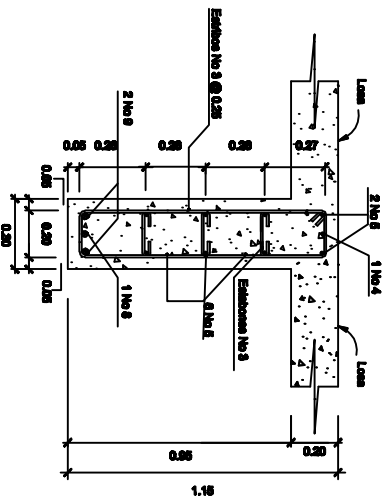
PLANTA Y SECCIONES DEL FUENTE	PAGINAS: 16
	HOJAS: 7



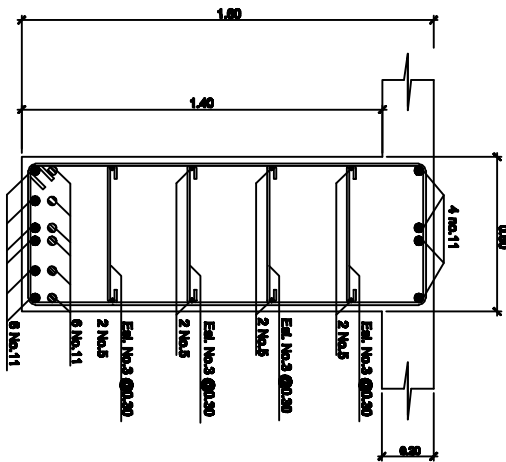
Detalle de Viga Principal Escala 1/20



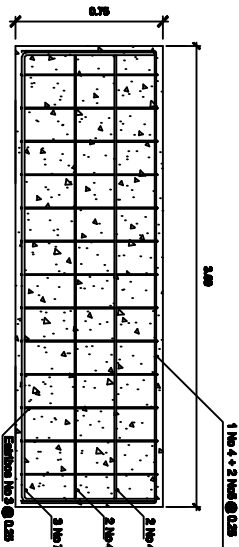
Seccion Longitudinal Diafragma Interno Escala 1/20



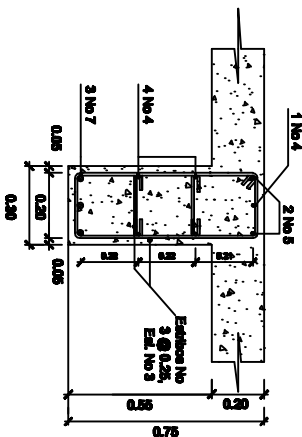
Seccion Transversal Diafragma Interno Escala 1/20



Seccion Viga Principal Escala 1/20



Seccion Longitudinal Diafragma Exterior Escala 1/20



Seccion Diafragma Exterior Escala 1/20



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA

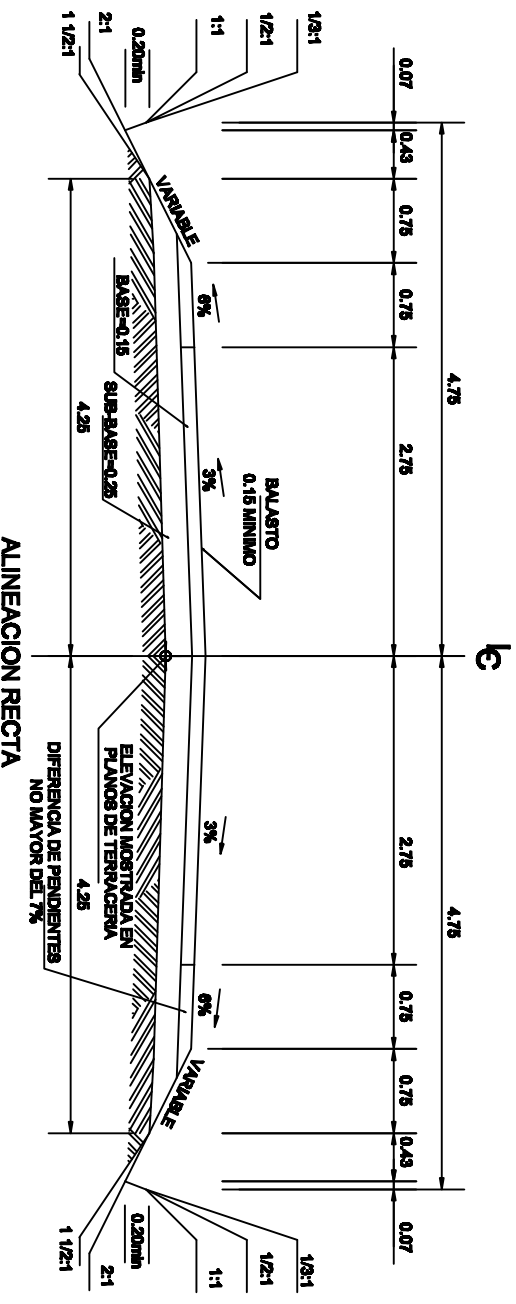
PROFESOR: FIDEL VARGAS DE LA ALBA LA CONDOMINIO
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

ALUMNO:	OSCAR	ARELLANO	V.O. No.
CARRERA:	INGENIERIA		
CURSO:	57-1-1806		
FECHA:			

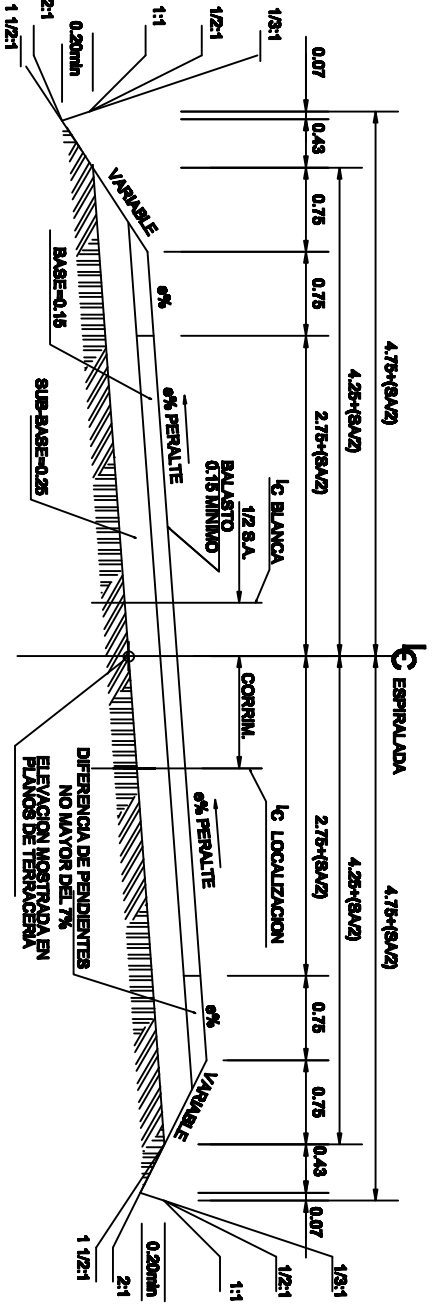
OPORTUNIDAD:	PLANIA Y SECCIONES DEL PUEBLO	FECHA:	18
			7

SECCION TIPICA "P"


3



ALINEACION RECTA



ALINEACION CURVA

	
MINISTERIO DE TRANSPORTES E INFRAESTRUCTURA DIRECCION GENERAL DE INGENIERIA DE TRAFICO	
AUTORIZADO PARA LA VIALIDAD EN BOLIVIA, PERU, ARGENTINA, CHILE Y BRASIL PROYECTO: AVENIDA DE ANCHO DE CARRETERA DE LA ALDEA LOS REPARTIDOS DE EL ORO	
CONTENIDO: SECCION TIPICA DE PAVIMENTACION TIPO "P"	
ESCALA:	HOJA:
1:10	01

SECCION TIPICA "P"
 ANCHO DE TERRACERA CORTE 8.50m.
 ANCHO DE TERRACERA RELLENO 8.50m.
 ANCHO DE DERECHO DE VIA 28.00m.

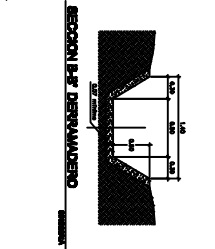
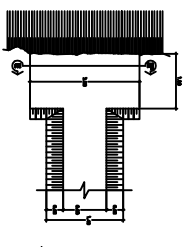
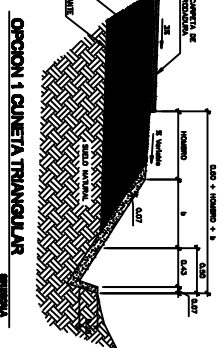
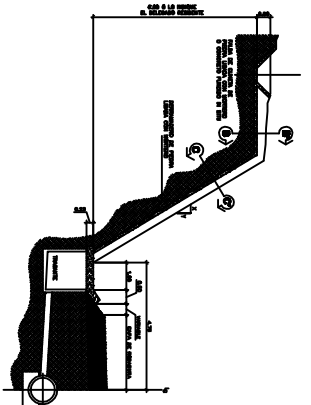
ESCALA 1:10

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

EPS

PROYECTO: **ESTUDIOS DE INFRAESTRUCTURAS ESPECIALES**
 CONTENIDO: **DETALLE DE PROTECCIÓN DE TALUDS EN SECCIONES DE RELLENO**
 FECHA: **15/05/2014**

NOTA
 01

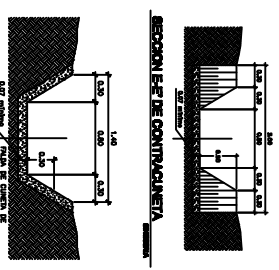
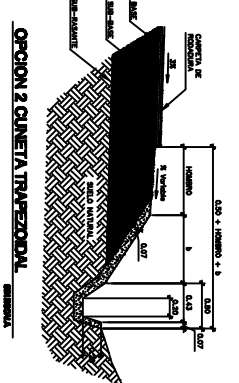
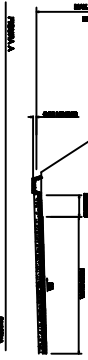


SECCION TIPO DE CONTRAFORTES Y DRENADO DE PIEDRA LIGADA CON MORTERO Y DESCAÑA EN TRIANGULO

OPCION 1 CUÑETA TRIANGULAR

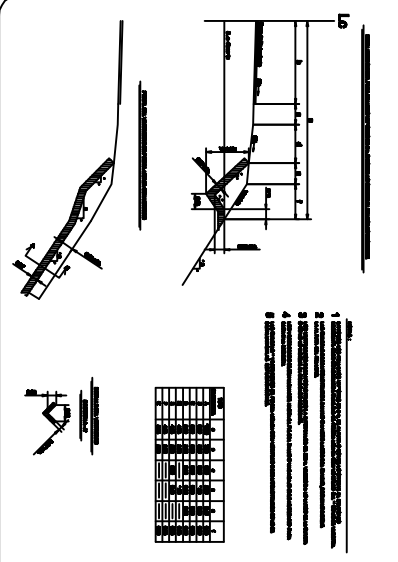
OPCION 2 CUÑETA TRAPEZOIDAL

SECCION B-F DRENADO



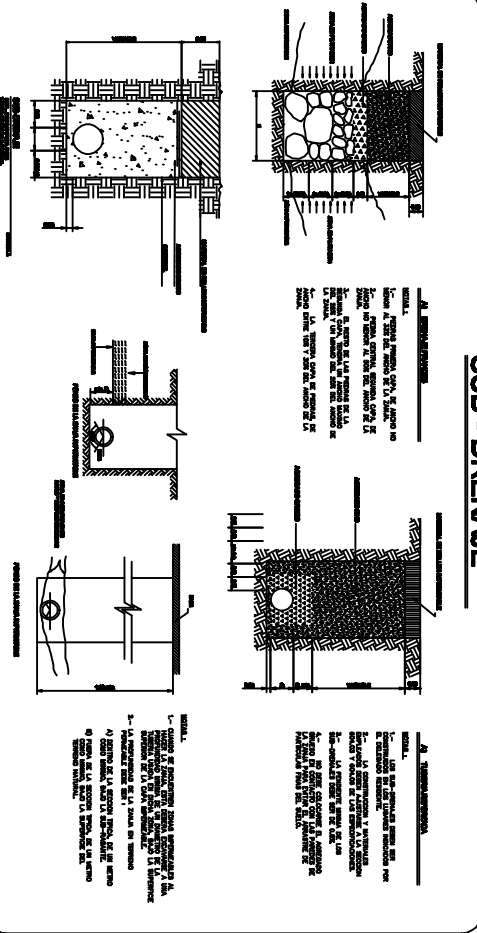
SECCION C-G

DETALLES DE PROTECCION DE TALUDS EN SECCIONES DE RELLENO SEGUN SECCION TIPICA



1. REFORZAMIENTO DE LA PARED DE LA CUÑETA CON MALLA DE ACERO.
2. REFORZAMIENTO DE LA PARED DE LA CUÑETA CON MORTERO Y DESCAÑA EN TRIANGULO.
3. REFORZAMIENTO DE LA PARED DE LA CUÑETA CON MORTERO Y DESCAÑA EN TRAPEZOIDAL.
4. REFORZAMIENTO DE LA PARED DE LA CUÑETA CON MORTERO Y DESCAÑA EN TRIANGULO Y TRAPEZOIDAL.
5. REFORZAMIENTO DE LA PARED DE LA CUÑETA CON MORTERO Y DESCAÑA EN TRIANGULO Y TRAPEZOIDAL Y MALLA DE ACERO.

SUB - DRENAJE



- NOTA:**
- 1.- Los detalles de drenaje deben ser diseñados de acuerdo a las especificaciones de la norma venezolana N° 1000 de 1974, y a las especificaciones de la norma venezolana N° 1001 de 1974.
 - 2.- Los detalles de drenaje deben ser diseñados de acuerdo a las especificaciones de la norma venezolana N° 1000 de 1974, y a las especificaciones de la norma venezolana N° 1001 de 1974.
 - 3.- Los detalles de drenaje deben ser diseñados de acuerdo a las especificaciones de la norma venezolana N° 1000 de 1974, y a las especificaciones de la norma venezolana N° 1001 de 1974.
 - 4.- Los detalles de drenaje deben ser diseñados de acuerdo a las especificaciones de la norma venezolana N° 1000 de 1974, y a las especificaciones de la norma venezolana N° 1001 de 1974.
 - 5.- Los detalles de drenaje deben ser diseñados de acuerdo a las especificaciones de la norma venezolana N° 1000 de 1974, y a las especificaciones de la norma venezolana N° 1001 de 1974.

- NOTA:**
- 1.- Los detalles de drenaje deben ser diseñados de acuerdo a las especificaciones de la norma venezolana N° 1000 de 1974, y a las especificaciones de la norma venezolana N° 1001 de 1974.
 - 2.- Los detalles de drenaje deben ser diseñados de acuerdo a las especificaciones de la norma venezolana N° 1000 de 1974, y a las especificaciones de la norma venezolana N° 1001 de 1974.
 - 3.- Los detalles de drenaje deben ser diseñados de acuerdo a las especificaciones de la norma venezolana N° 1000 de 1974, y a las especificaciones de la norma venezolana N° 1001 de 1974.
 - 4.- Los detalles de drenaje deben ser diseñados de acuerdo a las especificaciones de la norma venezolana N° 1000 de 1974, y a las especificaciones de la norma venezolana N° 1001 de 1974.
 - 5.- Los detalles de drenaje deben ser diseñados de acuerdo a las especificaciones de la norma venezolana N° 1000 de 1974, y a las especificaciones de la norma venezolana N° 1001 de 1974.

NOTA:

1.- LA CONSTRUCCION Y DISEÑO DE LA CUBIERTA DE LA CUÑETA DEBE SER DE ACORDO A LAS ESPECIFICACIONES DE LA NORMA VENEZOLANA N° 1000 DE 1974, Y A LAS ESPECIFICACIONES DE LA NORMA VENEZOLANA N° 1001 DE 1974.

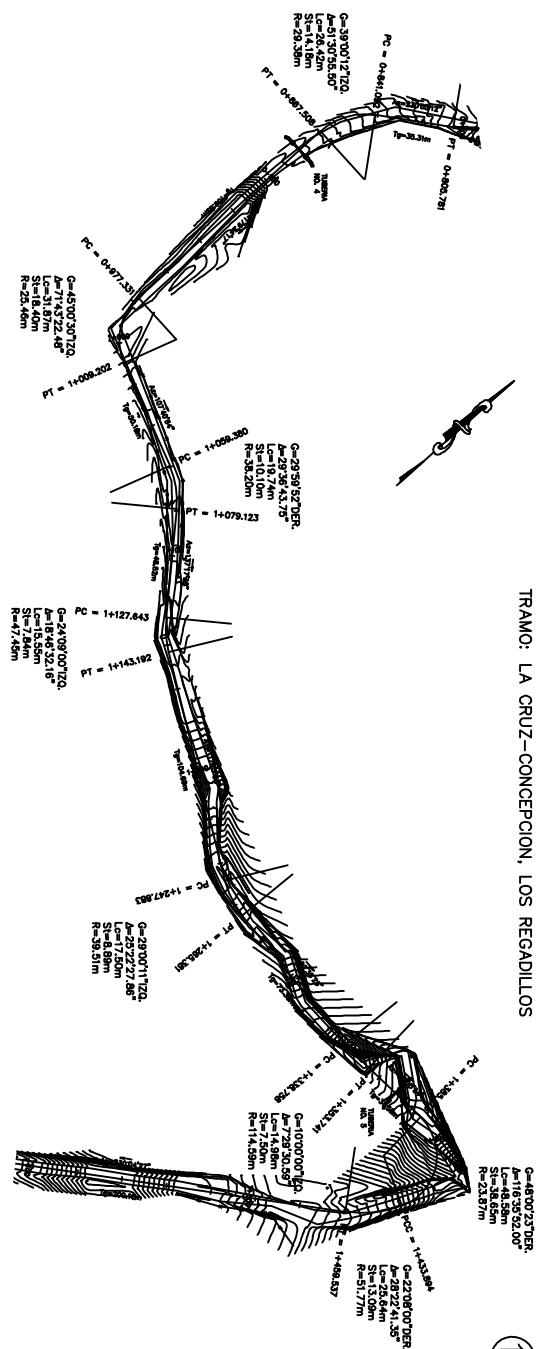
2.- LA CONSTRUCCION Y DISEÑO DE LA CUÑETA DEBE SER DE ACORDO A LAS ESPECIFICACIONES DE LA NORMA VENEZOLANA N° 1000 DE 1974, Y A LAS ESPECIFICACIONES DE LA NORMA VENEZOLANA N° 1001 DE 1974.

3.- LA CONSTRUCCION Y DISEÑO DE LA CUÑETA DEBE SER DE ACORDO A LAS ESPECIFICACIONES DE LA NORMA VENEZOLANA N° 1000 DE 1974, Y A LAS ESPECIFICACIONES DE LA NORMA VENEZOLANA N° 1001 DE 1974.

4.- LA CONSTRUCCION Y DISEÑO DE LA CUÑETA DEBE SER DE ACORDO A LAS ESPECIFICACIONES DE LA NORMA VENEZOLANA N° 1000 DE 1974, Y A LAS ESPECIFICACIONES DE LA NORMA VENEZOLANA N° 1001 DE 1974.

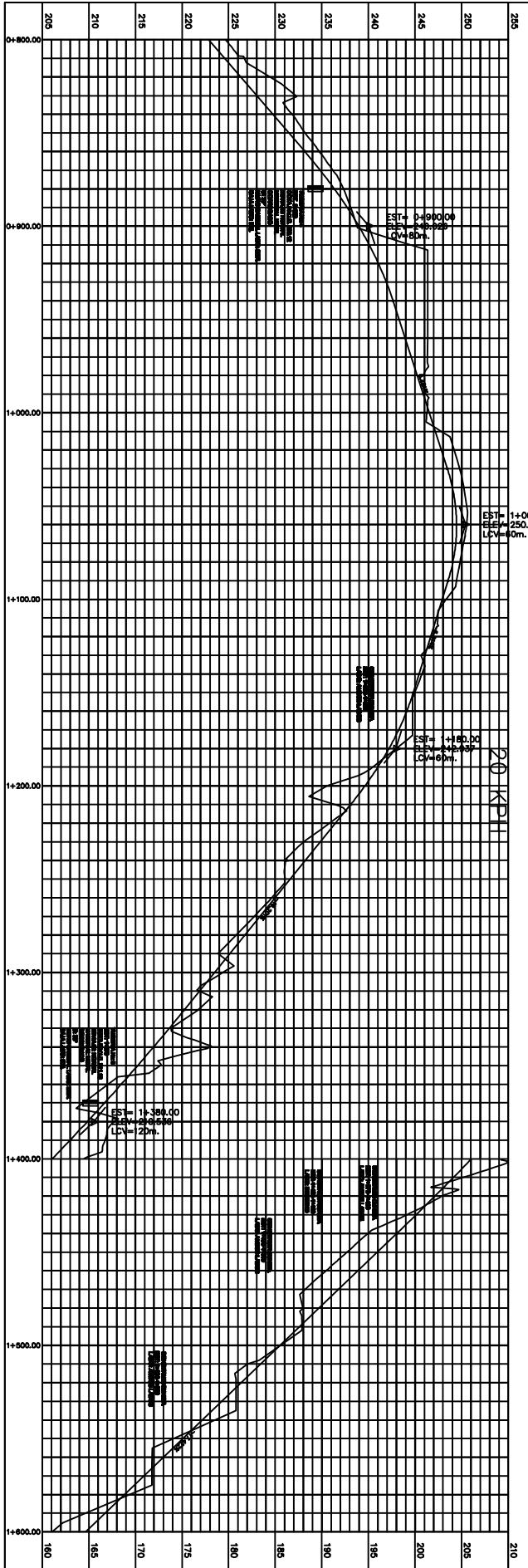
5.- LA CONSTRUCCION Y DISEÑO DE LA CUÑETA DEBE SER DE ACORDO A LAS ESPECIFICACIONES DE LA NORMA VENEZOLANA N° 1000 DE 1974, Y A LAS ESPECIFICACIONES DE LA NORMA VENEZOLANA N° 1001 DE 1974.

TRAMO: LA CRUZ-CONCEPCION, LOS REGADILLOS



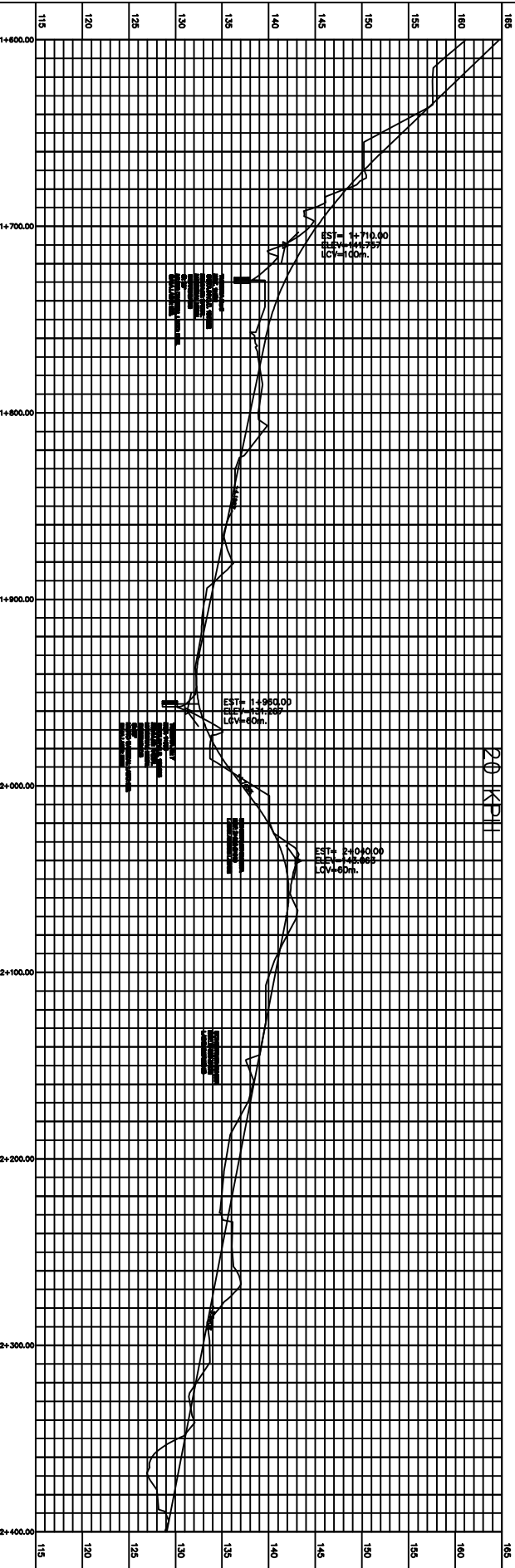
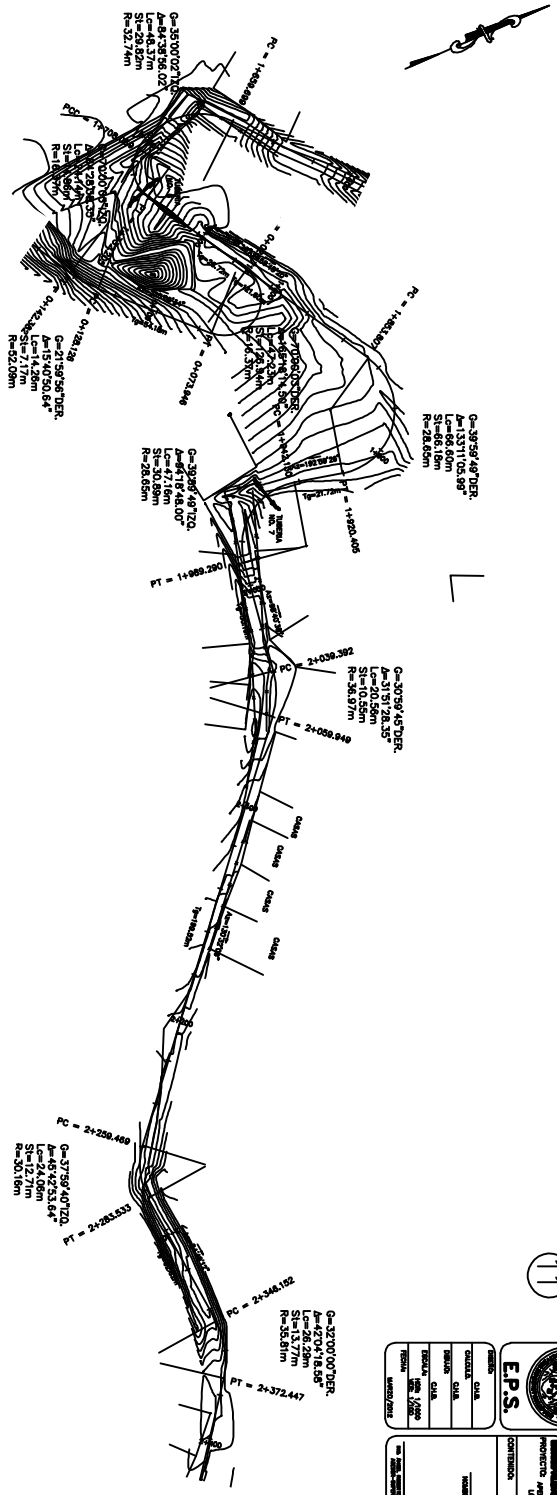
10

PROYECTO	CONSTRUCCIÓN DE LA VÍA DE RUTA 200, EMPALME, LA CRUZ-CONCEPCION, LOS REGADILLOS
CLIENTE	COMUNIDAD AUTÓNOMA DE LA ALTA GUAYANA FRANCESA
FECHA	2010
ESCALA	1:1000
HOJA	02
03	




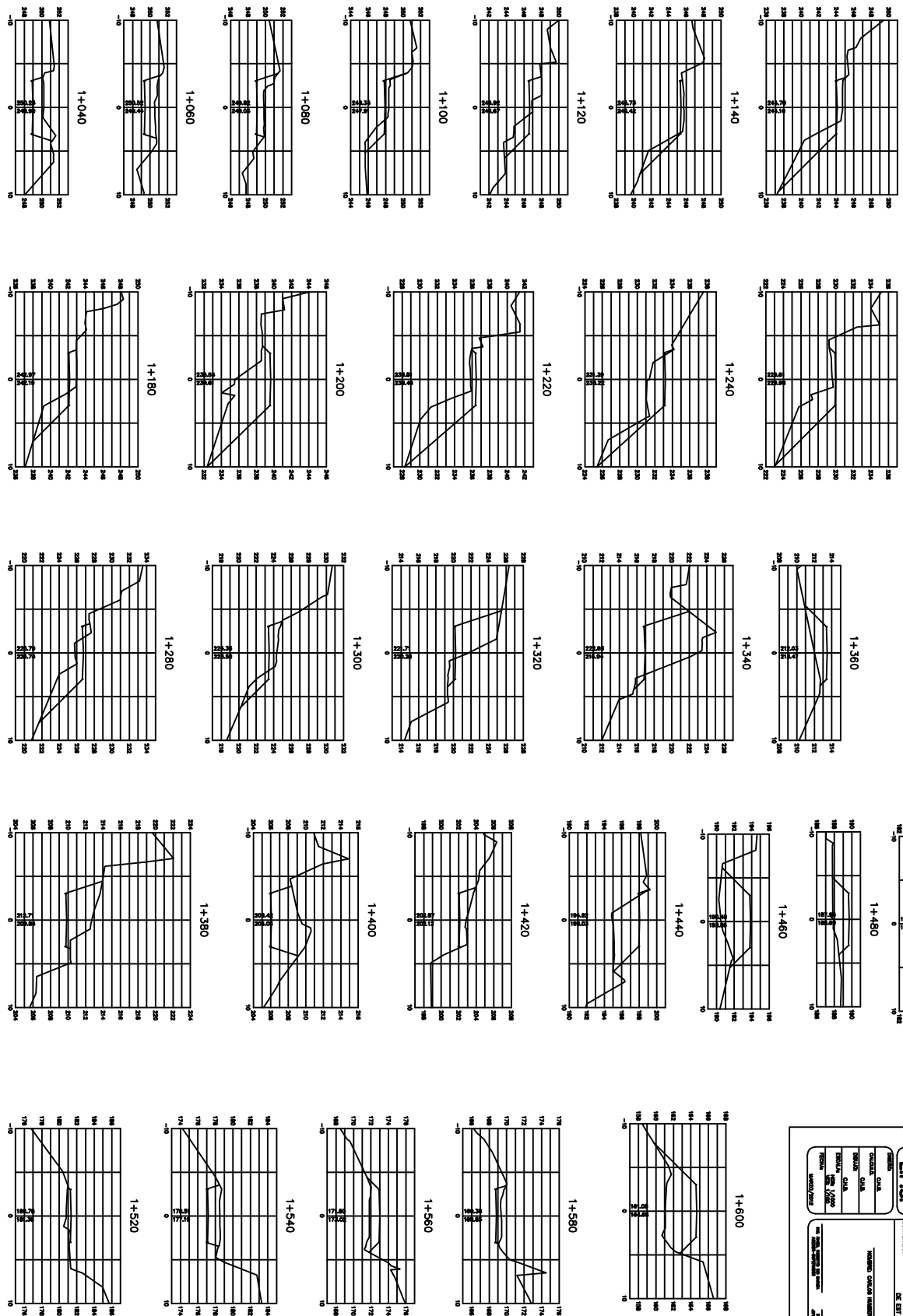
TRAMO: LA CRUZ-CONCEPCION, LOS REGADILLOS

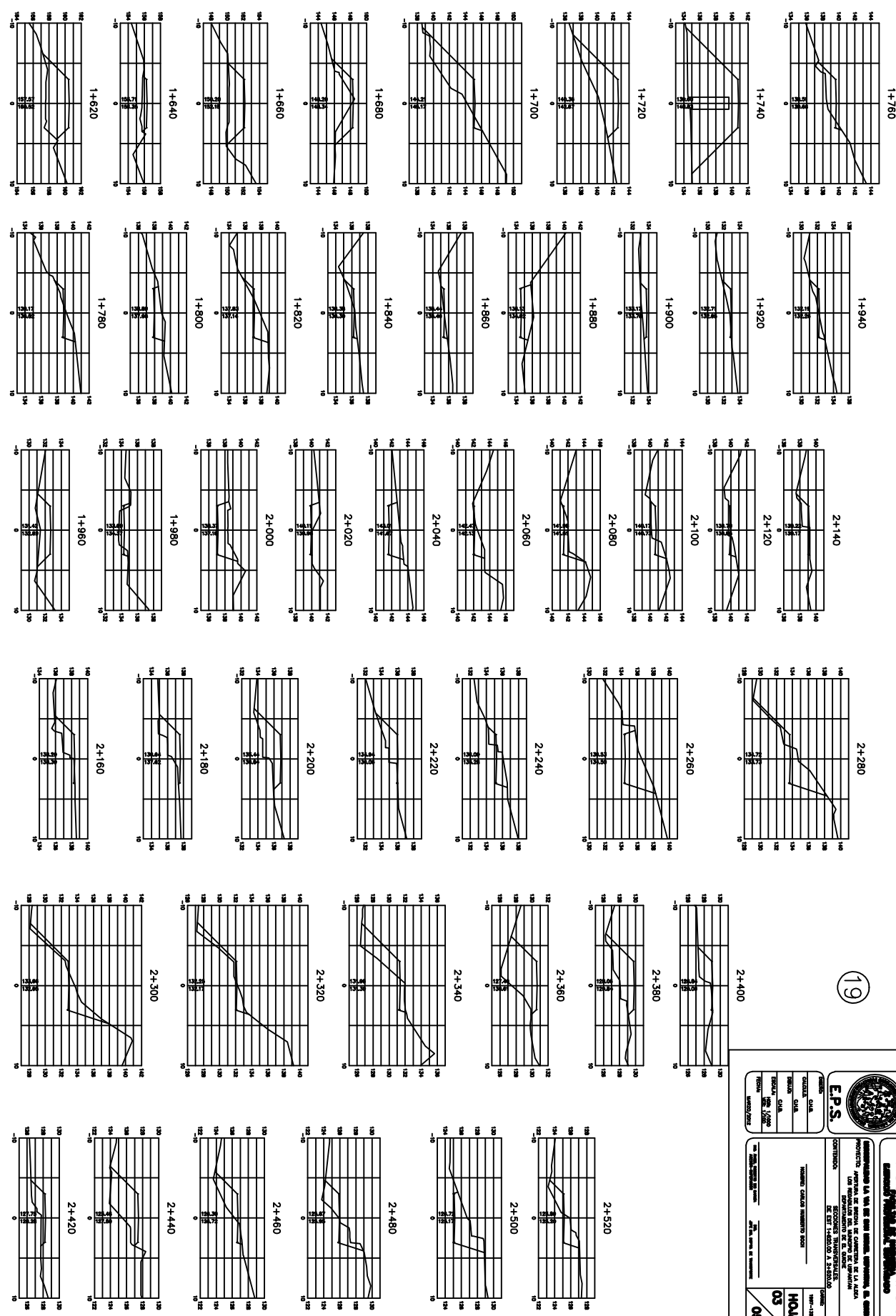
11



<table border="1"> <tr><td>ESTADO</td><td>CHILE</td></tr> <tr><td>REGION</td><td>VALPARAISO</td></tr> <tr><td>PROVINCIA</td><td>VALPARAISO</td></tr> <tr><td>CANTON</td><td>VALPARAISO</td></tr> <tr><td>COMUNA</td><td>VALPARAISO</td></tr> </table>	ESTADO	CHILE	REGION	VALPARAISO	PROVINCIA	VALPARAISO	CANTON	VALPARAISO	COMUNA	VALPARAISO	<table border="1"> <tr><td>PROYECTO</td><td>AGRICULTURA DE REGADILLOS EN LA ALTA VALDIVIA</td></tr> <tr><td>CLIENTE</td><td>COMUNIDAD DE REGADILLOS</td></tr> <tr><td>FECHA</td><td>1980</td></tr> <tr><td>ESCALA</td><td>1:1000</td></tr> </table>	PROYECTO	AGRICULTURA DE REGADILLOS EN LA ALTA VALDIVIA	CLIENTE	COMUNIDAD DE REGADILLOS	FECHA	1980	ESCALA	1:1000
ESTADO	CHILE																		
REGION	VALPARAISO																		
PROVINCIA	VALPARAISO																		
CANTON	VALPARAISO																		
COMUNA	VALPARAISO																		
PROYECTO	AGRICULTURA DE REGADILLOS EN LA ALTA VALDIVIA																		
CLIENTE	COMUNIDAD DE REGADILLOS																		
FECHA	1980																		
ESCALA	1:1000																		
<p>INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES Y DESARROLLOS</p> <p>PROYECTO: AGRICULTURA DE REGADILLOS EN LA ALTA VALDIVIA</p> <p>CLIENTE: COMUNIDAD DE REGADILLOS</p> <p>FECHA: 1980</p> <p>ESCALA: 1:1000</p>																			
<p>CONTENIDO:</p> <p>TRAMO: LA CRUZ-CONCEPCION, LOS REGADILLOS</p> <p>HOJA 03</p>																			


 <p>EPS EMPRESA PÚBLICA DE SERVICIOS DE AGUA Y SANEAMIENTO DE LA ALDEA</p>		<p>PROYECTO: AGUAS DE MEJORA DE CALIDAD DE LA ALDEA LÍNEA DE TRANSFERENCIA DE AGUA DEPARTAMENTO DE EL GUAYAS ESTRATEGIA INVERSIÓN EN LOS CANTONES 1 Y 2 (SANTO)</p>
<p>ESTADO: DATA FECHA: 18/06/2018 REVISOR: J. J. J. J.</p>	<p>PROYECTO: DATA FECHA: 18/06/2018 REVISOR: J. J. J. J.</p>	<p>CONTRATO: DATA FECHA: 18/06/2018 REVISOR: J. J. J. J.</p>
<p>INSTRUMENTO: PLAN DE MANEJO DE OBRAS</p>		<p>ESCALA: 1:1000</p>
<p>HOJA 02</p>		<p>03</p>

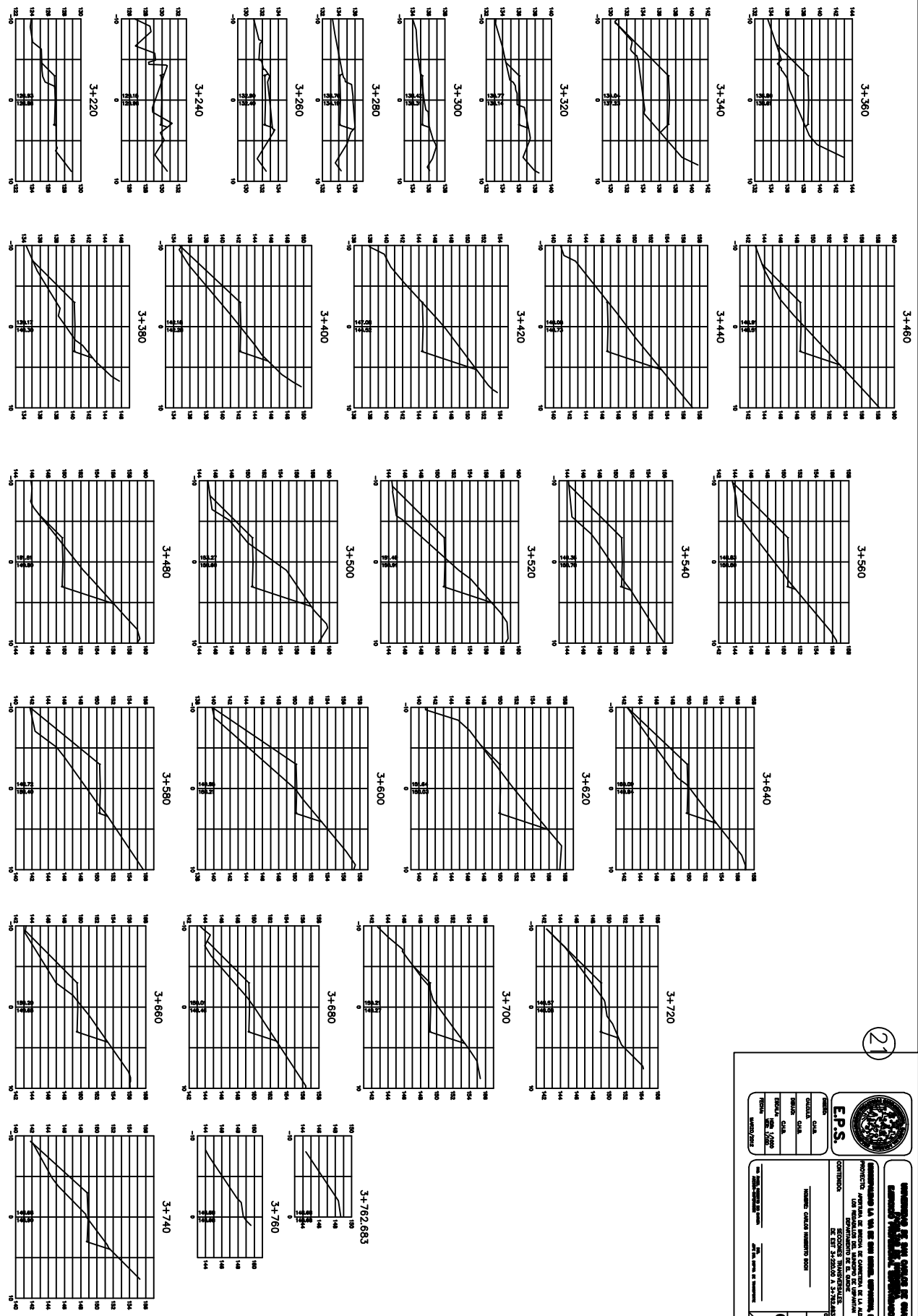




19


		CANTÓN: CULEN PROVINCIA: EL ZAMORA CHAMPA
		LOCALIDAD: CULEN CANTÓN: CULEN
PROYECTO: AV. 1000 - 10000 CLIENTE: COMUNIDAD DE LA ALTA INGENIERO: ING. JUAN CARLOS GARCÍA FECHA: 15/05/2018		
INSTITUCIÓN: INSTITUTO VENEZOLANO DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS Y TECNOLÓGICAS DIRECCIÓN: AV. LOS RÍOS S/N, PUERTO LA CRUZ, GUAYAS		
ESCALA: 1:100 HOJA: 03		DE: 03

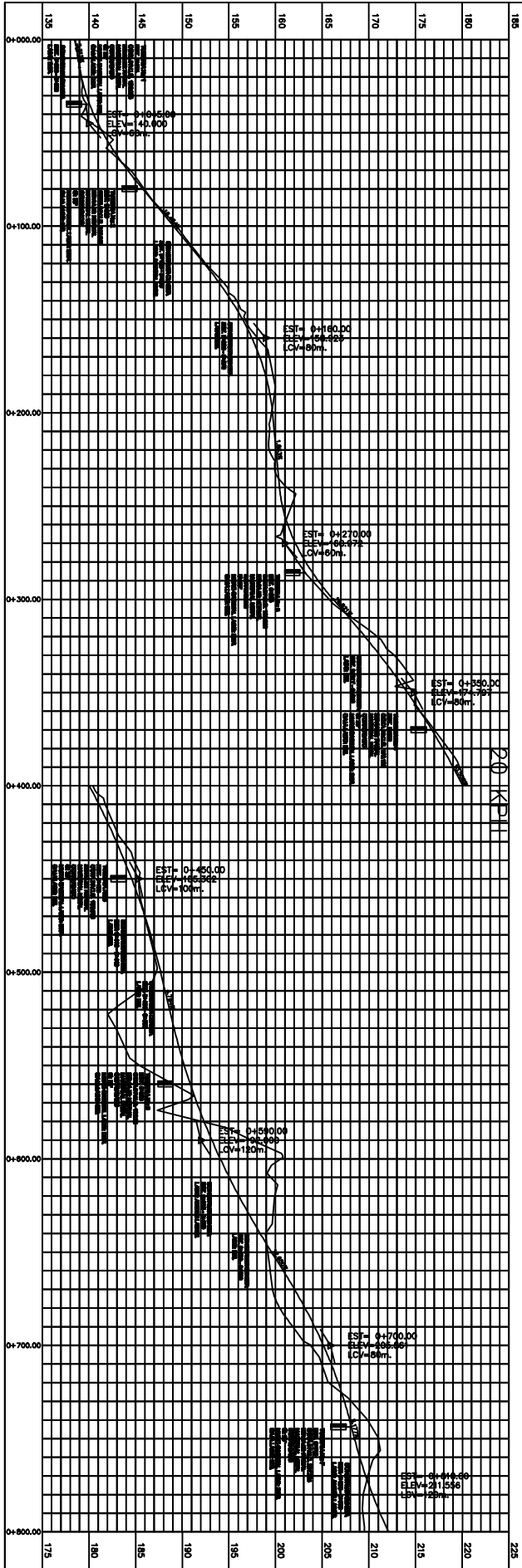
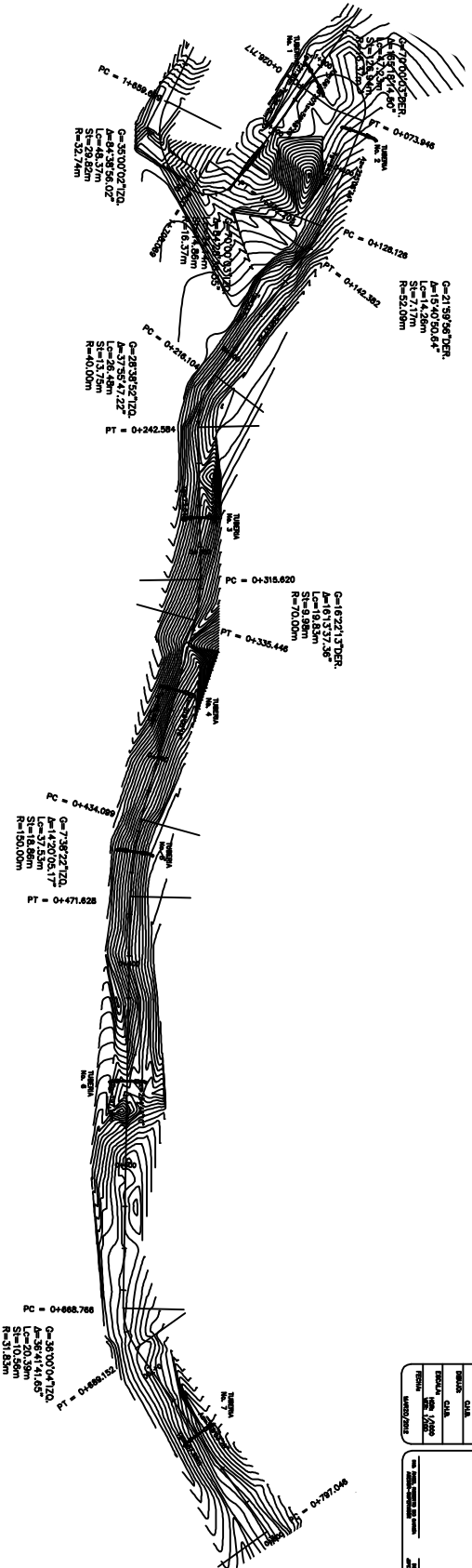
		EPS EMPRESA PUNTAOPILO S.A.	
CLIENTE: EPS PROYECTO: AGRICULTURA DE ALTA Y BAJA ALTURA LOCALIDAD: EL ALTO FECHA: 15/05/2018	CONSULTA: DATA RESULTADO: DATA TECNICO: ING. ALDO AREA: INGENIERIA REVISOR: ING. ALDO APROBADO: ING. ALDO	INSTITUCION: EPS PROYECTO: AGRICULTURA DE ALTA Y BAJA ALTURA LOCALIDAD: EL ALTO FECHA: 15/05/2018	
INGENIERIA DE SAN CARLOS DE GUAYAMA ESTACION: EL ALTO PROYECTO: AGRICULTURA DE ALTA Y BAJA ALTURA LOCALIDAD: EL ALTO FECHA: 15/05/2018		INGENIERIA DE SAN CARLOS DE GUAYAMA ESTACION: EL ALTO PROYECTO: AGRICULTURA DE ALTA Y BAJA ALTURA LOCALIDAD: EL ALTO FECHA: 15/05/2018	



TRAMO: LA CRUZ-SAN ISIDRO

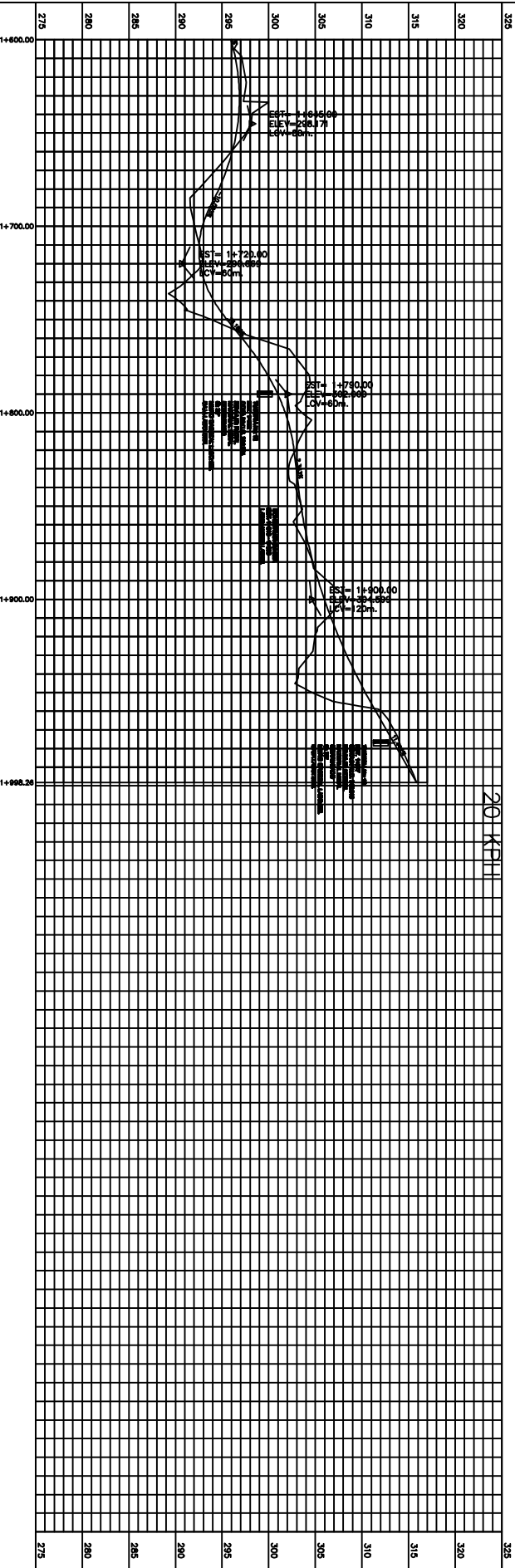
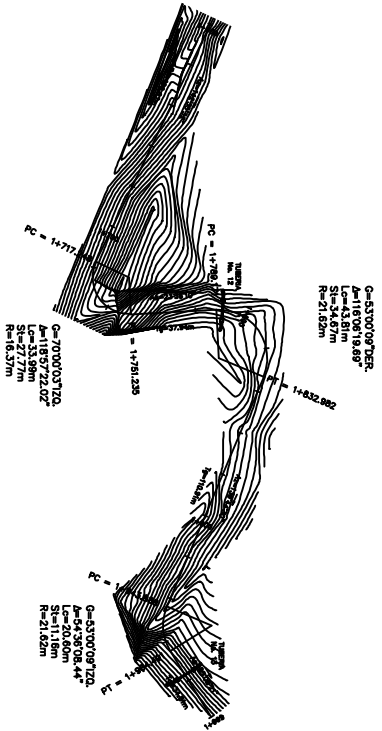
14

	
EMPRESA S.A.	CANTON CANTON
PROYECTO PROYECTO	HOJA 01
PLAN Y PERFILES PLAN Y PERFILES	ESCALA 1:1000
NOMBRE DEL INGENIERO EN CARREGA NOMBRE DEL INGENIERO EN CARREGA	FECHA FECHA
NOMBRE DEL INGENIERO EN CARREGA NOMBRE DEL INGENIERO EN CARREGA	HOJA 01
NOMBRE DEL INGENIERO EN CARREGA NOMBRE DEL INGENIERO EN CARREGA	HOJA 03

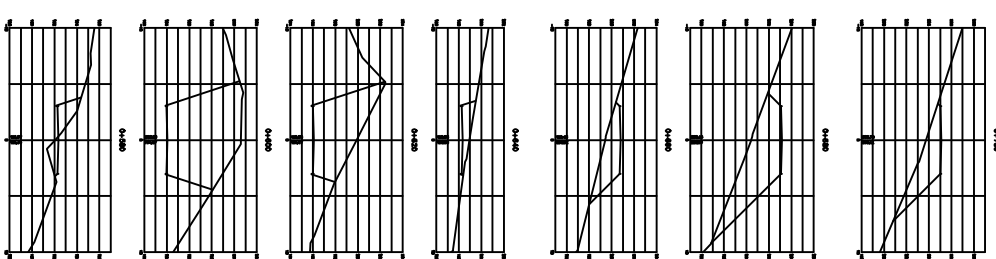
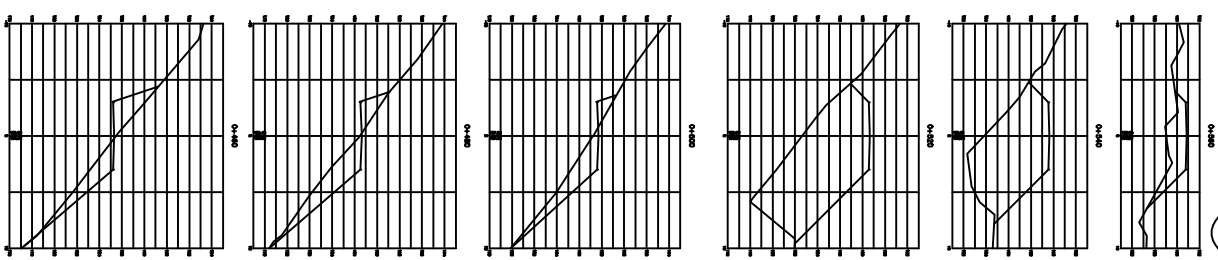
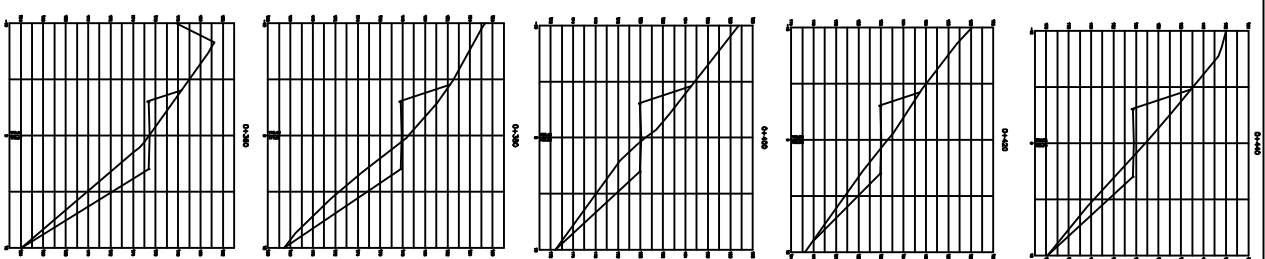
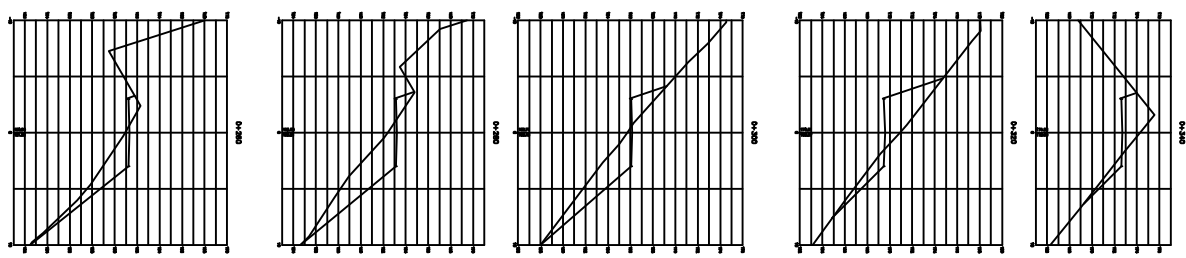
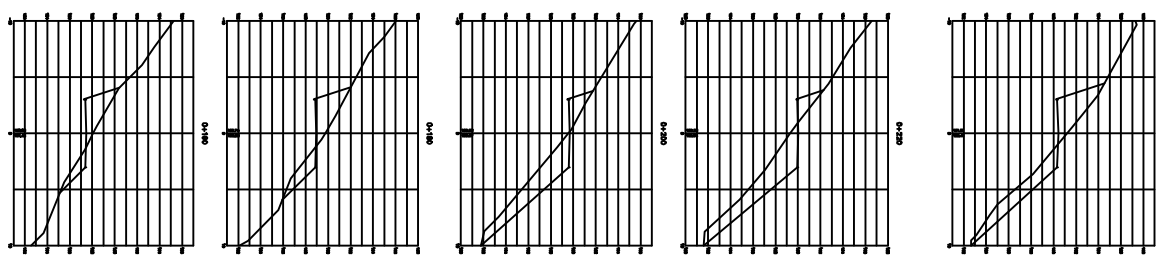
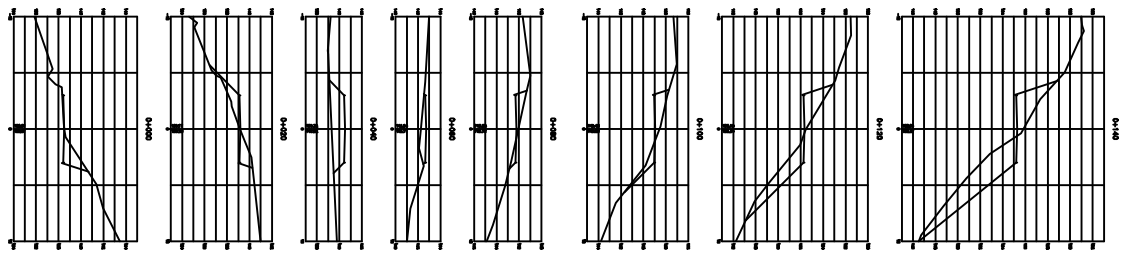



TRAMO: LA CRUZ-SAN ISIDRO

16



PROYECTO: APARTADO DE RED DE CANTON DE LA ALTA LOS REDES DE CANTON DE LA ALTA DEPARTAMENTO DE EL GUAYAS	CONTENIDO: PLANTA Y PERFIL 1:10000
FECHA: 2010	ESCALA: 1:10000
HOJA: 03	03



	
EPS EMPRESA PUNTAECUATORIANA DE SERVICIOS DE AGUAS POTABLES Y SANEAMIENTO	
CLIENTE: EPS PROYECTO: AGUAS POTABLES Y SANEAMIENTO DE LA ALTA ZONA DEL CANTÓN DE EL Cajas DEPARTAMENTO DE EL Cajas EN LOS CANTONES DE EL Cajas Y EL Cajas	NÚMERO DE PLAN: 00000000000000000000 FECHA: 00/00/00
AUTORIZADO POR: [Signature] INGENIERO EN SISTEMAS DE AGUAS POTABLES Y SANEAMIENTO	ESCALA: 1:1000 FECHA: 00/00/00
HOJA 01 DE 03	

