



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

**DISEÑO DE PUENTE VEHICULAR PARA EL CANTÓN TULULCHÉ II Y
SISTEMA DE MINIRIEGO PARA EL CANTÓN RINCÓN DE LOS LEONES,
DEL MUNICIPIO DE CHICHÉ, QUICHÉ.**

Edilsar Benjamín Santos Petet
Asesorado Por: Ing. Juan Merck Cos

Guatemala, marzo de 2004.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DE PUENTE VEHICULAR PARA EL CANTÓN TULULCHÉ II Y
SISTEMA DE MINIRIEGO PARA EL CANTÓN RINCÓN DE LOS LEONES,
DEL MUNICIPIO DE CHICHÉ, QUICHÉ.**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

EDILSAR BENJAMÍN SANTOS PETET
ASESORADO POR ING. JUAN MERCK COS
AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE
INGENIERO CIVIL

GUATEMALA, MARZO DE 2004

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Sydney Alexander Samuels Milson
VOCAL I	Ing. Murphy Olimpo Paiz Recinos
VOCAL II	Lic. Amahán Sánchez Álvarez
VOCAL III	Ing. Julio David Galicia Celada
VICAL IV	Br. Kenneth Issur Estrada Ruiz
VOCAL V	Br. Elisa Yazminda Vides Leiva
SECRETARIO	Ing. Pedro Antonio Aguila Polanco

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Sydney Alexander Samuels Milson
EXAMINADOR	Ing. Juan Merck Cos
EXAMINADOR	Ing. Silvio Rodríguez
EXAMINADOR	Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga
SECRETARIO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

DISEÑO DE PUENTE VEHICULAR PARA EL CANTÓN TULULCHÉ II Y SISTEMA DE MINIRIEGO PARA EL CANTÓN RINCÓN DE LOS LEONES, DEL MUNICIPIO DE CHICHÉ, QUICHÉ.

Tema que me fue asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil, con fecha 8 de mayo de 2003.

Edilsar Benjamín Santos Petet

AGRADECIMIENTO A

DIOS

Quien puso la sabiduría, para seguir adelante y la esperanza para nunca darme por vencido, gracias por darme este regalo.

AL

ING. JUAN MERCK COS, por su valiosa ayuda en el transcurso del EPS y asesoría en el trabajo de graduación.

DEDICATORIA A

MIS PADRES

Telmo Modesto Santos

Juana Petet Sequén

Gracias por todo el amor que me han brindado sus valiosos consejos son los que hicieron posible que alcanzará mi meta.

MIS HERMANOS

Martín Isahías

Ana Victoria

Adela

Telmo Modesto

Jorge Estuardo

Por su apoyo incondicional.

MIS SOBRINAS

TODA MI FAMILIA Con mucho cariño

MIS AMIGOS: Armando, Carlos, Bravo, Salvador, Francisco y Natalia.

FACULTAD DE INGENIERÍA

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	IV
LISTA DE SÍMBOLOS	VII
GLOSARIO	IX
RESUMEN	XII
OBJETIVOS	XIII
INTRODUCCIÓN	XIV

1 FASE DE INVESTIGACIÓN

1.1. Monografía de Chiché	1
1.1.1. Identificación y descripción de cuencas y subcuencas	1
1.1.2. Zonas de vida	1
1.1.3. Fisiografía y orografía	1
1.1.4. Uso actual y potencial del suelo	2
1.1.5. Descripción de la flora y la fauna	3
1.1.6. Sistema de carreteras	4
1.2. Aspectos introductorios	4
1.2.1. División política y administrativa	4
1.2.2. Problemas de contaminación ambiental	5
1.2.3. Potencialidades	5
1.3. Aspectos sociales	5
1.3.1. Demografía	5
1.3.2. Salud	6
1.3.3. Educación	8
1.3.4. Vivienda	9
1.4. Aspectos económicos y de infraestructura básica	10
1.5. Aspectos culturales y de participación social	11
1.5.1. Número y naturaleza de las organizaciones sociales	12

2. SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL.

2.1. Diseño de un puente vehicular para el cantón Tululché II	21
2.1.1. Descripción del proyecto	21
2.1.2. Determinación de crecida máxima	21
2.1.3. Método sección pendiente	22
2.1.4. Diseño de superestructura	24
2.1.4.1. Diseño de la losa	24
2.1.4.2. Diseño de la banqueta	29
2.1.4.3. Diseño del diafragma	30
2.1.4.4. Diseño de la viga	34
2.1.5. Diseño de la subestructura	48
2.1.5.1. Diseño de la cortina	48
2.1.5.2. Diseño de la viga de apoyo	51
2.1.5.3. Diseño de los estribos	55
2.1.6. Presupuesto puente vehicular en el cantón Tululché II	62
2.2. Diseño de miniriego en el Cantón de Rincón de los Leones	67
2.2.1. Descripción del proyecto	67
2.2.2. Localización del proyecto	67
2.2.3. Fuente de agua	68
2.2.4. Características generales de la comunidad	68
2.2.5. Aforo	68
2.2.6. Calidad del agua	69
2.2.7. Tipos de riego	69
2.2.7.1. Riego de superficie	70
2.2.7.2. Riego por aspersion	70
2.2.8. Levantamiento topográfico	72
2.2.9. Periodo de diseño	72
2.2.10. Análisis de suelos	73
2.2.11. Elementos del diseño agronómico	74

2.2.11.1. Lámina de riego	74
2.2.11.2. Frecuencia de riego	74
2.2.11.3. Tiempo de riego	75
2.2.11.4. Tiempo de posición	75
2.2.11.5. Caudal de diseño	75
2.2.12. Obras hidráulicas y civiles	76
2.2.13. Tanque de almacenamiento	77
2.2.14. Diámetro, accesorios, tipo y clase de tubería	77
2.2.15. Diseño agronómico	79
2.2.16. Especificaciones de diseño	80
2.2.17. Cálculo hidráulico	81
2.2.18. Memoria de cálculo	83
2.2.19. Diseño de paso aéreo	86
2.2.20. Presupuesto y planos del proyecto de miniriego	96
CONCLUSIONES	102
RECOMENDACIONES	103
BIBLIOGRAFÍA	105
APÉNDICE	107
ANEXOS	119

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1	Mapa de localización	19
2	Sección transversal del puente	21
3	Sección de losa	29
4	Sección de banqueteta	30
5	Detalle diafragma interior	32
6	Detalle diafragma exterior	33
7	Geometría sección del puente	34
8	Diagrama de cargas de H-15	35
9	Diagrama de posición	36
10	Diagrama de cuerpo libre	37
11	Diagrama transversal del puente	38
12	Ubicación de H-15 en el puente	41
13	Diagrama de cargas	43
14	Diagrama de posición para corte	44
15	Sección de viga reforzada	46
16	Detalle de elevación de la viga reforzada	47
17	Diagrama de presiones	48
18	Diagrama de la viga de apoyo	52
19	Detalle de viga de apoyo y cortina	54
20	Geometría y diagrama de presiones	56
21	Diagrama trapezoidal en el estribo	58
22	Perfil del terreno del tramo 0-7	83

23	Diseño de miniriego	86
24	Localización, perfil y detalles estructurales de viga, losa y planta perfil del barandal	110
25	Detalles de estribos, perfil del puente y detalles de armado de viga, diafragma y viga de apoyo	111
26	Detalles y acabados de remate de barandal, y entrada y salida del puente	112
27	Planta perfil del sistema de miniriego de la estación E-0 a E-49 línea principal	113
28	Planta perfil del sistema de miniriego de la estación E-49 a E-79 línea principal	114
29	Planta perfil del sistema de miniriego de la estación E-49 a E-93 línea principal y secundaria	115
30	Detalles de pasos de zanjón, captación, caja desarenadora y tanque de almacenamiento de 40 mts ³	116
31	Planta general, conexiones típicas de parcelas y detalle de paso aéreo	117

TABLAS

I	Número de maestros, escuelas y alumnos por nivel	8
II	Demanda comunitaria de proyectos	13
III	Corte de carga muerta para la viga principal	44
IV	Corte de carga viva para la viga principal	45
V	Espaciamiento de los estribos	46
VI	Cálculo del momento de volteo (MV)	56

VII	Cálculo del momento estabilizante (ME)	57
VIII	Momento de volteo	61
IX	Presupuesto del puente vehicular	63
X	Clasificación de aspersores	71
XI	Tensión de cable	88
XII	Cálculo de las péndolas	90
XIII	Presupuesto del proyecto de miniriego	96
XIV	Diseño hidráulico del sistema de miniriego	107

LISTA DE SÍMBOLOS

As	Área de acero
Asmas	Área de acero máxima
Asmin	Área de acero mínima
Ast	Acero por temperatura
Δ_{max}	Porcentaje de acero máximo
M	Momento
V	Corte
W	Momento en diseño de estribos
De	Diámetro externo
Di	Diámetro interno
I	Momento de inercia
Ag	Área gruesa
Δ	Peso específico
P.U.	Precio unitario
f'c	Resistencia del concreto a los 28 días
Fy	Límite de fluencia.
B	Base
D	Peralte
@	Intervalo de separación en centímetro
S	Separación de estribos
Mv	Momento de volteo
ME	Momento estabilizante
Q	Caudal
Lts	Litros
Q	Caudal del aspersor

Atm	Atmósfera
Has.	Hectáreas
N.E.	Nivel Estático
C.T.F.	Cota de Terreno Final
C.T.I.	Cota de Terreno Inicial
Hf	Pérdida de carga en metros
PSI	Presión en libras por pulgada cuadrada
HG	Tubería de acero galvanizado
PVC	Tubería de cloruro de polivinilo

GLOSARIO

AASHTO	<i>American Association of State Highway and Transportation Officials.</i>
ACI	Instituto Americano del Concreto.
Aforo	Promedio de llenado de un recipiente con volumen constante y sus dimensionales están dadas en litros sobre segundo.
Altimetría	Conjunto de trabajos realizados para obtener la diferencia de nivel entre puntos diferentes, cuyas distancias horizontales son conocidas. Por diferencia de nivel se entiende como una distancia medida verticalmente.
Cimiento	Es el elemento estructural encargado de recibir cargas y transmitir las al suelo.
Cota piezométrica	Altura de presión del agua que se tiene en un punto dado.
Crecida	Estado que posee una corriente de agua cuando su caudal, que ha estado aumentando, pasa a ser mayor de lo normal.

Dotacion de agua	Cantidad de agua que se le proporciona o asigna a cada habitante de una población en un día. Se le representa con la letra D y se expresa en litros por habitante por día (l/h/d).
Infraestructura	Conjunto de las obras de una construcción.
Juntas	Es el espacio dejado entre losas de concreto para absorber los movimientos diferenciales debidos a la expansión y contracción del material constituyente de las losas.
Mampostería	Es un sistema constructivo que se basa en elementos que van unidos entre sí, por medio de una mezcla conocida como mortero: arena y cemento, para soportar cargas que se le apliquen.
Planimetría	Conjunto de trabajos realizados para obtener una representación gráfica del terreno sobre un plano horizontal, suponiendo que no existe la curvatura terrestre. Esta representación o proyección se denomina plano. Sirve para la localización en planta de la línea de conducción y red de distribución.
Subestructura	La subestructura de un puente está constituida por los estribos. Éstos son los apoyos extremos de la superestructura, encargados de transmitir las cargas al suelo.

Superestructura	Parte del puente que permite el tránsito de personas, animales y vehículos, transmitiendo las cargas a la subestructura.
Trabajo de gabinete	Es en la que se elabora el proyecto sobre los datos obtenidos en la fase de campo.

RESUMEN

El presente trabajo de graduación, se realizó en la Oficina de Planificación Municipal de la municipalidad de Chiché del departamento del Quiché.

La oficina es la encargada de asesorar a la municipalidad en lo que se refiere a proyectos de infraestructura. Es aquí donde el epesista de ingeniería se aboca para encontrar información sobre las necesidades de la comunidad. Se llegó a la conclusión de realizar el diseño de un puente vehicular y un sistema de miniriego por gravedad con aspersores para el municipio de Chiché.

Por lo que se presenta este informe que consta de dos capítulos cuyo contenido es el siguiente.

Capítulo 1: en este capítulo se desarrolla la fase de investigación, conteniendo la monografía del lugar en estudio, así como un diagnóstico sobre las necesidades de servicios básicos e infraestructura

Capítulo 2: contiene la fase del servicio técnico profesional, el cual está conformado en dos secciones, en la primera está el diseño del puente vehicular de concreto reforzado y en la segunda el diseño del sistema de miniriego por gravedad, en estas secciones se presentan, normas y/o método de diseño.

Así también se describen los aspectos técnicos que intervienen en el diseño; los criterios utilizados para el cálculo y la elaboración del presupuesto de cada uno de los proyectos.

OBJETIVOS

General

Realizar el diseño del puente vehicular de concreto reforzado para el cantón de Tululché II y el sistema de miniriego por gravedad para el cantón Rincón de los Leones; cumpliendo con criterios y técnicas constructivas que se adopten en la región y atendiendo todas la especificaciones requeridas.

Específicos

- 1- Aplicar todos los conocimientos adquiridos en el área de estructuras e hidráulicos, obtenidos en la Facultad de Ingeniería.
- 2- Presupuestar y elaborar los planos del puente vehicular y sistema de miniriego.
- 3- Desarrollar una investigación monográfica y una investigación diagnóstica sobre necesidades de servicios básicos e infraestructura del lugar en estudio.
- 4- Capacitar a los miembros de los comités acerca del cuidado y funcionamiento del sistema de miniriego.

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de graduación contiene el diseño de dos proyectos para el municipio de Chiché, detallando los cálculos, normas utilizadas y gráficas detalladas de ambos proyectos. Además es importante mencionar que se siguieron las normas de la ACI y AASHTO.

La población de éste municipio se divide en dos grupos siendo el 96% indígena y el restante 4% no indígena. Los proyectos diseñados son los siguientes:

La comunidad del cantón Tululché II, tiene el problema de que la distancia hacia la cabecera municipal es de 20 km, teniendo el inconveniente de un sobre costo en los productos agrícolas del cantón por el combustible y depreciación de los vehículos, también es muy dificultosa la movilización de pacientes hacia el Centro de Salud ubicado en la cabecera municipal.

Se propone el diseño de un puente vehicular, que acortará la distancia entre el cantón Tululché II y la cabecera municipal beneficiando a los pobladores así como a los poblados circundantes.

La comunidad de Rincón de los Leones es una población que se dedica completamente a la agricultura y ganadería siendo ésta su principal fuente de ingresos. En los últimos años la producción ha sido insuficiente debido a la escasez de agua, lo que da como resultado un bajo nivel de vida.

Al diseñar un sistema de miniriego por gravedad con aspersores se beneficiará a 60 familias mejorando la producción agrícola aún en verano, aumentando los empleos en el cantón y mejorando el nivel de vida.

1. FASE DE INVESTIGACIÓN

1.1. Monografía de Chiché

1.1.1. Identificación y descripción de cuencas y subcuencas

El 100% (11,582.92 Has.) de los suelos de Chiché corresponde a la Cuenca del Río Motagua.

1.1.2. Zonas de vida

El territorio está cubierto por una unidad bioclimática, con las características siguientes: Bosque húmedo montano bajo subtropical (bh-MBS), con una extensión de 11,582.92 hectáreas, que representa el 100% del municipio, altitudes de 1,500 a 2,000 metros sobre el nivel del mar, precipitación pluvial anual de 1,000 a 2,000 milímetros cúbicos, temperatura media anual de 12 a 18 grados centígrados, con suelos profundos, de textura mediana bien drenados o moderadamente bien drenados, de color pardo o café.

1.1.3. Fisiografía y orografía

La extensión total del municipio es de 11,582.92 hectáreas. Los grandes paisajes que se manifiestan son: montañas volcánicas altas de occidente con una extensión de 7,687.46 hectáreas, que representan el 66.37% del municipio; lomas y valles de Santa Cruz del Quiché con una extensión de 3,888.48 hectáreas, que representa el 33.57% del municipio y Sierra de Chuacús con una extensión de 6.98 hectáreas, que representan el 0.06 % del municipio.

La serie de suelos presentes en este municipio son: suelos de Sinaché con una extensión de 7,378.34 hectáreas, equivalentes al 63.71% del municipio; suelos de Quiché con una extensión de 2,973.77 hectáreas, equivalentes al 25.68% del municipio; suelos de Sivijá con una extensión de 1,090.84 hectáreas, equivalentes al 9.42% del municipio y suelos de Sacapulas con una extensión de 139.97 hectáreas, equivalentes al 1.21% del municipio.

La cobertura forestal está distribuida de la forma siguiente:

- a. Asociación de bosques de coníferas y cultivos, con una extensión de 6,243.39 hectáreas (53.9%).
- b. Áreas sin cobertura forestal con una extensión de 3,650.33 hectáreas (31.52%).
- c. Bosque mixto, con una extensión de 1,490.15 hectáreas (12.87%).
- d. Asociación de bosques mixtos y cultivos, con una extensión de 199.05 hectáreas (1.72%).

1.1.4. Uso actual y potencial del suelo

El uso que actualmente se le da a los suelos de Chiché es principalmente para bosques de coníferas, ocupando para ello una extensión de 6,550.58 hectáreas, que representa el 56.56% del territorio y para agricultura limpia anual, con una extensión de 4,900.38 hectáreas, que representa el 42.31% del territorio.

Además, una extensión de 131.98 hectáreas (1.14%) está cubierta por bosques latifoliadas.

El uso potencial de acuerdo a la clasificación de clases agrológicas de los suelos, la capacidad de uso de la tierra en este municipio corresponde a las clases III, VI y VII.

En orden de importancia por su extensión, los suelos se distribuyen de la siguiente forma:

- Clase VII con 9,178.47 hectáreas (79.25% del total del municipio), caracterizados por ser tierras no cultivables, aptas solamente para fines de producción forestal, de relieve quebrado con pendientes muy inclinadas.
- Clase III con 1,774.98 hectáreas (15.33% del total del municipio), caracterizados por ser tierras cultivables, aptas para cultivos en riego y cultivos muy rentables, con medianas limitaciones para producción agrícola, de relieve plano a ondulado o suavemente inclinado y de productividad mediana con prácticas intensivas de manejo.
- Clase VI, con 629.47 hectáreas (5.43%), caracterizados por ser tierras no cultivables, salvo para algunos cultivos perennes, principalmente para producción forestal, con factores limitantes muy severos de relieve ondulado fuerte y quebrado fuerte, profundidad y rocosidad.

1.1.5. Descripción de la flora y fauna

- **Flora:** en el municipio se encuentran rodales de encinos (*quercus spp*) asociados con pino triste (*pinus pseudostrobus*) y pino de ocote (*pinus montezumne*). También se localiza cerezo, madrón y ciprés. Las coníferas más conocidas son: pino hembra (*pinus ocarpa*), pino macho (*pinus pseudostrobus*) y pino condilillo (*pinus maximinoii*). Entre las latifoliadas se pueden observar roble (*quercus spp.*), aliso (*alnus spp.*) y sauce (*salix spp.*).

- **Fauna:** en los cuerpos de agua se puede encontrar variedad de peces de agua dulce. Asimismo algunos anfibios y reptiles como ranas, sapos y serpientes. Entre los mamíferos los más abundantes son murciélagos, roedores, conejos y ardillas. Además, se encuentra una gran variedad de aves residentes y migratorias en el área tales como tecolote, paloma, gorrión, colibrí, lechuza, aurora de montaña, tolobajo, shara, chipes, sensontles, sabanero y pavo cacho.

1.1.6. Sistema de carreteras

La cabecera municipal de Chiché se encuentra a una distancia de 9 kilómetros de la cabecera departamental Santa Cruz del Quiché, conectada a través de una carretera asfaltada transitable todo el año. A su interior cuenta con aproximadamente 270 kilómetros de caminos de terracería que sirven de acceso a sus comunidades rurales, la mayoría de ellos transitables en toda época del año.

1.2. Aspectos introductorios

1.2.1. División política y administrativa

El municipio ocupa una extensión territorial de 144 kilómetros cuadrados y está ubicado a una altitud de 2,001 metros sobre el nivel del mar. Colinda al Norte con el municipio de Chinique (Quiché); al Este con Zacualpa y Joyabáj (Quiché); al Sur con Chichicastenango (Quiché) y al Oeste con Santa Cruz del Quiché.

El territorio está integrado por 33 centros poblados, distribuidos en un pueblo (cabecera municipal), 4 aldeas, 20 caseríos, 2 parajes, 3 fincas y 3 cantones. Para una mejor administración y planificación del desarrollo del municipio éste se ha dividido en 12 sectores.

La mayoría de los centros poblados del municipio cuentan con Alcalde auxiliar.

1.2.2. Problemas de contaminación ambiental

En el área rural, el uso cada vez más frecuente de agroquímicos, la tala incontrolada de bosques y los incendios forestales, con su impacto en la contaminación o pérdida de las fuentes de agua, han sido los principales problemas identificados.

1.2.3. Potencialidades

La potencialidad de este municipio radica fundamentalmente en el aprovechamiento racional de sus recursos forestales. También puede mencionarse la disponibilidad de regulares extensiones de suelo apto para cultivos no tradicionales para exportación y la experiencia de muchos trabajadores dedicados a la preparación de cuero para uso artesanal o industrial.

1.3. Aspectos Sociales

1.3.1. Demografía

a. Población por edad y género

Según datos del X Censo de Población 1,994, la población estaba compuesta así:

- 48% de 0 a 14 años.
- 49% de 15 a 64 años
- 3% de 65 años y más
- 47% hombres
- 53% mujeres

b. Población por grupo étnico

Se estima que el 96% de la población pertenece al grupo de la etnia indígena y el restante 4% al no indígena.

c. Población total

Las cifras del X Censo Nacional de Población 1994 reportaron una población total para el municipio de 13,865 habitantes y las estimaciones del Instituto Nacional de Estadística para el año 2,000 la sitúan en 16,888.

d. Densidad poblacional

Considerando la población proyectada para el año 2000, la densidad poblacional asciende a 117 habitantes por kilómetro cuadrado de territorio.

e. Población urbana y rural

Los datos del Censo 1,994 indican que el 88% de la población reside en el área rural, mientras que el restante 12% lo hace en el área urbana.

1.3.2. Salud

De acuerdo con estadísticas publicadas en la Memoria de Labores del Año 2001 de la Dirección de Área de Salud del Quiché, los principales indicadores del sector en el municipio arrojan los datos siguientes (los incisos i y j hacen referencia únicamente al sector público):

a. Tasa de mortalidad general	4.63
b. Tasa de mortalidad infantil	28.84
c. Tasa de mortalidad al nacer	3.09
d. Tasa de mortalidad materna	0.00
e. Tasa global de fecundidad	197.08

En Santo Tomás Chiché, por cada mil mujeres en edad fértil (15 a 44 años de edad) están naciendo aproximadamente 197.08 niños.

f. Esperanza de vida 60 años promedio

g. Enfermedades que más afectan a la población

- Infección respiratoria aguda
- Enfermedades gastrointestinales
- Enfermedades infectocontagiosas

h. Recurso humano para prestación de servicios de salud

- 1 médico
- 1 enfermera profesional
- 104 vigilantes de salud
- 30 comadronas
- 4 auxiliares de enfermería
- 1 inspector de saneamiento
- 1 técnico en salud rural
- 1 técnico en laboratorio

i. Infraestructura para atención en servicios de salud

- 1 centro de salud
- 1 puesto de salud

j. Cobertura de inmunizaciones de infantes menores de un año

- Polio 91.14%
- DPT 91.14%
- Sarampión 78.68%
- BCG 90.94%

1.3.3. Educación

a. Tabla I Número de maestros, escuelas y alumnos por nivel

NIVEL	MAESTROS	ESCUELAS	ALUMNOS
Pre-primaria	13	17	509
Primaria	97	28	2,730
Básico	15	2	158
TOTALES	125	47	3,397

Fuente: Dirección Departamental de Educación del Quiché.

b. Relación alumnos por maestro por nivel

- Pre-primaria 39 alumnos por maestro
- Primaria 28 alumnos por maestro
- Básico 11 alumnos por maestro

c. Tasa de deserción por nivel

Párvulos	2 %
Primaria de niños	9 %
Básico	15%

d. Tasa de promoción por nivel

Párvulos	98%
Primaria de niños	73%

Básico	63%
--------	-----

e. Tasa de repitencia por nivel

Párvulos	0%
Primaria de niños	18%
Básico	22%

f. Índice de analfabetismo

De acuerdo con estadísticas de CONALFA, al año 2000, en el municipio se registró un índice de analfabetismo del 70.4%.

1.3.4. Vivienda (cifras del año 1995, diagnóstico FUNCEDE)

a. Número de viviendas

3,422 viviendas construidas de las cuales 800 (23.4%) se localizan en el área urbana y el resto en las comunidades rurales.

b. Materiales de construcción utilizados

Predominan las viviendas con paredes de adobe, techo de teja de barro y piso de tierra. La casa típica es de forma rectangular, con uno o dos ambientes y corredor frontal.

c. Número de viviendas con y sin letrina

De 3,422 viviendas en total, 1,628 (48%) poseen letrina u otro tipo de servicio sanitario.

d. Número de viviendas con y sin agua entubada

53% del total cuentan con este servicio.

e. Número de viviendas con y sin drenajes

El 38% de viviendas en el área urbana cuentan con drenaje; en el área rural no existe.

f. Número de viviendas con y sin electricidad

La cobertura de este servicio es del 30%.

1.4. Aspectos económicos y de infraestructura básica

- Principales actividades económicas

El grueso de la población (68%) se dedica a la agricultura de subsistencia, cultivando pequeñas áreas con maíz, frijol y hortalizas. El 18% realiza trabajos temporales como jornaleros en fincas de café y algodón de la costa sur. El comercio es la actividad que sigue en importancia (9%), teniendo también alguna relevancia actividades artesanales como la sastrería, carpintería y panadería.

- Mercados

Únicamente la cabecera municipal cuenta con edificio de mercado administrado por la municipalidad.

- Cementerios

La cabecera municipal y un pequeño número de cantones poseen cementerio.

- Rastros

Para el destace de ganado existe una instalación en la cabecera municipal, que funciona sin llenar las exigencias técnicas y de salubridad necesarias.

- Salones comunales

11 comunidades rurales y la cabecera municipal tienen este tipo de instalación.

- Sistemas de transporte

Para su movilización, la población de Chiché utiliza medios de transporte por carretera, consistentes en autobuses extraurbanos que cubren la ruta hacia la Ciudad de Guatemala y una flotilla de pick ups que cubren la ruta hacia la cabecera departamental Santa Cruz del Quiché y hacia las comunidades del área rural.

- Índice de pobreza

De acuerdo con cifras publicadas por SEGEPLAN en septiembre del 2,001 en el documento “Estrategia de reducción de la pobreza”, la población del municipio en situación de pobreza asciende al 92.76% y en pobreza extrema al 64.01%.

1.5 Aspectos culturales y de participación social

- Grupos étnicos

La totalidad de personas indígenas son de etnia K'iché, descendientes directos de los mayas.

- Idiomas

En el municipio se hablan los idiomas K'iché y Español.

1.5.1. Número y naturaleza de las organizaciones sociales

A nivel comunitario la autoridad la ejercen los alcaldes auxiliares, quienes son designados por la misma comunidad y cuentan con la aprobación del alcalde municipal y la corporación municipal. También existen otras personas en apoyo a los alcaldes, como lo son los alguaciles de la misma localidad.

En apoyo a las acciones de desarrollo local tienen presencia en el municipio instituciones gubernamentales y no gubernamentales como Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, Ministerio de Educación, Ministerio de Agricultura, Policía Nacional Civil, CONALFA.

Para realizar proyectos y obras que benefician a los habitantes de las comunidades mejorando en alguna medida sus condiciones de vida, los grupos de población generalmente se organizan en comités pro-mejoramiento, debido a que tienen la responsabilidad de actuar en una amplia gama de acciones; sin embargo, también es frecuente que funcionen comités comunales que son creados con fines específicos, por ejemplo: comité pro construcción de escuela, comité pro introducción de energía eléctrica, comité pro construcción de puesto de salud, comité pro prevención del cólera, etc., los cuales son de carácter temporal.

Partidos políticos con organización dentro del municipio FRG, PAN, GANA, DC, UNE y URNG; los cuales compitieron para la alcaldía municipal en las elecciones generales del año 2003, habiendo salido triunfadora la planilla de URNG.

Tabla II Demanda comunitaria de proyectos

SECTORES	DEMANDA	COMUNIDADES	núm.
EDUCACIÓN	Circulación de escuelas	Cerritos I	1
		Choaxán I Cocode 2	2.
		Laguna Seca I Cocode 3	3.
		Cruz de camino	4.
		Cucabaj	5.
		Tzalamabaj I	6.
		Tululché I	7.
		Tululche III Cocode 2	8.
		Cruz de Camino	9.
		Membrillal II	10.
		Laguna Seca I	11.
		Las Flores	12.
		San Juan	13.
		Tululché III	14.
	Ampliación de escuela	Membrillal II Cocode I	15.
		Choyomché I	16.
		Choyomché II. Cocode 2	17.
		San Francisco	18.
		Los Tzoc.	19.
		Chupoj II Cocode 2	20.
		Tululché IV	21.
		Carrizal Cocode 1	22.
	San Juan	23.	
	Equipamiento de Escuelas escritorios y pizarrones.	Campo Alegre	24.
		Las Flores	25.
		San Juan	26.
	Cocina escolar/ Cocina comunal	Chupoj I Cocode 3	27.
		Chupoj II. Cocode 3	28.
		Tululché I	29.
		Membrillal II Cocode 2	30.
		Cerritos II	31.
		Carrizal Cocode 3.	32.
		Choaxán I. Cocode 3.	33.
	Patio Escolar	Choyomché II	34.
	Pavimentación del patio escolar	Membrillal I	35.
	Reparación de la escuela	Membrilla I	36.

SALUD	Puesto de Salud	Chupoj III	37.
		El Carrizal	38.
		Laguna Seca II	39.
		Membrillal I	40.
		San Juan	41.
		Tululché II	42.
	Farmacia comunal	Cucabaj	43.
	Tzalamabaj II.	44.	
Mejoramiento de la casa social	Chupoj I repello, piso y puerta de la casa social. Cocode 2	45.	
Construcción de un muro de contención del P/S	Laguna Seca II. Reparación del P/S. Cocode 2	46.	
SANEAMIENTO BÁSICO	Agua potable introducción y ampliación	Campo Alegre Ampl.	47.
		Choaxán I Ampl. Cocode I	48.
		Choyomché I y II Ampl.	49.
		Choaxán II Ampl. Cocode I	50.
		Chupoj I, Cocode I II y III Introd.	51.
		Cucabaj Introd.	52.
		El Carrizal Ampl.	53.
		Las Flores Ampl.	54.
		San Francisco Introd.	55.
		Tululché IV. introd.	56.
		Capuchinas/Charón Introd. Cocode I	57.
		Membrillal II. Ampl. Cocode 3	58.
		San Juan Introd.	59.
		Trinidad Introd.	60.
		Tululché II Ampl. Cocode 3	61.
	La Rinconada. Ampl.	62.	
	Predio de tanque de agua	Membrilla II	63.

	Letrinización	Campo Alegre	64.
		Cerritos I y II	65.
		Choaxán I	66.
		Choyomché I Cocode 3	67.
		Chupoj I y II	68.
		Cruz de Camino	69.
		Cucabaj	70.
		El Carrizal	71.
		Laguna Seca I	72.
		Los Tzoc	73.
		San Francisco	74.
		San Juan	75.
		Trinidad	76.
		Tzulché I	77.
		Tzalamabaj I y II	78.
Drenajes	Caja de agua	79.	
	Chiché sector oriente	80.	
	La Rinconada	81.	
COMPRA DE TERRENO	Para campo de futbol	Choaxán II	82.
		Carrizal Cocode 2	83.
		Laguna Seca II	84.
	Para recreación	Membrillal II	85.
		Cruz de Camino	86.
RED VIAL-	Ampliación y balastado de caminos vecinales	Campo Alegre	87.
		Choyomché II Cocode I	88.
		Choyomché I/Sector Campo Alegre y Parcelas Cocode 1 y 2	89.
		Tzulché IV/Temal	90.
		Laguna Seca II/La Cuchilla Cocode I	91.
		Laguna Seca II/Sector los Morales Cocode 3	92.
		Tzulché IV/Sector Suar	93.
		San Francisco	94.
		Charón	95.
		Tzalamabaj	96.
		Capuchinas Cocode 2	97.

Continuación

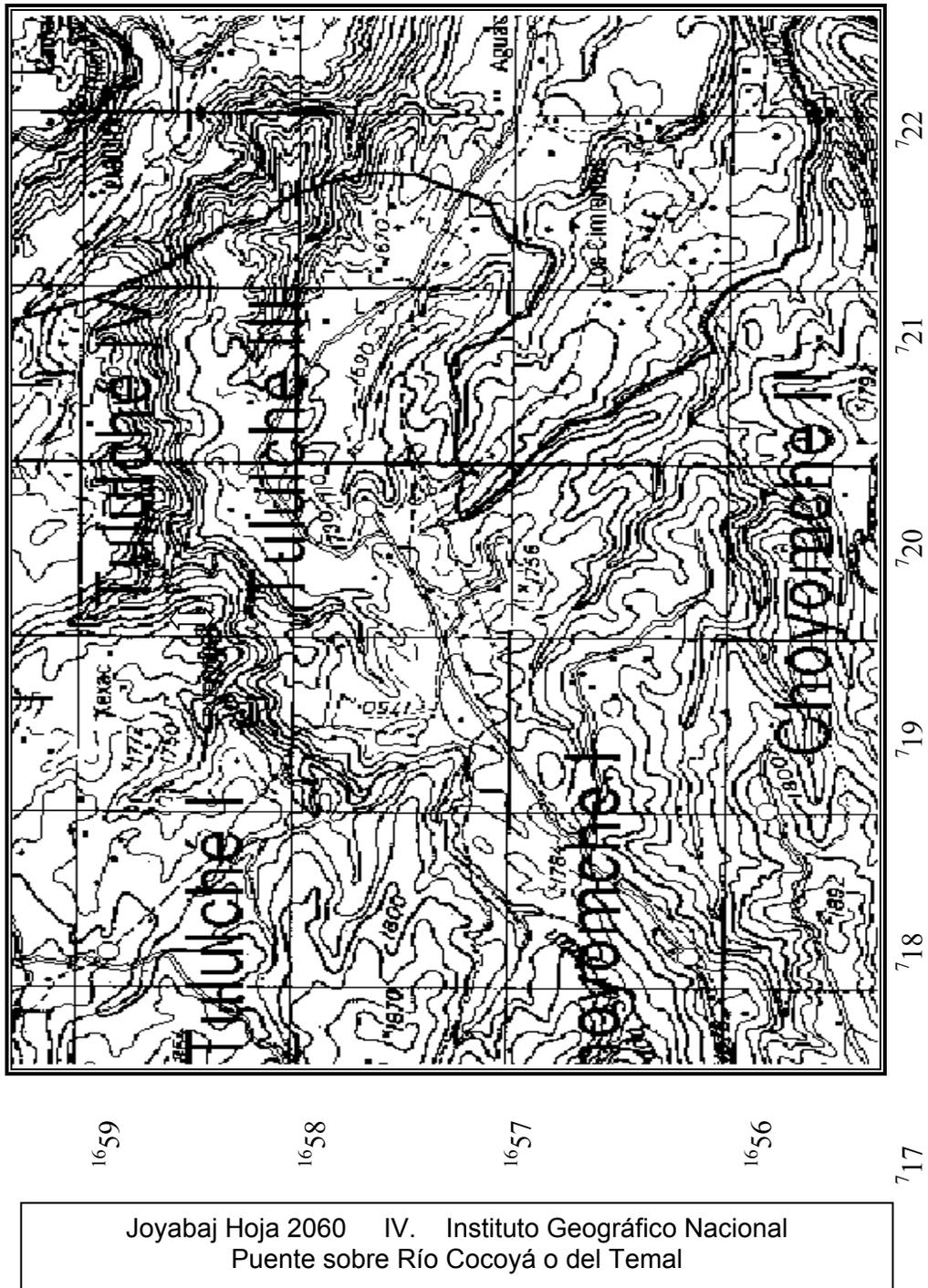
4/5

	Apertura de camino vecinal.	Paraje San Martín las Porras.	98.	
		Laguna Seca II/la cuchilla/rio Motagua Cocode I	99.	
		Los Tzoc	100.	
		Cerritos II.	101.	
		Rincón de los Leones/sector Cocode 2	102.	
		Tutulché II/Sector suar Cocode 1	103.	
		Mantenimiento de caminos vecinales	Paraje los Morales.	104.
		Chupoj III. Cocode 2	105.	
	INFRAESTRUCTURA	Salón de usos múltiples/Salón Comunal.	Choaxán I	106.
			Choyomché II Cocode 3	107.
			Choaxán II Cocode 2	108.
			Chupoj I	109.
			Chupoj III. Cocode 3.	110.
			El Carrizal	111.
Laguna Seca I			112.	
Las Flores			113.	
San Juan			114.	
Tutulché I y II			115.	
Tzalamabaj II			116.	
Tzalamabaj I. Cocode 3			117.	
Los Tzoc Cocode 2			118.	
Xexac			119.	
Puente vehicular		Choaxán II. Cocode 3	120.	
		Chupoj II	121.	
		El Carrizal	122.	
		Los Tzoc	123.	
		Tutulché II y III Cocode 2	124.	
		2 Tzalamabaj I Cocode I	125.	
Puente peatonal		Tzalamabaj I y II	126.	
		Capuchinas Cocode 3	127.	
		Charón Cocode 3	128.	
Circulación del cementerio	Rincón de los Leones	129.		
Ampliación y circulación del cementerio.	Cabecera Municipal Chiché.	130.		

	Miniriego	Rincón de los Leones Cocode I	131.
	Casa auxiliatura	Choaxán II	132.
FOMENTO ECONOMICO	Subsidio de fertilizante	Chupoj I	133.
	Tecnificación agrícola	Chupoj I	134.
		Laguna Seca II	135.
	Créditos	Laguna Seca II	136.
SOCIAL	Vivienda	Chupoj II	137.
		Tululché I	138.
	Teléfono comunitario	Cucabaj	139.
	Molino de mixtamal	Cucabaj	140.
	Pilas domiciliarias	Cucabaj	141.
	Estufa mejorada	Cerritos I	142.
		Choyomché I	143.
		Chupoj I	144.
		Cruz de camino	145.
		Cucabaj	146.
		Los Tzoc	147.
		San Juan	148.
		Tululché I	149.
		Tululché III	150.
	Tzalamabaj II	151.	
	Energía eléctrica	San Juan	152.
		San Francisco	153.
	Introducción de energía eléctrica	Chupoj I/ escuela y Casa Social Cocode I	154.
	Cancha de básquet bol	Laguna Seca I	155.
		Tzalamabaj II	156.
Cruz de Camino		157.	
Campo de fútbol	Choaxán I	158.	
	Choaxán II	159.	
	El Carrizal proyecto 2	160.	
	Chupoj II	161.	
	Las Flores	162.	

Las necesidades latentes en las comunidades en total son 162 proyectos en los siguientes sectores: educación, salud, infraestructura, fomento económico, social, red vial, entre otros. De estas necesidades sentidas y observadas, algunos proyectos fueron priorizados por los consejos comunitarios de desarrollo, seleccionando 3 proyectos por comunidad, los cuales se identifican en los cuadros como COCODE 1, 2, 3 en orden de prioridad, los demás proyectos fueron proporcionados por los habitantes de las comunidades y verificados por la Municipalidad a través de la Oficina Municipal de Planificación.

Figura 1 Mapa de localización del diseño del puente



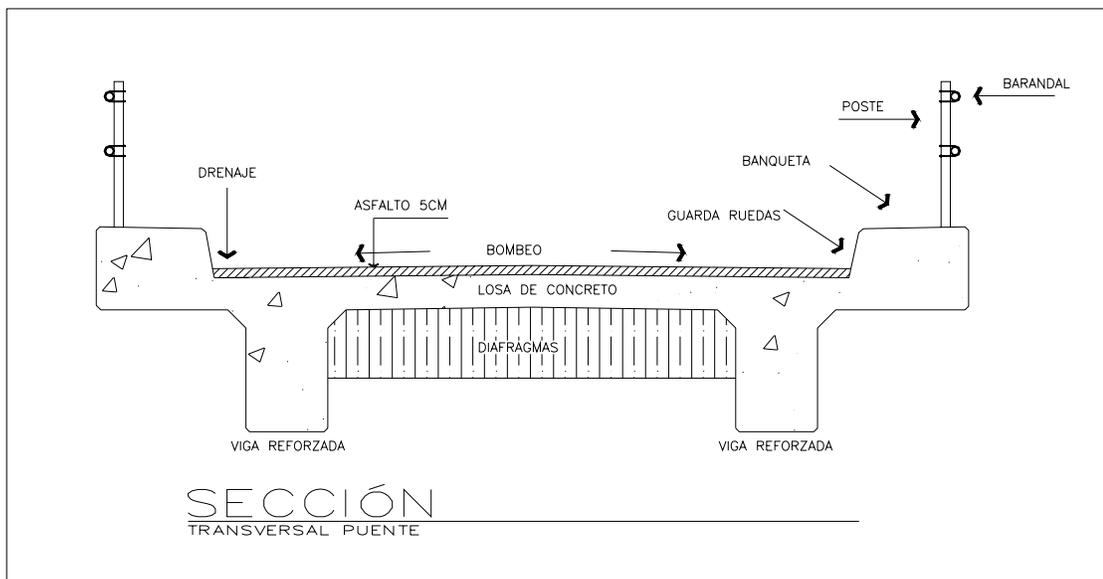
2. SERVICIO TECNICO PROFESIONAL

2.1. Diseño de un puente vehicular para el cantón Tululché II.

2.1.1. Descripción del proyecto

El puente vehicular está diseñado de concreto reforzado, barandales de tubos galvanizados y estribos de concreto ciclópeo. Se tomó la decisión que sea de una vía con un ancho útil de 3.50 metros y de 14 metros de luz. Cumple con las normas AASHTO y la carga de diseño para el puente H-15.

Figura 2 Sección transversal del puente



2.1.2. Determinación de la crecida máxima

La crecida máxima es un factor importante en el diseño del puente, pues proporciona la información para determinar las dimensiones de la obra y así evitar que sean destruidas por la corriente de agua en época de lluvia.

Existen varios procedimientos para estimar el caudal en las crecidas máximas; pero en el presente estudio se seleccionó el método de sección pendiente, por la falta de información hidrológica que existe en el lugar.

2.1.3. Método de sección pendiente

Este método es utilizado para determinar la crecida máxima de un río, cuando no se cuenta con la información hidrológica necesaria.

Para determinar la crecida por este método, es necesario establecer la máxima altura de agua alcanzada por una corriente en el pasado, ya sea buscando señales que han dejado grandes crecidas, información que proporcionan los habitantes del lugar o investigando en los archivos o en las crónicas locales.

Determinada la altura máxima, se obtiene el valor del área "A" de la sección de la corriente de la misma forma como se hace en aforos, para poder obtener el caudal máximo por medio de la fórmula $Q=V \cdot A$. El valor de la velocidad "V" de la corriente se obtiene por medio de la fórmula de Manning.

$$V = 1/n (R^{2/3})(S^{1/2})$$

V = Velocidad en m/s

R = Radio hidráulico

S = Pendiente

n = Coeficiente de rugosidad

R = área/perímetro mojado

Cálculo de la pendiente

$S = 100 \text{ (cota superior – cota inferior)/distancia horizontal}$

$S = 100 (2.80 - 2.65)/8.00$

$S = 1.87\%$

Cálculo del área

$A = (\text{base})(\text{altura})$

$A = (12.00\text{m})(1.50\text{m})$

$A = 18.00 \text{ m}^2$

Cálculo del radio hidráulico

$R = \text{Área/perímetro mojado}$

$R = (18.00 \text{ m}^2)/(15 \text{ m})$

$R = 1.20 \text{ m.}$

Cálculo del caudal

$V = 1/n (R^{2/3})(S^{1/2})$

$V = 1/0.04 (1.20^{2/3})(0.0187^{1/2})$

$V = 3.86 \text{ m/s}$

$Q = V \cdot A$

$Q = (3.86 \text{ m/s})(18.00\text{m}^2)$

$Q = 69.48 \text{ m}^3/\text{s}$

El cálculo del caudal sirve para determinar alturas mínimas de los puentes y áreas de descarga. Con base en la cantidad de agua que puede pasar en momentos críticos se puede determinar la geometría y materiales para la construcción de la subestructura. Tomando en cuenta que la sección del río en la crecida máxima es de 1.50 metros de altura y de 12.00 metros de ancho, con un área de desalojo de 18.00 m², la superestructura se diseñó con una luz de 14 metros y una altura de 3 metros.

2.1.4. Diseño de superestructura

2.1.4.1. Diseño de la losa

Calculando el espesor de la losa con base en la norma 8.9.2 AASHTO: donde se tiene la condición de $t > 0.17$ m usando la fórmula siguiente $t=1.2((s+3.05)/30)$:

“S” a rostro interno entonces $t=1.2((2.20+3.05)/30)=0.21$ m. Se utilizará un espesor de 0.20 m. como primera prueba y luego se chequea el peralte.

Integración de carga

La integración de cargas es la sumatoria de cargas muerta (peso propio), carga viva (peso a soportar) y carga de impacto, esta última es aplicada al momento de carga viva.

Carga muerta

Carga del concreto

$$W_{\text{concreto}} = 2400 \text{ kg/m}^3 * 0.20 \text{ m} = 480.00 \text{ kg/m}^2$$

Carga del asfalto:

$$\begin{aligned} \text{Wasfalto} &= 1090 \text{ kg/m}^3 * 0.05 \text{ m} = 54.50 \text{ kg/m}^2 \\ \text{Total} &= 534.50 \text{ kg/m}^2 \end{aligned}$$

Esta carga es aplicada al ancho unitario tributario de 1 m. por lo que da 534.50 kg/m

Carga del barandal = 9.52 kg/m

Momento para carga muerta

$$M_{cm} = 1/10 * w * l^2 = 1/10 * 534.50 \text{ kg/m} * (2.20 \text{ m})^2 = 258.70 \text{ kg-m}$$

Carga muerta de voladizo.

$$W_{vol} = 2400 \text{ kg/m}^3 * 0.50 \text{ m} * 1 \text{ m} = 1,200 \text{ kg/m}$$

$$M_{cm} = \frac{1}{2} * w * l^2 + p * l = \frac{1}{2} * 1,200 \text{ kg/m} * (0.50 \text{ m})^2 + 9 \text{ kg} * 0.75 \text{ m} = 156.75 \text{ kg-m}$$

Carga viva

Se utilizará la carga de un camión de H-15 (15,000 lb) según las normas de la AASHTO. Especificando que el eje más pesado es de 12,000 lb.

Momento para carga viva

La AASHTO en su tabla 3.23.1 recomienda diferentes distribuciones y la siguiente fórmula.

Momento de carga viva:

$$M_{cv} = 0.80 ((s+2)/32) * P$$

donde "S" es la distancia a rostros internos en pies y "P" es la carga viva del eje más pesado del camión.

$$M_{cv} = 0.80 ((7.21+2)/32) * 12,000.00 \text{ lb}$$

$$M_{cv} = 2,763.00 \text{ lb-pie} \approx 382.90 \text{ kg-m.}$$

Carga de impacto

La aplicación de cargas dinámicas producidas por camiones a los puentes no se efectúa de manera suave y gradual, sino violenta, por lo que se considera un incremento que se le hace al momento producido por la carga viva, según la norma de la AASHTO no deberá sobrepasar del 30%.

Por lo tanto:

$I = 15.24 / (S+138)$ donde "S" espacio interior entre vigas medido en metros.

$I = 15.24 / (2.20 \text{ m} + 38) = 0.37 = 37\%$ entonces usar el 30%.

Momento para carga de impacto

El momento de impacto resulta de calcular con la siguiente fórmula:

$M_{cv} \cdot I = 382.90 \text{ kg-m} \cdot 0.30 = 114.87 \text{ kg-m}$.

Integrando los momentos para diseño de losa

$M_{\text{último}} = 1.3 [M_{cm} + 5/3 (M_{cv} + M_{cv} \cdot I)]$

$M_{\text{último}} = 1.3 [156.75 \text{ kg-m} + 5/3 (382.90 \text{ kg-m} + 114.87 \text{ kg-m})] =$

$M_{\text{último}} = 1,282.27 \text{ kg-m}$.

Chequeo de peralte

Una vez calculado el momento último que actúa sobre la losa, se procede a verificar el peralte.

$$d = \sqrt{\{ M_u / [\phi \rho f_y b (1 - 0.59 \cdot \rho f_y / f'_c)] \}}$$

$$M_u = 128,227.00 \text{ kg-cm}$$

$$\rho = 0.0277$$

$$f_y = 2.810 \text{ kg/cm}^2$$

$$f'_c = 211 \text{ kg/cm}^2$$

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

$$\phi = 0.90$$

$$d = 4.84 \text{ cm}$$

Como puede verse este peralte es menor que el peralte eficaz.

Cálculo de peralte eficaz de losa

$$d = t - \text{recubrimiento} = 0.20 \text{ mt} - 0.035 \text{ mt} = 0.165 \text{ mt.}$$

Cálculo de refuerzo para la losa

$$M = 1,282.27 \text{ kg-m.}$$

$$f'_c = 211.00 \text{ kg/cm}^2$$

$$f_y = 2,810.00 \text{ kg/cm}^2 \quad \text{G-40}$$

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

$$d = 16.50 \text{ cm}$$

Utilizando el ancho unitario para el cálculo del acero en el sistema internacional de 1 m.

$$A_s = [(0.85 \cdot f'_c) / f_y] \cdot [b \cdot d - \sqrt{[(b \cdot d)^2 - (M_u \cdot b) / (0.0038 \cdot f'_c)]}]$$

$$A_s = 3.14 \text{ cm}^2$$

$$\rho_{\min} = 14.10 / f_y \quad A_{s \min} = \rho_{\min} \cdot b \cdot d$$

$$A_{s \min} = 14.10 / 2,810 \text{ kg/cm}^2 \cdot 100 \text{ cm} \cdot 16.50 \text{ cm} = 8.27 \text{ cm}^2$$

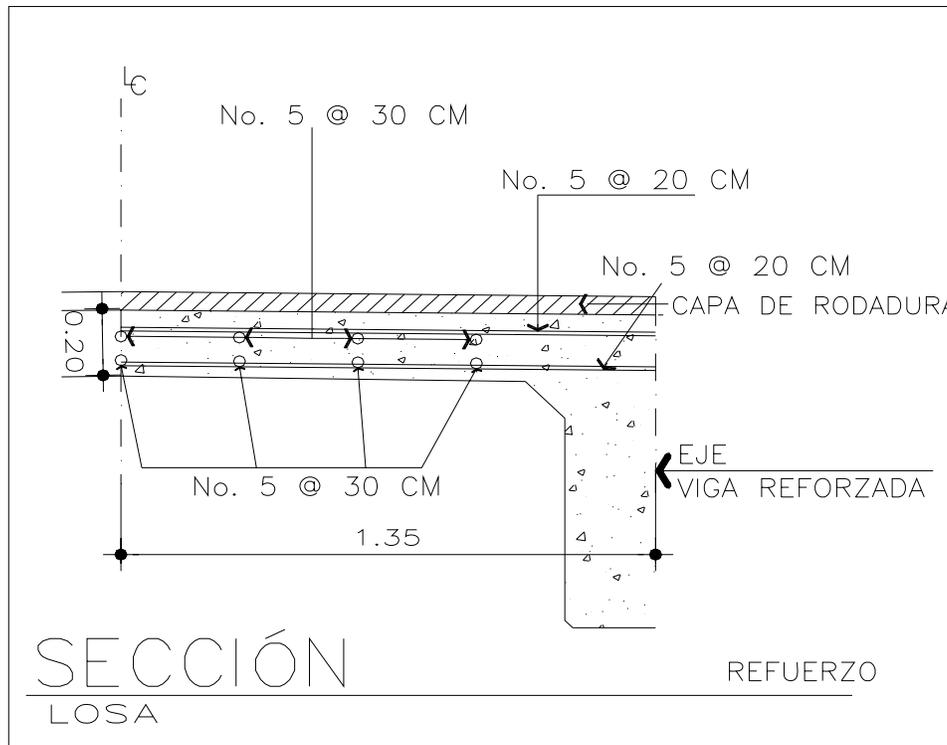
$$\rho_{\max} = 0.50 \cdot \rho_b$$

$$A_{s \max} = \rho_{\max} \cdot b \cdot d$$

$$A_{s \max} = 0.50 [0.85 \cdot 0.85 \cdot (f'_c / f_y) \cdot (6090 / (6090 + f_y))] \cdot b \cdot d$$

$$A_{s \max} = 30.63 \text{ cm}^2$$

Figura 3 Sección de losa



2.1.4.2. Diseño de la banqueta

La banqueta del puente se refuerza por temperatura, ya que solamente será para peatones. El voladizo de la losa ya fue calculado anteriormente, por lo se verificó que tiene un momento último menor que la losa interna, por lo tanto no se tiene ningún problema dejando el mismo armado de la losa.

$$A_{st} = 0.002 b t$$

$$A_{st} = 0.002 * 100 \text{ cm} * 26 \text{ cm} ; \quad A_{st} = 5.20 \text{ cm}^2$$

$$\left. \begin{array}{l} 5.20 \text{ cm}^2 \sim 100 \text{ cm} \\ 1.27 \text{ cm}^2 \sim S \text{ cm} \end{array} \right\}$$

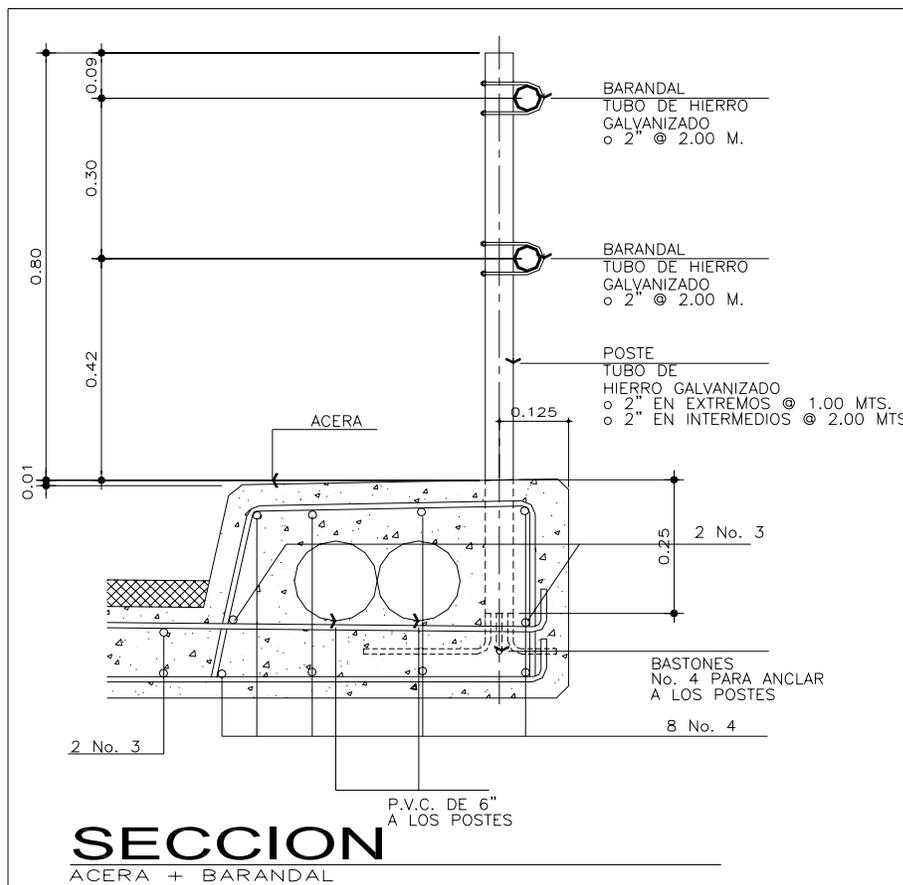
Resolviendo:

$$S = 24.42 \text{ cm}$$

Estribos No. 4 @ 20 cm

Y 8 No. 4 corridos.

Figura 4 Sección de banqueta reforzada



2.1.4.3. Diseño de diafragma

Se usarán dos diafragmas externos y un diafragma intermedio siendo la luz del puente de 14 metros. Los diafragmas no están diseñados para soportar cargas provenientes de la losa, los diafragmas se refuerzan con el área de acero mínimo.

Predimensionamiento

Diafragma interior = $\frac{3}{4}$ h de la viga principal

Diafragma exterior = $\frac{1}{2}$ h de la viga principal

Para ambos casos no deberá ser menor de 50 centímetros

$$h = \frac{3}{4} * 90 \text{ cm} = 67.50 \approx 70.00 \text{ cm}$$

$$h = \frac{1}{2} * 90 \text{ cm} = 45.00 \approx 50.00 \text{ cm}$$

con una base de 30.00 cm mínimo.

Diafragma interior

$$A_s \text{ min} = (14.1/f_y) b d$$

$$A_s \text{ min} = (14.1 / 2,810 \text{ kg/cm}^2) 30 \text{ cm} * 65 \text{ cm} = 9.78 \text{ cm}^2$$

Se utilizará 2 No. 7 + 1 No. 5 G-40 corridos ($2*3.87+198$), y la misma cantidad para la cama superior.

Para estribos (d/2) entonces No. 3 @ 30 cm.

Refuerzo adicional

$$\left. \begin{array}{l} 1.62 \text{ cm}^2 \sim 30.48 \text{ cm} \\ A_s \text{ cm}^2 \sim 30.00 \text{ cm} \end{array} \right\}$$

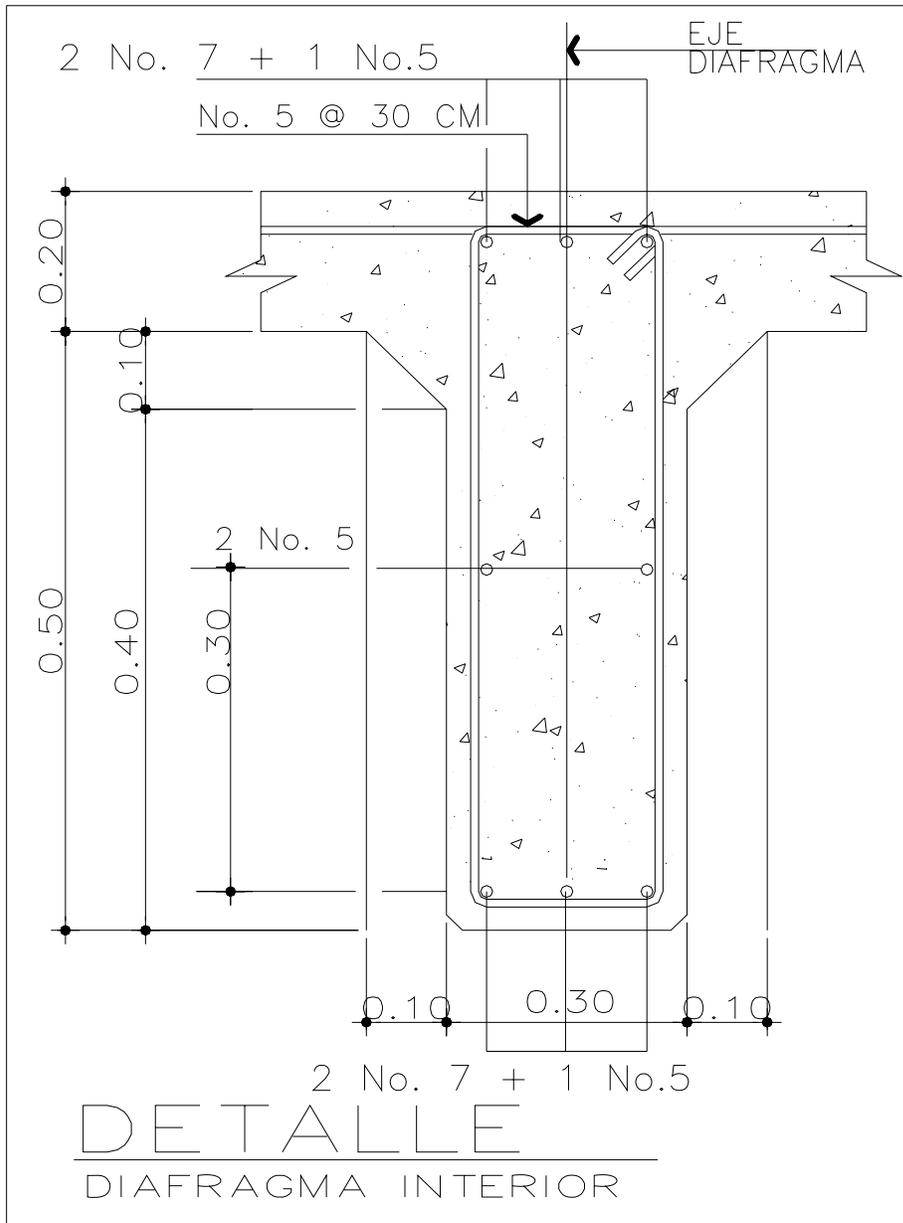
El área de refuerzo es:

$$A_s = 1.59 \text{ cm}^2 \approx 1 \text{ No. 5}$$

Se utilizará 2 No. 5 (1.98 cm^2) corrido.

Ver detalle en la página siguiente.

Figura 5 Detalle de diafragma interior



Diafragma exterior.

As min $(14.1/f_y) b d$

As min = $(14.1/ 2,810) 30\text{cm} \cdot 45\text{cm} = 6.77 \text{ cm}^2$

Se utilizará 2 No. 6 + 1 No. 4 corrido en la cama superior como inferior.

Estribos ($d/2$) No. 3 @ 20 cm G40

Refuerzo adicional

$1.62 \text{ cm}^2 \sim 30.48 \text{ cm}$

$As \text{ cm}^2 \sim 20.00 \text{ cm}$

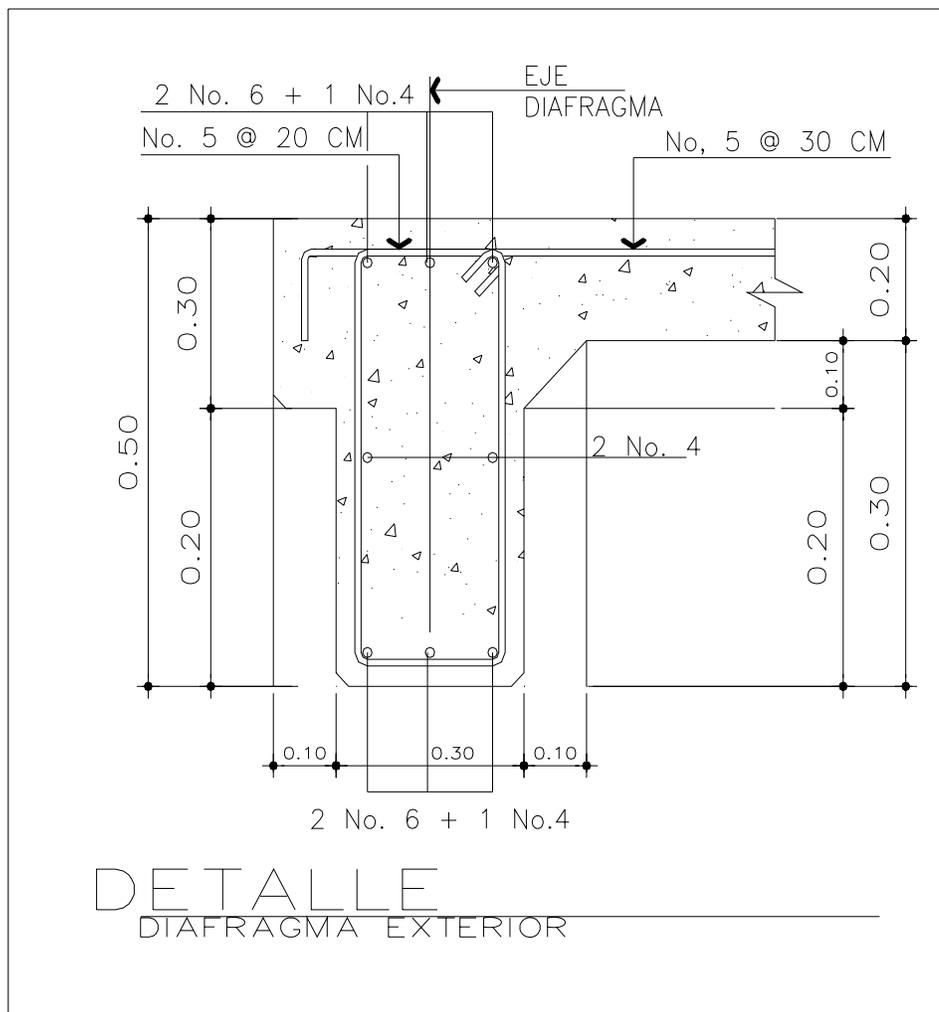


El área de refuerzo es:

$As = 1.06 \text{ cm}^2$

Se utilizará 1 No. 4 (1.27 cm^2) corrido.

Figura 6 Detalle de diafragma exterior



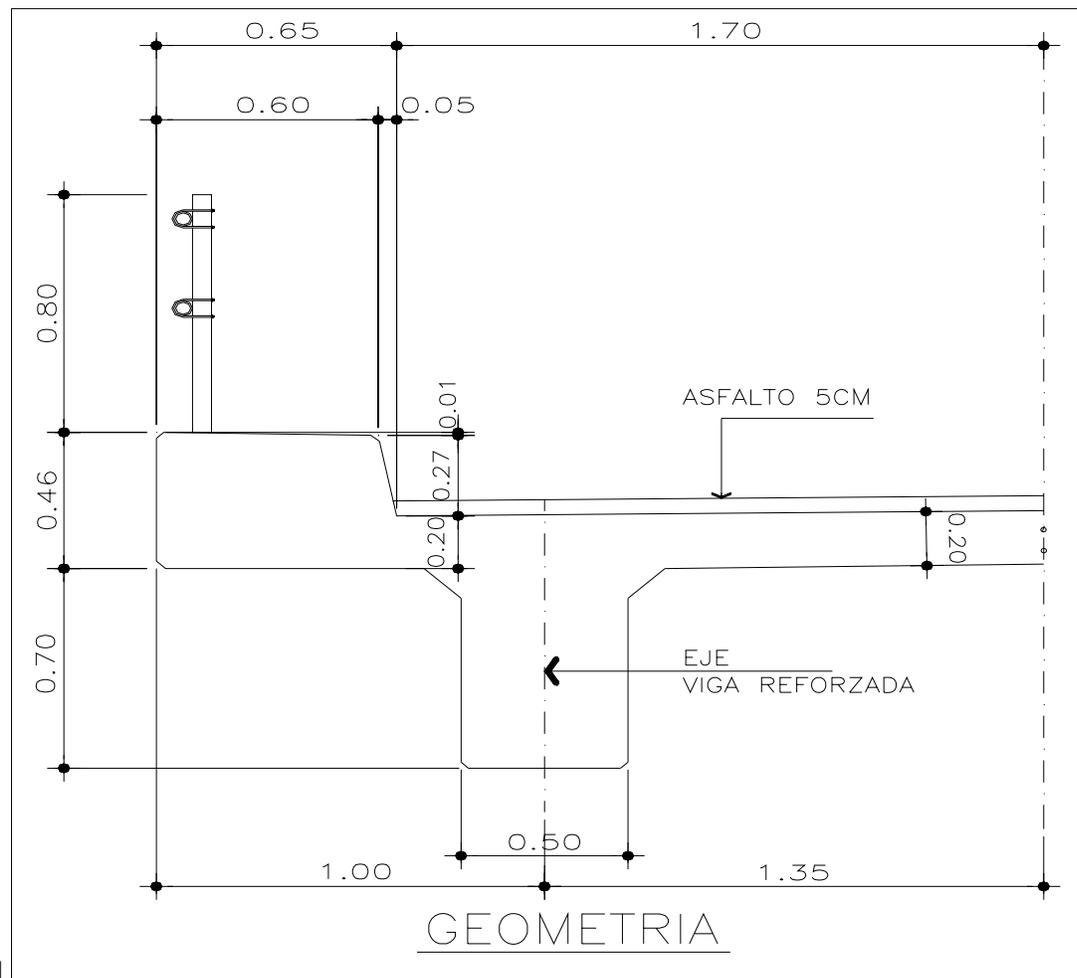
2.1.4.4. Diseño de la viga

El predimensionamiento de la viga se realiza evitando alabeo y deflexión, para esto se tiene las siguientes ecuaciones.

Para no tener que chequear deflexiones $h = l/16 = 14 \text{ m}/16 = 0.875 \text{ m} \approx 0.90 \text{ m}$

Para no tener que chequear alabeo se tiene la condición $3.5 b \geq H$; $b = H / 3.5 = 90 / 3.5 = 25.71 \text{ cm}$ como mínimo. Se utilizará $H / 2$ siendo el resultado $b = 50 \text{ cm}$.

Figura 7 Geometría sección del puente



Integración de carga: consiste en sumar todas las cargas que soporta la viga así como el peso propio.

-peso poste + tubo	=30.18 lb	= 13.71 kg/m
-peso de banqueta	=0.11 m ² *2400 kg/m ³	=264.00 kg/m
-peso losa	=0.15 m ² *2400 kg/m ³	= 360.00 kg/m
-asfalto	=0.085 m ² *1090 kg/m ³	= 92.65 kg/m
total		= 730.36 kg/m

Carga muerta

$$\text{Viga Cm} = [(730.36 \text{ kg/m}) + (2400 \text{ kg/m}^3 * 1.10 \text{ m} * 0.20 \text{ m}) + (2400 \text{ kg/m}^3 * 0.50 \text{ m} * 0.90 \text{ m})]$$

$$\text{Viga Cm} = 2,338.36 \text{ kg/m}$$

Como carga puntual están los diafragmas internos y externos.

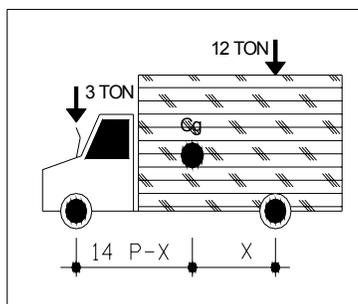
$$\text{Diafragma interior} = 2400 \text{ kg/m}^3 * 0.30 \text{ m} * 0.70 \text{ m} * 2.20 \text{ m} = 1,108.80 \text{ kg}$$

$$\text{Diafragma exterior} = 2400 \text{ kg/m}^3 * 0.30 \text{ m} * 0.50 \text{ m} * 2.20 \text{ m} = 792.00 \text{ kg}$$

Cálculo de momentos del método tradicional para la carga viva

Hallar el centro del camión realizando la sumatoria de momentos en uno de los ejes de la llanta.

Figura 8 Diagrama de cargas de H-15



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

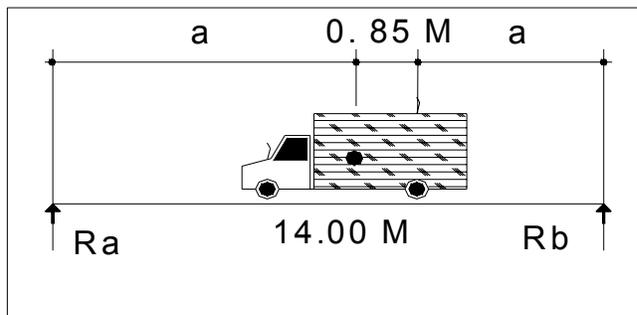
$$0 = 12x - 3(14-x) \quad 0 = 12x - 42 + 3x$$

$$0 = 15x - 42$$

$$x = 2.8 \text{ pie} \approx 0.85 \text{ mt.}$$

Encontrar la distancia "A" que es igual en ambos lados del camión + la distancia de eje trasero + Cg (centro de gravedad).

Figura 9 Diagrama de posición



Con este esquema se puede

formular la siguiente expresión y resolver:

$$14 \text{ m} = 2 a + 0.85$$

$$\frac{14 - 0.85}{2} = a : \quad a = 6.58 \text{ m.}$$

Al obtener el centro de gravedad se tomará la carga viva como puntual y las incógnitas son Ra y Rb.

$$\sum MR_b = 0$$

$$R_a (14 \text{ m}) - 6818.18 \text{ kg} (7.43 \text{ m}) = 0$$

$$R_a = 3618.50 \text{ kg}$$

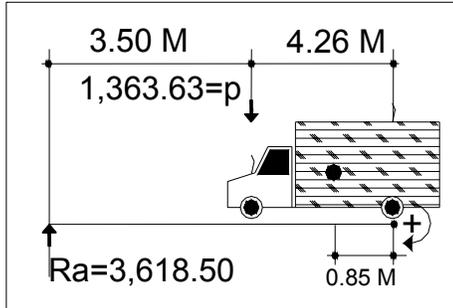
$$\sum F_v = 0$$

$$3618.50 \text{ kg} - 6818.18 \text{ kg} + R_b = 0$$

$$R_b = 3199.68 \text{ kg}$$

Para encontrar el momento máximo se realiza un corte en la sección donde se aplica la carga mayor y se hace el análisis del momento. En este caso el eje trasero es de mayor carga. Ver la figura X diagrama de cuerpo libre.

Figura 10 Diagrama de cuerpo libre



$$M_{\max.} = (3618.50 \text{ kg}) (7.43 \text{ m}) - (1363.63 \text{ kg}) (4.26 \text{ m})$$

$$M_{\max.} = 21,076.39 \text{ kg-m}$$

Es el momento máximo porque está sobre el eje más pesado.

Carga viva con tren de camiones

Se calcula que 1.5 camiones podrán pasar al mismo tiempo, éste criterio se basa debido a que la longitud del puente es de 14 metros, por lo que dos camiones no pueden pasar al mismo tiempo, por lo que el total de carga viva será el siguiente.

$$C_v = 1.5 (15\text{ton}) = 22.50 \text{ ton} = 10,227.27 \text{ kg}$$

$$\text{Carga distribuida } W = 10227.20 \text{ kg} / 14 \text{ m} = 730.51 \text{ kg/m}$$

$$M_{cv} = (730.51 \text{ kg/m}) (14 \text{ m})^2 / 8 = 17897.72 \text{ kg-m.}$$

Por los resultados obtenidos anteriormente se concluye que el diseño se hará con $M_{cv} = 21,076.39 \text{ kg-m}$.

Cálculo de impacto: como se dijo anteriormente es un porcentaje de la carga viva, con la siguiente condición $I \leq 30\%$.

$$I = 15.24 / (I + 38)$$

donde I = longitud del puente en metros.

$$I = 15.24 / (14 + 38) = 0.29$$

por lo tanto $I = 29 \%$

Fuerza de frenado

$$F = 5 \% * P_{total} * Brazo$$

$$F = (5 \%) (6818.18 \text{ kg}) (1.82 \text{ m}) = 620.45 \text{ kg-m}$$

Factor de distribución

El factor de distribución transversal para la viga, es un factor de seguridad, ya que el camión no pasa exactamente por el centro de la losa, por lo que se busca el caso crítico.

Según AASHTO el factor de distribución para puentes es la siguiente:

Puente de una vía = $S/6.5$ si $S < 6$ pies.

Puente de dos vías = $S/6.0$ si $S > 10$ pies.

Como en este caso el puente es de una vía y $S > 6$ pies ("S" distancia entre vigas a rostro), se calculará de la siguiente manera, realizando una sumatoria de momentos en el diagrama del puente respecto de una viga.

Figura 11 Diagrama transversal del puente

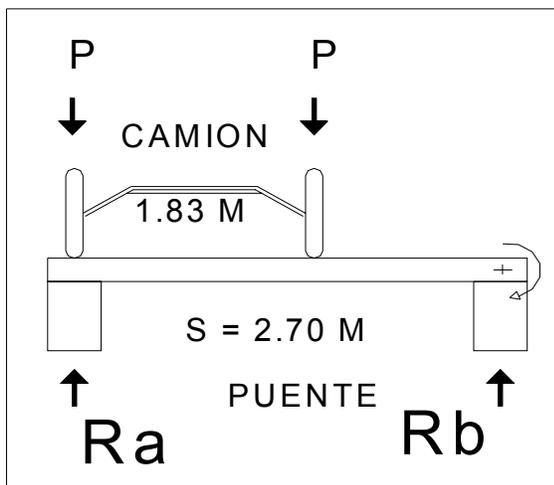


Diagrama del puente

Es crítico cuando la llanta pasa sobre una de las vigas.

$$Ra(2.70) - P(2.70) - P(0.87) = 0 \quad (2.70)Ra - (3.57)P = 0$$

$$Ra = (3.57/2.70)P = 1.32 P$$

Con el resultado anterior se tiene un F.D.=1.32

Momento de carga viva máxima

Es la suma de momento de carga viva de diseño más fuerza de frenado, multiplicado por el factor de distribución e impacto.

$$M_o = M_{\max} + \text{Fuerza de frenado}$$

$$M_o = 21,076.39 \text{ kg-m} + 620.45 \text{ kg-m} = 21,696.84 \text{ kg-m}$$

$$M_{cvIFD} = M_o * I * F. D.$$

$$M_{cvIFD} = (21,696.84 \text{ kg-m}) (1.29) (1.32) = 36,945.37 \text{ kg-m}$$

Momento de carga máxima

$$M_{\max cm} = W_{cm} * L^2 / 8 + P \text{ diaf} * a$$

$$M_{\max cm} = 2,338.36 \text{ kg/m} * (14 \text{ m})^2 / 8 + 554.40 \text{ kg} * 7 \text{ m} = 61,170.62 \text{ kg-m}$$

Momento último total

$$M_u = 1.3 [M_{cm} + 5/3 (M_{cv} * I * FD)]$$

$$M_u = 1.3 [61,170.62 \text{ kg-m} + 5/3 (36,945.37 \text{ kg-m})] = 159,570.10 \text{ kg-m}$$

Cálculo de acero para reforzar la viga del puente vehicular.

$$M_u = 159,570.10 \text{ kg-m}$$

$$f'c = 211 \text{ kg/cm}^2$$

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

$$b = 50 \text{ cm}$$

$$d = 83.75 \text{ cm}$$

$$As = [(0.85 \cdot f'c) / fy] \cdot [b \cdot d - \sqrt{(b \cdot d)^2 - (Mu \cdot b) / (0.0038 \cdot f'c)}]$$

$$As_{req} = 91.49 \text{ cm}^2$$

$$As_{max} = 0.50 [0.85 \cdot 0.85 \cdot (f'c / fy) \cdot (6090 / (6090 + fy)) \cdot b \cdot d]$$

$$As_{max} = 0.5 [0.85 \cdot 0.85 \cdot (211 \text{ kg/cm}^2 / 2810 \text{ kg/cm}^2) \cdot (6090 / (6090 + 2810)) \cdot 50 \text{ cm} \cdot 80 \text{ cm}]$$

$$As_{max} = 74.24 \text{ cm}^2$$

$$As_{min} = (14.10 / 2810 \text{ kg/cm}^2) \cdot b \cdot d$$

$$As_{min} = (14.10 / 2810 \text{ kg/cm}^2) \cdot 50 \text{ cm} \cdot 80 \text{ cm} = 20.07 \text{ cm}^2$$

$$As_{min} < As < As_{max}$$

Por los datos obtenidos de las anteriores fórmulas se tendrá que reforzar a compresión:

$$As_{max} = 74.24 \text{ cm}^2 \quad M = 127,524.54 \text{ kg-m}$$

Calculando el momento que aún falta por reforzar (M_r).

$$M_r = 160,190.64 \text{ kg-m} - 127,524.54 \text{ kg-m} = 32,045.56 \text{ kg-m}$$

Calculando el área de acero a compresión (As').

$$M_r = 32,045.56 \text{ kg-m}$$

$$As' = [M_r \cdot 100 \text{ cm/m}] / [0.9 \cdot fy \cdot (d - d')]$$

$$As' = 16.35 \text{ cm}^2$$

Incrementar As' en un 33%.

$$As'' = 1.33 \cdot As' = 1.333 \cdot 16.35 \text{ cm}^2 = 21.79 \text{ cm}^2 \approx 5 \text{ No. 8}$$

Según la ACI, debe haber cuatro varillas en toda la longitud de la viga como mínimo, entonces el armado queda de la siguiente manera:

$$\text{Acero a tensión: } As_{max} + As' = 74.24 + 16.35 = 90.59 \text{ cm}^2 \approx 18 \text{ No. 8}$$

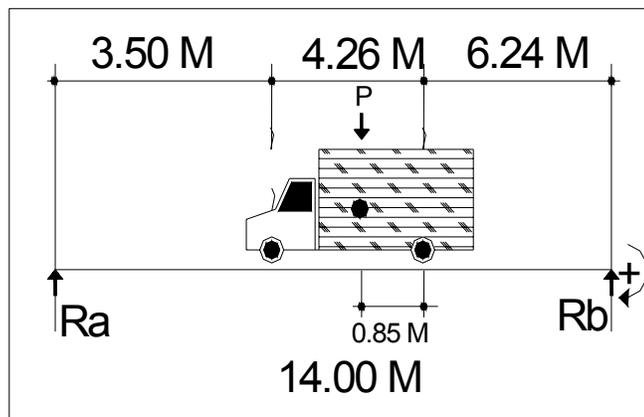
$$\text{Acero a compresión: } As'' = 1.33 \cdot As' = 1.333 \cdot 16.35 \text{ cm}^2 = 21.79 \text{ cm}^2 \approx 5 \text{ No. 8}$$

Sin embargo, por especificación según la ACI, en la cama superior (área a compresión) debe colocarse el 33% del acero en tensión por sismo, el cual es equivalente a 6 No. 8; por lo que éste será el refuerzo a colocar.

Calculo de momentos en la viga con diferentes posiciones de la carga viva

Sección L/4 = 14 m/4 = 3.5 m.

Figura 12 Ubicación de H-15 en el puente



$$\sum Mb = 0$$

$$Ra(14 \text{ m}) - 6818.00(7.09) = 0 \quad Ra = 3,452.92 \text{ kg.}$$

$$\sum Fv = 0$$

$$Rb = 3365.26 \text{ kg}$$

Encontrar el momento

$$Mcv = Ra (3.5 \text{ m}) = 3365.26 \text{ kg} \cdot 3.5 \text{ m} = 11,778.41 \text{ kg-m}$$

$$\text{Impacto } I = 0.30 \quad \text{F.D.} = 1.32$$

Calculados en la página 36 y 37

$$Mcv \text{ I FD} = 11,778.41 \text{ kg-m} \cdot 1.30 \cdot 1.32 = 20,211.75 \text{ kg-m.}$$

Carga muerta

$$M_{3.5\text{ m}} = (2,338.36 \text{ kg/m} \cdot (10.50 \text{ m})^2) / 8 + 554.40 \text{ kg} \cdot 7 \text{ m} = 36,106.32 \text{ kg-m}$$

Momento último total

$$M_u = 1.3 [M_{cm} + 5/3 (M_{cv} \cdot I \cdot F_D)]$$

$$M_u = 1.3 [36,106.32 \text{ kg-m} + 5/3 (20,211.75 \text{ kg-m})] = 90,730.41 \text{ kg-m}$$

Acero para el momento a 3.5 metros de los apoyos.

$$A_s_{\text{cal } M_{3.5\text{ m}}} = 50.04 \text{ cm}^2$$

Anteriormente se encontró que el acero de la viga a tensión es de 91.04 cm^2 y obteniendo el 50% de este valor es de 45.52 cm^2 . Se decide utilizar el acero calculado a 3.5 metros (50.04 cm^2):

$$M_{\text{max}} = 127,524.54 \text{ kg-m} > M_{\text{diseño}} = 90,730.41 \text{ kg-m}$$

Según la especificación del ACI, ya que el momento máximo es mayor que el momento de diseño, no necesita reforzarse a compresión en los puntos de 0 a 3.50 metros de los apoyos y se calcula el valor A_s necesario para resistir el momento de diseño ($M_{\text{diseño}} = 90,730.41 \text{ kg-m}$, $A_{s_{M_{3.5\text{ m}}}} = 50.04 \text{ cm}^2$).

Diseño a corte

Las fórmulas para corte son:

$$V_{cm} = wL/2$$

$$V_{cm} = P/N \quad \text{si hubieren cargas concentradas}$$

Donde L: longitud en m

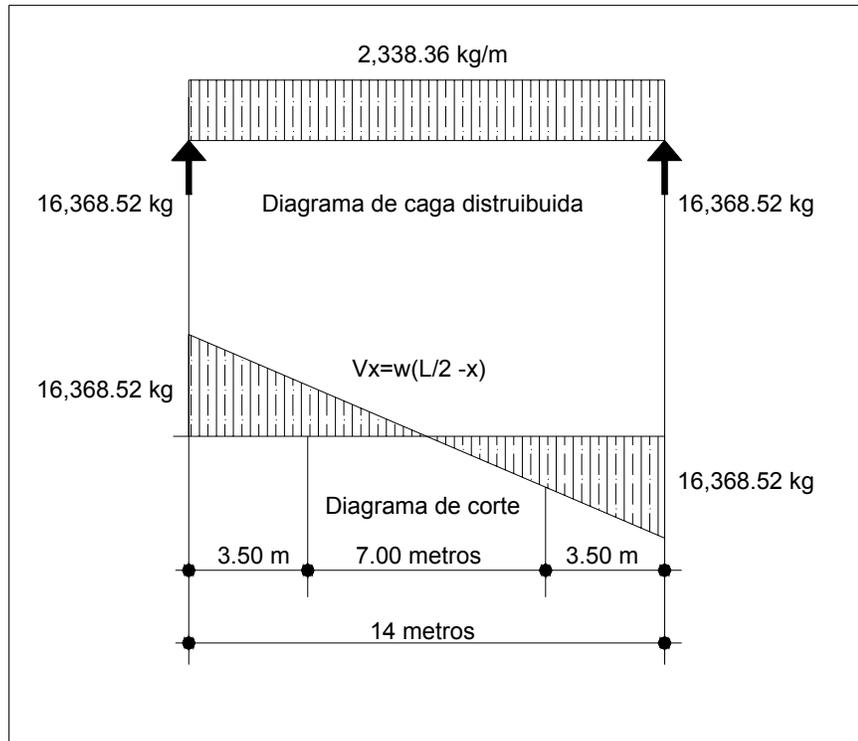
W: carga distribuidas en kg/m

P: carga concentrada en kg

Para este caso se usará: $V_{cm} = wL/2 + \sum P/2$

$$\text{Corte último:} \quad V_u = 1.3 [V_{cm} + 5/3 (V_{cv} \cdot I)]$$

Figura 13 Diagrama de cargas



$$V_x = V_a = V_b = P/2 = 554.4 \text{ kg} / 2 = 277.20 \text{ kg.}$$

$$W = 2,338.36 \text{ kg/m}$$

$$V_a = V_b = w L/2$$

$$V_x = wL/2 - wX \quad : \text{ corte máximo menos corte en un punto } x$$

$$V_x = w (L/2 - x) \quad : \text{ donde } w = 2,338.36 \text{ kg/m}$$

: L & x = variables en m.

: V_x = corte en kg.

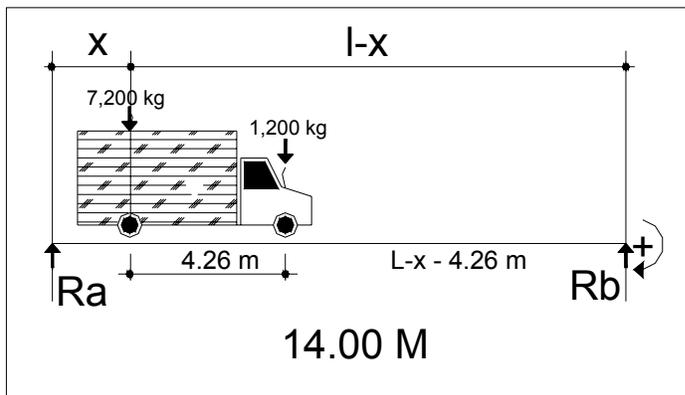
Tabla III Corte de carga muerta para la viga principal

Punto x (m)	Vw (kg)	Vpd (kg)	Vcm total
0.00	16,368.52	277.20	16,645.72
1.40	13,094.82	277.20	13,372.02
3.50	8,184.26	277.20	8,461.46
4.20	6,547.41	277.20	6,824.61
5.60	3,273.70	277.20	3,550.90
7.00	0.00	277.20	277.20

Por carga viva

Se calculan los cortes moviendo el vehículo de un extremo a otro.

Figura 14 Diagrama de posición para corte



Eje mayor + factor de distribución

Eje trasero $0.80 (6818.18 \text{ kg}) \cdot (1.32) = 7,200.00 \text{ kg}$

Eje delantero $0.20 (6818.18 \text{ kg}) \cdot (1.32) = 1,200 \text{ kg}$

La ecuación se deduce del anterior diagrama.

A continuación se calculan dos iteraciones y seguidamente se presentan dos tablas con todos los puntos calculados.

$$V_{0.00} = [7,200.00 \text{ kg} \cdot 14.0 \text{ m} + 1,800 \text{ kg} \cdot 9.74 \text{ m}] / 14 \text{ m} = 8,452.29 \text{ kg}$$

$$V_{0.10} = [7,200.00 \text{ kg} \cdot 12.6 \text{ m} + 1,800 \text{ kg} \cdot 8.34 \text{ m}] / 14 \text{ m} = 7,552.28 \text{ kg}$$

$$I = 15.24 / (L+38) = 15.24/(14 \text{ m}+38) = 0.29$$

$$I = 15.24 / (L+38) = 15.24/(12.60 \text{ m}+38) = 0.30$$

Corte último

$$V_u = 1.3 [V_{cm} + 5/3 (V_{cv} + V_{cv} * I)]$$

$$V_u = 1.3 [16,645.72 \text{ kg} + 5/3 (8,452.29 \text{ kg} + 2,535.68 \text{ kg})] = 45,446.70 \text{ kg}$$

Cálculo del corte resistente del concreto

$$V = 0.85 * 0.53 * (\sqrt{f_c}) * b * d$$

$$V = 0.85 * 0.53 * (\sqrt{211 \text{ kg/cm}^2}) * 50 \text{ cm} * 80 \text{ cm} = 26,175.56 \text{ kg}$$

Cálculo de espaciamiento

$$S = [(\phi A_v) * f_y * d] / (V_u - V_c)$$

$$S = (2 * 1.27 \text{ cm}^2 * 2810 \text{ kg/cm}^2 * 80 \text{ cm}) / (45,446.70 \text{ kg} - 26,175.56 \text{ kg}) = 29.62 \text{ cm}$$

Tabla IV Corte de carga viva para la viga principal

Punto X (m)	V _{cm} (kg)	V _{cv} (kg)	V _{cv} *I (kg)	V _u (kg)
0.00	16,645.72	8,452.29	2,535.69	45,446.71
1.40	13,372.02	7,552.29	2,265.69	38,655.89
3.50	8,461.46	6,202.29	1,860.69	28,469.67
4.20	6,824.61	5,752.29	1,725.69	25,074.26
5.60	3,550.90	4,852.29	1,455.69	18,283.45
7.00	277.20	3,952.29	1,185.69	11,492.63

Tabla V Espaciamiento de los estribos

Punto X (m)	Vu (kg)	Vcr (kg)	S teórico (cm)	S real (cm)
0.00	45,446.71	26,175.56	25.18	15.00
1.40	38,655.89	26,175.56	38.89	25.00
3.50	28,469.67	26,175.56	211.56	30.00
4.20	25,074.26	26,175.56	-440.70	30.00
5.60	18,283.45	26,175.56	-61.50	30.00
7.00	11,492.63	26,175.56	-33.05	30.00

Por seguridad se propone colocar estribos No. 4 @ 15 cm en una longitud de 1.40 m. luego @ 25 cm en un tramo de 2 m y el resto @ 30 cm

Figura 15 Sección de viga reforzada

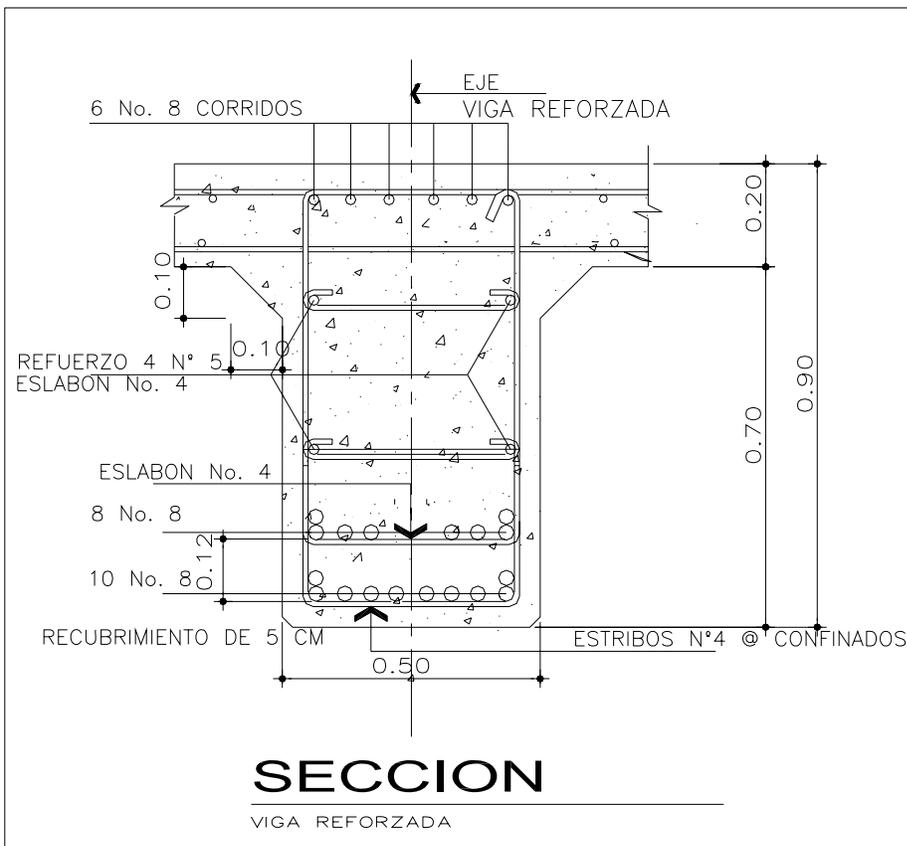
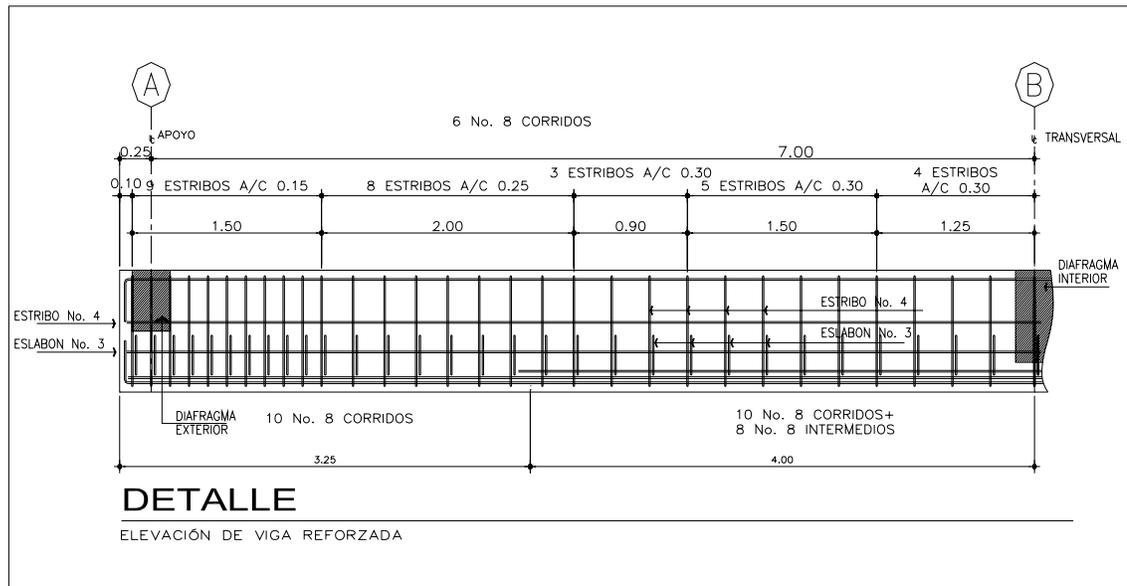


Figura 16 Detalle de elevación de la viga reforzada



2.1.5. Diseño de subestructura

2.1.5.1. Diseño de cortina

Según AASHTO se considera una sobrecarga del suelo del equivalente líquido de 2 pies de alto, con una presión de 480.00 kg/m^3

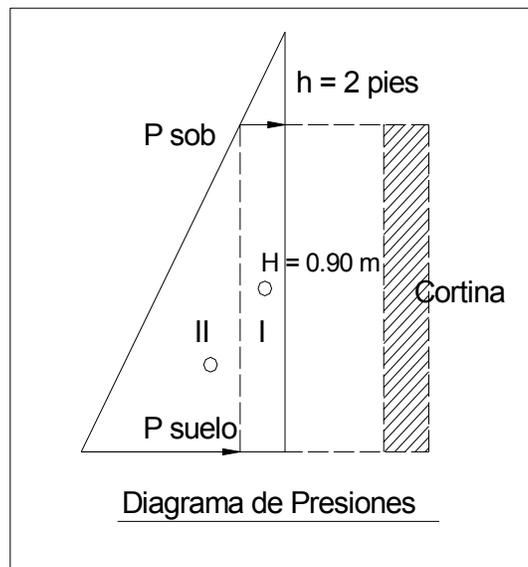
Figura 17 Diagrama de presiones

Diagrama de presiones

Presión del suelo = 480.00 kg/m^3
con 2 pies de alto.

$$P_{\text{sob}} = 480 \text{ kg/m}^3 \cdot 0.61 \text{ m} \\ = 292.80 \text{ kg/m}^2$$

$$P_{\text{suelo}} = 480 \text{ kg/m}^3 \cdot 0.90 \text{ m} \\ = 432.00 \text{ kg/m}^2$$



**Encontrando las fuerzas
actuantes distribuidas**

Empujes (provocado por el suelo)

$$E_{\text{sobrecarga}} = P_{\text{sob}} \cdot H = 292.80 \text{ kg/m}^2 \cdot 0.90 \text{ m} = 263.52 \text{ kg/m}$$

$$E_{\text{suelo}} = P_{\text{suelo}} \cdot H/2 = 432.00 \text{ kg/m}^2 \cdot 0.90 \text{ m}/2 = 194.40 \text{ kg/m}$$

Encontrando los momentos

$$\text{Fuerza} = M_{\text{Esob}} = E_{\text{sob}} \cdot C_{\text{g de rec}} = 263.52 \text{ kg/m} \cdot 0.90 \text{ m}/2 = 118.58 \text{ kg}$$

$$\text{Fuerza} = M_{\text{Esuelo}} = E_{\text{sue}} \cdot C_{\text{g de trian}} = 194.40 \text{ kg/m} \cdot 0.90 \text{ m}/3 = 58.32 \text{ kg}$$

Fuerza longitudinal (aplicada a la cortina)

$$F.L. = 5 \% * P/2H$$

P= carga del camión (carga unitaria)

$$F.L. = 0.05 (6,818.18 \text{ kg}) / (2*0.90 \text{ m}) = 189.39 \text{ kg/m} * 1 \text{ m} = 189.39 \text{ kg}$$

Se debe multiplicar el resultado por 2

$$F.L. = 2*(189.39 \text{ kg}) = 378.78 \text{ kg}$$

El brazo donde actúa $H_p = H + 6$ pies

$$H_p = 0.90 \text{ m} + 1.82 \text{ m} = 20.72 \text{ m}$$

Calculando el sismo

- ▶ -Coeficiente de sismo 10 % según normas AASHTO 3.21.
- ▶ -con ancho unitario de 1 m.

Calculando el peso por unidad

$$W = b * H * 1 \text{ m unitario} * \text{peso específico del concreto (sc)}.$$

H = altura de cortina (90.00 cm).

b = base (30.00 cm)

A = ancho (1.00 m)

$$w = 0.30 \text{ m} * 0.90 \text{ m} * 1 \text{ m} * 2400 \text{ kg/m}^3$$

$$w = 648.00 \text{ kg}$$

s = w unit * (coef. sis).

$$s = 648.00 \text{ kg} * 0.10 = 64.80 \text{ kg}$$

Probando con grupo III

$$M \text{ max} = 1.3 (E_{sob} + E_s + F.L.)$$

$$\text{Donde } F.L. = F * \text{brazo } H \text{ cortina.} = 378.78 * 0.90 = 340.90$$

$$M \text{ max} = 1.3 (118.58 \text{ kg-m} + 58.32 \text{ kg-m} + 378.78 \text{ kg} * 0.90 \text{ m}) = 673.14 \text{ kg-m}$$

Con grupo VII

$$M_{\max} = 1.3 (E_{\text{sob}} + E_{\text{s}} + S)$$

donde S es el momento aplicado H/2 de la cortina

$$M_{\max} = 1.3 (118.58 \text{ kg-m} + 58.32 \text{ kg-m} + 64.80 \text{ kg} \cdot 0.90 \text{ m}/2) = 267.88 \text{ kg-m}$$

Al compararse los resultados obtenidos se observa que el M_{\max} grupo III es mayor que el grupo VII, por lo que se utilizará el mayor de estos.

$$M_{\max} \text{ grupo III} > M_{\max} \text{ grupo VII} \quad M_{\max} = 673.14 \text{ kg-m}$$

Calculando cuantía de acero para la cortina

$$M_u = 673.14 \text{ kg-m}$$

$$d = H_{\text{rec}} = 30 \text{ cm} - 5 \text{ cm} = 25 \text{ cm}$$

$$b = 90 \text{ cm}$$

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

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

$$A_{s \text{ req}} = 1.06 \text{ cm}^2$$

$$A_{s \text{ mín}} = (14.1/2810 \text{ kg/cm}^2) \cdot 90 \text{ cm} \cdot 25 \text{ cm} = 11.30 \text{ cm}^2$$

$$A_{s \text{ máx}} = 0.50 [0.85 \cdot 0.85 \cdot (210 \text{ kg/cm}^2 / 2810 \text{ kg/cm}^2) (6090 / (6090 + 2810 \text{ kg/cm}^2))] \cdot 25 \text{ cm} \cdot 90 \text{ cm} = 41.56 \text{ cm}^2$$

Se utilizará 10 No. 4 corrido G40

Diseño por corte

Diseño por ecuaciones de grupo III

$$V = 1.3 (E + F \cdot L)$$

donde E = ($E_{\text{sob}} + E_{\text{suelo}}$)

$$V = 1.3 (263.52 \text{ kg/m} + 194.40 \text{ kg/m} + 378.78 \text{ kg/m}) = 1,087.71 \text{ kg}$$

Con el grupo VII

$$V = 1.3 (E_{sob} + E_{suelo} + S)$$

$$V = 1.3(263.52 \text{ kg/m} + 194.40 \text{ kg/m} + 64.80 \text{ kg}) = 679.54 \text{ kg}$$

GRUPO III > GRUPO VII

$$V_u = 1,087.71 \text{ kg}$$

$$V_r = 0.85 * 0.53 * (\sqrt{210 \text{ kg/cm}^2}) * 90 \text{ cm} * 25 \text{ cm} = 14,688.82 \text{ kg}$$

Con este resultado se puede observar que el concreto resiste más que la carga de corte último, por lo que se utilizará el espaciamiento máximo.

$$\text{Espaciamiento máximo} = S = d/2 = 25 \text{ cm}/2 = 12 \text{ cm}$$

Se utilizarán estribos No. 3 @ 12 cm G40

2.1.5.2. Diseño de la viga de apoyo

Se diseña únicamente por aplastamiento. Se integran las siguientes cargas para el diseño.

Carga muerta: esta carga es la cuarta parte del puente.

$$W_{losa} = 2400 \text{ kg/m}^3 * 0.20 \text{ m} * 1.10 \text{ m} * 7.00 \text{ m} = 3,696.00 \text{ kg}$$

$$W_{nervio} = 2400 \text{ kg/m}^3 * 0.90 \text{ m} * 0.50 \text{ m} * 7.00 \text{ m} = 7,560.00 \text{ kg}$$

$$W_{acera} = 2400 \text{ kg/m}^3 * (0.75 \text{ m} * 0.20 \text{ m} * 7.00 \text{ m} + 0.11 \text{ m}^2 * 7.00 \text{ m}) =$$

$$W_{acera} = 4,368.00 \text{ kg}$$

$$W_{Diagrama} = 2400 \text{ kg/m}^3 * 0.30 \text{ m} * 0.50 \text{ m} * 1.10 \text{ m} = 396.00 \text{ kg}$$

$$\text{Carga muerta total} = 16,020.00 \text{ kg.}$$

Carga viva

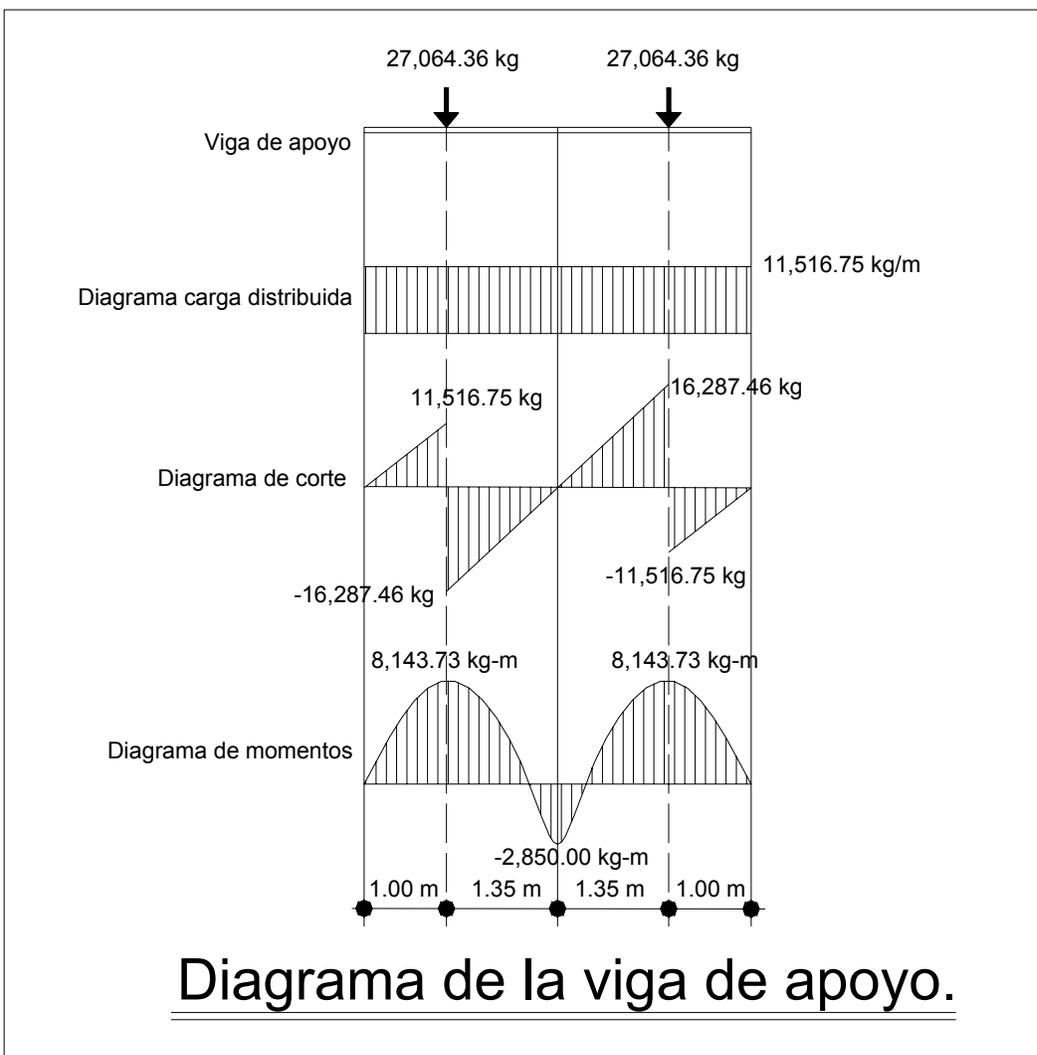
W_1 = es la carga viva del camión, se calcula el eje más pesado ya que es el caso más crítico, y se divide entre dos:

$$W = 6,818.18 \text{ kg} * 0.80 / 2 = 2,727.27 \text{ kg}$$

$$P_u = 1.40 (16,020.00 \text{ kg}) + 1.70 (2,727.27 \text{ kg}) = 27,064.36 \text{ kg}$$

A continuación se presentan los diagramas de carga distribuida, diagrama de corte y diagrama de momentos. En estos diagramas se calcula el corte máximo y momento máximo para luego encontrar el As requerido para el armado de la viga de apoyo.

Figura 18 Diagrama de la viga de apoyo



Cálculo por deflexión

$$M_u = 8,143.73 \text{ kg-m}$$

$$b = 70.00 \text{ cm}$$

$$d = 35.00 \text{ cm}$$

$$f'_c = 211 \text{ kg/cm}^2$$

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

$$A_s \text{ req} = 9.55 \text{ cm}^2$$

$$A_s \text{ min} = A_s \text{ mín} = (14.1/f_y) * b * d$$

$$A_s \text{ mín} = (14.1/2810 \text{ kg/cm}^2) * 70 \text{ cm} * 40 \text{ cm} = 14.04 \text{ cm}^2$$

Por lo que se usa el acero mínimo, la forma de armar es la siguiente: 4 No. 4 + 6 No. 5 corridos.

Cálculo por corte

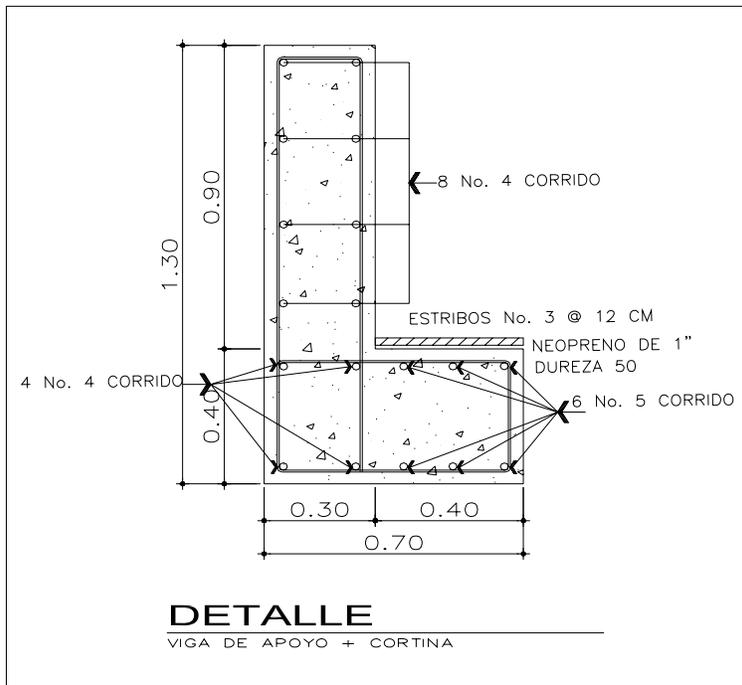
Como se observa en la figura 18 el diagrama de la viga de apoyo, el valor del corte de diseño es de $V_u = 16,287.46 \text{ kg}$. Y el corte que resiste el concreto es:

$$V_{cr} = 0.85 * 0.53 * \sqrt{211 \text{ kg/cm}^2} * 70 \text{ cm} * 40 \text{ cm} = 18,322.89 \text{ kg}$$

$V_c > V_u$: por lo que se usará espaciamiento máximo $S = d/2$

$S = 35 / 2 = 17.5 \text{ cm}$; se propone usar estribos No. 3 @ 12 cm. Ver detalle de viga de apoyo y cortina en la figura 19 Detalle de viga de apoyo y cortina.

Figura 19 Detalle de viga de apoyo y cortina



Neopreno

$$\text{Área de aplastamiento} = A_p = P / \phi f'_c$$

donde ϕ : Diámetro No. 3

$$f'_c = 211 \text{ kg/cm}^2$$

$$P = 54,128.72 \text{ kg}$$

$$A_p = 54,128.72 \text{ kg} / (0.71 \text{ cm}^2 * 211 \text{ kg/cm}^2) = 361.32 \text{ cm}^2$$

$$B_b = \sqrt{A_p} = \sqrt{361.32 \text{ cm}^2} = 19.00 \text{ cm}^2$$

Se recomienda utilizar neopreno de cómo mínimo de 25 cm * 25 cm y grosor de 1" y dureza 50

2.1.5.3. Diseño de los estribos

Son los elementos del puente cuya función es transmitir la carga de la superestructura al suelo y contener el relleno que circunda al mismo.

Los tipos de estribos utilizados en el medio son:

- ▶ Marco rígido
- ▶ Caballete (con pilotes)
- ▶ Mampostería
- ▶ Muros de gravedad (concreto ciclópeo)
- ▶ Muros en voladizo

Para este caso se diseña el estribo de concreto ciclópeo, ya que en el lugar se cuenta con suficiente material (piedra bola), es importante mencionar que este muro de concreto ciclópeo no debe ser mayor de 6.00 metros de alto, ya que de lo contrario resultaría demasiado masivo.

Una de las ventajas de este diseño es que es simple, consiste en asumir una sección de muro y verificar volteo, deslizamiento y presiones. A continuación se presentan los datos para el diseño:

Peso específico del concreto:	2,400 kg/m ³
Peso específico del concreto ciclópeo:	2,500 kg/m ³
Peso específico del suelo:	1,900 kg/cm ³
Valor soporte del suelo:	20,000 kg/m ²
Equivalente líquido	480 kg/cm ³

Figura 20 Geometría y diagrama de presiones

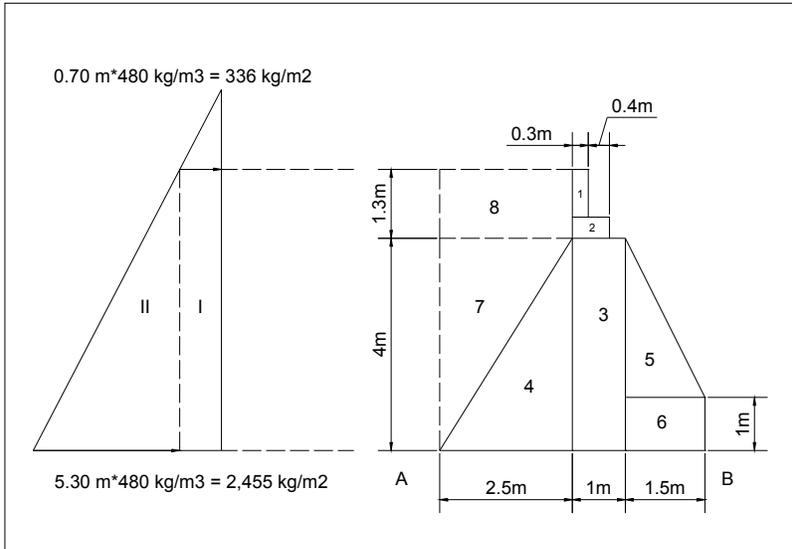


Tabla VI de Cálculo del momento de volteo (MV)

Seccion	Altura (m)	Presión (kg/m ²)	Empuje (kg)	Brazo (m)	Momento (kg-m)
I	5.30	336.00	1,780.80	2.65	4,719.12
II	2.65	2,544.00	6,741.60	1.77	11,932.63
Total E.			8,522.40	Mv	16,651.75

Cálculo de momento estabilizante.(respecto de punto B)

Este momento es provocado por el peso propio del muro y el relleno (este cálculo es para el ancho unitario de 1 metro).

Tabla VII Cálculo de momento estabilizante (respecto de punto B)

Seccion	Area (m ²)	Peso (kg/m)	Brazo (m)	Momento (kg-m)	Base (m)	Altura (m)	Figura	Peso E. (kg/m ³)
1	0.27	648.00	2.35	1,522.80	0.30	0.90	rec	2,400.00
2	0.28	672.00	2.15	1,444.80	0.70	0.40	rec	2,400.00
3	4.00	10,000.00	2.00	20,000.00	1.00	4.00	rec	2,500.00
4	5.00	12,500.00	3.33	41,666.67	2.50	4.00	trian	2,500.00
5	2.25	5,625.00	1.00	5,625.00	1.50	3.00	trian	2,500.00
6	1.50	3,750.00	0.75	2,812.50	1.50	1.00	rec	2,500.00
7	5.00	9,500.00	4.17	39,583.33	2.50	4.00	trian	1,900.00
8	3.25	6,175.00	3.75	23,156.25	2.50	1.30	rec	1,900.00
Total								
	W	48,870.00	M.E.	135,811.35		base	5.00	

Calculando el estribo sin superestructura

Volteo

$$\text{Volteo} = \text{ME}/\text{MV}$$

$$\text{Volteo} = 135,811.35 \text{ kg-m} / 16,651.75 \text{ kg-m}$$

$$\text{Volteo} = 8.16 > 1.5 \text{ O.K.}$$

Deslizamiento

$$\text{Deslizamiento} = 0.5W/E$$

$$\text{Deslizamiento} = (0.5)(48,870.00 \text{ kg}) / 8,522.40 \text{ kg}$$

$$\text{Deslizamiento} = 2.87 > 1.5 \text{ O.K.}$$

Cálculo de presiones

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

Donde:

a = Distancia del punto "O" donde se hace sumatoria de momentos a donde actúan las cargas verticales.

ME = Momento estabilizante

MV = Momento de volteo

W = Peso del elemento

$$a = (135,811.35 \text{ kg-m} - 16,651.75 \text{ kg-m}) / 48,870.00 \text{ kg}$$

$$a = 2.44 \text{ m}$$

$3a = 3(2.44 \text{ m}) = 7.32 > 5.00$. La resultante del peso y empuje vertical actúa dentro del núcleo de la sección; de lo contrario las presiones negativas podrían dañar la subestructura.

Cálculo de excentricidad (e)

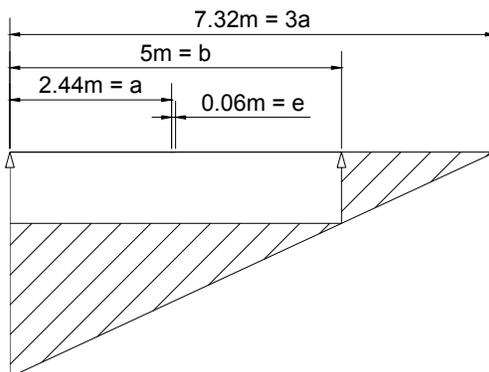
$$e = b/2 - a$$

$$e = (5.00 \text{ m}/2) - 2.44 \text{ m}$$

$$e = 0.06 \text{ m}$$

En la siguiente figura se muestra el diagrama trapezoidal en el estribo.

Figura 21 Diagrama trapezoidal en el estribo



Cálculo de presiones (P)

$$P = (W/A)(1 \pm (6e)/b)$$

$$P = (48,870.00 \text{ kg}/(5\text{m} \cdot 1\text{m}))(1 \pm (6 \cdot 0.06 \text{ m})/5 \text{ m})$$

$$P_{\max} = 10,477.73 \text{ kg} < V_s = 20,000 \text{ kg/m}^2 \quad \text{O.K.}$$

$$P_{\min} = 9,070.27 \text{ kg} > 0 \quad \text{O.K.}$$

Verificación del muro con superestructura y carga viva.

Este chequeo es necesario para verificar si el muro es resistente al peso de la estructura que tendrá que soportar.

Integración de carga (carga de viga de apoyo)

Carga muerta

$$W_{\text{losa}} = (2,400 \text{ kg/m}^3)(0.20 \text{ m})(7.00 \text{ m})(1.10 \text{ m}) = 3,696.00 \text{ kg}$$

$$W_{\text{viga}} = (2,400 \text{ kg/m}^3)(0.90 \text{ m})(7.00 \text{ m})(0.50 \text{ m}) = 7,560.00 \text{ kg}$$

$$W_{\text{acera}} = (2400 \text{ kg/m}^3)(0.75 \cdot 0.20 \cdot 7.00 + 0.11 \cdot 7.00) \text{m}^3 = 4,368.00 \text{ kg}$$

$$W_{\text{diaf}} = (2400 \text{ kg/m}^3)(0.30 \text{ m} \cdot 0.50 \text{ m} \cdot 1.10 \text{ m}) = 396.00 \text{ kg}$$

$$W_{\text{muerta}} = 16,020.00 \text{ kg} \cdot 1.4 = 22,428.00 \text{ kg}$$

Carga viva: (eje más pesado dividido en dos).

$$W_{\text{viva}} = (15,000 \text{ lb}/2.2) \cdot 0.80 \cdot 0.50 = 2727.27 \text{ kg}$$

$$W_{\text{total}} = 2,727.27 \text{ kg} \cdot 1.7 = 4,636.36 \text{ kg}$$

$$W_{\text{total}} = 27,064.36 \text{ kg}$$

$$\text{Brazo} = b/2$$

$$\text{Brazo} = 5.00 \text{ m}/2 = 2.5 \text{ m}$$

Momento estabilizante (ME)

$$ME_2 = (27,064.36 \text{ kg})(2.50 \text{ m})$$

$$ME_2 = 67,660.90 \text{ kg-m}$$

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

$$ME_{\text{total}} = 135,811.35 \text{ kg-m} + 67,660.90 \text{ kg-m}$$

$$ME_{total} = 203,472.25 \text{ kg-m}$$

Volteo

$$\text{Volteo} = M_{total}/MV$$

$$\text{Volteo} = 203,472.25 \text{ kg-m} / 16,651.75 \text{ kg-m}$$

$$\text{Volteo} = 12.22 > 1.5 \quad \text{OK..}$$

$$\text{Deslizamiento} = ((0.5)(W_{total}+W_1))/E$$

$$\text{Deslizamiento} = ((0.5)(27,064.36 \text{ kg} + 48,870.00 \text{ kg}))/8,522.40 \text{ kg}$$

$$\text{Deslizamiento} = 4.44 > 1.5 \quad \text{OK.}$$

Chequeo de presión

$$Aa = (ME_{Total}-M_v)/(W_{total}+W)$$

$$Aa = (203,472.25 \text{ kg-m} - 16,651.75 \text{ kg-m})/(27,064.36 \text{ kg} + 48,870.00 \text{ kg})$$

$$Aa = 2.46 \text{ m}$$

$$3a = 7.38 \text{ m}$$

$$ee = b/2 - a$$

$$e = 0.04 \text{ m}$$

$$p_{max} = [(W_{total}+W)/A][1+6*e/b]$$

$$p_{max} = [(27,064.36 \text{ kg} + 48,870.00 \text{ kg})/(5.00\text{m} \times 1.00\text{m})][1+6 \times 0.04 \text{ m}/5.00 \text{ m}] =$$

$$p_{max} = 15,915.84 \text{ kg/m}^2$$

$$p_{min} = 14,457.90 \text{ kg/m}^2$$

Verificando el muro con sismo y sin carga viva

Se toma en cuenta el momento de volteo.

$$W_2 = 48,870.00 \text{ kg} + 22,428.00 \text{ kg}$$

$$W_2 = 71,298.00 \text{ kg.}$$

Momento estabilizante

$$ME_3 = ME_1 + (W \times \text{brazo})$$

$$ME_3 = 135,811.35 \text{ kg-m} + (22,428.00 \text{ kg} \times 2.50 \text{ m})$$

$$ME3 = 191,881.35 \text{ kg-m}$$

Fuerza horizontal

$$FH = 1.08E+0.08W$$

$$FH = 1.08*(8,522.40 \text{ kg}) + 0.08(71,298.00\text{kg})$$

$$FH = 14,908.03 \text{ kg-m}$$

Momento de volteo

Tabla VIII Momento de volteo

Sección	Area (m ²)	Peso Espe	Peso (kg)	Brazo (m)	Momento (kg-m)
1	0.27	2,400.00	648.00	4.85	3,142.80
2	0.28	2,400.00	672.00	4.20	2,822.40
3	4.00	2,500.00	10,000.00	2.00	20,000.00
4	5.00	2,500.00	12,500.00	1.33	16,666.67
5	2.25	2,500.00	5,625.00	2.00	11,250.00
6	1.50	2,500.00	3,750.00	0.50	1,875.00
7	5.00	1,900.00	9,500.00	2.67	25,333.33
8	3.25	1,900.00	6,175.00	4.65	28,713.75
			48,870.00	MV2.	109,803.95

$$MEQ = 0.08*MV2 = 0.08*109,803.95 \text{ kg-m}$$

$$MEQ = 8,784.32 \text{ kg-m}$$

$$MV3 = 1.08Mv + 0.08*W*h+MEQ$$

$$MV3 = 1.08*16,651.75 \text{ kg-m} + 22,428.36 \text{ kg-m} * 4.40 \text{ m} + 8,784.32$$

$$MV3 = 34,662.99 \text{ kg-m}$$

Momento de volteo

$$MV = ME3 / MV3 = 191,881.35 \text{ kg-m} / 34,662.99 \text{ kg-m}$$

$$MV = 5.54 > 1.5$$

Deslizamiento

$$\text{Des} = 0.5 (W2 / FH) = 0.50 * 71,298 \text{ kg} / 14,908.03 \text{ kg}$$

$$\text{Des} = 2.39 > 1.5$$

Chequeo de presiones

$$a = (ME3 - MV3) / W2 = (191,881.35 \text{ kg-m} - 34,662.99 \text{ kg-m}) / 109,803.95 \text{ kg}$$

$$a = 2.21 \text{ m}$$

$$3a = 6.62$$

$$e = \text{base}/2 - a = 5.00 \text{ m} / 2.00 - 2.21 \text{ m}$$

$$e = 0.29 \text{ m}$$

$$P_m = (W2 / \text{base} * 1 \text{ m}) [1 \pm (6 * e) / \text{base} * 1 \text{ m}]$$

$$P_{\text{max}} = (71,298.00 \text{ kg-m} / 5.00 \text{ m}) [1 + 6 * 0.29 \text{ m} / 5.00 \text{ m}]$$

$$P_{\text{max}} = 19,221.94 \text{ kg/m}^2$$

$$P_{\text{min}} = 9,297.25 \text{ kg/m}^2 > 0$$

$$P_{\text{max}} = 19,221.94 < 20000 \text{ kg/m}^2.$$

Este resultado prueba que la resultante del peso y empuje vertical que producen una presión sobre el cimiento, no es mayor que la presión admisible del terreno.

$P_{\text{min}} = 9,297.25 > 0$ Este resultado comprueba que no hay presiones negativas que puedan dañar la subestructura. Como se cumplieron las condiciones antes mencionadas la geometría del estribo es la que se presenta en la figura XX.

2.1.6. Presupuesto del puente vehicular en el cantón Tululché II

La integración del presupuesto se realizó de la siguiente manera: se dividió en renglones de trabajo siendo éste un total de 6 renglones, éstos se clasificaron en materiales locales, no locales, mano de obra calificada y mano

de obra no calificada, al final se hace la sumatoria total, luego se calculó el transporte de materiales, administración de campo, equipo y supervisión.

Los precios de materiales fueron tomados con base en los precios que se manejan en el municipio, los salarios tanto de mano de obra calificada como no calificada, los que la Municipalidad tiene asignados.

Ver presupuesto en la tabla IX.

Tabla IX Presupuesto de puente vehicular

PRESUPUESTO
PUENTE VEHICULAR DE 14 METROS
DE LA COMUNIDAD DE TULULCHE II, CHICHÉ
EL QUICHÉ

1. TRABAJOS PRELIMINARES

1.1 GENERALES

núm.	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
1	Limpieza	M ²	200	Q 8.00	Q 1,600.00
2	Estaqueado	M.L.	60	Q 8.00	Q 480.00
3	Excavación	M ³	75	Q 45.00	Q 3,375.00
4	Nivelación	M.L.	60	Q 20.00	Q 1,200.00
5	Relleno con material selecto	M ³	281.2	Q 40.00	Q 11,248.00
6	Bodega y Guardianía	Global	1	Q 6,250.00	Q 6,250.00
7	Madera o material adecuado para desviar cauce de río	Global	1	Q 7,850.00	Q 7,850.00
TOTAL					Q 32,003.00

2. LEVANTADO DE MURO CONCRETO CICLOPEO

2.1 MATERIALES NO LOCALES

núm.	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
1	Cemento Gris	Sacos	945	Q 40.00	Q 37,800.00
2	Alambre de amarre	lbs	50	Q 3.00	Q 150.00
3	Clavo de 3"	lbs	50	Q 3.00	Q 150.00
4	Aditivo Forticrete	gal	10	Q 95.00	Q 950.00
5	Clavo de 4"	lbs	30	Q 3.00	Q 90.00
TOTAL					Q 39,140.00

Continuación

2/4

2.2 MATERIALES LOCALES

núm.	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
1	Piedra bola	M3	200	Q 100.00	Q 20,000.00
3	Tablas de pino de 1" x 10" x 9'	doc	12	Q 175.00	Q 2,100.00
4	Parales de pino de 3" x 3" x 9'	doc	12	Q 150.00	Q 1,800.00
5	Reglas de pino 2" x 3"	doc	6	Q 120.00	Q 720.00
10	Piedrín	M3	40	Q 140.00	Q 5,600.00
11	Arena de río	M3	90	Q 150.00	Q 13,500.00
TOTAL					Q 43,720.00

2.3 MANO DE OBRA CALIFICADA Y NO CALIFICADA

núm.	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
12	Mano de obra calificada (fundición)	Global	1	Q 24,090.00	Q 24,090.00
TOTAL					Q 24,090.00

núm.	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
13	Mano de obra no calificada	Global	1	Q 8,030.00	Q 8,030.00
TOTAL					Q 8,030.00

3. ARMADO DE LOSA

3.1 MATERIALES NO LOCALES

núm.	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
1	Cemento gris	Sacos	190	Q 40.00	Q 7,600.00
2	Hierro de 1/2" (núm. 4)	Varilla	223	Q 28.00	Q 6,244.00
3	Alambre de amarre	Libras	100	Q 3.00	Q 300.00
4	Clavo de 4" a 6"	Libras	80	Q 3.00	Q 240.00
TOTAL					Q 14,384.00

3.2 MATERIALES LOCALES

núm.	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
5	Piedrín 1/2" a 3/4"	M ³	10	Q 250.00	Q 2,500.00
6	Arena de río	M ³	15	Q 150.00	Q 2,250.00
7	Madera tabloncillo de 1.5" x 10" x 9'	doc	12	Q 375.00	Q 4,500.00
8	Madera (palo roizo) para entarimado	u	12	Q 250.00	Q 3,000.00
TOTAL					Q 2,250.00

3.3 MANO DE OBRA CALIFICADA Y NO CALIFICADA

núm.	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
9	Mano de obra calificada (Armado de losa y fundición)	M2	66	Q 310.00	Q 0,460.00
TOTAL					Q 0,460.00

Continuación

3/4

núm.	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
10	Mano de obra no calificada	M2	66	Q 10.00	Q 260.00
TOTAL					Q 7,260.00

4.2 MATERIALES LOCALES

núm.	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
7	Arena de río	M ³	3	Q 150.00	Q 450.00
8	Pedrin de 1/2" a 1 1/4"	M ³	3	Q 140.00	Q 420.00
9	Madera tabla de 1" x 10" x 9'	doc	2	Q 175.00	Q 350.00
10	Parales para soporte de entarimado 3" x 5" x 9'	doc	2	Q 150.00	Q 300.00
TOTAL					Q 1,520.00

4.3 MANO DE OBRA CALIFICADA Y NO CALIFICADA

núm.	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
11	Mano de obra calificada (Armado y fundición)	M2	21	Q 150.00	Q 3,150.00
TOTAL					Q 3,150.00

núm.	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
12	Mano de obra no calificada	M2	21	Q 50.00	Q 1,050.00
TOTAL					Q 1,050.00

5. VIGAS

5.1 PLANILLA DE MATERIALES NO LOCALES

núm.	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
1	Cemento gris	Sacos	152	Q 40.00	Q 6,080.00
2	Hierro de 1/2" (núm. 4)	Varilla	69	Q 28.00	Q 1,932.00
3	Hierro de 5/8" (núm. 5)	Varilla	25	Q 55.00	Q 1,375.00
4	Hierro de 1" (No. 8)	Varilla	120	Q 100.00	Q 12,000.00
5	Uniones para empalmes de hierro	Unidad	80	Q 90.00	Q 7,200.00
TOTAL					Q 28,587.00

5.2 MATERIALES LOCALES

núm.	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
6	Arena de río	M ³	10	Q 150.00	Q 1,500.00
7	Pedrin de 1/2" a 1 1/4"	M ³	14	Q 140.00	Q 1,960.00
8	Madera tabloncillo de 1.5" x 10" x 9'	doc	2	Q 300.00	Q 600.00
9	Madera (palo roizo) para entarimado	u	6	Q 250.00	Q 1,500.00
TOTAL					Q 5,560.00

5.3 MANO DE OBRA CALIFICADA Y NO CALIFICADA

núm.	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
10	Mano de obra calificada (Armado y fundición)	M	28	Q 300.00	Q 8,400.00
TOTAL					Q 8,400.00

núm.	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
11	Mano de obra no calificada	M	28	Q 100.00	Q 2,800.00
TOTAL					Q 2,800.00

Continuación

4/4

6.2 MATERIALES LOCALES

núm.	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
9	Arena de río	M ³	5	Q 150.00	Q 750.00
10	Piedrin de 1/2" a 3/4"	M ³	8	Q 140.00	Q 1,120.00
11	Madera de 1.5" x 10" x 9'	doc	3	Q 300.00	Q 900.00
12	Parales para entarimado 3" x 3" x 9'	doc	2	Q 450.00	Q 900.00
TOTAL					Q 3,670.00

6.3 MANO DE OBRA

núm.	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
13	Mano de obra calificada (Armado y fundición)	M	25	Q 250.00	Q 6,250.00
TOTAL					Q 6,250.00

núm.	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
14	Mano de obra no calificada	M	25	Q 80.00	Q 2,000.00
TOTAL					Q 2,000.00

RESUMEN DE MATERIAL Y MANO DE OBRA

núm.	DESCRIPCIÓN	Material no local	Material local	Mano de obra	Total
1	Trabajos preliminares			Q 32,003.00	Q 32,003.00
2	Levantado de muro ciclópeo	Q 82,860.00		Q 32,120.00	Q114,980.00
3	Armado de losa	Q 14,384.00	Q 12,250.00	Q 27,720.00	Q 54,354.00
4	Banqueta	Q 11,805.60	Q 1,520.00	Q 4,200.00	Q 17,525.60
5	Vigas	Q 28,587.00	Q 5,560.00	Q 11,200.00	Q 45,347.00
6	Diafragma y Viga de apoyo	Q 7,812.00	Q 3,670.00	Q 8,250.00	Q 19,732.00
	SUBTOTAL	Q 145,448.60	Q 23,000.00	Q 115,493.00	Q283,941.60

INTEGRACION FINAL DEL PRESUPUESTO

núm.	RENGLON	Subtotal
1	Materiales y Mano de obra	Q 283,941.60
2	Transporte de materiales	Q 28,394.16
3	Administración de campo	Q 14,197.08
4	Equipo	Q 14,197.08
5	Supervisión	Q 22,715.33
	TOTAL	Q 363,445.25

2.2. Diseño de miniriego en el Cantón de Rincón de los Leones

2.2.1. Descripción del proyecto

Los habitantes de la comunidad de Rincón de los Leones del municipio de Chiché, son personas que se dedican a la agricultura, pero la producción agrícola es baja por la falta de un sistema de miniriego.

La cantidad de familias a beneficiar son 60, cada parcela es de seis cuerdas, lo que da un total de 360 cuerdas.

El proyecto consiste en captar agua del riachuelo de la Trinidad, conducirla hasta un tanque de almacenamiento y de aquí a cada parcela, colocando un aspersor por usuario.

La longitud total del sistema es de 7.32 kilómetros, el sistema será diseñado por gravedad por la diferencia de alturas que favorecen al área a regar.

2.2.2. Localización del proyecto

La comunidad Rincón de los Leones se ubica al noreste del municipio de Chiché, a una distancia de 21 kms. de la cabecera municipal de Chiché en las coordenadas latitud Norte 15° 5' 5" longitud Oeste 90° 59' 6".

Colinda al norte con la comunidad Buena Vista; al sur con la Comunidad de Choaxán, al este con la comunidad de San Antonio Sinache y al oeste con la comunidad de Trinidad y Capuchinas.

2.2.3. Fuente de agua

Consiste en un pequeño riachuelo proveniente de las comunidades Buena Vista y Trinidad, del municipio de Chinique, del departamento del Quiché, se conoce como Río Trinidad y su aforo es de 30.24 litros/seg.

2.2.4. Características generales de la comunidad

Según el último censo de población (1988) la aldea en este entonces era de 350 habitantes, el 50% habla Kiché y 50% castellano, su principal ocupación es la ganadería y la agricultura en la época de lluvia y en época seca un gran porcentaje de habitantes tienden a trasladarse en busca de trabajo a otras zonas del país.

Las viviendas se encuentran construidas principalmente de adobe y el techo es de teja de barro, su clima es templado, con una altitud de 1680 MSNM, cuenta con un edificio escolar de tres aulas que alberga a 6 grados de primaria, predomina la religión católica, los cultivos predominantes son el maíz y el frijol, pastos y algunas hortalizas.

2.2.5. Aforo

El objetivo principal es conocer el caudal que transporta el río en época seca, dicha medición debe realizarse en los meses de marzo y abril para obtener el caudal crítico. Para efectos de diseño se aforó a mediados del mes de abril, se obtuvo un caudal de 30.24 lt/seg.

2.2.6. Calidad del agua

Este es un factor clave y primordial en un proyecto de riego, ya que las características químicas del agua pueden dañar los cultivos y los suelos que la reciben. La calidad del agua para riego se evalúa de acuerdo al contenido de sales solubles, como el porcentaje de sodio y los contenidos de boro y bicarbonatos.

De acuerdo al análisis del agua, el ph 7.2, por lo que para la irrigación y aplicación de pesticidas, se recomienda la aplicación de ácidos para reducir la alcalinidad.

2.2.7. Tipos de riego

Riego

El riego es la práctica de transferir agua de un sistema a otro sistema de tuberías o canales, al interior del suelo, de manera que las raíces de las plantas la puedan absorber a lo largo de su crecimiento.

Existen varias formas de llevar a cabo el riego, las más comunes son las siguientes:

- ▶ Hacer correr agua por la superficie del suelo para que éste la absorba.
- ▶ Hacer pasar el agua a cierta profundidad del suelo para que, por acción capilar, ésta se eleve a una altura a la que pueda ser absorbida por la planta.
- ▶ Hacer caer agua sobre la superficie del terreno en forma de gotas de lluvia, de manera que no dañen al suelo ni a la planta.

Dependiendo de la forma en que se realiza el riego toma el nombre de riego de superficie y por aspersión.

2.2.7.1. Riego de superficie

En esta práctica lo fundamental es el control del agua, para utilizar lo mejor posible tanto el agua como la mano de obra y evitar los riegos de empantamiento y la salinidad. Es necesario tomar en cuenta aspectos como la descarga, pendiente de la corriente, irregularidad del terreno y la forma del surco o canal sobre el terreno.

Existen otros factores propios del suelo, que también es necesario analizar, tales como resistencia a la filtración, permeabilidad vertical y horizontal así como el drenaje.

Dentro de los riegos de superficie es muy común el riego de surcos, ya que la mayoría de éstos se aprovechan para hacer correr el agua por medio de ellos. El riego por franjas marginales es un buen método para cultivos densos, el cual consiste en una zanja de abastecimiento a lo largo del contorno más elevado, luego se divide la superficie del terreno en franjas de hasta 20 metros de ancho. Estas franjas deben estar en el sentido de la pendiente dominante y se separan por medio de bancos de tierra, llamados controles.

2.2.7.2. Riego por aspersión

Un sistema de riego por aspersión consiste básicamente en una fuente de agua, una presión adecuada, ya sea por bombeo o gravedad, un sistema de tuberías de conducción y un sistema que incluye la distribución y el lanzamiento del agua al aire para que caiga en forma de gotas de lluvia.

Los rociadores giratorios o aspersores, son los elementos básicos de diseño. Consisten en uno o dos pistones inclinados, montados en un soporte que hace girar sobre un eje vertical, mediante la acción de un válvula de martillo. Por lo común, el rociador va montado en un elevador de ½“ de diámetro, fijo a la tubería del terreno que lo alimenta. Al funcionar, un chorro empuja la válvula y la hace a un lado; la válvula está restringida y regresa, debido a un resorte. El regreso termina en un tope, que gira en un pequeño ángulo, debido al impulso, luego la válvula vuelve a interceptar el chorro y se repite el ciclo.

Hay tres tipos básicos de rociadores o aspersores:

- ▶ De presión alta
- ▶ De presión mediana
- ▶ De presión baja

Tabla X Clasificación de aspersores

Tipo de aspersor	Gama de presiones	Diámetro del área mojada	Descarga
Baja presión	0.7-2 kg/cm ²	9-25 metros	0.15-1.50 m ³ /h
Presión mediana	2-5 kg/cm ²	20-45 metros	0.55-5.50 m ³ /h
Alta presión	5-10 kg/cm ²	35-120 metros	4-110 m ³ /h
Pistolas de lluvia para salidas agrícolas	1.40-5.00 kg/cm ²	20-60 metros	10-40 m ³ /h

2.2.8. Levantamiento topográfico

La topografía se realizó con el apoyo de los integrantes del comité. El levantamiento topográfico debe de ser de primer orden, aplicándose el método de conservación de azimut, el cual consiste en colocar en cero grados un norte de referencia y tomar las lecturas con el teodolito y cada vez que toma la lectura de la siguiente se debe mirar hacia atrás (vuelta de campa), para conservar el azimut.

El equipo utilizado para la topografía es el siguiente:

- ❑ Teodolito de precisión
- ❑ Cinta métrica de 50 metros
- ❑ Brújula
- ❑ Estadal
- ❑ Plomada

2.2.9. Periodo de diseño

En proyectos de riego, el período de diseño está definido por el tiempo de vida de la fuente, ya que se establece que no habrá un crecimiento en el área a regar, ni un cambio en el tipo de cultivos que pudiera aumentar la demanda de agua en determinado período. Sin embargo, es necesario definir que los factores climatológicos varían con el tiempo y, aunque no representan un cambio considerable en la lámina de riego, sí podrían influir en las costumbres de riego de los beneficiarios, debido a la temperatura, el viento, etc. Por lo anterior, el período de diseño de este proyecto es de 15 años, el cual se obtuvo tomando como base los datos de los proyecto de riego ya establecidos en el municipio.

Sistema a utilizar

El sistema a utilizar es de gravedad-aspersión, debido a las condiciones topográficas del área a regar, la cual ofrece pendientes aprovechables para dicho sistema.

2.2.10. Análisis de suelos

Se tomó una muestra de suelo considerando la representatividad del área a regar. El análisis se realizó en el laboratorio de soluciones analíticas, 11 av. 36-40 zona 11 Guatemala C.A, los resultados son los siguientes:

- ▶ El contenido de materia orgánica está muy baja (1.4%)
- ▶ El resultado del P.H. (5.3) es moderada ácido
- ▶ La concentración de sales es muy bajo (6.0 meq/100% ml)
- ▶ Los contenidos de elementos mayores N-P-K (nitrógeno, fósforo, potasio), se encuentran bajos.

Las recomendaciones son las siguientes:

- ▶ Se recomienda la incorporación de abonos verdes, estiércol de bovinos o gallinaza, uso de aboneros etc, deberá hacerse en grandes cantidades y durante varios años.
- ▶ Aplicación de cal agrícola para corregir acidez y subir el contenido del calcio
- ▶ La totalidad del P debe aplicarse antes de la siembra
- ▶ El N debe distribuirse uniformemente en todo el ciclo del cultivo
- ▶ El K en mayor cantidad en la etapa de fructificación

- ▶ Construcción de estructuras y prácticas de conservación de suelos
- ▶ Surcos orientados para terrenos con pendientes de 5%-10%, terrazas de formación sucesiva para terrenos con pendiente de 10%-20%, y terrazas de banco para terrenos de 20%.

2.2.11. Elementos del diseño agronómicos

2.2.11.1. Lámina de riego

Se define como la altura de agua que será proporcionada al suelo, la cual es necesaria para suplir las necesidades de humedad de la planta, en función de la permeabilidad y tipo de suelo del que se trate. Para obtener la lámina de riego fue necesario realizar una investigación con un proyecto similar en las cercanías del municipio de Chinique que tiene las mismas características observándose una lámina de riego de 18 mm.

2.2.11.2. Frecuencia de riego

La frecuencia de riego es el intervalo entre dos riegos consecutivos; ésta debe permitir la aplicación del agua sin causar daño alguno al suelo y a los cultivos. Asimismo puede efectuarse de manera que el agricultor tenga tiempo disponible para dedicarse a otras actividades. La frecuencia de riego no deberá ser mayor de doce días. Esto conduce a que si la frecuencia de riego es mayor de doce días, entonces la lámina de agua que se aplicará deberá dividirse entre dos o mas aplicaciones hasta completar la lámina de agua en los días que se obtengan.

En este caso se utilizó una frecuencia de riego de tres días, debido a que el caudal no es suficiente para abastecer el área completa por esta razón se organizaron 3 grupos por lo que, los beneficiarios tendrán tiempo para dedicarse a sus parcelas y a otros trabajos fuera de su comunidad.

2.2.11.3. Tiempo de riego

El tiempo de riego es el período en el cual estará funcionando un aspersor y en el cual debe completarse la lámina de riego. En este caso será de 18 horas/día, factor determinado con base en el caudal con que se cuenta, y con base en los requerimientos propios de la comunidad.

2.2.11.4. Tiempo de posición

En la región de occidente se acostumbra a diseñar los mini-riegos con un aspersor por parcela, por conveniencia económica y por facilidad, el cual se cambiará de un lugar a otro.

Con el aspersor elegido se puede cubrir el área de riego en cuatro posiciones distintas; por lo tanto, se tiene que $T = \text{tiempo de riego/posiciones} = 18\text{hrs}/4\text{posiciones} = 4.50$ horas en cada una de ellas.

2.2.11.5. Caudal de diseño

Los caudales de diseño se determinan con base en las características propias de los tipos de suelos de una región y así como de los factores climatológicos que afecten la región. Las fuentes que se dedican al análisis de estos factores han determinado que para esta región, se necesita de 1 litro / 26 cuerdas, por lo tanto se calcula 14 litros/seg para regar 360 cuerdas.

2.2.12. Obras hidráulicas y civiles

- ▶ Captación: se construirá en el cauce del río La Trinidad una presa derivadora de 5.00 metros por 1.20 metros por 0.30 metros en la parte superior, construido con concreto ciclópeo, ver detalles en planos en apéndice.
- ▶ Desarenador: se construirá en la estación E-7 ya que presenta una mejor ubicación para poder construir, las dimensiones son 3.03 metros por 1.00 metros por 1.12 metros. Estas dimensiones cumplen con lo recomendado con la guía para diseño de agua del Instituto de Fomento Municipal, y que debe tener una relación de 1:3 ancho, largo, construida de concreto reforzado. Ver detalles en apéndice.
- ▶ Línea de conducción: el agua se conducirá por medio de tuberías de PVC éstas deben ir enterradas como mínimo 0.60 metros sobre la corona (nivel superior del tubo) y en terrenos dedicados a la agricultura, la profundidad mínima será de 0.80 metros, para evitar que puedan ser dañadas, en algunos tramos se construirán pasos aéreos.
- ▶ Distribución: la entrega de agua a las parcelas de riego será con tubería PVC, que finalizará en llaves de chorro, en las cuales van conectadas las mangueras y los aspersores.
- ▶ Cajas para válvulas: servirán para proteger y asegurar las válvulas de aire, válvulas de compuerta y válvulas de limpieza. Estas son construidas en toda la línea de la tubería y en los planos se especifica el lugar donde se colocarán, estas cajas son construidas regularmente de 0.5 m³.
- ▶ Válvulas: las válvulas de aire se utilizan para aquellos lugares o puntos de la tubería en donde se acumula aire, generalmente en puntos altos del terreno.

Las válvulas de limpieza, se ubican en aquellos puntos de la tubería en donde se acumulan sedimentos, estos puntos son lugares bajos o en sifones como comúnmente se les conoce. Válvulas de compuerta, están colocadas en la línea principal y en cada una de las parcelas de riego, su función es regular el paso del agua.

2.2.13. Tanque de almacenamiento

Todos los tanques de almacenamiento se construyen de concreto ciclópeo o de concreto reforzado, para este caso se construirá de concreto ciclópeo por tener material local, deberá cubrirse con losa de concreto reforzada, provista de boca de inspección con tapa sanitaria, para efectos de inspección y reparación. Dicha tapa debe ser de preferencia metálica, hermética y tener cierre de seguridad. El acceso deberá estar cerca de la entrada de la tubería de alimentación, para poder realizar aforos cuando sea necesario.

Deben tener instalaciones para ventilación, rebalse y limpieza; la tubería de salida deberá tener pichacha y estar instalada a 0.10 metros sobre el nivel del piso del tanque o sobre fosa especial de salida.

El caudal del agua es insuficiente para regar toda el área, siendo necesario el diseño del tanque para mantener el caudal. El volumen del tanque será de 50 metros cúbicos.

2.2.14. Diámetro, accesorios, tipo y clase de tubería

Toda tubería tiene tres características: diámetro, clase y tipo. Respecto del diámetro se debe mencionar que comercialmente las tuberías se asignan por un diámetro nominal, que difiere del diámetro interno del conducto. La clase

se refiere a la norma de su fabricación, íntimamente relacionada con la presión de trabajo y a la razón entre diámetro externo y espesor de la pared de la tubería.

El tipo de tubería se refiere al material de que está hecha; se puede indicar que los materiales que se emplean actualmente son el hierro fundido, el acero galvanizado y el cloruro de polivinilo.

El hierro fundido se emplea en la actualidad únicamente para grandes diámetros (12" o mayores), ya que para diámetros menores su costo es más elevado que el de otros materiales. La tubería de acero galvanizado, tiene su principal aplicación cuando queda a la intemperie, ya que enterrada se corroe, generalmente se le conoce como hierro galvanizado, cuando en realidad es acero galvanizado. Se debe indicar que también existe el hierro galvanizado, pero se destina a otros usos; según la ASTM (*American Society for Testing and Materials*), la tubería de acero galvanizado debe cumplir con la norma ANSI/ASTM A 120-79. las siglas ANSI se refieren a *American National Standard Institute* y 79 al año de adopción de la norma o al de la última revisión.

El cloruro de polivinilo (PVC) es el material que más se emplea actualmente es más económico, más liviano, fácil de instalar, durable y no se corroe, pero es frágil y se vuelve quebradizo al estar a la intemperie. La tubería PVC se fabrica según la norma ASTM D-1785, bajo la clasificación de cédulas 40, 80 y 120. Para sistemas rurales de abastecimiento de agua es la cédula 40.

La tubería de la línea de conducción debe ser capaz de resistir la máxima presión a la que se verá sometida, que será la correspondiente a la carga estática o a la suma de la carga dinámica más la correspondiente al golpe de ariete, en el caso de que haya una válvula que interrumpa el flujo; de no existir esta última, la presión máxima corresponde a la carga estática.

Los accesorios en un sistema de abastecimiento de agua son todas aquellas piezas que son necesarias para unir tubos, iniciar ramificaciones, instalar válvulas, cambiar tipo de tubería y cambiar la dirección de la tubería, entre otros casos; entre los principales accesorios se pueden mencionar: codos, reductores bushing, adaptadores macho, adaptadores hembra, tapones macho, tapones hembra, tees, uniones y coplas. En los planos debe indicarse la presión de trabajo de los accesorios. Durante la construcción debe tenerse especial cuidado en que la presión de trabajo de los accesorios sea igual o superior a la de la tubería de determinado tramo, lo cual se facilita con un buen control de bodega.

2.2.15. Diseño agronómico

Datos:

Lámina de riego:	= 18 mm
Área inscrita:	= 360 cuerdas
Caudal de diseño:	= 14 lts/seg
Tiempo de riego:	= 18 hrs/día

Dividiendo 360 cuerdas en 3 grupos = 120 cuerdas por turno.

Se procede a calcular la cantidad de cuerdas que se pueden regar simultáneamente con el caudal:

$A = Q * t / \text{lámina de riego.}$

Q:	= 50.40 m ³ /h
T:	= 18 hrs
lámina:	= 0.018 m
A	= 50,400.00 m ²
1 cuerda	= 433.70 m ²
núm de cuerdas	= $A/433.70 \text{ m}^2 = 115.41 \text{ cuerdas.}$

Cálculo del área faltante para el riego

Área faltante = 120 cuerdas – 115.41 cuerdas = 4.59 ≈ 5 cuerdas.

Se tendrá que construir un tanque de almacenamiento para abastecer estas 5 cuerdas restantes por medio de la siguiente fórmula:

$$\text{vol tanq} = A * \text{lamina riego} = 5 \text{ cuer} * 436.71 \text{ m}^2 * 0.018 \text{ m} = 39.30 \text{ m}^3$$

donde: A= área a irrigar en metros cuadrados

Lam=lámina de riego en metros

$$\text{Caudal de tanque} = 39.30 \text{ m}^3 / 18\text{h} = 2.18 \text{ m}^3/\text{h} \approx 0.60 \text{ lts/seg.}$$

donde: Vol = en metros cúbicos (39.30 m³)

Tiempo de riego= en horas por día (18T)

Para hallar el caudal del aspersor: se calcula la velocidad de precipitación.

$$\text{Velocidad del aspersor} = \text{vel} = 1.8 \text{ cm}/4.5 \text{ h} = 0.40 \text{ cm/h.}$$

Caudal del aspersor

$$q = \text{vel} * (\text{distancia entre aspesores})/360$$

$$q = \text{vel} * (14.79 * 14.79)/360 = 0.24 \text{ l/seg.}$$

$$\text{No de aspersores} = Q_{\text{necesario}}/q_{\text{aspersor}} = 14/0.24 = 58 \text{ aspersores.}$$

$$\text{No de aspersores} = Q_{\text{almacenamiento}}/q_{\text{aspersor}} = 0.60 / 0.24 = 2.5 \text{ asper.}$$

Por lo que el total de la obra es de 60 aspersores.

2.2.16. Especificaciones de diseño

Sistema: =Gravedad-aspersión

Área inscrita: =360 cuer (15.72 has.)

Caudal de diseño: =14 lts/seg.

Número de beneficiarios:	=60 familias.
Lámina de riego:	=18 mm
Frecuencia de riego:	=3 días
Distancia entre aspersores:	=14.75 mts x 14.75 mts.
Diámetro mojado:	=30 metros.
Tipo de aspersores:	=Naan 5022 ½-M, boquilla 4.0 mm.
Presión de trabajo del aspersor:	=2 atm.
Caudal del aspersor:	=0.24 lts/seg.
Número de aspersores simultáneos:	=49

2.2.17. Cálculo hidráulico

A continuación se presenta la metodología utilizada en 5 pasos. Luego se presenta la memoria de cálculo realizados en el tramo E-0 - E-7.

Para efecto de cálculo se aplican las ecuaciones de Hazen & William.

► Diámetro Teórico.

$$Dt = \sqrt[4.87]{1743.81141 * L * Q^{1.85} / (hf * C^{1.85})}$$

Donde: PVC "C" =150
 HG "C"= 100
 "L" = metros
 "Q" = lts/seg
 hf = metros
 dt = en pulgadas

► Con el diámetro teórico escoger el diámetro comercial inmediato superior e inferior para encontrar el valor de Hf real.

Mayor D₁ = Calcular Hf.₁ y "L"

Menor $D_2 =$ Calcular $Hf.2$ y “L”

$$Hf = \frac{1743.811141 \times L \times Q^{1.85}}{D^{4.87} \times C^{1.85}}$$

- Calcular la longitud con el diámetro menor (L_2)

$$L_2 \text{ menor} = (H-h_1) \times L / (h_2-h_1)$$

$$L_1 \text{ mayor} = L - L_2$$

- Posición de tuberías es de mayor a menor. Colocar la cantidad de tubos en el perfil del terreno.

Se procede a calcular la cantidad de tubos reales, para esto se debe tener las longitudes L_1 y L_2 y dividir dentro la longitud de la tubería.

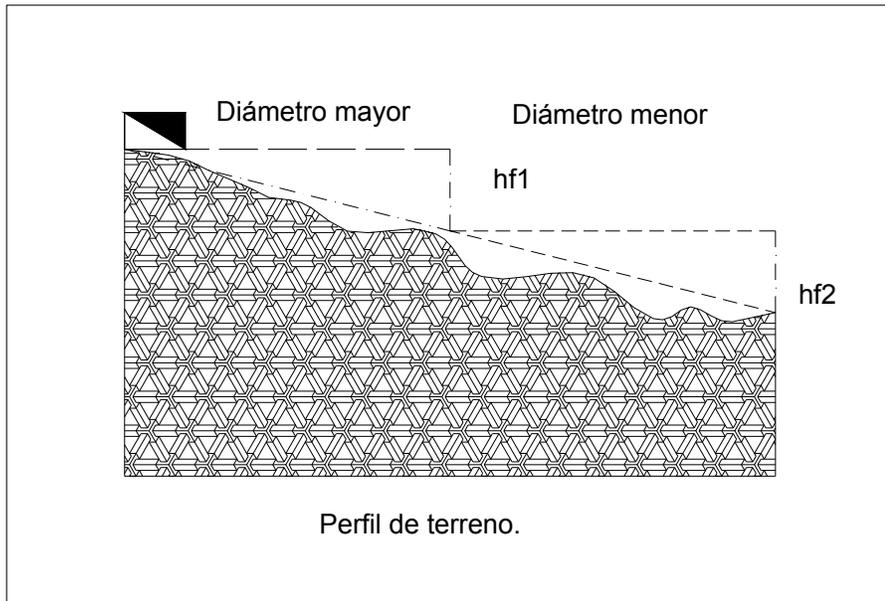
$$\text{Tubos} = L_1 / 6 \text{ mt} / \text{tubo.}$$

$$\text{Tubos} = L_2 / 6 \text{ mt} / \text{tubo.}$$

- Calcular las pérdidas con los respectivos tubos seleccionados según el diámetro.

Para terminar se calculan las pérdidas reales teniendo como base las nuevas longitudes encontradas. Se procede a calcular la cantidad de tubos y luego localizarlos en el plano.

Figura 22 Perfil del terreno del tramo 0-7



2.2.18. Memoria de cálculo

A continuación se calcula el primer tramo de la E-0 a la E-7, en este tramo se calculará completamente. El resumen del cálculo se presenta en el apéndice.

Datos:

E - 0

Cota de terreno de inicio: = 1000 metros.

Caminamiento: = 0+000 metros

E - 7

Cota de terreno final: = 977.44 metros.

Caminamiento: = 0+192.35 metros

Caudal de diseño: = 14.00 lts / seg.
 Carga disponible: = 1000 - 977.44 = 22.56 mts.
 Diferencia de nivel: = 22.56 mts.
 Longitud del tramo: = 192.35 - 0.00 = 192.35 mts.

Encontrar diámetro teórico:

Q = 14 lts/seg
 C = 150 PVC.
 L = 192.35 mts.
 hf disponible = 22.56 mts.

$$Dt = \sqrt[4.87]{1743.81141 * L * Q^{1.85} / (hf * C^{1.85})}$$

$$Dt = \sqrt[4.87]{1743.81141 * 192.35 \text{ m} * 14 \text{ lts/seg}^{1.85} / (22.56 \text{ m} * 150^{1.85})}$$

$$Dt = 2.92 \text{ "}$$

El diámetro teórico es de 2.92" y se seleccionó 3.28" de diámetro inmediato superior para asegurar que llegue el agua. Volviendo a evaluar la fórmula con los datos reales del tubo según el catalogo del fabricante, se presenta lo siguiente:

Diámetro interno = 3.28 pulg.

Diámetro comercial = 3 pulg.

$$Hf = \frac{1743.81141 \times L \times Q^{1.85}}{D^{4.87} \times C^{1.85}}$$

L = 192.35 metros (longitud real).

Q = 14 lts/seg

C = 150 PVC.

D. = 3.28 pulg.

$$H_f = \frac{1743.811141 \times 192.35 \text{ m} \times 14 \text{ lts/seg}^{1.85}}{3.28 \text{ pulg}^{4.87} \times 150^{1.85}}$$

$h_f = 12.82$ metros (pérdida real por calcularse con la longitud real y diámetro comercial).

N.E.	=Nivel estático
C.T.F.	=Cota de terreno final.
C.T.I.	=Cota de terreno inicial.
H_f	=Perdida de carga.

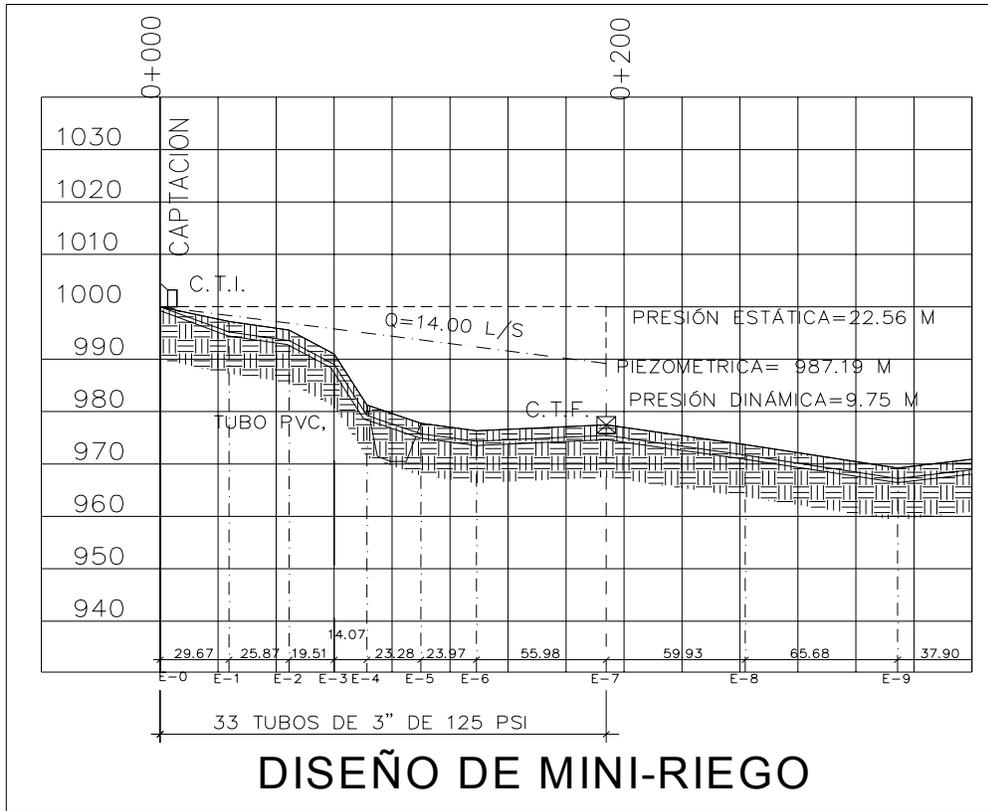
Calculando presiones

Presión estática	= N.E. - C.T.F.	=1000 - 977.44=22.56 mts.
Piezométrica	= C.T.I - H_f	=1000 - 12.81=987.19 mts.
Presión dinámica	= piezométrica - C.T.F.	=987.19 - 977.44=9.75 mts.
Cota piezométrica	= C.T.F. + presión dinámica	=977.44 + 9.75 =987.19 mts.

La tubería seleccionada es de presión de trabajo de 125 PSI.

Esta tubería seleccionada da un buen margen de seguridad, ya que la presión estática máxima de este tramo es de 22.56 metros columna de agua que es equivalente a 32.53 PSI.

Figura 23 Diseño de miniriego



2.2.19. Diseño del paso aéreo

Estas obras son muy importantes. Pues vienen a dar solución a los distintos casos en los hay que salvar obstáculos.

A continuación se desarrolla el diseño del paso aéreo ubicado en la E-3 a E-4, con una longitud de 22 metros, está compuesto de tubería de HG, soportada de cables galvanizados y sujetos a columnas y anclajes.

Datos:

- Diámetro de la tubería HG = 3 "
- Longitud = 22 mts. \approx 72.18 pies.
- Peso de tubería + accesorios = 7.62 lbs/pie
- Densidad del agua = 62.40 lbs/pie³

$$\text{Área de tubería 4" HG} = 0.051 \text{ pie}^2$$

Integración de cargas para diseño de paso aéreo

Cálculo para carga muerta:

$$\text{Peso del agua} = \text{Área de tubería} * \gamma \text{ agua.}$$

$$\text{Peso del agua} = 0.051 \text{ pie}^2 * 62.40 \text{ lbs/pie}^3 = 3.18 \text{ lbs/pie.}$$

$$C_m = \text{peso del agua} + \text{peso de tubería}$$

$$C_m = 3.18 \text{ lbs/pie} + 7.62 \text{ lbs/pie} = 10.80 \text{ lbs/pie.}$$

Cálculo para carga viva:

Se considera una persona de 150 lbs por cada 20 pies.

$$C_v = 150 \text{ lbs} / 20 \text{ pies} = 7.50 \text{ lbs/pie}$$

Cálculo para carga horizontal:

Considerando una velocidad de viento de 60 km/hora y una presión de viento 15 lbs/pie².

$$W = (4" * 1/12 \text{ pie}) * 15 \text{ lbs/pie}^2 = 5.00 \text{ lbs/pie}$$

Cálculo de carga última (U).

Se tienen dos fórmulas para cálculo de carga última, de las cuales se tomará la más crítica.

$$U' = 0.75 (1.4 * C_m + 1.7 * C_v + 1.7 * W)$$

$$U' = 0.75(1.4 * 10.80 \text{ lbs/pie} + 1.7 * 7.50 \text{ lbs/pie} + 1.7 * 5.00 \text{ lbs/pie}) = 27.27 \text{ lbs/pie}$$

Revisar con la segunda ecuación.

$$U = 1.4 * C_m + 1.7 * C_v$$

$$U = 1.4 * 10.80 \text{ lbs/pie} + 1.7 * 7.50 \text{ lbs/pie} = 27.87 \text{ lbs/pie}$$

Se diseñará con carga última de 27.87 lbs/pie por ser crítica.

2.2.19.1. Diseño del cable principal

Utilizar la fórmula de Wire Rope Hand Book.

$$H = (W \cdot S^2) / (8 \cdot d)$$

Donde: H: Tensión horizontal del cable.

$$T = H \cdot 1 + 16 \cdot d^2 / S^2$$

T: Tensión máxima del cable.

$$V = (T^2 - H^2)^{1/2}$$

V: Tensión vertical.

$$Y = W \cdot X \cdot (S \cdot X) / 2H$$

Y: Variación de la flecha.

El Dr. D.B. Steiman recomienda una relación económica de flechas y luz de S/9 llegando hasta S/12 para luces grandes. Para determinar la flecha se adoptó el criterio de una relación de flecha y luz de $d = S/12 = 22/12 = 1.83$ mts.

Tabla XI Tensión de cable

W	S	d	d	H	T	V
lb/pie	pies	m	pies	lbs.	lbs.	lbs.
28.00	72.18	0.92	3.01	6064.80	6246.77	1496.78
28.00	72.18	1.22	4.01	4548.60	4685.11	1122.71
28.00	72.18	1.53	5.01	3638.88	3748.12	898.32
28.00	72.18	1.83	6.01	3032.40	3123.48	748.80
28.00	72.18	2.14	7.01	2602.81	2681.05	642.95
28.00	72.18	2.44	8.02	2274.30	2342.73	562.07
28.00	72.18	2.75	9.02	2021.60	2082.50	499.93
28.00	72.18	2.93	9.62	1895.25	1952.39	468.89
28.00	72.18	3.06	10.02	1819.44	1874.33	450.29
28.00	72.18	3.36	11.03	1652.66	1702.61	409.40
28.00	72.18	3.67	12.03	1516.20	1562.13	376.02
28.00	72.18	4.00	13.12	1389.85	1432.07	345.19
28.00	72.18	4.40	14.43	1263.50	1302.04	314.46

De la tabla anterior se tomó la flecha de 1.83 metros con una tensión máxima de $T = 3,123.48$ lbs.

Se utilizará cable de ½ “ con un esfuerzo de ruptura de 27,200 lbs y un peso de 0.42 lbs/pie.

Integrando el peso propio del cable a la carga muerta.

$$C_m = 10.80 \text{ lbs/pie} + 0.42 \text{ lbs/pie} = 11.22 \text{ lbs/pie}$$

$$U = 1.4 * 11.22 \text{ lbs/pie} + 1.7 * 7.50 \text{ lbs/pie} = 28.45 \text{ lbs/pie}$$

El valor corregido de la tensión será:

$$T = 3,173.68 \text{ lbs.}$$

$$H = 3,081.14 \text{ lbs.}$$

$$V = 760.82 \text{ lbs.}$$

Longitud del cable principal

Según *Wire Hand Book* cuando la flecha (d), es el 5% de S, la longitud suspendida entre soportes viene dada por la siguiente fórmula:

$$L = S + (8*d^2) / (3*S)$$

$$L = 22 + (8*1.83^2) / (3*22) = 22.40 \text{ metros.}$$

Por lo que se tomará una longitud de 22.50 metros.

$$\text{Longitud de tensor} = S_1 = S / 4 = 22 / 4 = 5.50 \text{ metros.}$$

$$L_1 = (S_1^2 + x^2)^{1/2} \quad X = \text{espacio entre cada tensor.}$$

$$L_1 = (5.50^2 + 2.00^2)^{1/2} = 5.85 \text{ metros.}$$

Se tomará una longitud de 6.00 metros y debe incrementarse en un 10% para los empalmes y dobleces en el anclaje.

$$L_{\text{total}} = (22.50 + 2 * 6) * 1.10 = 37.95 \text{ metros.}$$

2.2.19.2. Péndolas o tirantes

Son los tirantes que sostienen a la tubería, van unidos al cable principal. La separación óptima de péndola es de 2 metros, el tirante central debe tener como mínimo 50 cms.

La carga de tensión que soportará viene dada por la siguiente fórmula:

$$Q = U * L$$

$$Q = \text{Carga última} * \text{separación entre péndolas} = 28.45 * 6.56 = 186.63 \text{ lbs}$$

Se utilizará cable galvanizado de 1/4" con una resistencia de 3,600 lbs. para péndolas. Para calcular la longitud de péndolas se utilizará la ecuación 3 de *Wire Rope Hand Book* que es la siguiente.

$$Y = [WX(S-X)] / (2H) \quad \text{donde:} \quad Y = \text{Variación de la flecha.}$$

X = Es variable

W = 28.45 lbs/pie

H = 3,081.14 lbs.

S = 22 metros

En la siguiente tabla se presentan los cálculos.

Tabla XII Cálculo de las péndolas

núm. péndolas	X mts	S-X mts	W/2*H	Y mts	Long. Pénd. mts	núm. Péndolas	LxPénd. mts
1	2	20	0.0046	0.18467	1.815	2	3.63
2	4	18	0.0046	0.33241	1.668	2	3.34
3	6	16	0.0046	0.44321	1.557	2	3.11
4	8	14	0.0046	0.51708	1.483	2	2.97
5	10	12	0.0046	0.55402	1.446	2	2.89
suma							15.94

Debido a que las péndolas van sujetas por medio de accesorios como guarda cables y abrazaderas, su longitud debe incrementarse en un 15%

$$\text{Longitud total} = (15.94) * 1.15 = 18.33 \text{ metros.}$$

2.2.19.3. Torres de soporte

Las torres servirán básicamente para cambiar el sentido a la tensión del cable principal, en dirección del momento o anclaje.

Las dimensiones serán de 3.10 mts. de altura, con una sección de 0.40 mts. x 0.40 mts. Estos elementos tendrán una zapata de 0.20 mts de espesor y 0.80 mts. por lado.

Módulo de elasticidad del concreto E	= 15,100 (f'c) ^{1/2}
Resistencia a compresión del concreto f'c	= 211 kg/cm ²
Esfuerzo de fluencia del acero grado 40 fy	= 2,810 kg/cm ²
Peso específico del concreto γ_c	= 2.40 Ton/m ³
Peso específico del suelo γ_s	= 1.90 Ton/m ³
Peso específico del concreto ciclópeo γ_{cc}	= 2.00 Ton/m ³
Valor soporte del suelo Vs	= 20.0 Ton/m ²
Longitud de la columna	= 3.10 mts

Esbeltez

La esbeltez en una columna está en función de la luz (Lu) y su dimensión transversal, llamada radio de giro ($r=L/A$), que está en función de la inercia y del área, por lo tanto un parámetro que determina la esbeltez de una columna es L/r , sin embargo, esta relación es válida si L es igual a la distancia de dos puntos de inflexión, que en el caso general no será igual a la luz libre, por lo que se considera una longitud efectiva, $L_e = KLu$, que es proporcional a la luz libre en donde K es un factor que depende del tipo de apoyo que tiene la columna, que no será simplemente apoyada ni un empotramiento perfecto, para el caso general.

Si la columna tiene posibilidades de ladeo, la columna no es contradentada, por el contrario la columna puede tener elementos que le

impidan el ladeo, siendo en este caso una columna contradentada o contra desplazamiento lateral.

Por lo anterior se clasifican como columna esbelta, cuando la relación de esbeltez se encuentra en el siguiente intervalo: $22 < Klu / r < 100$.

Momento inercia:

$$I = b * h^3 / 12 = (0.40 * 0.40^3) / 12 = 0.00213 \text{ m}^4$$

Radio de giro:

$$r = (I / A)^{1/2} = (0.00213 / (0.40*0.40))^{1/2} = 0.11538$$

Chequeo por esbeltez (E)

$$E = k * Lu / r = 2 * 3.10 / 0.11213 = 53.73$$

Por lo cual se clasifica como columna esbelta.

Carga crítica de una columna (Pcr)

La carga crítica de una columna es la que produce pandeo en dos puntos de inflexión, es decir, en el tramo cuya longitud es la longitud efectiva. La fórmula de Euler para encontrar la carga crítica de una columna con un extremo empotrado y el otro libre es:

$$P_{cr} = 2 * E * I * \pi^2 / (k*Lu)^2$$

$$P_{cr} = 2 * 15100 * 210^{1/2} * 213000 * \pi^2 / (2*310)^2 = 2,393,396 \text{ kg.} = 2,638.26 \text{ Ton}$$

Refuerzo en la columna: en este caso la columna sólo está actuando a compresión bajo una fuerza axial pequeña de $V = 760.82 \text{ lbs.} \approx 0.38 \text{ Ton.}$ Con lo anterior, se puede considerar en seguir la sección 10.8.4 del reglamento de la ACI 318-83, que indica que cuando un elemento sujeto a compresión tiene una sección transversal mayor a la requerida para las condiciones de carga, con el fin de determinar el refuerzo mínimo, se puede emplear un área efectiva reducida A_g no menor de un medio del área total.

$$A_s \text{ min} = (0.01 * \text{área gruesa})/2 = (0.01 * 1,600)/2 = 8.00 \text{ cm}^2$$

$$A_s (\text{No. 4}) = 8.00 / 1.97 = 4.04 \approx 4 \text{ varillas No 5}$$

Carga axial que soporta la columna:

$$P_u = \Phi (0.85 * f'_c * A_g + A_s * f_y)$$

$$P_u = 0.7 (0.85 * 210 * 1,600 + 7.88 * 2810) = 215,419.96 \text{ kg} \approx 237.45 \text{ Ton}$$

Zapata: debido a que la carga que soporta la zapata no es muy grande, se adoptará el peralte mínimo.

Peralte mínimo arriba del refuerzo inferior = 15.00 cm.

Recubrimiento mínimo del refuerzo = 5.00 cm.

Altura total = 20.00 cm.

$$F_{cu} = U / (C_M + C_V) = 28.45 / (11.22 + 7.50) = 1.51$$

Datos calculados en la página 78.

Carga que soporta la zapata

$$\text{Componente vertical de la tensión del cable} = V/2 = 0.38 / 2 = 0.19 \text{ Ton}$$

$$\text{Peso propio de la columna} = \gamma_c * A_g * h = 2.40 \text{ Ton} * 0.16 * 3.10 = 1.19 \text{ Ton}$$

$$\text{Peso propio del suelo} = \gamma_s * \text{des} * \text{área} = 1.9 \text{ Ton} * 1.00 * 0.48 = 0.91 \text{ Ton}$$

$$\text{Peso propio de la zapata} = \gamma_c * t * b^2 = 2.40 \text{ Ton} * 0.20 * 0.80^2 = 0.30 \text{ Ton}$$

$$P_z = \text{carga total que actúan bajo la zapata} = 2.59 \text{ ton}$$

Se debe cumplir que P_z / A_z , debe ser menor que el valor soporte del suelo.

$$P_z / A_z = 2.59 / (0.80 * 0.80) = 4.04 \text{ Ton/m}^2$$

$$\text{Es menor que } V_s = 15 \text{ Ton/m}^2$$

$$\text{Carga última} = W_u = P_z * F_{cu} = 2.59 * 1.51 = 3.91 \text{ Ton.}$$

Chequeo por corte simple

$$V_a < V_c$$

$$\text{Donde: } V_a = \text{corte actuante}$$

$$V_c = \text{Corte resistente}$$

$$d = \text{Peralte - recubrimiento.}$$

$$d = 0.20 - 0.05 = 0.15 \text{ mts.}$$

$$V_a = W_u * b * c = 3.91 * 0.80 * 0.20 = 0.62 \text{ Ton.}$$

$$V_c = 0.85 * 0.53 * (f'_c)^{1/2} * b * d / 1000$$

$$V_c = 0.85 * 0.53 * (210)^{1/2} * 80 * 15 / 1000 = 7.83 \text{ Ton.}$$

Resiste al corte simple debido a que: $V_c = 7.83 \text{ Ton} > V_a = 0.62 \text{ Ton}$

Chequeo por corte punzonante

$$V_a = W_u * (\text{área de zapata} - \text{área punzonante})$$

$$V_a = 3.91 * ((0.80*0.80) - (0.40+0.15)^2) = 1.31 \text{ Ton.}$$

$$V_c = 0.85 * 0.53 * (f'c)^{1/2} * (\text{perímetro punzonante}) * d / 1000$$

$$V_c = 0.85 * 0.53 * (210)^{1/2} * (40+15) * 15 / 1000 = 5.38 \text{ Ton}$$

Resiste el corte punzonante $V_c = 5.38 \text{ Ton} > V_a = 1.31 \text{ Ton}$

Chequeo por flexión

$$M_u = W_u * L^2 / 2 = 3.91 * 0.20^2 / 2 = 0.0782 \text{ Ton-m}$$

Datos:

$$M_u = 70.94 \text{ kg-m}$$

$$f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$$

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

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

$$d = 15 \text{ cm}$$

$$A_s = [(0.85 * f'c) / f_y] * [b * d - \sqrt{[(b * d)^2 - (M_u * b) / (.0038 * f'c)]}]$$

$$A_{s \text{ req}} = 0.18 \text{ cm}^2$$

$$A_{s \text{ min}} = 0.40 * (14.10 / 2810 \text{ kg/cm}^2) * b * d$$

$$A_{s \text{ min}} = 0.40 * (14.10 / 2810 \text{ kg/cm}^2) * 100 \text{ cm} * 15 \text{ cm} = 3.01 \text{ cm}^2$$

$$A_{s \text{ mín}} = 0.18 \text{ cm}^2 > A_s = 3.01 \text{ cm}^2$$

Refuerzo

$$\left. \begin{array}{l} 3.01 \text{ cm}^2 \sim 100 \text{ cm} \\ 1.26 \text{ cm}^2 \sim S \text{ cm} \end{array} \right\} \text{ Donde } S = 41 \text{ cm}$$

$$S \text{ max} = 20 \text{ cm} / 2 = 10 \text{ cm}$$

Se utilizará No. 4 (1.27 cm²) @ 10.00

2.2.20. Presupuesto y planos del proyecto de mini-riego

El presupuesto junto con los planos son los parámetros más importantes para la toma de decisiones de parte de la entidad que dará financiamiento al proyecto, pues ambos resumen en forma concisa los alcances y limitaciones que tendrá el proyecto al momento de implementarlo. En los planos debe estar resumida la información esencial del proyecto junto con los detalles y elementos constructivos más significativos.

Los planos elaborados son: planta-perfil, detalles de obras de arte y planta general los cuales se podrán ver en el apéndice. A continuación se presenta el presupuesto del mini-riego.

Tabla XIII Presupuesto del proyecto de miniriego

PRESUPUESTO
PROYECTO MINI-RIEGO
CANTÓN RINCÓN DE LOS LEONES, SANTO TOMAS CHICHÉ
EL QUICHÉ

0. PRELIMINARES

0.1 MATERIALES LOCALES

núm.	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
1	Piedra bola	M ³	7.00	Q 150.00	Q 1,050.00
2	Cemento	M ³	10.00	Q 175.00	Q 1,750.00
3	Arena	M ³	2.00	Q 150.00	Q 300.00
			TOTAL		Q 3,100.00

0.2 MANO DE OBRA

núm.	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
4	Limpieza	M ³	150.00	Q 10.00	Q 1,500.00
5	Excavacion	M ³	32.00	Q 20.00	Q 640.00
6	Nivelacion	M ³	25.00	Q 15.00	Q 375.00
			TOTAL		Q 2,515.00

Continuación

2/6

1. CAPTACIÓN DE RIO

núm.	Ubicada en la estación	Diámetro de salida
1	30 mts antes de E-0	4"

1.1 MATERIALES LOCALES

núm.	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
1	Arena	M ³	0.50	Q 150.00	Q 75.00
2	Piedrín	M ³	0.50	Q 175.00	Q 87.50
3	Piedra	M ³	1.50	Q 150.00	Q 225.00
4	9 Tablas de 1" x 12" x 9'	Pie - tabla	81.00	Q 3.00	Q 243.00
5	4parales de 3" x 3" x 9	Pie - tabla	36.00	Q 3.00	Q 108.00
TOTAL					Q 738.50

1.2 MATERIALES NO LOCALES

núm.	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
6	Codo de 45 de 4" HG	U	2.00	Q 110.20	Q 220.40
7	Tubería de HG de 4"	U	5.00	Q 685.00	Q 3,425.00
8	Adaptador macho PVC de 4"	U	1.00	Q 41.00	Q 41.00
9	Reductor bushing 4" a 3"	U	1.00	Q 64.00	Q 64.00
10	Alambre de amarre calibre 18	Libra	8.00	Q 3.00	Q 24.00
11	Alambre Espigado	Rollo	2.00	Q 150.00	Q 300.00
12	Cemento	Saco	6.00	Q 42.00	Q 252.00
13	Grapa para cerco	Libra	28.00	Q 3.00	Q 84.00
TOTAL					Q 4,410.40

1.3 MANO DE OBRA

núm.	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
14	Mano de obra	U	1.00	Q 3,500.00	Q 3,500.00
TOTAL					Q 3,500.00

2. CAJA DESARENADORA

núm.	Ubicada en la estación	
1	E-7	

2.1 MATERIALES LOCALES

núm.	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
1	Arena	M ³	1.00	Q 150.00	Q 150.00
2	Piedrín	M ³	1.00	Q 175.00	Q 175.00
3	12 Tablas de 1" x 12" x 9'	Pie - tabla	108.00	Q 3.00	Q 324.00
4	6 parales de 3" x 3" x 9	Pie - tabla	54.00	Q 3.00	Q 162.00
TOTAL					Q 811.00

Continuación

3/6

2.2 MATERIALES NO LOCALES

núm.	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
5	Alambre Espigado	Rollo	2.00	Q 150.00	Q 300.00
6	Candado de 60 mm	U	2.00	Q 80.00	Q 160.00
7	Cemento	Saco	11.00	Q 42.00	Q 462.00
8	Codo de 90 PVC 3"	U	3.00	Q 40.00	Q 120.00
9	Grapa para cerco	Libra	28.00	Q 3.00	Q 84.00
10	Hierro de 1/4"	Varilla	5.00	Q 7.00	Q 35.00
11	Hierro de 3/8"	Varilla	27.00	Q 13.00	Q 351.00
12	Pichacha de bronce de 3"	U	1.00	Q 100.00	Q 100.00
13	Válvula de compuerta de bronce de 3"	U	2.00	Q 499.00	Q 998.00
14	Alambre de amarre calibre 18	Lb	10.00	Q 3.00	Q 30.00
15	Valvula de compuerta de bronce de 4"	U	1.00	Q 900.00	Q 900.00
16	Tubería de 3" PVC DE 125 psi	Tubo	2.00	Q 167.00	Q 334.00
17	Tubería para drenaje de 3" PVC norma 3034	Tubo	4.00	Q 93.63	Q 374.52
TOTAL					Q 4,248.52

2.3 MANO DE OBRA

núm.	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
18	Mano de obra	U	1.00	Q 2,500.00	Q 2,500.00
TOTAL					Q 2,500.00

3. TANQUE DE DISTRIBUCIÓN DE 40 M³

Ubicado en la E - 07 Entra con 3" y sale con 5"

3.1 MATERIALES LOCALES

núm.	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
1	Arena	M ³	11.00	Q 150.00	Q 1,650.00
2	Piedrín	M ³	17.00	Q 175.00	Q 2,975.00
3	Piedra Bola	M ³	45.00	Q 150.00	Q 6,750.00
4	50 Tablas de 1" x 12" x 12'	Pie Tabla	598.50	Q 3.00	Q 1,795.50
5	26 Parales de 3" x 3" x 9'	Pie Tabla	192.85	Q 3.00	Q 578.55
6	20 Tendales de 3" x 4" x 9'	Pie Tabla	212.80	Q 3.00	Q 638.40
TOTAL					Q 14,387.45

3.2 MATERIALES NO LOCALES

núm.	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
7	Adaptador macho PVC de 5"	U	1.00	Q 117.00	Q 117.00
8	Alambre de amarre calibre 18	Libra	33.25	Q 3.00	Q 99.75
9	Alambre espigado	Rollo	1.50	Q 150.00	Q 225.00
10	Candado interperie marca Yale	U	5.00	Q 100.00	Q 500.00
11	Cemento	Saco	200.00	Q 42.00	Q 8,400.00
12	Clavo de 3" para madera	Libra	39.90	Q 3.00	Q 119.70
13	Codo PVC 5" x 90° de drenaje 125 PSI	U	3.00	Q 350.00	Q 1,050.00

Continuación

4/6

14	Codo HG 3" x 90° para respiradero	U	2.00	Q 125.00	Q 250.00
15	Eternocrete	Galón	1.50	Q 80.00	Q 120.00
16	Grapa para cerco	Libra	13.30	Q 3.18	Q 42.29
16	Hierro de 5/8"	Varilla	2.00	Q 85.00	Q 170.00
17	Hierro de 3/8"	Varilla	108.00	Q 13.00	Q 1,404.00
18	Hierro de 1/2"	Varilla	4.00	Q 20.00	Q 80.00
19	Hierro de 1/4"	Varilla	102.00	Q 7.00	Q 714.00
20	Niple HG 3" para respiradero	U	3.00	Q 100.00	Q 300.00
21	Pintura anticorrosiva	Galón	1.50	Q 225.00	Q 337.50
22	Sifón a seguir de 4" de drenaje	U	1.00	Q 283.00	Q 283.00
23	Pichacha de bronce de 5"	U	1.00	Q 400.00	Q 400.00
24	Tubería PVC de 5" y con briga	Tubo	1.00	Q 786.31	Q 786.31
25	Tubería PVC de 4" de drenaje	Tubo	1.00	Q 220.00	Q 220.00
26	Válvula de compuerta de bronce de 5"	U	1.00	Q 5,800.00	Q 5,800.00
TOTAL					Q 21,418.55

3.3 MANO DE OBRA

núm.	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
27	Mano de obra	U	1.00	Q 15,000.00	Q 15,000.00
TOTAL					Q 15,000.00

4. LÍNEA DE CONDUCCIÓN PRINCIPAL

De la estacion 7 a 82

4.1 MATERIAL NO LOCAL

núm.	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
1	Adaptador macho PVC de 5"	U	1.00	Q 117.00	Q 117.00
2	Codo PVC de 45° de 4"	U	20.00	Q 91.08	Q 1,821.60
3	Codo PVC de 90° de 4"	U	4.00	Q 71.14	Q 284.56
4	Tubería HG de 5"	Tubo	48.00	Q 1,500.00	Q 72,000.00
5	Tubería PVC de 5" de 125 PSI	Tubo	444.00	Q 421.29	Q 187,052.76
6	Tubería PVC de 5" de 160 PSI	Tubo	62.00	Q 522.72	Q 32,408.64
7	Tubería PVC de 4" de 115 PSI	Tubo	86.00	Q 275.79	Q 23,717.94
8	Tubería PVC de 4" de 160 PSI	Tubo	82.00	Q 342.04	Q 28,047.28
9	Codo PVC de 45° de 5"	U	13.00	Q 300.33	Q 3,904.29
10	Codo PVC de 90° de 5"	U	5.00	Q 300.33	Q 1,501.65
11	Valvula de aire automática	U	1.00	Q 300.00	Q 300.00
12	Valvula de compuerta de 4"	U	1.00	Q 900.00	Q 900.00
13	Codo PVC de 22° de 5"	U	10.00	Q 195.21	Q 1,952.10
14	Codo PVC de 22° de 4"	U	10.00	Q 46.24	Q 462.40
15	Reductores bussing de 5" a 4"	U	3.00	Q 125.00	Q 375.00
TOTAL					Q 350,855.72

4.2 MANO DE OBRA

núm.	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
	Excavacion	ML	3,918.00	Q 10.00	Q 39,180.00
16	Instalación de tubería	ML	3,918.00	Q 10.00	Q 39,180.00
17	Relleno y compactado	ML	3,918.00	Q 3.00	Q 11,754.00
TOTAL					Q 90,114.00

5. RAMALES SECUNDARIOS

	DESCRIPCIÓN
1	3 ramales en estaciones 59, 74 y 83

5.1 MATERIALES LOCALES

PARA UN RAMAL SECUNDARIO

5.2 MATERIALES NO LOCALES

	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
1	Tubería PVC 4" de 125 PSI	Tubo	145.00	Q 276.00	Q 40,020.00
2	Tubería PVC 3" de 125 PSI	Tubo	11.00	Q 167.00	Q 1,837.00
3	Tubería PVC 1/2" de 315 PSI	Tubo	7.00	Q 22.00	Q 154.00
4	Tubería PVC 1" de 160 PSI	Tubo	200.00	Q 35.00	Q 7,000.00
5	Codo PVC de 45° de 1"	U	40.00	Q 7.00	Q 280.00
6	Codo PVC de 90° de 1"	U	20.00	Q 4.00	Q 80.00
7	Reductor bussing de 1" a 1/2"	U	40.00	Q 3.00	Q 120.00
8	Tee de PVC de 4"	U	20.00	Q 110.00	Q 2,200.00
9	Tee PVC de 1"	U	20.00	Q 5.00	Q 100.00
10	Bushing reductor de 4" a 2"	U	20.00	Q 64.00	Q 1,280.00
11	Bushing reductor de 2" a 1"	U	20.00	Q 9.00	Q 180.00
12	Valvula de paso de 1"	U	20.00	Q 40.00	Q 800.00
13	Valvula de chorro de 1/2"	U	40.00	Q 20.00	Q 800.00
14	Aspersores de 1/2"	U	40.00	Q 100.00	Q 4,000.00
15	Manguera	U	40.00	Q 115.00	Q 4,600.00
16	Valvula de compuerta de 4"	U	1.00	Q 900.00	Q 900.00
17	Reductor bussing de 5" a 4"	U	1.00	Q 100.00	Q 100.00
18	Adaptadores macho 4"	U	2.00	Q 41.00	Q 82.00
TOTAL					Q 64,533.00
RAMALES SECUNDARIOS					3
TOTAL					Q 193,599.00

5.3 MANO DE OBRA

	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
19	Mano de obra	U			
20	Excavacion	ML	2,772.00	Q 10.00	Q 27,720.00
21	Instalación de tubería	ML	2,772.00	Q 10.00	Q 27,720.00
22	Relleno y compactado	ML	2,772.00	Q 3.00	Q 8,316.00
TOTAL					Q 63,756.00

RESUMEN DE MATERIAL Y MANO DE OBRA

núm.	DESCRIPCIÓN	Material Local	Material no local	Mano de Obra	Total
0	Preliminares	Q 3,100.00	Q 3,100.00	Q 2,515.00	Q 8,715.00
1	Captación de río	Q 738.50	Q 4,410.40	Q 3,500.00	Q 8,648.90
2	Caja desarenadora	Q 811.00	Q 4,248.52	Q 2,500.00	Q 7,559.52
3	Tanque de distribución 40 M3	Q 14,387.45	Q 21,418.55	Q 15,000.00	Q 50,806.00
4	Línea de conducción principal	Q -	Q 350,855.72	Q 90,114.00	Q 440,969.72
5	Ramales	Q -	Q 193,599.00	Q 63,756.00	Q 257,355.00
6	Paso aéreo	Q 2,910.00	Q 42,541.92	Q 3,500.00	Q 48,951.92
7	Muro y anclajes para tubería HG	Q 300.00	Q 424.00	Q 1,250.00	Q 1,974.00
8	Herramientas	Q -	Q 8,918.16	Q -	Q 8,918.16
	TOTAL	Q 22,246.95	Q 629,516.27	Q 182,135.00	Q 833,898.22

INTEGRACION FINAL DEL PRESUPUESTO

núm.	RENLÓN	Material local
1	Material no local y Mano de obra	Q811,651.27
2	Transporte de materiales, incluye traslados internos	Q20,000.00
1	Costo directo	Q831,651.27
2	Utilidad	Q83,165.13
3	Administración	Q83,165.13
1	Total	Q997,981.53
2	Materiales locales y mano de obra no calificada	Q58,246.95
3	Supervisión	Q49,899.08
	TOTAL	Q1,106,127.56

CONCLUSIONES

1. El proyecto del puente vehicular está diseñado de concreto reforzado, debido a las condiciones del lugar no puede diseñarse con vigas pretensadas por el problema del transporte. Los estribos están diseñados con concreto ciclópeo por la facilidad de conseguir material piedra bola. Este proyecto vendrá a beneficiar a muchas familias, ya que facilitará el transporte de productos, personas y movilizará enfermos al centro de salud del municipio.
2. Las personas de las comunidades aportarán la mano de obra no calificada. Esto es muy importante mencionarlo en el presupuesto de la obra, pues las instituciones que brindan apoyo ven el interés de la comunidad para realizar sus proyectos.
3. El abastecimiento de agua para el sistema de mini-riego fue captado del riachuelo La Trinidad por lo que se diseñó una caja desarenadora para sedimentar los sólidos que arrastre el agua y así evitar posibles taponamientos en la tubería.
4. El diseño por gravedad es una de las mejores opciones para abastecer el vital líquido a las comunidades del área rural, pues para su operación no requiere de gastos por energía o combustibles.
5. El Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), brinda la oportunidad de poder confrontar la teoría con la práctica en proyectos reales, conociendo el nivel de vida en las comunidades y las necesidades que afrontan, esta experiencia permite adquirir criterio y madurez.

RECOMENDACIONES

A la municipalidad

- Garantizar la calidad de las obras a través de una supervisión técnica, para lo cual se deberá contratar a un profesional de la Ingeniería Civil.
- En la construcción del puente vehicular, es importante utilizar los materiales de calidad que especifican los planos así como tener un buen control de calidad en la construcción.
- En la construcción del sistema de miniriego es importante que el ingeniero supervisor tenga atención especial en la colocación de tuberías en los puntos llamados sifones, pues es aquí donde fallan las tuberías al hacer la prueba.
- Exigir a la entidad ejecutora del proyecto de mini riego, un manual de funcionamiento del sistema, en este manual especificarán las verificaciones necesarias periódicamente y cuidados para el correcto funcionamiento.

A los integrantes de las comunidades

- Elaborar cuanto antes un reglamento para la mejor utilización del sistema de mini-riego, así como organizar a un grupo encargado de realizar el debido mantenimiento, haciendo periódicamente recorridos en toda la línea de conducción.

- Crear un comité encargado, para que haga valer y dar cumplimiento al reglamento, para el mejor aprovechamiento del abastecimiento del agua para el mini-riego.

A la Facultad de Ingeniería

- Seguir brindando esta gran oportunidad, para adquirir la experiencia en el campo y poner en práctica los conocimientos adquiridos durante la formación académica.

BIBLIOGRAFÍA

1. Barrios Molina, Marta Patricia. Diseño del sistema de miniriego para el Cantón Rincón de los Leones. Tesis Ing. Civil. Guatemala, universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 1999. 100 pp.
2. Enríquez Palencia, Hugo Gerardo. Análisis y diseño simplificado de puentes rurales cortos. Tesis Ing. Civil. Guatemala, universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 1993. 150 pp.
3. Perdomo Hernández, Rony Enrique. Diseño y construcción del miniriego en la Aldea Chiquex, Santa Apolonia. Tesis Ing. Civil. Guatemala, universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 1989. 83 pp.
4. Valladares, Oscar Alfredo. Diseño de dos puentes y un salón comunal de usos múltiples en la cabecera departamental de Jalapa. Tesis Ing. Civil. Guatemala, universidad de San Carlos, Facultad de Ingeniería, 2001. 95 pp.
5. AASHTO. *American Association of State Highway and Transportation Officials.*
6. Normas: ACI 318-95 Y ACI318R-95

APÉNDICE

Tabla XIV Diseño hidráulico del sistema de miniriego.

Diseño Hidráulico del sistema de miniriego por gravedad.
Comunidad de Rincón de los Leones del municipio de Chiché, Quiché.

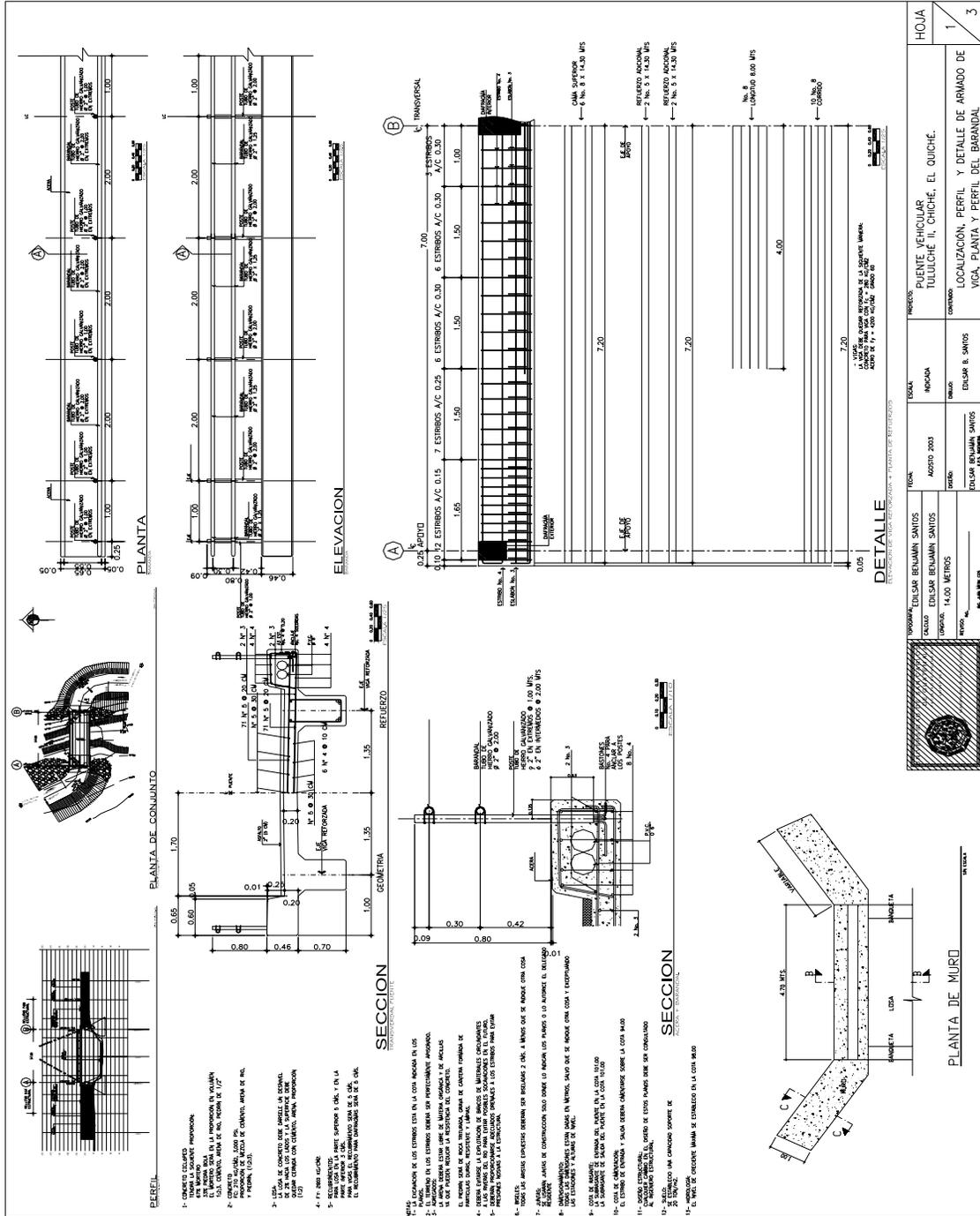
DE	A	Long. Hrc.	Longitud metros	# de Parcelas	Caudal	D. l. (Pulg)	Perdida de carga (metros)	Velocidad (mts/seg)	Tiempo Final	Presión Estática	Piezométrica	Presión Dinámica	Cota piezométrica	OBSERVACION
0	1	0.00	0.00	0	14.00	3.28	0.000	0.000	1000.000	0.000	1000.000	0.000	1000.000	
0	1	29.67	29.67	0	14.00	3.28	1.968	2.668	997.201	2.799	998.032	0.831		CONDUCCION Y CAPTACION
1	2	25.87	55.55	0	14.00	3.28	3.884	2.668	995.552	4.448	996.316	0.784		CONDUCCION
2	3	19.51	75.06	0	14.00	3.28	4.978	2.668	990.962	9.038	995.022	4.060		CONDUCCION
3	4	14.07	89.12	0	14.00	3.28	5.911	2.668	981.256	18.744	994.089	12.832		CONDUCCION
4	5	23.28	112.40	0	14.00	3.28	7.465	2.668	977.752	22.248	992.546	14.792		CONDUCCION
5	6	23.97	136.37	0	14.00	3.28	9.045	2.668	976.329	23.671	990.965	14.625		CONDUCCION
6	7	55.98	192.35	0	14.00	3.28	12.759	2.668	977.446	22.554	987.241	9.795		CONDUCCION Y DISTRIBUCION
7	8	0.00	0.00	0	14.00	5.22	0.000	0.000	977.446	0.000	977.446	0.000	977.446	
7	8	59.93	59.93	0	14.00	5.22	0.414	1.014	973.694	3.793	977.033	3.339		CONDUCCION Y TANQUE
8	9	65.68	125.61	0	14.00	5.22	0.967	1.014	969.241	8.205	976.580	7.339		DISTRIBUCION
9	10	37.90	163.50	0	14.00	5.22	1.128	1.014	971.197	6.249	976.318	5.121		DISTRIBUCION
10	11	30.00	193.50	0	14.00	5.22	1.335	1.014	970.857	6.589	976.111	5.254		DISTRIBUCION
11	12	31.04	224.54	0	14.00	5.22	1.560	1.014	964.136	13.312	975.897	11.762		DISTRIBUCION
12	13	45.99	270.52	0	14.00	5.22	1.867	1.014	963.617	13.829	975.579	11.962		DISTRIBUCION
13	14	31.65	302.17	0	14.00	5.22	2.085	1.014	959.151	18.296	975.361	16.210		DISTRIBUCION
14	15	51.86	354.03	0	14.00	5.22	2.443	1.014	955.803	21.643	975.003	19.200		DISTRIBUCION
15	16	101.97	456.00	0	14.00	5.22	3.147	1.014	953.073	24.373	974.299	21.226		DISTRIBUCION
16	17	53.20	509.20	0	14.00	5.22	3.514	1.014	945.491	31.955	973.932	28.441		DISTRIBUCION
17	18	41.19	550.38	0	14.00	5.22	3.799	1.014	940.103	37.343	973.648	33.546		DISTRIBUCION
18	19	43.67	594.05	0	14.00	5.22	4.100	1.014	935.783	41.664	973.347	37.564		DISTRIBUCION
19	20	30.00	624.05	0	14.00	5.22	4.307	1.014	935.653	41.794	973.140	37.487		DISTRIBUCION
20	21	31.76	655.81	0	14.00	5.22	4.526	1.014	932.824	44.622	972.920	40.096		DISTRIBUCION
21	22	77.62	733.43	0	14.00	5.22	5.062	1.014	927.637	49.810	972.385	44.748		DISTRIBUCION
22	23	37.44	770.86	0	14.00	5.22	5.300	1.014	922.640	54.806	972.126	49.486		DISTRIBUCION
23	24	25.99	796.85	0	14.00	5.22	5.500	1.014	921.786	55.660	971.947	50.160		DISTRIBUCION
24	25	41.38	838.23	0	14.00	5.22	5.785	1.014	916.446	61.000	971.661	55.215		DISTRIBUCION
25	26	44.87	883.11	0	14.00	5.22	6.095	1.014	909.249	68.198	971.352	62.103	971.352	DISTRIBUCION
26	27	37.83	37.83	0	14.00	5.13	0.284	1.050	894.026	83.420	971.067	77.041		DISTRIBUCION
27	28	39.95	77.78	0	14.00	5.13	0.584	1.050	892.821	84.625	970.767	77.946		DISTRIBUCION
28	29	57.72	135.49	0	14.00	5.13	1.018	1.050	886.715	90.731	970.334	83.619		DISTRIBUCION

DE	A	Long. Hor.	Longitudinales	# de Paredes	Caudal	D. i. (PuG)	Pérdida de carga (metros)	Velocidad (mts/seg)	Cota de Terreno Final	Presión Estática	Piezométrica	Presión Dinámica	Cota piezométrica	OBSERVACION
29	30	33.26	168.76	0	14.00	5.13	1.268	1.050	896.534	80.913	970.084	73.650		DISTRIBUCION
30	31	33.97	202.73	0	14.00	5.13	1.523	1.050	907.991	69.456	969.829	61.838		DISTRIBUCION
31	32	23.88	226.61	0	14.00	5.13	1.702	1.050	908.831	68.616	969.649	60.818		DISTRIBUCION
32	33	31.96	258.58	0	14.00	5.13	1.942	1.050	909.277	68.169	969.409	60.132		DISTRIBUCION
33	34	43.95	302.52	0	14.00	5.13	2.272	1.050	907.173	70.274	969.079	61.906		DISTRIBUCION
34	35	57.98	360.50	0	14.00	5.13	2.708	1.050	908.735	68.712	968.644	59.909	968.644	DISTRIBUCION
35	36	46.87	46.87	0	14.00	4.22	0.882	1.561	910.879	66.768	967.762	57.073		DISTRIBUCION
36	37	19.85	65.72	0	14.00	4.22	1.278	1.561	908.682	68.764	967.366	58.683		DISTRIBUCION
37	38	29.92	95.64	0	14.00	4.22	1.859	1.561	910.580	66.866	966.784	56.204		DISTRIBUCION
38	39	11.97	107.61	0	14.00	4.22	2.082	1.561	911.428	66.019	966.552	55.124		DISTRIBUCION
39	40	29.96	137.57	0	14.00	4.22	2.675	1.561	912.614	64.833	965.969	53.355		DISTRIBUCION
40	41	29.98	167.56	0	14.00	4.22	3.258	1.561	912.040	65.406	965.386	53.346		DISTRIBUCION
41	42	31.66	199.21	0	14.00	4.22	3.873	1.561	916.087	61.360	964.771	48.684		DISTRIBUCION
42	43	23.74	222.95	0	14.00	4.22	4.336	1.561	918.842	58.605	964.309	45.467		DISTRIBUCION
43	44	47.99	270.93	0	14.00	4.22	5.267	1.561	920.179	57.267	963.376	43.197		DISTRIBUCION
44	45	53.98	324.92	0	14.00	4.22	6.317	1.561	920.632	56.816	962.327	41.695		DISTRIBUCION
45	46	36.00	360.92	0	14.00	4.22	7.017	1.561	921.722	55.725	961.627	39.905		DISTRIBUCION
46	47	37.99	398.91	0	14.00	4.22	7.755	1.561	920.929	56.518	960.888	39.959		DISTRIBUCION
47	48	39.56	438.47	0	14.00	4.22	8.525	1.561	916.340	61.106	960.119	43.779		DISTRIBUCION
48	49	60.26	498.72	0	14.00	4.22	9.666	1.561	901.957	75.489	958.948	56.990	958.948	DISTRIBUCION
49	50	73.64	73.64	0	14.00	4.15	1.553	1.604	897.378	80.069	957.394	60.016		DISTRIBUCION
50	51	10.17	83.81	0	14.00	4.15	1.768	1.604	893.072	84.375	957.180	64.108		DISTRIBUCION
51	52	24.00	107.81	0	14.00	4.15	2.274	1.604	893.072	84.375	956.674	63.602		DISTRIBUCION
52	53	23.52	131.33	0	14.00	4.15	2.770	1.604	900.713	76.733	956.178	55.465		DISTRIBUCION
53	54	46.26	177.58	0	14.00	4.15	3.746	1.604	910.094	67.353	955.202	45.108		DISTRIBUCION
54	55	59.98	237.56	0	14.00	4.15	5.011	1.604	908.717	68.730	953.937	45.220		DISTRIBUCION
55	56	44.87	282.43	0	14.00	4.15	6.987	1.604	901.089	76.357	952.991	51.901		DISTRIBUCION
56	57	14.03	296.47	0	14.00	4.15	6.253	1.604	893.778	83.668	952.695	58.917		DISTRIBUCION
57	58	48.78	346.24	0	14.00	4.15	7.282	1.604	902.393	75.053	951.666	49.272		DISTRIBUCION
58	59	129.84	475.08	0	14.00	4.15	10.020	1.604	907.368	70.079	948.927	41.560	948.927	DISTRIBUCION
59	60	77.98	77.98	2	14.00	5.22	0.538	1.014	908.709	68.738	948.389	39.680		DISTRIBUCION
60	61	41.95	119.93	1	14.00	5.22	0.828	1.014	907.384	70.063	948.099	40.716		DISTRIBUCION
61	62	43.99	163.91	4	14.00	5.22	1.131	1.014	908.142	69.305	947.796	39.654		DISTRIBUCION
62	63	37.95	201.87	0	14.00	5.22	1.383	1.014	907.086	70.360	947.534	40.448		DISTRIBUCION

DE	A	Long. Hor.	Longitud metros	# de Parcelas	Caudal	D. i. (PUG)	Pérdida de carga (metros)	Velocidad (mts/seg.)	Cota de Terreno Final	Presión Estática	Piezométrica	Presión Dinámica	Cota piezométrica	OBSERVACION
63	64	60.00	261.87	3	14.00	5.22	1.807	1.014	907.356	70.090	947.120	39.764		DISTRIBUCION
64	65	55.81	317.68	1	14.00	5.22	2.192	1.014	904.086	73.361	946.735	42.649		DISTRIBUCION
65	66	36.00	363.68	0	14.00	5.22	2.441	1.014	904.446	73.001	946.486	42.041		DISTRIBUCION
66	67	27.97	381.64	2	14.00	5.22	2.634	1.014	903.269	74.177	946.293	43.024		DISTRIBUCION
67	68	81.00	462.64	2	14.00	5.22	3.193	1.014	902.859	74.587	945.734	42.875		DISTRIBUCION
68	69	83.97	546.62	3	14.00	5.22	3.773	1.014	901.133	76.313	945.155	44.021		DISTRIBUCION
69	70	53.98	600.60	2	14.00	5.22	4.146	1.014	901.906	75.541	944.782	42.877		DISTRIBUCION
70	71	52.00	652.60	0	14.00	5.22	4.504	1.014	902.546	74.901	944.433	41.878		DISTRIBUCION
71	72	61.98	714.58	0	14.00	5.22	4.932	1.014	903.867	73.579	943.995	40.128		DISTRIBUCION
72	73	123.99	838.57	0	14.00	5.22	5.788	1.014	905.839	71.607	943.140	37.300		DISTRIBUCION
73	74	79.98	918.55	20	14.00	5.22	6.339	1.014	908.325	69.121	942.588	34.262	942.588	DISTRIBUCION
74	75	47.77	47.77	3	14.00	5.22	0.330	1.014	905.025	72.421	942.268	37.233		DISTRIBUCION
75	76	109.97	157.73	2	14.00	5.22	1.089	1.014	903.896	73.551	941.499	37.603		DISTRIBUCION
76	77	159.56	317.29	4	14.00	5.22	2.190	1.014	895.514	81.933	940.398	44.884		DISTRIBUCION
77	78	63.96	381.25	4	14.00	5.22	2.631	1.014	893.699	83.748	939.956	46.258		DISTRIBUCION
78	79	153.81	535.06	2	14.00	5.22	3.693	1.014	889.448	87.999	938.895	49.447	938.895	DISTRIBUCION
79	80	73.91	73.91	3	14.00	5.22	0.510	1.014	891.859	85.588	938.385	46.526		DISTRIBUCION
80	81	66.00	139.91	2	14.00	5.22	0.966	1.014	892.469	84.978	937.929	46.461		DISTRIBUCION
81	82	107.60	247.51	20	14.00	5.22	1.708	1.014	886.458	90.989	937.187	50.729	937.187	DISTRIBUCION
82	83	59.75	59.75	0	14.00	4.22	1.162	1.561	911.856	25.330	936.025	24.169		DISTRIBUCION
83	84	115.86	175.61	2	14.00	4.22	3.414	1.561	908.430	28.756	933.773	25.342		DISTRIBUCION
84	85	59.54	235.15	0	14.00	4.22	4.572	1.561	903.171	34.016	932.615	29.444		DISTRIBUCION
85	86	68.00	303.15	3	14.00	4.22	5.894	1.561	904.211	32.976	931.293	27.082		DISTRIBUCION
86	87	123.96	427.11	2	14.00	4.22	8.304	1.561	907.375	29.812	928.883	21.508		DISTRIBUCION
87	88	51.94	479.05	3	14.00	4.22	9.314	1.561	906.531	30.656	927.873	21.342		DISTRIBUCION
88	89	95.74	574.79	5	14.00	4.22	11.175	1.561	901.524	35.663	926.012	24.488		DISTRIBUCION
89	90	101.72	678.51	3	14.00	4.22	13.153	1.561	896.883	40.304	924.034	27.151		DISTRIBUCION
90	91	123.66	800.17	1	14.00	4.22	15.557	1.561	891.402	45.785	921.630	30.728		DISTRIBUCION
91	92	65.92	896.09	1	14.00	4.22	16.838	1.561	894.984	42.203	920.348	25.364	920.348	DISTRIBUCION
92	93	64.00	64.00	20	14.00	3.28	4.245	2.588	895.298	82.149	916.103	20.806		DISTRIBUCION

Planos del puente vehicular del Cantón de Tululché II.

Figura 24. Localización, perfil y detalles estructurales de viga, losa y planta perfil del barandal.



HOJA	1	3
TITULO	PUENTE VEHICULAR TULULCHE II, CHICHE, EL QUICHE.	
PROYECTISTA	EDICAR BENAMIN SANTOS	
REVISOR	EDICAR BENAMIN SANTOS	
FECHA	AGOSTO 2003	
ESCALA	1:4.00 METROS	
PROYECTO	EDICAR BENAMIN SANTOS	
CONVENIO	EDICAR B. SANTOS	
LOCALIZACION, PERFIL Y DETALLE DE ARMADO DE VIGA, PLANTA Y PERFIL DEL BARANDAL.		

Figura 29. Planta perfil del sistema de miniriego de la estación E-49 a E-93 línea principal y secundaria.

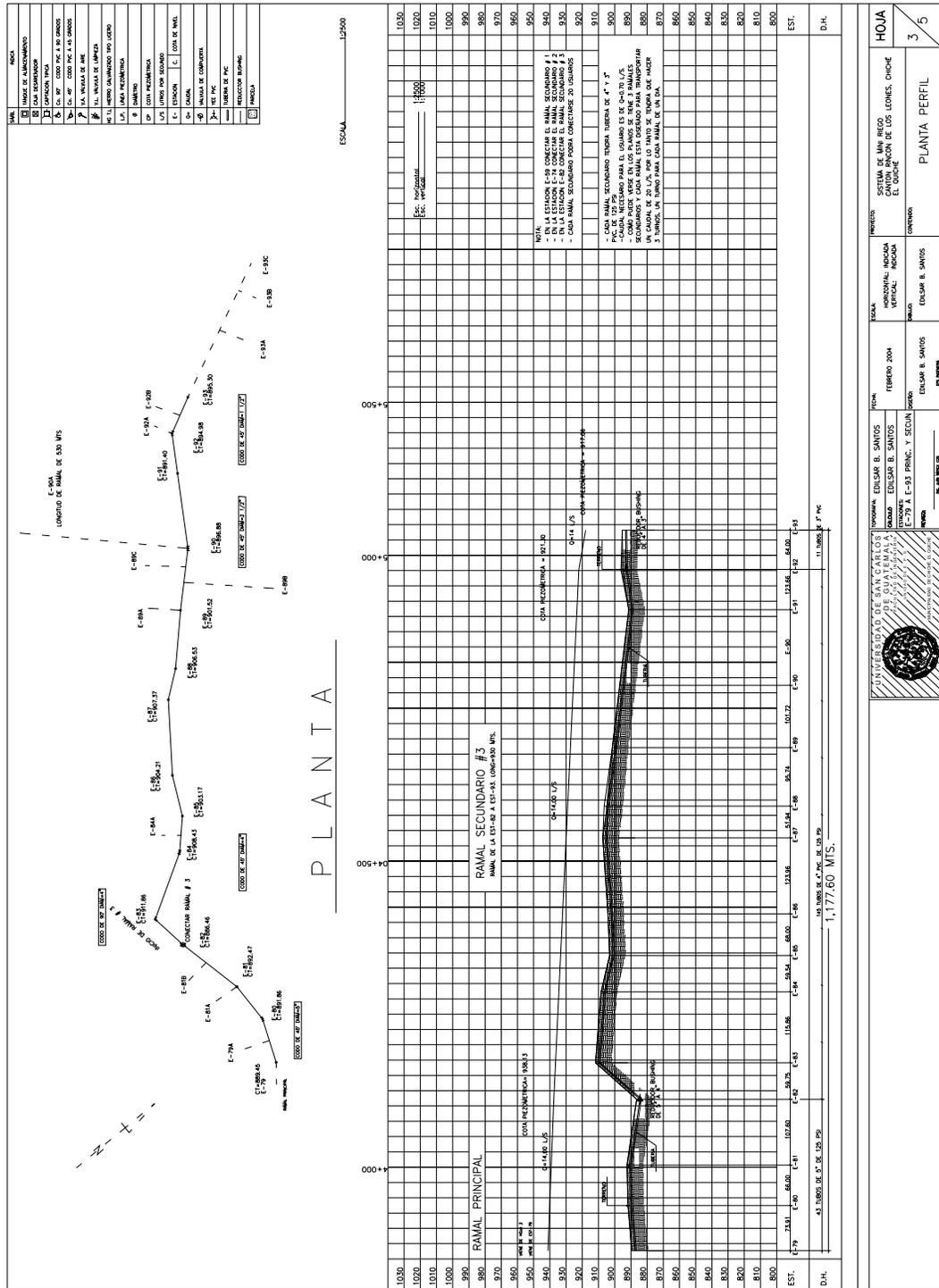
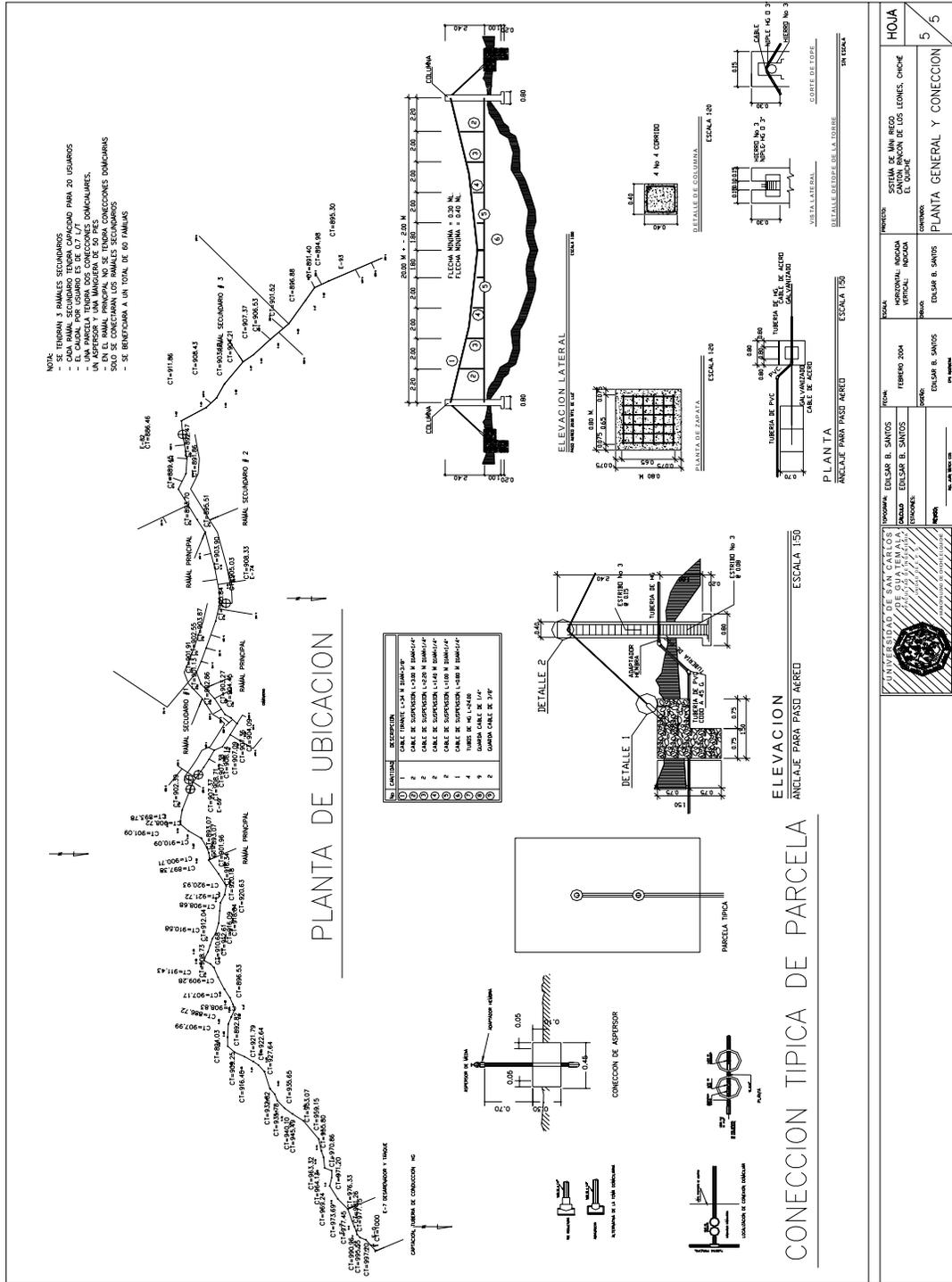


Figura 31. Planta general, conexiones típicas y detalle de paso aéreo.



ANEXO

Análisis de agua. Soluciones Analíticas



**Soluciones
Analíticas**
Agropecuario, Industrial, Ambiental

11, Avenida 36-40, Zona 11, Guatemala, C.A.

Teléfono: PBX 442-2422 Fax: 477-0678

solucionesanaliticas@solucionesanaliticas.com

www.solucionesanaliticas.com

INFORME DE ANÁLISIS DE AGUAS

Cliente : DEJAR CEM S.A.S. (11325) Persona Responsable: DEJAR CEM S.A.S. Finca : COCHINOL RINCON DE LOS LIMES (11325B) Localización : CHICAS, EL DOGON Referencia Cliente: AGUA RIO TRINIDAD	Número de orden : 3597 Código de muestra: 07/03/24/02/11 Fecha de ingreso: 14/03/2003 Fecha del informe: 15/03/2003
--	--

PARAMETRO	RANGO ADECUADO	NIVEL
pH	7.2	5.0 - 6.8
C.S.	0.04 ds/m	1.0 - 30.0 ds/m
R.A.S.	0.24	< 4.0
DUREZA	14.4 ppm CaCO ₃	≤ 100
ALCALINIDAD TOTAL	24.5 ppm CaCO ₃	ADECUADO

ELEMENTO	ppm	RANGO NORMAL	NIVEL
Nitrogeno	N-NO3	0.0 - 21.0	N
Fósforo	P	0.0 - 5.0	N
Potasio	K	0.0 - 70.0	N
Calcio	Ca	0.0 - 121.0	N
Magnesio	Mg	0.0 - 25.0	N
Soro	B	0.0 - 0.5	N
Cobre	Cu	0.0 - 0.2	N
Hierro	Fe	0.0 - 0.2	N
Manganeso	Mn	0.0 - 0.2	N
Zinc	Zn	0.0 - 0.5	N
Sodio	Na	0.0 - 60.0	N
Carbonatos	CO ₃	0.0 - 5.0	N
Bicarbonatos	HCO ₃	0.0 - 183.0	N

Revisado:
 Jefe de Laboratorio Agrícola

CLAVE: N=Normal A=Alto E=Excesivo T=Toxico

Análisis de agua. Soluciones Analíticas



**Soluciones
Analíticas**
Agrofito Consultoría Ambiental

14 Avenida 36-40, Zona 11, Guatemala, C.A.
Teléfono: PDX 442-2422 Fax: 477-0678
solucionesanaliticas@solucionesanaliticas.com
www.solucionesanaliticas.com

Observaciones

- El pH es alto. Si la alcalinidad es alta (> 150 ppm CaCO_3) el agua es inadecuada para irrigación y aplicación de pesticidas. Se recomienda la aplicación de ácidos para reducir la alcalinidad.

m mhos/cm = milimhos por centímetro
ppm = partes por millón
NTU = Unidades nefelométricas de Turbidez

Hecho: [Firma]
Jefe de Laboratorio Agrícola

Metodología con base en:
- Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 17th ed., 1998

Los resultados de este informe son válidos únicamente para la muestra que fue recibida en el laboratorio.
La reproducción parcial del mismo deberá ser autorizada por escrito por Soluciones Analíticas.
Este informe es válido únicamente en su impresión original.