

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

**PROPUESTA DEL DISEÑO, EJECUCION Y MANTENIMIENTO DEL
PUENTE PEATONAL COLGANTE, SOBRE EL RIO PAMPOCH,
UNIENDO LA ALDEA PASAU CON EL MUNICIPIO DE
CUBULCO, DEPARTAMENTO DE BAJA VERAPAZ**

TESIS

PRESENTADA A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERIA

POR:

LAURA MARINA DE LEON GARCIA

AL CONFERIRSELE EL TITULO

DE

INGENIERA CIVIL

GUATEMALA DE LA ASUNCION, NOVIEMBRE DE 1996

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
Biblioteca Central

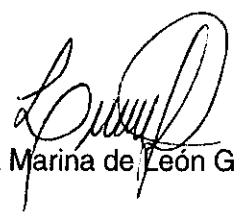
08
T (3793)
c.4

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 tesis titulado:

**PROPUESTA DEL DISEÑO, EJECUCION Y MANTENIMIENTO DEL
PUENTE PEATONAL COLGANTE, SOBRE EL RIO PAMPOCH,
UNIENDO LA ALDEA PASAU CON EL MUNICIPIO DE
CUBULCO, DEPARTAMENTO DE BAJA VERAPAZ**

Tema que me fuera asignado por el Director de la Escuela de Ingeniería Civil.



Laura Marina de León García

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
Biblioteca Central



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

**FACULTAD DE INGENIERIA
MIEMBROS DE LA JUNTA DIRECTIVA**

DECANO:	Ing. Herbert René Miranda Barrios
VOCAL PRIMERO:	Ing. Miguel Angel Sánchez Guerra
VOCAL SEGUNDO:	Ing. Jack Douglas Ibarra Solórzano
VOCAL TERCERO:	Ing. Juan Adolfo Echeverría Méndez
VOCAL CUARTO:	Br. Fernando Waldemar de León Contreras
VOCAL QUINTO:	Br. Pedro Ignacio Escalante Pastor
SECRETARIA:	

TRIBUNAL QUE PRACTICO EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO:	Ing. Julio Ismael González Podszueck
EXAMINADOR:	Ing. Hugo Quan Ma
EXAMINADOR:	Ing. Mercedes Ofelia García Marroquín de Obregón
EXAMINADOR:	Ing. Elvia Miriam Ruballos de Rossal
EXAMINADOR:	Ing. Francisco Javier González López

Guatemala,
10 de septiembre de 1,996

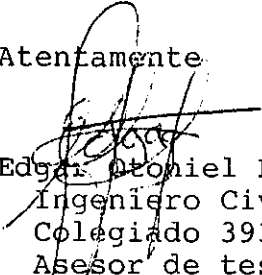
Señor Jefe
Area de Transportes
Facultad de Ingeniería
Universidad de San Carlos de Guatemala
Ingeniero Edgar de León Maldonado
Presente

Estimado Ingeniero:

Habiendo revisado el trabajo de tesis titulado: PROPUESTA DEL DISEÑO, EJECUCION Y MANTENIMIENTO DEL PUENTE PEATONAL COLGANTE SOBRE EL RIO PAMPOCH, UNIENDO LA ALDEA PASAU CON EL MUNICIPIO DE CUBULCO, DEPARTAMENTO DE BAJA VERAPAZ, de la estudiante universitaria LAURA MARINA DE LEON GARCIA, manifiesto a usted que dicho trabajo de tesis por la importancia de su aplicación en la rama de trabajos rurales y la importancia del aporte a las comunidades beneficiadas la doy por A-PROBADA, siendo ambos responsables del contenido y recomendaciones de la misma.

Sin otro particular, me suscribo de usted.

Atentamente



Edgar Ottoniel López
Ingeniero Civil
Colegiado 3936
Asesor de tesis



FACULTAD DE INGENIERIA

Escuelas de Ingeniería Civil, Ingeniería
Mecánica Industrial, Ingeniería Química,
Ingeniería Mecánica Eléctrica, Técnica
y Regional de Post-grado de Ingeniería
Sanitaria.

Ciudad Universitaria, zona 12
Guatemala, Centroamérica

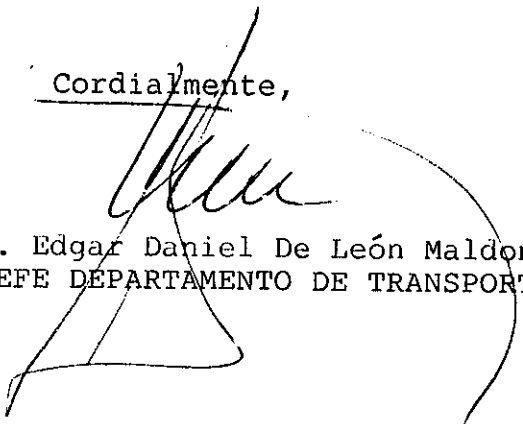
Guatemala, octubre de 1,996

Señor Director
Escuela de Ingeniería Civil
Ing. Jack Douglas Ibarra Solórzano
Su Despacho

Señor Director:

Como parte de las funciones de la jefatura de este Departamento, he tenido para consideración el trabajo de tesis "PROPUESTA DEL DISEÑO, EJECUCION Y MANTENIMIENTO DEL PUEBLO PEATONAL COLGANTE, SOBRE EL RIO PAMPOCH, UNIENDO LA ALDEA PASAU CON EL MUNICIPIO DE CUBULCO, DEPARTAMENTO DE BAJA VERAPAZ", de la estudiante universitaria de Ingeniería Civil LAURA MARINA DE LEON GARCIA; trabajo que satisface los objetivos planteados y que presenta un aporte significativo para el área de Transportes; por lo que, con la aprobación respectiva lo remito a esa Dirección para lo pertinente.

Cordialmente,



Ing. Edgar Daniel De León Maldonado
JEFE DEPARTAMENTO DE TRANSPORTE



FACULTAD DE INGENIERIA

Escuelas de Ingeniería Civil, Ingeniería
Mecánica Industrial, Ingeniería Química,
Ingeniería Mecánica Eléctrica, Técnica
y Regional de Post-grado de Ingeniería
Sanitaria.

Ciudad Universitaria, zona 12
Guatemala, Centroamérica

El Director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen del Asesor Ing. Edgar Otoniel López y como Cordinador, Jefe del Departamento de Transporte Ing. Edgar de León Maldonado, trabajo de tesis de la estudiante Laura Marina De León García, titulado "PROPUESTA DEL DISEÑO, EJECUCION Y MANTENIMIENTO DEL PUENTE PEATONAL COLGANTE, SOBRE EL RIO PAMPOCH, UNIENDO LA ALDEA PASAU CON EL MUNICIPIO DE CUBULCO, DEPARTAMENTO DE BAJA VERAPAZ", da por este medio su aprobación a dicha tesis.

Ing. ~~Jark~~ Solórzano



Guatemala, noviembre 1, 1996.

JDIS/isa.



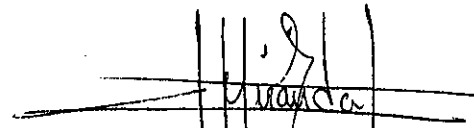
FACULTAD DE INGENIERIA

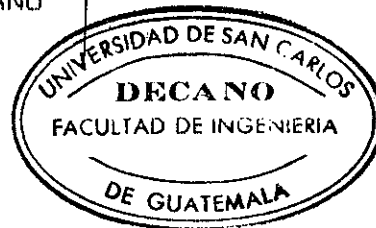
Escuelas de Ingeniería Civil, Ingeniería
Mecánica Industrial, Ingeniería Química,
Ingeniería Mecánica Eléctrica, Técnica
y Regional de Post-grado de Ingeniería
Sanitaria.

Ciudad Universitaria, zona 12
Guatemala, Centroamérica

El Decano de la Facultad de Ingeniería, luego de conocer la autorización por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Civil, Ing. Jack Douglas Ibarra Solórzano, al trabajo de tesis **PROPUESTA DEL DISEÑO, EJECUCION Y MANTENIMIENTO DEL PUENTE PEATONAL COLGANTE, SOBRE EL RIO PAMPOCH, UNIENDO LA ALDEA PASAU CON EL MUNICIPIO DE CUBULCO, DEPARTAMENTO DE BAJA VERAPAZ**, de la estudiante Laura Marina De León García.

IMPRIMASE:


Ing. Herbert René Miranda Barrios
DECANO



Guatemala, noviembre de 1,996

/isa.

ACTO QUE DEDICO A:

- Mis abuelos:** Herculano Melchor Turcios
Laura Garía
Por su cariño, apoyo y dedicación
- Mis Padres:** Juan Roberto de León Palacios
Gloria Marina García de de León
Por su confianza y su comprensión en todo momento.
- Mis Hermanas:** Lucky, Mónica, Evelin y Cory
Con mucho cariño
- Mis Sobrinas:** July y Gaby
- Mis Cuñados:** Marvin y Douglas
- Mis Amigos:** A todos los que siempre me apoyaron y estuvieron conmigo en los momentos inolvidables de estudio.

La Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

AGRADECIMIENTO A:

DIOS: Fuente de sabiduría, dador de gracia, toda la gloria y alabanzas a su nombre por ser mi creador y el hechor de este momento.

Al ingeniero Edgar Otoniel López, por su gran ayuda y dedicación a la asesoría del trabajo de esta tesis.

Al ingeniero Orlando Rodolfo Toledo Ojeda, por su ayuda incondicional y apoyo en cada momento y lugar, y por el cariño que siempre me proporcionó.

INDICE GENERAL

GLOSARIO	I
INTRODUCCION	III
JUSTIFICACION	IV
OBJETIVOS	V

CAPITULO I

ANTECEDENTES

1.1 Breve Historial	1
1.2 Planteamiento del Problema a Resolver	2

CAPITULO II

ASPECTOS GENERALES DEL LUGAR

2.1 Extensión Territorial	3
2.2 Vías de Comunicación	3
2.3 Clima	3
2.4 Localización Geográfico	3
2.5 Colindancias	3
2.6 Topografía	4
2.7 División Política-Administrativa	4
2.8 Datos Socio-Económicos	4
2.8.1 Actividades Productivas	4
2.8.2 Autoridades del Lugar	4
2.8.3 Organización	4
2.8.4 Servicios Públicos	4
2.8.5 Características de la Población	5
2.8.5.1 Composición Etnica	5
2.8.5.2 Religión	5
2.9 Características de la Infraestructura del Municipio	5
2.9.1 Sistema de Abastecimiento de Agua Potable	5
2.9.2 Servicios de Salud y Educación	6
2.9.2.1 Servicios de Salud	6
2.9.2.2 Servicios de Educación	6
2.9.3 Vivienda	6

CAPITULO III

DISEÑO DEL PROYECTO

3.1 Generalidades Acerca de Puentes Colgantes	9
3.1.1 Características Particulares de los Puentes Colgantes	10
3.1.2 Partes de un Puente Colgante	10
3.1.3 Clasificación de los Puentes Colgantes	10
3.2 Criterio de Diseño	11
3.2.1 Cargas de Diseño	11
3.2.1.1 Carga Muerta (Cm)	11
3.2.1.2 Carga Viva (Cv)	11
3.2.1.3 Carga Ultima (Cu)	12

3.2.2	Anclajes	12
3.2.3	Torres	12
3.2.4	Cables	13
3.2.4.1	Cables que pueden usarse en el Diseño de un Puente Colgante	13
3.2.4.2	Elección del Cable	13
3.2.4.3	Clasificación de los Cables	14
3.2.5	Péndolas	15
3.3	Levantamiento Topográfico	15
3.4	Cálculo de Caudal Máximo	16
3.4.1	Método Sección - Pendiente	16
3.4.2	Método Racional (Lluvia máxima en 24 horas)	17
3.5	Determinar del Puente a Construir	18
3.5.1	Dimensiones del Puente Peatonal Colgante a Construir	18
3.5.2	Integración de Cargas	19
3.5.3	Geometría	20
3.5.4	Esfuerzos	20
3.5.5	Sistema de Piso	21
3.5.6	Cable Principal	22
3.5.7	Péndolas	23
3.5.8	Anclajes	24
3.5.9	Torres	24
3.5.10	Tensoros	24
3.5.11	Anclajes en Tensoros	24
3.5.12	Aletones	25
3.5.13	Diente	25
3.6	Especificaciones	25
CAPITULO IV		
PROCESO DE EJECUCION		
4.1	Materiales que se Pueden Emplear en Cada Parte del Puente	33
4.2	Procedimiento de Construcción	35
4.3	Lo que Deben Saber el Constructor y el Supervisor	36
4.3.1	Constructor	36
4.3.2	Supervisor	37
4.4	Obras de Mantenimiento	37
CAPITULO V		
CUANTIFICACION Y PRESUPUESTO		
5.1	Cuantificación y Presupuesto de Materiales	43
5.2	Cuantificación y Presupuesto de Mano de Obra	45
5.3	Integración de Costos	45
5.3.1	Costo Total	45
5.3.2	Costo Unitario	45
5.3.3	Costo Incluyendo Otras Obras	45
5.4	Programa de Ejecución	47
CONCLUSIONES		48
RECOMENDACIONES		49
BIBLIOGRAFIA		50
ANEXOS		

GLOSARIO

Abrazaderas

Piezas de metal u otro material que sirva para sujetar alguna cosa.

Aforar

Determinar el caudal de un río, quebrada o cualquier cause de agua.

Aletones

Estructura hecha de mampostería o concreto ciclópeo que sirve para proteger la estructura del puente de la erosión.

Anclajes

Estructura de mampostería o concreto ciclópeo, que sirve para anclar los cables principales y de pasamanos de un puente colgante, así como los cables tensores.

Arista

Borde de cualquier sólido labrado.

Carbolíneo

Substancia líquida, grasa y de color verdoso, obtenida por destilaciones del alquitrán de hulla y que sirve para preservar la madera contra la acción de los agentes atmosféricos.

Corroer

Desgastar lentamente una cosa como royéndola.

Chumacera

Pieza en que descansa y gira un eje.

Diente

Los dientes son estructuras hechas de mampostería o concreto ciclópeo, que sirven para que el río o corriente de agua tenga una buena entrada al puente, construida entre las torres.

Falla por fatiga

En un cable se considera falla por fatiga cuando al cable se le aplica una fuerza mayor a la del diseño, y sufre una elongación sin regresar a su estado original.

Garrucha

Polea.

Hincar

Introducir o clavar una cosa en otra.

Inercia

Incapacidad de los cuerpos para salir del estado de reposo o movimiento, sin la intervención de alguna fuerza.

Malacate

Eje vertical provisto de una o varias palancas en el extremo de las cuales se enganchan las caballerías.

Péndolas

Cada una de las varillas verticales que sostienen el piso de un puente colgante u otra obra parecida.

Perno

Clavo corto, con cabeza redonda por un extremo, y que por el otro se asegura con una tuerca.

Rígido

Inflexible, falto de elasticidad, difícil de doblar.

Roldana

Canalón por donde corre la cuerda de una polea.

INTRODUCCION

En todo lugar, ya sea en el área urbana o rural, es necesaria la implementación de vías de comunicación o vías de acceso, ya que éstas representan el desarrollo de un país, tanto a nivel socio - económico, cultural, educativo, como para el bienestar de sus habitantes en lo que a salud se refiere.

En el municipio de Cubulco, departamento de Baja Verapaz se hace necesario construir un puente peatonal colgante, que atraviese el río Pampoch, para poder comunicarse directamente con las aldeas Pasaú, Xeyoch, Pachojop, Coxom, Santa Rita, Santa Rosa y otras.

El presente trabajo de tesis tiene como objetivo presentar a la municipalidad de esta localidad, el diseño de este puente peatonal colgante, así como los pasos para su ejecución, y las obras de mantenimiento que en un futuro será necesario desarrollar.

Los datos del municipio fueron recolectados en la municipalidad de Cubulco, con los habitantes del lugar y en otras instituciones.

Fue necesario hacer el levantamiento topográfico, así como los cálculos de diseño, incluyendo en esta tesis también los planos generales de lo que son los puentes colgantes.

Además se presenta la cuantificación y presupuesto de los materiales que han de emplearse para la construcción de dicho puente; y se incluye el presupuesto de la mano de obra, para proporcionar el costo total.

JUSTIFICACION

Debido a que el pueblo de Cubulco, departamento de Baja Verapaz, es atravesado por el río Pampoch, en uno de sus límites, es necesario implementar un puente peatonal colgante que facilite el paso en dicho río.

Este puente será de mucha utilidad tanto para los vecinos de la población, como para las aldeas que tienen que atravesar dicho río, siendo éstas las aldeas: Pasaú, Xeyoch, Pachojop, Coxom, Santa Risa, Santa Rosa y otras.

Generalmente este río es atravesado por medio de pasos de piedra, que los vecinos del lugar improvisan, pero al llegar el invierno, el río presenta grandes crecidas que hacen imposible su paso, quedando incomunicadas estas aldeas, perdiendo mercadería que han almacenado durante la semana para venderla en el mercado de la población, los días de mercado que son los sábados y domingos, y por lo general también los jueves. Esta mercadería es transportada en hombros o en bestias mulares o caballares, consistiendo en granos básicos, derivados de la leche, frutas y animales domésticos.

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
Biblioteca Central

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

- Diseñar un puente peatonal colgante para uso de los vecinos del municipio de Cubulco, departamento de Baja Verapaz, dando para su ejecución y mantenimiento adecuado.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Que el puente proporcione a las comunidades aledañas la comunicación adecuada en cualquier momento que sea necesario.
- Crear las obras de protección adecuadas, tanto para el puente, como para las personas que por él circulen, dando así seguridad y confianza.
- Proporcionar la cuantificación y presupuesto de los materiales a utilizar a la municipalidad de Cubulco para que procedan a su ejecución.

CAPITULO I

ANTECEDENTES

1.1 Breve Historial

Cubulco fue fundado en el año de 1537 por Fray Bartolomé de las Casas, Pedro de Angulo y Miguel de la Ladrada, misioneros católicos que a través de cantos y cuentos lograron convencer a nuestros aborígenes, logrando así la introducción del catolicismo, que hasta la fecha predomina en Cubulco.

Durante el período indígena a esta población se le conoció con el nombre de Nima Cubul o Cubuleb, durante el período hispánico dio origen el nombre de Santiago Cubulco, que hoy es el actual Cubulco.

Antes de la venida de los españoles, los habitantes de Cubuleb o Cubulco tenían centros o puestos de control par defenderse de la invasión del enemigo, pudiendo mencionar el nombre de algunos lugares:

Nima Cubul	Cubulco el Grande
Chijul	Donde Pedro
Muxpan	Cintura de Cerro
Belegebtzac	Nueve aguas blancas

Cubulco cuenta con su templo o iglesia católica de tipo colonial y está construido en lo que fue el templo o pirámide de los Nima Cubul, esta obra fue dirigida por misioneros católicos con el esfuerzo de nuestra raza indígena. Los cimientos del templo están hechos de la piedra de lo que fue el templo de los Nima Cubul.

Fue elevado a la categoría de Villa por Acuerdo Gubernativo del 18 de abril de 1923.

El pueblo de Cubulco cuenta con cuatro barrios en honor a cuatro imágenes católicas que son: Santiago, San Miguel, San Juan y Magdalena.

En cada barrio generaciones pasadas les ponían nombres a algunos lugares, como por ejemplo en el barrio Magdalena se encuentra "Chiruju" que quiere decir "Lugar escondido".

En el barrio San Miguel está "La calle alegre" que en las primeras décadas del presente siglo era la calle donde estaban los mejores negocios, fíndolas o cortinas donde se vendía licor por copas, también se le llamaba Paxancuir o bajada de don Gregorio.

En el barrio Santiago, antes la gente se abastecía de agua de un pozo ubicado en el lugar llamado "Chipix" que quiere decir lugar de tomate chiquito, tomatío o Chimpix.

En el barrio San Juan el lugar llamado "Papon" donde había otro pozo del cual se abastecían de agua los vecinos, acomodándola en cántaros de barro y a puro mecapal, este lugar de papón quiere decir "Lugar de copalpón".

En el pueblo se celebra su feria y fiesta titular en el mes de julio de cada año, en los días comprendidos entre el 17 y 25. La celebración es en honor al Patrón Santiago, organizándose en cofradías, y presentando los tradicionales bailes folklóricos, sin faltar el tradicional palo volador.

Otra de sus celebraciones más importantes es la de la Virgen de Concepción, en los días de noviembre y finales de diciembre.

1.2 Planteamiento del Problema a Resolver

Cubulco es un municipio que cuenta con 13 aldeas, con las cuales mantienen comunicación por medio de caminos vecinales en algunos casos, y en otros por medio de brechas abiertas para paso.

Los días de mercado que son los jueves y domingos, los aldeanos llegan al pueblo a dejar mercadería, y llevan los productos que les servirán para su consumo durante la semana.

Entre la aldea Pasaú, existe el problema de atravesar el río Pampoch, que se encuentra a un kilómetro aproximadamente del pueblo, teniendo este problema las aldeas más lejanas que son Xeyoch, Pachojop, Coxom, Santa Rita, Santa Rosa y otras. Anteriormente se construyó un puente de hamaca que ayudaba a los vecinos pero lamentablemente por la poca altura que se le dio, fue arrastrado por el río, quedando solamente algunos restos de su existencia.

El río es posible atravesarlo en verano por medio de un caminito de piedra que está dentro del agua y que es implantado por los vecinos, pero en el invierno tiene crecidas muy grandes que impiden su paso.

Según el análisis hecho, la eliminación de este problema es construir un nuevo puente peatonal colgante, que cumpla con los requisitos de lugar.

CAPITULO II

ASPECTOS GENERALES DEL LUGAR

2.1 Extensión Territorial

El municipio de Cubulco es uno de los siete municipios del Departamento de Baja Verapaz, teniendo un área aproximada de 444 Km. ².

2.2 Vías de Comunicación

La cabecera municipal de Cubulco está situada a 46 kilómetros de la cabecera departamental, que es Salamá y se recorre por medio de una carretera de ferrocarril.

El municipio está a 196 kilómetros de distancia de la capital si se recorre por la carretera que conduce de la ciudad hacia las verapaces (vía Rancho), habiendo una carretera asfaltada hasta la cabecera departamental, siendo esta ruta la de las verapaces.

El municipio se encuentra también a una distancia de la ciudad capital de 132 kilómetros si se recorre por la vía Santa Cruz El Chol, llegando el asfalto solamente de la capital a el municipio de San Raymundo, siendo lo demás de terracería.

2.3 Clima

El clima que presenta este municipio es templado.

2.4 Localización Geográfico

El municipio está ubicado en las siguientes coordenadas:

Latitud 15° 06' 32"

Longitud 90 ° 36'51"

Y está localizado a una altura de 995 metros sobre el nivel del mar.

2.5 Colindancias

Las colindancias del municipio de Cubulco son:

Al Norte: Departamento de El Quiché

Al Sur: El municipio de Granados, B.V. y con el departamento de El Quiché.

Al Este: Rabinal, B.V.

Al Oeste: Departamento de El Quiché.

2.6 Topografía

El territorio de Cubulco presenta algunas hondonadas y elevaciones montañosas, presentando una topografía quebrada.

El área del pueblo está situada en un valle, presentando un topografía generalmente plana.

2.7 División Político-Administrativa

La jurisdicción del municipio de Cubulco comprende: la población que es la cabecera municipal, contando en sus alrededores con 13 aldeas y 136 caseríos.

2.8 Datos Socio-Económicos

2.8.1 Actividades Productivas

El pueblo de Cubulco es de costumbres sanas, con aspiraciones de superación, desarrollo y progreso y dispuestos a trabajar.

La principal productividad del municipio es el cultivo del maíz, seguido del frijol, tomate, maní y caña; y en su tiempo se cultiva también la naranja y el durazno.

Existen también actividades artesanales como el hacer petates, suyates, morrales, guipiles y algunos telares donde se dedican a la elaboración de cortes.

Se encuentran en el lugar algunos establecimientos comerciales y de servicios para la población.

2.8.2 Autoridades del Lugar

Las autoridades del lugar están constituidas por: un alcalde municipal, un tesorero, un secretario y la corporación municipal que está comprendida por cinco regidores y dos síndicos.

2.8.3 Organización

El pueblo de Cubulco tiene sus mayores organizaciones en los grupos religiosos, cofradías, juntas deportivas, así como políticas. A nivel de aldeas se organizan en comités.

2.8.4 Servicios Públicos

Entre los servicios con que cuenta la población se pueden mencionar los siguientes:

- Centro de Salud
- Correos y Telégrafos
- Dirección General de Servicios Agrícolas (DIGESA)
- Mercado Municipal
- Salón Municipal de usos varios
- Delegación del Tribunal Supremo Electoral (TSE)
- Pílas - lavaderos municipales
- Teléfono comunitario
- Escuela Nacional de Educación Primaria
- Instituto Básico por Cooperativa
- Tren de aseo municipal

2.8.5 Características de la Población

El municipio de Cubulco tiene una población aproximada de 39,566 habitantes.

2.8.5.1 Composición Étnica

En el municipio predomina la raza indígena en un 75%, quedando un 25% de raza ladina.

Su lengua es el Cubulco Ahí, que es proveniente del Quiché Achí, cambiando solamente algunos fonemas.

Los indígenas visten con trajes típicos, conservando sus tradiciones folklóricas.

2.8.5.2 Religión

Predomina la religión católica, seguida de la evangélica, aunque en menor escala ya existen otras.

2.9 Características de la Infraestructura del Municipio

2.9.1 Sistema de Abastecimiento de Agua Potable

La comunidad cuenta con el servicio de agua potable en todo el tiempo, a excepción de los martes, que es cuando el servicio es suspendido por el mantenimiento de limpieza que debe proporcionarse a los dos tanques que son los que abastecen a la población, obteniendo el agua de nacimientos alejados de la población y se obtiene a través de obras de captación, pasándolos por medio de tuberías a los tanques de distribución a la población.

En la población de cuenta con algunos llena-cántaros que son de utilidad para los vecinos.

2.9.2 Servicios de Salud y Educación

2.9.2.1 Servicios de Salud

En la población de Cubulco existe un centro de salud que presta los servicios básicos a todos los vecinos del municipio; contando también con un hospital que es mantenido por una ayuda internacional cristiana, en dicho hospital se prestan los servicios que la población necesita, ya que se hacen campañas para exámenes de la vista, de los oídos y se estipulan fechas para hacer operaciones complicadas, dando una atención casi gratuita. Además de estos centros hospitalarios existen las comadronas, que son las encargadas de los partos, siempre asesoradas por algún médico del lugar.

2.9.2.2 Servicios de Educación

La educación primaria del municipio está a cargo de una Escuela Nacional Urbana Mixta y de un colegio que presta sus servicios, financiado por ayuda internacional.

Está la existencia de una pequeña escuela que imparte pre-primaria.

La educación secundaria o básica está a cargo de un Instituto de Educación Básica por Cooperativa, y que da este servicio por una cuota mensual módica, y del colegio antes mencionado, también tiene a su cargo la educación básica, proporcionando becas a algunos beneficiarios de la ayuda internacional.

En cuanto a la educación diversificada, anteriormente se tenía que salir del municipio para poder realizar estos estudios, pero a partir de hace algunos años, con la fundación del colegio ya mencionado se están impartiendo las carreras de Maestro de Educación Primaria Rural Bilingüe, especializándose en el idioma o lengua de la región, y también se imparte la carrera de Perito Contador.

También se imparten en este mismo colegio cursos de computación y mecanografía. Existiendo hasta el momento solo una academia para graduarse de mecanógrafos.

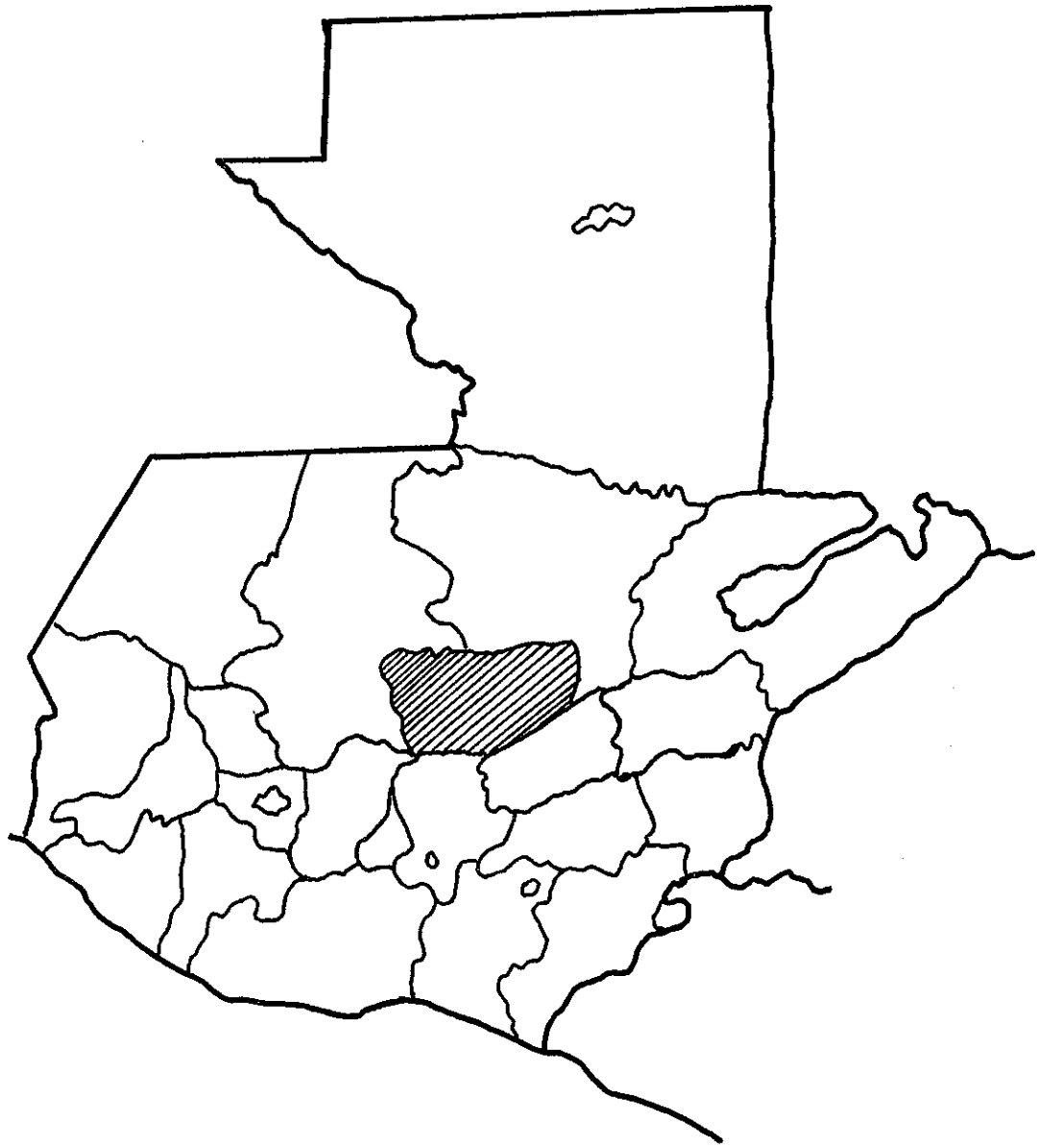
2.9.3 Vivienda

En el área rural predomina la construcción tradicional donde las casas son de forma rectangular, con uno o dos ambientes, comunicados por un corredor, construidas de adobes y estructura de baras de bambú, la estructura de vigas es de madera y el techo de teja de barro.

Las casas del área urbana difieren de las rurales en forma, generalmente están cerradas en la parte frontal o de ingreso, las paredes están construidas de adobe y algunas de block y ladrillo, en menor proporción.

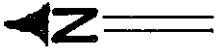
La mayoría de vecinos son propietarios de las viviendas que habitan.


GUATEMALA



DEPARTAMENTO DE BAJA VERAPAZ

DEPARTAMENTO DE BAJA VERAPAZ



 MUNICIPIO DE CUBULCO

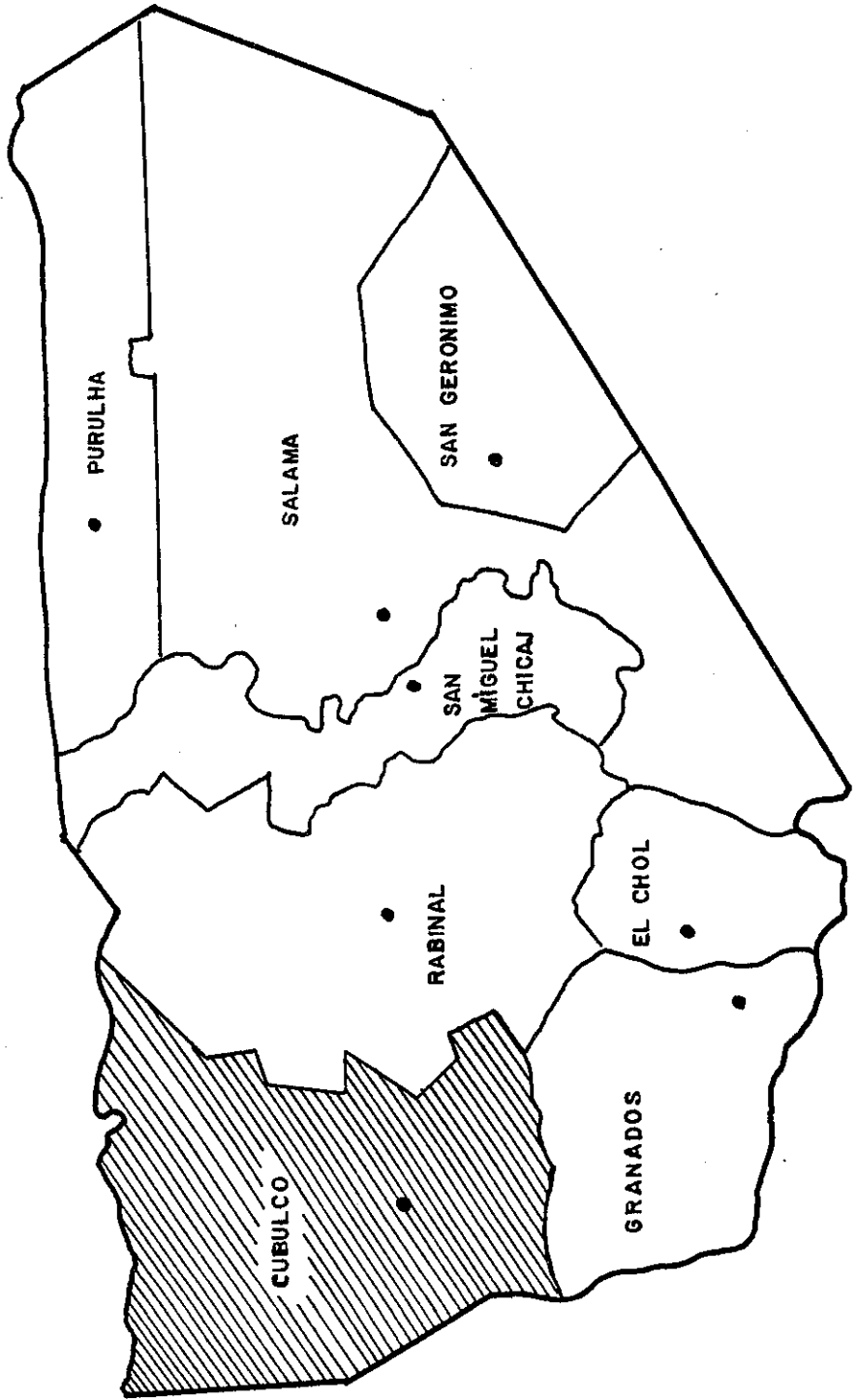


Figura No. 2

CAPITULO III

DISEÑO DEL PROYECTO

3.1 Generalidades Acerca de Puentes Colgantes

Desde épocas muy remotas se han utilizado los puentes colgantes peatonales, utilizando lianas o enredaderas tropicales como cables, salvando así, una corriente de agua o una depresión del terreno para comunicarse de un extremo a otro. Con el desarrollo del uso del hierro y del acero, este tipo de puentes peatonales colgantes es mucho más utilizado.

Los puentes colgantes, como cualquier otro tipo de puente tienen como objeto salvar depresiones de terrenos o corrientes de agua y en algunos casos se usan para llevar o transportar tuberías aéreas.

3.1.1 Características Particulares de los Puentes Colgantes

Las características particulares de los puentes colgantes:

- Su forma: Ya que le da vistocidad a todo el conjunto, además por no tener columnas intermedias permite el paso libre a través de un río, si este es el caso.
- El análisis estructural: Por su estructura, requiere de métodos propios de análisis, utilizándose generalmente los siguientes tres métodos:
 - a. Teoría Elástica
Se deduce del equilibrio elástico del sistema, sin tomar en cuenta las deflexiones del cable, bajo condiciones de carga viva. Este método es seguro para luces cortas, pero no resulta ser económico.
 - b. Teoría de la Deflexión
Este método si toma en cuenta las deflexiones del cable, bajo carga viva, pero no toma en cuenta las distorsiones secundarias de la curva del cable. Se considera un método más exacto.
 - c. Método de las Series de Fourier
Toma en cuenta además las distorsiones secundarias de la curva del cable, siendo así el método más exacto de análisis.
- La colocación de soportes parciales en diferentes puntos a lo largo de toda la luz, por medio de un sistema de cables.
El puente es construido de tal manera que la carga viva es transmitida a los cables por medio de las péndolas, y la carga muerta total está soportada por los cables.

- Su construcción: Para la construcción de estos puentes no se requiere de obra falsa, pero si de ingenio de parte del constructor.

3.1.2 Partes de un Puente Colgante

Las partes de un puente colgante son las siguientes:

- a. Sistema de Piso
Comprende lo que son las vigas transversales o principales, las vigas longitudinales o largueros y la superficie de rodadura.
- b. Péndolas
- c. Cables
- d. Sistema de Rigidez
El sistema de rigidez comprende lo que es la armadura.
- e. Flecha
- f. Torres
- g. Anclajes
- h. Contraflecha

Para observar con detalle cada una de las partes que se acaban de indicar. Ver figura No. 3.1

3.1.3 Clasificación de los Puentes Colgantes

Los puentes colgantes se pueden clasificar de la siguiente manera:

- a. Por el tipo de sistema de suspensión:
 - Cadenas de eslabones forjados
 - Cadenas de barras de ojo o de argollas
 - Cables de alambre
 - Miscelánea de arreglos
- b. Por el método de rigidez del sistema de suspensión:
 - Sin rigidez o flexibles: Lo que resulta más sencillo y de más bajo costo.
 - Con rigidez integral
 - De tablero rígido: De acuerdo al número de articulaciones puede subdividirse así:
 - Sin articulaciones o continuos
 - Con una articulación
 - Con dos articulaciones
 - Con tres articulaciones
- c. Por la distribución de carga del sistema de suspensión:
 - Estructuras con los tirantes laterales cargados
 - Estructuras con los tirantes laterales sin cargar

- d. Por el anclaje del sistema de suspensión:
- Anclado externamente
 - Autoanclado

3.2 Criterio de Diseño

Primeramente se tiene que tomar en cuenta un factor determinante en el diseño de un puente peatonal colgante, que es la luz que éste tendrá entre las torres, ya que a mayor longitud, será mayor la sección de los cables, anclajes y torres.

Determinar también la naturaleza del suelo donde se va a construir el puente, también es de suma importancia, ya que este factor interviene en el diseño de los anclajes, así como en las profundidades que tendrá la subestructura, afectando directamente el valor del empuje ejercido.

Para determinar los elementos geométricos en necesario el estudio topográfico que más adelante se detalla.

3.2.1 Cargas de Diseño

Las cargas de diseño que se consideran en un puente peatonal colgante son:

Cargas verticales que comprenden:

- Carga muerta
- Carga viva

Las cargas por sismo, por viento, etc., se omiten debido a que la estructura es simple y no compleja.

3.2.1.1 Carga Muerta (Cm)

Esta carga actúa sobre la estructura, constando del peso de la propia estructura y de todas las cargas inmóviles.

Para un puente peatonal colgante la carga muerta la constituye el peso de los cables principales, las péndolas, las torres, los anclajes, los accesorios de los cables, etc.

3.2.1.2 Carga Viva (Cv)

Está considerada por la proporción de peatones, bestias y otros agentes que vayan a atravesar el puente.

Está carga es considerada a criterio del diseñador del puente colgante.

3.2.1.3 Carga Ultima (Cu)

Para obtener la carga última se utiliza la siguiente fórmula:

$$C_u = 1.4 C_m \text{ é } 1.7 C_v$$

Otra carga que se considera es la del empuje del suelo sobre los anclajes.

3.2.2 Anclajes

De la firmeza de los anclajes depende la seguridad de un puente colgante; debido a esto deben recibir un estudio completo y deben ser cuidadosamente supervisados; después deben recibir una constante atención.

Los anclajes deben ser diseñados para resistir la tensión de los tirantes del puente.

Las fuerzas que actúan sobre un anclaje son la tensión del cable, el empuje del suelo contra el anclaje y su propio peso.

La tensión del cable es resistida, ya que su componente vertical es anulada por el empuje del suelo y por la fricción del anclaje con el suelo que le sirve de cimentación; esta última es consecuencia del peso del anclaje.

Para los anclajes el mejor diseño y más fácil es con mampostería o concreto ciclópeo.

Para el análisis de los anclajes, se utiliza el método de la teoría elástica, que se basa en cinco hipótesis, las cuales se mencionan a continuación:

1. El cable se supone flexible
2. La armadura se considera como una viga
3. La carga muerta de todo el sistema se asume uniformemente distribuida en proyección horizontal
4. La forma y ordenadas de las curvas del cable se asume que son inalterables al aplicar la carga.
5. La carga muerta la soporta enteramente el cable

3.2.3 Torres

Las torres son los miembros verticales que están colocadas en los extremos de la luz del puente colgante. La altura de estas torres será de acuerdo a las condiciones topográficas del terreno, se colocan sobre una base o cimiento que es de mampostería, aunque también se pueden colocar sobre el suelo si éste está conformado de roca y se analiza ésta para saber si es útil para el propósito.

3.2.4 Cables

3.2.4.1 Cables que pueden usarse en el Diseño de un Puente Colgante

Los cables que pueden usarse en el diseño de un puente colgante son:

- a. Cadenas de eslabones forjados
Estas ya no son muy usadas por el mejor resultado del uso de cables de alambres, y además tienen las siguientes desventajas:
 - Los esfuerzos de trabajo son muy bajos
 - Altos esfuerzos secundarios en las barras
 - Desigualdad de esfuerzos en las barras
 - Dificultad de inspección y mantenimiento.
- b. Cables de alambre
Los cables de alambre presentan las siguientes ventajas:
 - Se autoportan durante la erección
 - La tensión es uniforme
 - Seguridad contra la corrosión debido al galvanizado
 - Larga duración

Para los puentes colgantes los cables de alambre son fabricados especialmente con alambres de acero galvanizado.

El tipo de alambre comúnmente empleado para puentes colgantes son los siguientes:

- 6 cordones x 7 alambres con tensado regular y un núcleo que también es llamado cable de acarrero, transporte o arrastre de fibra.
- 6 x 19 warrington
- Cables de cordones galvanizados

3.2.4.2 Elección del Cable

Para elegir un cable verificar que éste debe ser resistente, lo suficiente para prevenir la máxima carga que pueda ser aplicada y con un adecuado factor de seguridad; además debe soportar dobleces o flexiones repetidas sin que los cables fallen por fatiga y debe resistir el desgaste abrasivo, la distorsión y machacamiento.

Para hacer el pedido del cable se debe considerar lo siguiente:

- a. Número de alambres de cada cordón
- b. Número de cordones
- c. Sentido de arrollamiento de los cordones y tipo de éstos
- d. Arrollamiento del cable
- e. Diámetro del cable

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
Biblioteca Central

- f. Naturaleza del alma y tratamiento si se requiere
- g. Resistencia y tipo de acero de los cables
- h. Carga de rotura del cable
- i. Acabados
- j. Longitud del cable
- k. Embalaje y marcas

Por lo general los cables están suministrados en rollos.

La flexibilidad de los cables depende de la relación entre los diámetros de los alambres y la polea o tambores; y del tipo de acero empleado.

A mayor flexibilidad, menor esfuerzo de flexión del cable.

3.2.4.3 Clasificación de los Cables

Los cables se clasifican en:

- Rígidos
- Semi flexibles
- Flexibles
- Muy flexibles
- Extraflexibles

La fatiga de los cables prematura se puede prevenir usando garruchas, roldanas y tambores de tamaño adecuado.

A continuación se presentan características aproximadas de sección y peso.

Donde:

D = diámetro del cable

Tipo de cable	Area de Sección útil (Cm ²)	Peso
Cable de cordones con alma de cáñamo	$0.4D^2$	$0.365D^3$
Cable de cordones con alma de acero	$0.5D^2$	$0.437D^3$
Cable-cordón espiral con alma de acero	$0.6D^2$	$0.507D^3$
Cable vía liso	$0.8D^2$	$0.578D^3$

En la figura No. 3.2 y 3.3 se muestran los accesorios principales utilizados en puentes colgantes.

3.2.5 Péndolas

Las péndolas o tirantes verticales están espaciados a criterio del diseñador, teniendo como espaciamiento máximo dos metros.

Se determina el área requerida para las péndolas, considerando que éstas soportan un tramo de carga uniformemente distribuida, de longitud igual a la separación de las mismas.

La longitud de las péndolas varía, siendo mayor en los extremos y menor en el centro de la luz.

En la dirección General de Caminos, Departamento de Puentes está la existencia de unos puentes tipo, que ya están diseñados y que son ajustables al diseño que se esté realizando.

Así se pueden encontrar puentes tipo para una longitud de hasta 33 metros como máximo, otro tipo para las longitudes de 34 metros hasta 121 metros; dejando así a criterio del diseñador medidas y accesorios para el puente peatonal colgante que se esté diseñando.

También en la Dirección General de Caminos se está tomando como especificación para puentes peatonales colgantes en el área rural el construir utilizando mampostería en lugar de estribos con refuerzo.

3.3 Levantamiento Topográfico

Para la ejecución o diseño de cualquier trabajo de ingeniería, la base es el estudio topográfico, tanto la planimetría como la nivelación.

En este caso se hizo necesario hacer el estudio topográfico para obtener los elementos geométricos de las partes del puente.

Para el levantamiento topográfico en el lugar donde se situará el puente peatonal colgante en el municipio de Cubulco, se utilizó el siguiente equipo:

- 1 teodolito marca SOKKIA
- 1 cinta métrica de 50 metros
- 1 estadal
- 1 plomada

Este trabajo se realizó con una cuadrilla de topografía integrada por un topógrafo, un cadenero y un ayudante o peón.

Al obtener los datos topográficos se realizó el trabajo de gabinete, adquiriendo los

planos siguientes:

- Plano de localización
- Plano de curvas de nivel
- Plano de secciones transversales

Los datos de la libreta de campo del levantamiento topográfico y los planos antes mencionados se encuentran en los anexos de esta tesis.

3.4 Cálculo de Caudal Máximo

Para determinar los elementos geométricos del punto donde se encuentra o donde se situará el puente peatonal colgante, además del levantamiento topográfico, hubo que determinar la crecida máxima del río.

El caudal máximo del río se puede determinar por medio de dos métodos que son: El método sección - pendiente y el método racional.

3.4.1 Método Sección - Pendiente

Este método es empírico y fácil de ejecutar. Es utilizado cuando no se dispone de mayor información del río donde se está haciendo el estudio, dando margen de seguridad sin exponerse a peligros.

Se tiene que determinar la crecida máxima del río, teniendo en cuenta que debe ser la mayor crecida registrada en toda la historia, que pueda encontrarse.

Esta crecida máxima se puede determinar a través de:

- Buscar señales que han dejado las crecidas
- Preguntar a los habitantes más antiguos del lugar
- Buscar en viejos archivos o crónicas del lugar

Luego de haber determinado la máxima altura del lugar se determina el área de la sección de la corriente, como se hacen los aforos, para obtener el caudal máximo a través de la fórmula:

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

Donde:

$$V = \text{Velocidad (m/seg)}$$

$$R = \text{Radio Hidráulico}$$

$$R = \frac{A}{P_m}$$

$$A = \text{Area}$$

Pm	=	Perímetro Mojado
S	=	Pendiente
S	=	$100 \times \frac{\text{cota superior} - \text{cota inferior}}{\text{distancia horizontal}}$
n	=	Coefficiente de rugosidad

a. Cálculo de la pendiente

Para hacer el cálculo de la pendiente se puede utilizar el método empírico de la manguera, con una muestra representativa del río.

En este caso se utilizó un clinómetro marca SUUNTO.

Datos obtenidos:

La pendiente que se utilizó para determinar el caudal máximo para el diseño del puente fue:

$$S = 2.00\%$$

b. Cálculo del área de la sección de la pendiente

El área obtenida planimétricamente en el levantamiento topográfico es la siguiente:

Altura de crecida máxima	=	2.50 metros
Área de desalojo	=	30 metros ²

c. Cálculo de caudal máximo

área	=	30 metros ²
Perímetro mojado	=	17.00 metros
Pendiente	=	2.00%
Coefficiente (n)	=	0.04
Radio Hidráulico	=	1.76 metros
Velocidad	=	5.15 metros/segundo
Caudal	=	154.61 metros ³ /segundo

3.4.2 Método Racional (Lluvia máxima en 24 horas)

Este es un método semi-empírico, que permite determinar crecidas máximas, analizando la frecuencia de las lluvias intensas.

Este método puede utilizarse sólo cuando se ha hecho un análisis previo, a la cuenca que contribuye, haciendo el análisis de los aguaceros más frecuentes, analizando también las intensidades de las precipitaciones y la probabilidad de ocurrencia de la máxima crecida.

En este método se usa la fórmula:

$$Q = \frac{C \times I \times A}{360}$$

Donde:

Q	=	Caudal
C	=	Coefficiente de escorrentía
I	=	Intensidad de lluvia
A	=	Area de la cuenca

También se puede sustituir esta fórmula si se usan precipitaciones máximas por:

$$Q = C \times P_{\text{máx.}}/24 \text{ horas}$$

3.5 Determinación del Puente a Construir

Para seleccionar el tipo de estructura se debe tener en cuenta la naturaleza, magnitud y frecuencia de las fuerzas que transmitirá la estructura.

Se debe tener un croquis de la estructura, teniendo en cuenta que para todo esto es necesario aplicar la experiencia acumulada.

Luego hay que determinar los momentos y fuerzas internas sobre cada elemento de la estructura.

Se determinan las dimensiones y conexiones de los miembros, así como el material que se va a utilizar, teniendo en cuenta:

- Rigidez y resistencia adecuada
- Facilidad de conexión
- Economía

Determinando la economía en base a costos de los materiales y la mano de obra, tomando en cuenta entonces la facilidad de fabricación, manejo y mantenimiento.

Luego de haber seleccionado los miembros que compondrán el puente, se debe de poner bajo condiciones de servicio, tales como deformaciones máximas admisibles, distorsiones excesivas, vibraciones, fatiga, corrosión, esfuerzos por temperatura, esfuerzos debidos a asentamientos de los apoyos y cualquier otra condición.

3.5.1 Dimensiones del Puente Peatonal Colgante a Construir

- La luz del claro será de 33 metros entre las torres.

- La Dirección General de Caminos, permite emplear una flecha del 2.5% de la longitud del puente, utilizando esta especificación para puentes peatonales colgantes.

Entonces:

$$\begin{aligned}
 f &= \text{flecha} \\
 f &= 2.5\% \times L \\
 f &= (0.025) \times (33 \text{ metros}) \\
 f &= 0.83 \text{ metros}
 \end{aligned}$$

- Se calculan las luces laterales en función de la tangente del ángulo formado entre la horizontal y la altura de las columnas de las torres.

3.5.2 Integración de Cargas

Como el puente es peatonal colgante, se hace la integración de las siguientes cargas, debido a que es en el área rural:

a. Carga Viva:

Peso de la mula	=	700.00 Lbs.
Peso de la carga de la mula	=	500.00 Lbs.
Peso del hombre	=	180.00 Lbs.
Peso de la carga del hombre	=	<u>150.00 Lbs.</u>
Total	=	1530.00 Lbs.
1,530.00 Lbs.	=	695.45 Kgs.

El área de distribución de la carga es de 1.90 metros, que es el ancho del puente, por 2.00 metros que abarca aproximadamente un hombre y una mula.

$$\begin{aligned}
 A &= 1.90 \text{ m.} \times 2.00 \text{ m.} \\
 A &= 3.80 \text{ m}^2
 \end{aligned}$$

Carga viva

$$\begin{aligned}
 Cv &= \frac{695.45 \text{ Kgs.}}{3.80 \text{ m}^2} \\
 Cv &= 183.01 \text{ Kg/m}^2
 \end{aligned}$$

b. Carga muerta:

Para un metro lineal del puente:

- 2 cables de 1 1/2"	=	2 x 15 Lbs.	=	30 Lbs.
- 4 cables de 1/2"	=	4 x 5 Lbs.	=	20 Lbs.
- 6.5 piezas de tablón	=	6.5 x 20.50 Lbs.	=	133.25 Lbs.
- 1 ml de malla	=	1 x 16 Lbs.	=	<u>16 Lbs.</u>
				199.25 Lbs.
199.25 Lbs.	=	90.57 Kgs.		

Para obtener el peso del tablón se asume que las dimensiones son: 1 1/2" x 12" x 4'.

$$\text{Peso} = 50 \text{ Lbs./p3} \times 1 \frac{1}{2} \times \frac{12}{144} \times 3.28$$

$$\text{Peso} = 20.50 \text{ Lbs.}$$

El área a distribuir es de 1m. del puente por el ancho:

$$\text{Cm} = \frac{90.57 \text{ Kg.}}{190 \text{ m}^2}$$

c. Carga última:

$$\text{Cu} = 1.4 \times \text{Cm} + 1.7 \times \text{Cv}$$

$$\text{Cu} = 1.4 \times 47.67 \text{ Kgs./m}^2 \text{ é } 1.7 \times 183.01 \text{ Kgs./m}^2$$

$$\text{Cu} = 377.86 \text{ Kgs./m}^2$$

Para convertir la carga última en lineal se multiplica por el ancho del puente que es de 1.90 m.

$$\text{Cu} = 377.86 \text{ Kgs./m}^2 \times 1.90 \text{ m.}$$

$$\text{Cu} = 717.92 \text{ Kgs./m.}$$

3.5.3 Geometría

En lo que se refiere a la altura de las torres, variará de acuerdo con la topografía del lugar a construir el puente peatonal colgante.

La separación mínima entre anclajes y las torres es de 6 metros' y la separación mínima entre anclajes será de 30 centímetros.

3.5.4 Esfuerzos

Concreto:

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

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

$$\text{Peso específico} = 2400 \text{ Kgs./m}^2$$

Acero:

$$\text{Punto de fluencia } f_y = 33,000 \text{ Lbs./Plg.}^2$$

$$F_s = 18,000 \text{ Lbs./Plg.}^2$$

Cables:

El cable a utilizar es acerado de alta resistencia, teniendo una resistencia a la ruptura de 74,843 Kgs. que equivale a 165,000 Lbs. para un diámetro de 1 1/2".

3.5.5 Sistema de Piso

La madera a utilizar es el ciprés, la cual se coloca en forma longitudinal con las siguientes medidas:

1 1/2" x 12" x 4'

El peso de la madera es de 50 Lbs./pie³

a. Carga muerta

$$Cm = \frac{1 \frac{1}{2} \times 12 \times 50 \text{ Lbs./pie}^3}{144}$$

$$Cm = 6.25 \text{ Lbs./pie}^3$$

$$Cm = 9.43 \text{ Kg/m}$$

$$Cm = 625 \text{ Lbs./pie}^3 \times 3.28 \text{ pies} \times 3 \text{ pies}$$

$$Cm = 61.50 \text{ Lbs.}$$

$$Cm = 27.95 \text{ Kgs.}$$

Luz de diseño: 1.72 metros

$$M1 = W \times L^2/8$$

$$M1 = \frac{9.43 \text{ Kg./m} \times 1.72 \text{ m}^2}{8}$$

$$M1 = 3.49 \text{ kg} - \text{m}$$

b. Carga viva

$$W2 = W/3$$

Donde:

$$3 = \text{No. de piezas}$$

$$W2 = 717.92/3$$

$$W2 = 239.31 \text{ Kgs./m}$$

$$M2 = W2 \times L^2/8$$

$$M2 = \frac{239.31 \times (1.72)^2}{8}$$

$$M2 = 88.50 \text{ Kgs.} - \text{m}$$

c. Monto Total

$$MT = M1 + M2$$

$$MT = 3.49 \text{ Kgs.} - \text{m} + 88.50 \text{ Kgs.} - \text{m}$$

$$MT = 91.99 \text{ Kgs.} - \text{m}$$

Para verificar la sección

$$V = (9.43 \text{ Kg./m} \text{ é } 239.31 \text{ Kg./m}) \times 1.72\text{m}/2$$

$$V = 213.92 \text{ Kgs.}$$

Por corte

$$V_c = \frac{1.5 \times V}{b \times h}$$

$$V_c = \frac{1.5 \times 213.92}{0.04 \times 0.30}$$

$$V_c = 26840.00$$

V_c es menor que el esfuerzo de corte en la madera.

Por reflexión

$$f = Mc/l$$

$$f = \frac{91.99 \text{ Kgs.} \cdot \text{m}}{1 \times 0.30 \times (0.04)^3}$$

$$f = 57493750.00 \text{ Kgs./m}^2$$

f es menor que el esfuerzo por reflexión

Ya verificada la sección, se nota que si se cumple y se puede continuar.

3.5.6 Cable Principal

Se utilizará cable acerado especial para puentes colgantes de tipo cable con cordón múltiple.

Se usarán 2 cables de 1 1/2".

La longitud de cada cable es:

$$L_c = 1.00166 \times L$$

$$L_c = 1.00166 \times 33 \text{ metros}$$

$$L_c = 33.05 \text{ metros}$$

A esta longitud del cable se le agrega la longitud de desarrollo, así como la longitud de la torre hacia el anclaje.

Entonces la longitud total del cable es:

$$L_c = 33.05 + 12 + 2.80$$

$$L_c = 47.85 \text{ metros, equivalente a } 48.00 \text{ metros.}$$

3.5.7 Péndolas

Se asume que van separadas 1.22 metros, dejando la diferencia de la longitud total en los extremos de los cables.

a. Carga Muerta:

$$\begin{aligned} F_v &= 0 \\ T_1 &= W_m \times e = 0 \\ T_1 &= W_m \times e \\ T_1 &= 90.57 \text{ Kgs.} \times 1.22 \text{ m.} \\ T_1 &= 110.50 \text{ Kgs.} - \text{m} \end{aligned}$$

b. Carga Viva

$$\begin{aligned} F_v &= 0 \\ T_2 &= W_m \times e = 0 \\ T_2 &= W_m \times e \\ T_2 &= 695.45 \text{ Kgs.} \times 1.22 \text{ m.} \\ T_2 &= 848.45 \text{ Kgs.} - \text{m} \end{aligned}$$

c. Carga Total

$$\begin{aligned} T &= T_1 \text{ é } T_2 \\ T &= 110.50 \text{ Kgs.} - \text{m} \text{ é } 848.45 \text{ Kgs.} - \text{m} \\ T &= 958.95 \text{ Kgs.} - \text{m.} \end{aligned}$$

Carga por péndola:

$$\begin{aligned} Q &= T/2 \\ Q &= \frac{958.95 \text{ Kgs.} - \text{m}}{2} \\ Q &= 479.47 \text{ Kgs.} \\ Q &= 1054.84 \text{ Lbs.} \end{aligned}$$

Area de la péndola:

$$A = \frac{Q}{F_t}$$

Donde:

$$\begin{aligned} F_t &= 0.60 \times F_v \\ F_v &= 36,000 \text{ Lbs./Plg.}^2 \\ F_t &= 0.60 \times 36,000 \text{ Lbs./Plg.}^2 \\ F_t &= 21,600 \text{ Lbs./Plg.}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A &= \frac{1054.84 \text{ Lbs.}}{21,600 \text{ Lbs./Plg.}^2} \\ A &= 0.05 \text{ Plg.}^2 \end{aligned}$$

El diámetro que resulta es demasiado pequeño, entonces se toma un diámetro de 1/2". Se usarán barras de 1 metro, amarradas con alambre galvanizado de amarre. Usándose 26 barras de un metro en cada lado.

3.5.8 Anclajes

Los anclajes se tomaron de la referencia de los planos tipo que tiene diseñados la Dirección General de Caminos en el Departamento de Puentes. Dándole las dimensiones siguientes:

Alto = 3.00 metros
Ancho = $L/12 = 33/12 = 2.75$ metros
Largo = 2.40 metros

Ver la figura No. 3.4

Hay que tomar en cuenta que la separación mínima entre éstos será de 30 centímetros para cada cable.

Serán construidos de mampostería o cemento ciclópeo.

3.5.9 Torres

Las torres tendrán las siguientes dimensiones:

Alto = 6.00 metros
Ancho = 2.70 metros
Largo = 1.40 metros

Construidas de concreto ciclópeo o mampostería.

Se toman especificaciones de la Dirección General de Caminos, en cuanto que se usan de el material mencionado sin hacer la estructura con estribos o cimientos.

3.5.10 Tensores

Los cables tensores son utilizados para darle estabilidad al puente, pero en este caso se especifica que por la longitud del puente no se usarán tensores, aunque cuando es mayor de 33 metros son indispensables.

3.5.11 Anclajes en Tensores

Los anclajes en los tensores son diseñados de igual manera que los anclajes de los cables principales, pero en este trabajo se omiten.

Para tener una referencia se pueden observar las figuras 3.5 Y 3.6.

Además de los elementos normales del diseño, que ya se han calculado, es recomendable hacerle al puente algunas obras de protección, como por ejemplo aletones y dientes, para evitar que salga de su cauce y evitar erosionamiento.

3.5.12 Aletones

Empleados como una obra de protección, se construyen a la entrada del río, o sea en cada lado de las torres, esto también evitará que la erosión en determinado momento arrastre las torres.

Se construyen a partir del cimientado de las torres, hacia arriba de éstas, aproximadamente dos metros, dándole una longitud de 4 metros y al final una altura de 1.50 metros; tendrá un ancho de 0.40 metros.

Ver la figura No. 3.7.

3.5.13 Diente

El diente es una estructura de protección que sirve para encauzar la corriente del río, y para que no erosione hacia dentro del río.

Se prevee hacer un diente en la entrada de las torres con una profundidad de 1.50 metros, por 0.40 metros de ancho y a lo largo de entre torre y torre.

Se pondrán encima de las torres unas vigas transversales de madera de: 3" x 4" x 7. 5'.

Se usarán unas vigas longitudinales de: 1 1/2" x 9" x 4'.

3.6 Especificaciones

En cuanto a especificaciones generales se refiere, se tienen las siguientes para los cables:

- a. Empezar a desenrollar por el extremo del cable, nunca por el interior.
- b. Evitar el distorsionamiento de los cables.
- c. Antes de cortar el cable, hacer las ligaduras oportunas para evitar que se desahagan los extremos.
- d. Los cables se tensan uno por uno con una llave o gato stilson.

Para aumentar la duración de los cables se debe proceder de la siguiente manera:

- a. El cable no debe rozar con cuerpos duros o de aristas vivas.
- b. Engrasar el cable, teniendo en cuenta que esta grasa debe ser neutra, para evitar corrosiones.
- c. Los cables sometidos a rozamiento intenso deben llevar alambres gruesos en el exterior.

- d. Las gargantas de poleas y tambores deben ser las adecuadas al diámetro del cable, y deben estar perfectamente pulidas.
- e. Los cables deben arrollarse en los tambores, en una sola capa.
- f. Deben evitarse poleas muy pesadas y de gran inercia.
- g. Deben usarse cables galvanizados y de alambres gruesos.

En la figura No. 3.8 se especifica la colocación de las abrazaderas.

Para el desarrollo del Proyecto del puente peatonal colgante, en el municipio de Cubulco se tienen las siguientes especificaciones:

- a. Cada cable principal deber tener un anclaje en los extremos. La separación mínima entre anclajes será de 30 centímetros.
- b. El anclaje se colocará formando un ángulo de 90' con el principal.
- c. Las barras del barandal deberán estar a 122 centímetros entre si, debiendo absorberse la diferencia en los tramos extremos.
- d. La unión entre el cable de barandal y las barras del barandal deber ser fuerte que no permita el desalojamiento.
- e. Para sujetar las vigas de madera a cada uno de los cables principales, a cada lado de un cable se hincará un clavo de 6plg., doblando el clavo sobre el cable para fijarlo.
- f. Los cables principales se fijarán por medio de abrazaderas.
- g. En toda la parte exterior del puente, se colocará malla de alambre galvanizado de acero. La malla se sujetará a los cables por medio de amarres de alambre galvanizado.
- h. La madera deber ser tratada contra la pudrición con carbolíneo a presión.

P U E N T E C O L G A N T E

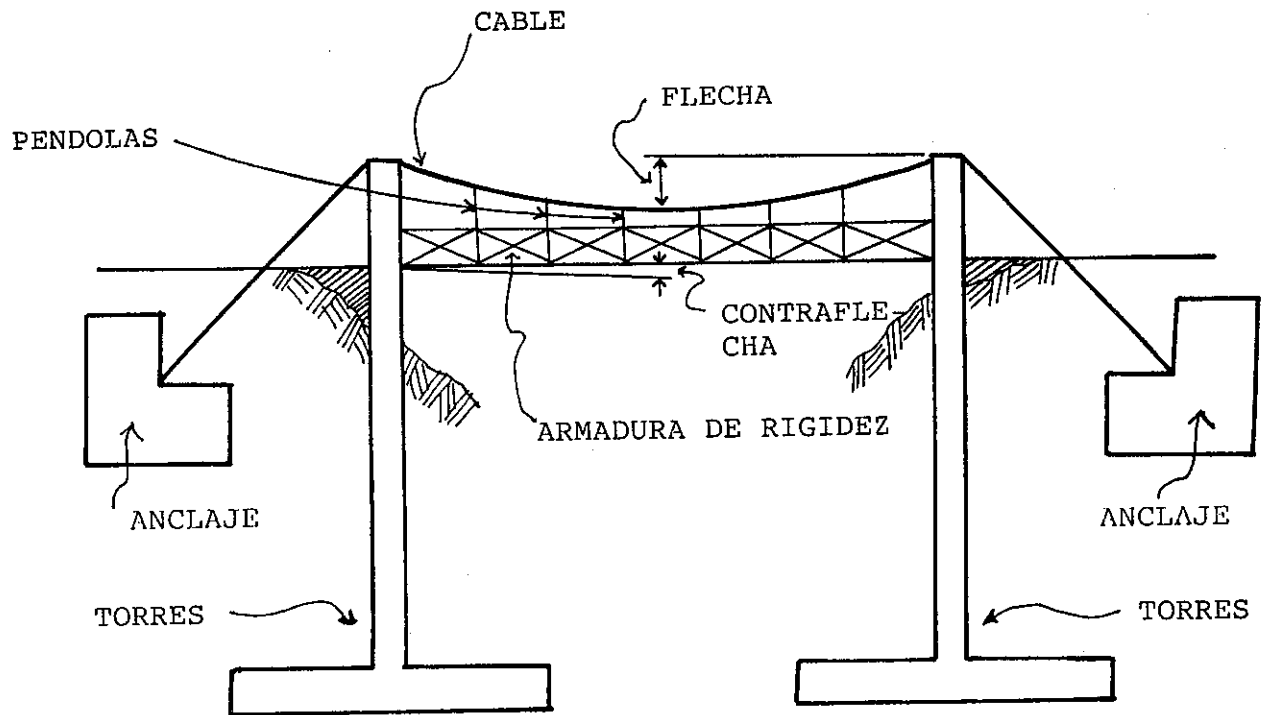
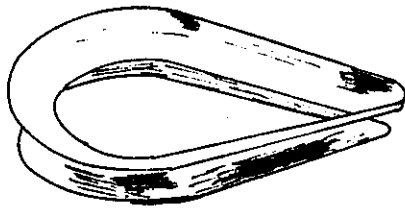
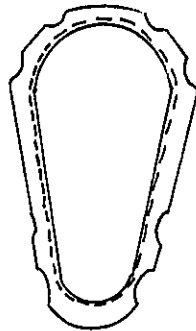


FIGURA No. 3.1

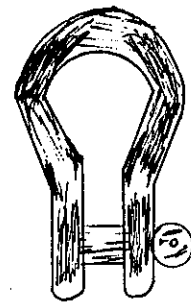
F/ Meza Duarte, Raúl
Considerac. acerca de
puentes colgantes



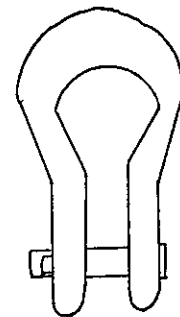
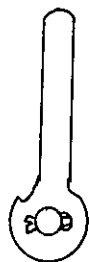
GUARDACABOS



DESLIZABLE



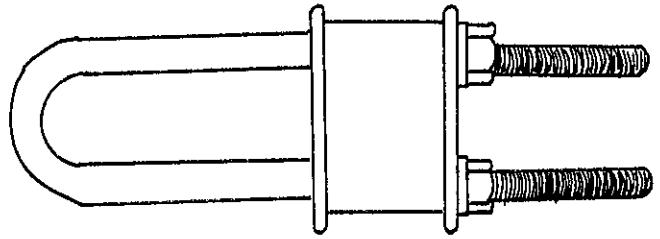
PASADOR ROSCADO



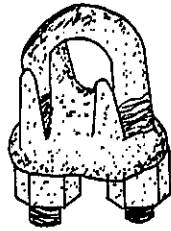
PASADOR LISO

F/Maldonado Enrique,
Jorge Félix
Diseño de un puente

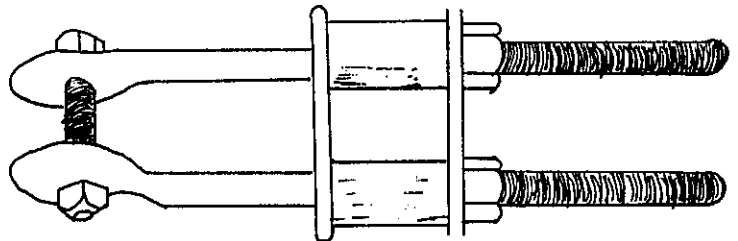
FIGURA No.3.2



TIPO ABIERTO



ABRAZADERA



TIPO CERRADO

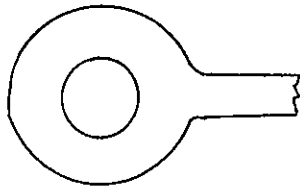


FIGURA No. 3.3

F/Maldona Enrique,
Jorge Félix
Diseño de un puente

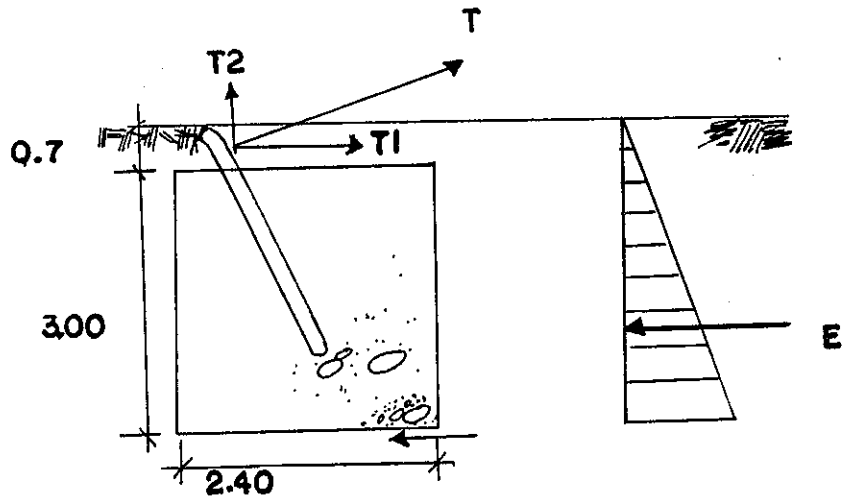


FIGURA No.3.4

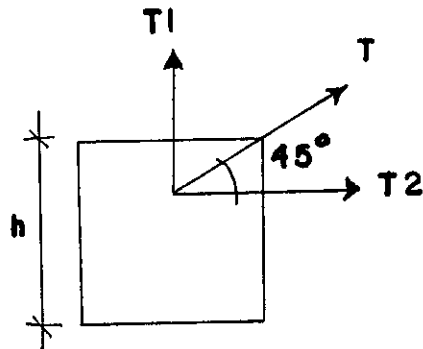


FIGURA No. 3.5

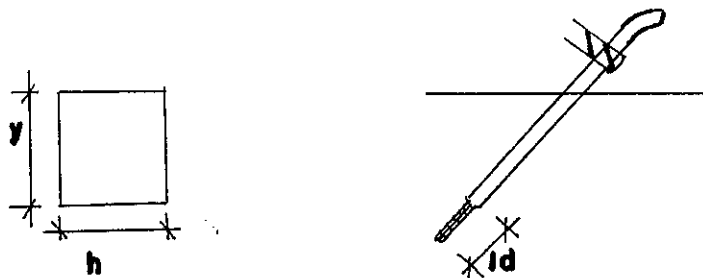
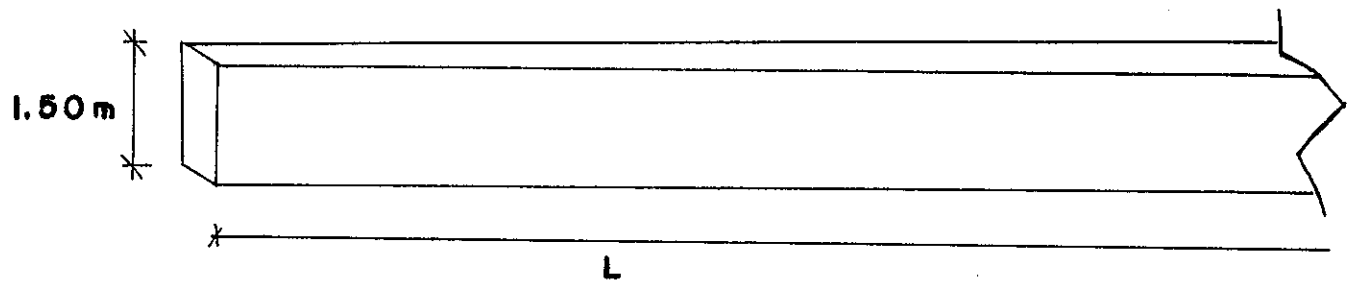
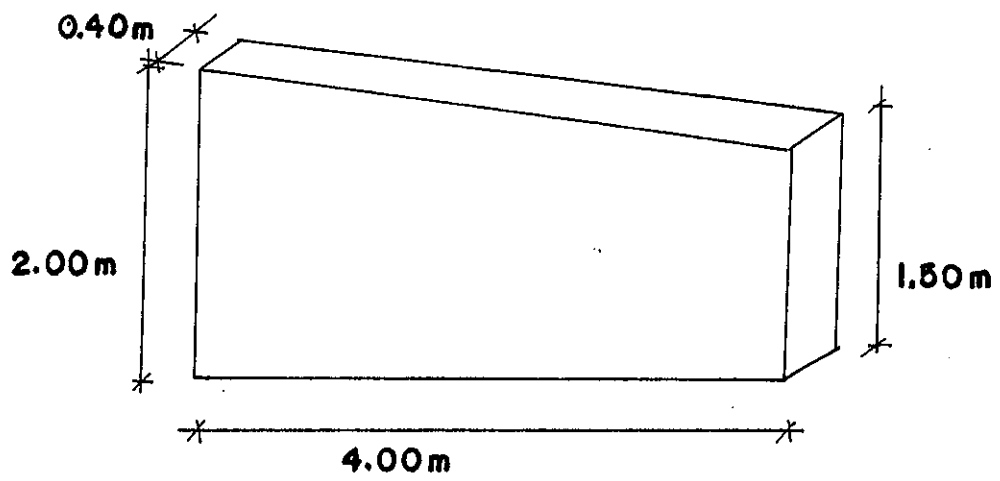


FIGURA No. 3.6

F/Maldonado Enrique
 Jorge Félix
 Diseño de un puente

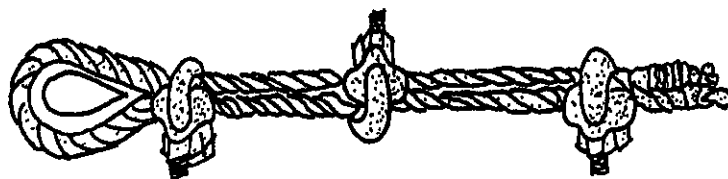


Fuente:
Elaboración Propia

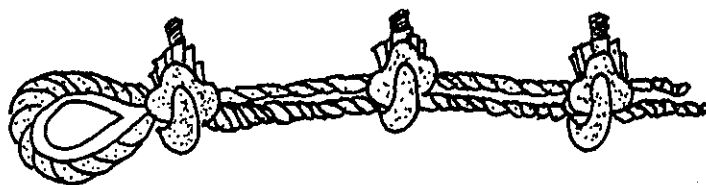
FIGURA No. 3.7



CORRECTO



INCORRECTO



INCORRECTO

COLOCACION DE LAS ABRAZADERAS

F/Cabrera Cortés,
José Ricardo
Investigación de puentes
colgantes

FIGURA No. 3.8

CAPITULO IV

PROCESO DE EJECUCION

4.1 Materiales que se Pueden Emplear en Cada Parte del Puente

a. Sistema de piso:

a.1 Vigas transversales:

Pueden ser de acero estructural o de madera; se recomienda el uso del acero estructural.

a.2 Vigas longitudinales:

Pueden ser de acero estructural o de madera; recomendando el uso de la madera.

a.3 Superficie de rodadura:

Pueden ser de concreto reforzado, de rejilla metálica con o sin concreto, y de madera (tablones transversales).

a.4 Barandal:

Puede ser de acero o de madera.

b. Péndolas:

Pueden ser de cables de alambre, de varillas de acero y de barras o perfiles torcidos; siendo más factibles las varillas de acero.

Si se considera el uso de las varillas de acero, se describe a continuación las conexiones que pueden hacerse:

- Conexiones superiores:

El viento y otras fuerzas causan rotaciones pequeñas en la conexión superior, alrededor del cable. Entonces las péndolas que están colocadas a media luz del puente, oscilarán longitudinalmente con la carga viva.

En la figura No. 4.1 se muestra este movimiento por un perno simple.

Un perno de mayor diámetro debe ser colocado en vez del ordinario, y el uso de una chumacera de hierro, que reducirá la fricción. Los bordes de las planchas superiores de la conexión deben ser redondeados a la entrada y salida para no dañar el cable.

- Conexiones inferiores:

Las péndolas deben ser conectadas según la figura No. 4.2, a excepción de las péndolas pequeñas, en donde se recomienda usar un perno grande y una chumacera de hierro fundido para evitar el desgaste por fricción. Esta conexión se hace según la figura No. 4.3.

Todas las piezas que integran las conexiones son de acero fundido. Las péndolas van roscadas a los tensores que forman parte de cada una de las uniones.

c. Sistema de suspensión:

Puede ser:

- De cadenas de eslabones forjados
- Cadenas de barra de ojo de argolla
- Cables de alambre

c.1 Cables de alambres paralelos

Son colocados en obra, un gran número de alambres paralelos, uno por uno, con respecto del otro a todo lo largo del cable.

Tiene la ventaja de tener una máxima uniformidad de esfuerzos en todos los alambres y fácil y segura conexión al anclaje.

La desventaja es que se lleva varias semanas o meses para su erección.

c.2 Cables de alambres torsionantes o retorcidos

Consisten en siete cordones prefabricados y cada uno de ellos contiene 7, 19, 37, ó 61 alambres espiralados o retorcidos dentro de los cordones.

El coeficiente de elasticidad (E) de un cable de alambres retorcidos, compuestos de 7 o ms cordones prefabricados es el 85% de E para un cordón simple, o alrededor de 20×10^6 libras por plg^2 .

d. Torres

Están formados de la subestructura o estribo y la torre, que es lo que sobresale a partir de la rodadura del puente, y que soporta los cables o cualquier otro sistema de suspensión.

Son construidas generalmente de acero estructural, mampostería, concreto reforzado o de madera ocasionalmente.

En la parte superior de las torres deben colocarse monturas para el paso de los cables, fabricadas de acero fundido siendo dos los tipos de monturas: las fijas y las móviles; y tienen que tener acanaladuras para acomodar el cable.

e. Anclajes

Los anclajes pueden ser construidos de mampostería, concreto ciclópeo o de concreto reforzado. Se puede anclar el cable a una roca profunda siempre que sea sólida y de un banco grande profundo.

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
Biblioteca Central

La construcción del anclaje de concreto reforzado es mucho más laborioso que cualquier otro tipo, se puede hacer en forma de cajón, introduciéndole piedras para darle peso.

La construcción de un anclaje de mampostería o concreto ciclópeo es fácil y el material se encuentra en cualquier lugar.

Si se ancla en roca, se economiza concreto o mampostería, pudiendo usar pilotes para proveer de soporte y resistencia al anclaje.

4.2 Procedimiento de Construcción

El procedimiento de construcción de un puente colgante es simple y no implica ningún peligro.

El orden para la construcción es:

- Nivelación del terreno, considerando la localización exacta del lugar donde se construirá el puente peatonal colgante.
- Inspección del lugar.
- Acarreo de materiales: Los materiales que se van a utilizar hay que transportarlos, pero en lo que se refiere a materiales para mezcla, como arena, piedra bola, pedrín, etc. se encuentran en el mismo lugar, aunque no hay inconveniente de acarreo en vehículo porque el acceso es adecuado.
- Trazo de torres y anclajes:

Torres:

Cuando las torres son construidas con acero estructural, se colocan sobre una fundación de mampostería que es la subestructura del puente.

La torre y la subestructura son sólo una unidad, si ambos son construidas de mampostería o concreto reforzado.

La construcción de las torres se pueden hacer al mismo tiempo que los anclajes, ya que ambos son elementos independientes.

Para la construcción se siguen los siguientes pasos por lo general:

- Localización exacta de la torre
- Excavación estructural
- Fundición de los cimientos
- Fundición de las columnas y vigas
- Apoyos de las vigas longitudinales del sistema de piso en las vigas inferiores de la torre.
- Colocación de las monturas de los cables en la parte superior de la torre y relleno estructural.

En las monturas de los cables hay que tener cuidado en su colocación, ya que tienen que quedar fijas y centradas sobre las columnas. Ver figura No. 4.4

- Anclajes: En su interior se colocaron las zapatas de anclajes y las barras que salen de ella, (ver figura No. 4.5) y deben estar alineados con la montura del cable. Las barras de anclajes deben tener la misma inclinación, con respecto a la horizontal de los tirantes laterales.
- Montaje del cable: El montaje del cable se puede hacer a través de plataformas de trabajo o puentes provisionales, sobre cables suspendidos provisionalmente.

Es necesario tener la longitud central y de los tirantes laterales.

En nuestro medio lo que se hace es que para montar los cables se coloca atrás de una de las torres el tambor de transporte, uno de los extremos se lleva a la parte superior de la torre y transportarlo a través del río o depresión por medio de otro cable auxiliar. Por lo general se usan cables de 1/2 pulgadas de diámetro.

Al ser montado el cable se sostiene en ambos extremos por un malacate y se procede a fundir las piezas cilíndricas que sirven para conectarlo al anclaje (ver figura No. 4.6), se introduce al anclaje y se le colocan las tuercas, efectuándose simultáneamente en los dos lados.

- Tensado del cable: Para tensar el cable se utiliza una llave o gato stilson.
- Conexión de cable - anclaje, péndolas - cable: Se puede efectuar desde una plataforma de trabajo, se hace a partir de un extremo hacia el otro.
- Colocación del sistema de piso: Se construye de una torre a otra.
- Ajustes finales
- Obras complementarias como la construcción de aletones o dientes.

4.3 Lo que Deben Saber el Constructor y el Supervisor

4.3.1 Constructor

Cuando se construye un puente, el constructor debe de saber ciertos pasos técnicos que se detallan a continuación:

- a. Capacidad de lectura e interpretación de los planos de construcción.
- b. Conocer las normas generales y especificaciones para la construcción de puente.
- c. Conocimientos elementales del funcionamiento de las estructuras utilizadas en puentes.
- d. Conocer los materiales que se deben utilizar para emplearlos en forma apropiada.
- e. Conocimientos generales sobre la armadura de esfuerzos o la fundición de concreto.
- f. Conocimientos generales de albañilería y carpintería.
- g. Conocimiento general sobre excavaciones.
- h. Conocimientos generales sobre el control y cuidado del equipo mecánico.

4.3.2 Supervisor

Es el responsable de la ejecución eficiente de los trabajos del constructor, reparación y mantenimiento de puentes y obras afines.

Es indispensable que posea:

- a. Conocimientos administrativos para su relación con el jefe y subalternos, además debe saber organizar el personal que tiene a su cargo para trabajar, así mismo el equipo mecánico que tenga a su disposición.
- b. Debe tener la capacidad de lectura e interpretación de los planos de construcción.
- c. Conocer las normas generales y especificaciones para la construcción de puentes.
- d. Conocimientos elementales sobre el funcionamiento de las distintas estructuras utilizadas en un puente.
- e. Idea clara de cada uno de los materiales usados en la construcción.
- f. Conocimientos sobre la armadura de refuerzos y la función del concreto.

4.4 Obras de Mantenimiento

La inspección de una estructura consiste en examinar cuidadosamente cada uno de los elementos que la forman, para determinar su funcionamiento o la presencia de defectos debidos al deterioro normal o cualquier causa extraordinaria.

Las inspecciones deben efectuarse con la frecuencia necesaria para permitir que el mantenimiento se ejecute oportunamente.

De acuerdo a la frecuencia con que deben efectuarse las inspecciones se clasifican en:

- Inspecciones periódicas:
Los puentes y obras afines deben ser inspeccionados por lo menos dos veces cada año.
- Inspecciones especiales:
Todas las estructuras deben ser inspeccionadas, tan pronto como sea posible, después de estar sometida a la acción de: grandes crecidas de los ríos, incendios, sismos o cualquier otro hecho que tienda a poner en peligro el buen comportamiento de las estructuras.

Aspectos que deben de cubrir una inspección:

La inspección de una estructura debe abarcar las siguientes aspectos:

- Respecto al lugar:
 - a. La posible alteración del cauce del río, especialmente aguas arriba de la estructura.
 - b. La limpieza del cauce; que no existan rocas, troncos o islotes de arena o grava, que representen un obstáculo a la libre circulación de las aguas.
 - c. El nivel alcanzado por las aguas durante las crecidas.

- d. Las condiciones de acceso.
- e. Riesgos de maleza, etc..

- Respecto al tipo de materiales que componen la estructura:
 - a. Presencia de grietas o rajaduras en el concreto.
 - b. La reducción o falta de recubrimiento del refuerzo y la corrosión del mismo.
 - c. La existencia de roturas o alabeos en los miembros del acero estructural.
 - d. La existencia de remaches o pernos sueltos u oxidados, o la ausencia de los miembros del acero estructural.
 - e. La presencia de la hendiduras, rajaduras, putrefacción o daños causados por insectos en los miembros de la madera.
 - f. Condiciones de las uniones en las piezas de madera.

- Respecto a los elementos estructurales:
 - a. Evidencia de asentamientos, deslizamientos, ladeos o socavación en los cimientos y torres.
 - b. Estado y efectividad de los apoyos.
 - c. Estado y limpieza.
 - d. Estado de los barandales.
 - e. Flojedad o vibraciones indebidas de los miembros de armaduras de acero o madera.
 - f. Estado de funcionalidad de todos y cada uno de los miembros de la estructura.

Aunque en el caso de puentes peatonales colgantes, el mantenimiento que se le debe dar sobre todo es en el sistema de piso, el cuidado con la madera, observando que no esté podrida, quebrada, etc., así como los barandales y el cuidado de la erosión que puede causar el río.

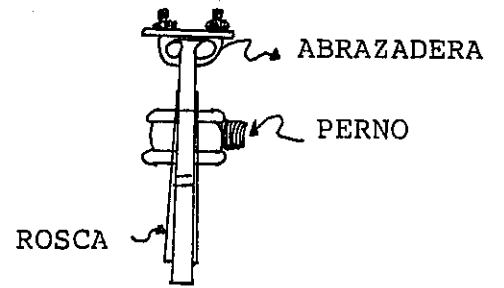
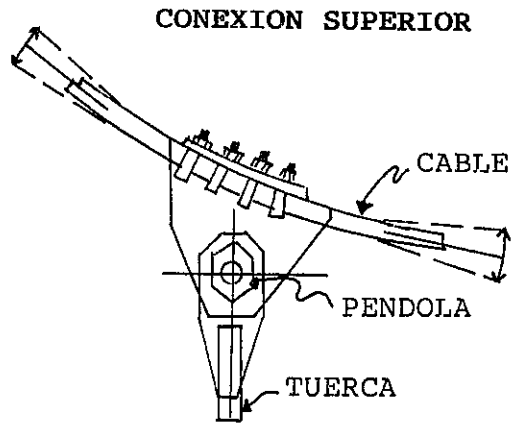


FIGURA No. 4.1

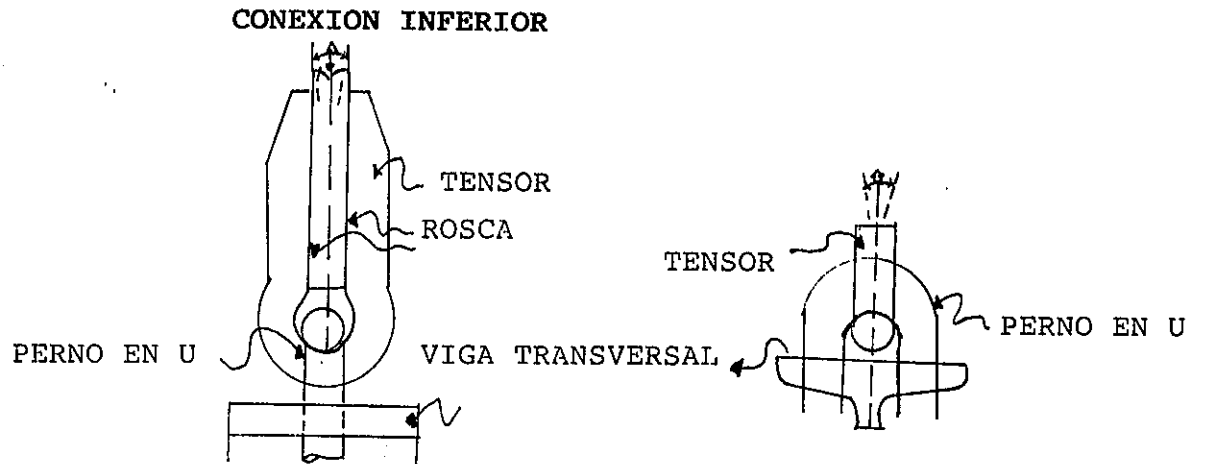


FIGURA No. 4.2

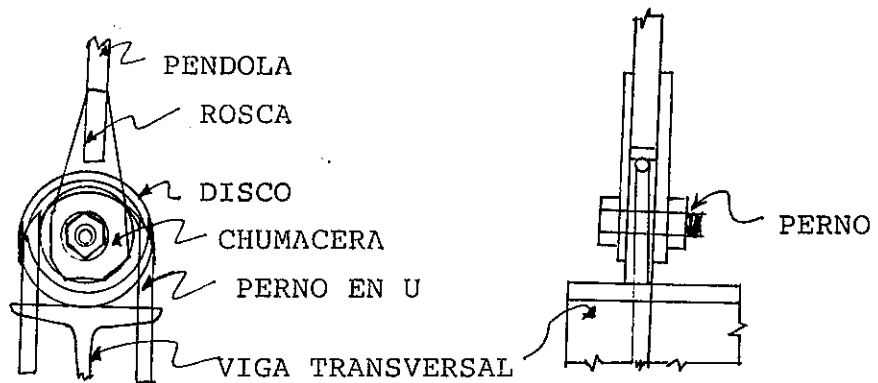
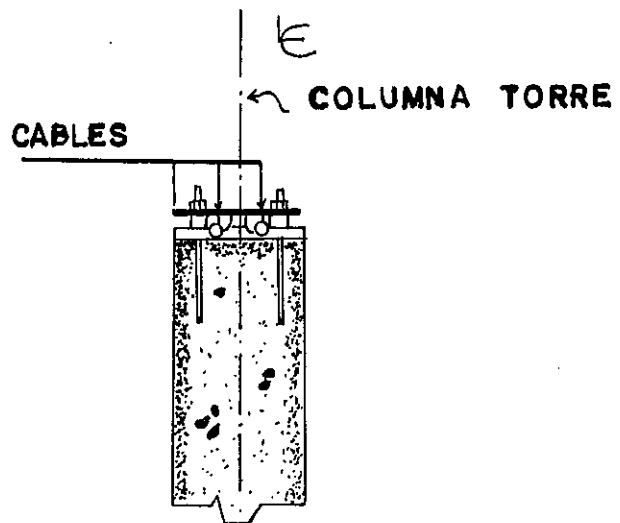
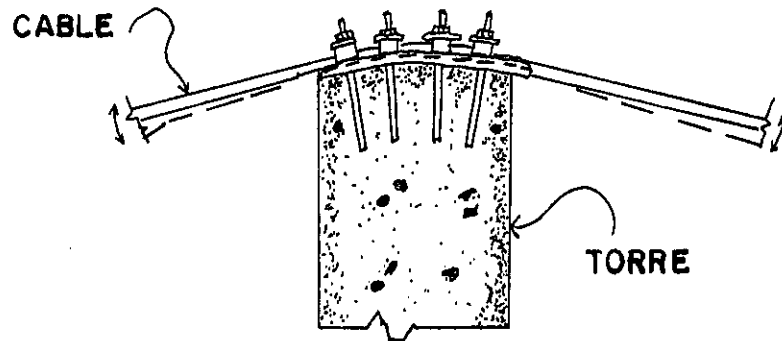


FIGURA No. 4.3

F/ Meza Duarte, Raúl
Considerac. acerca de
Puentes colgantes



MONTURA FIJA

F/Meza Duarte, Raúl
 Considerac. acerca de
 puentes colgantes

FIGURA No. 4. 4

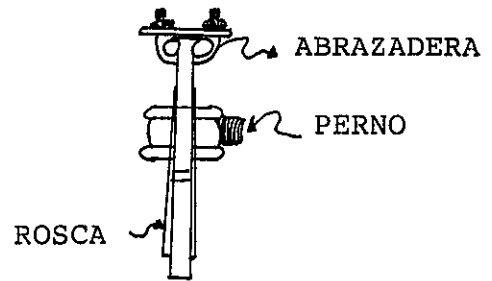
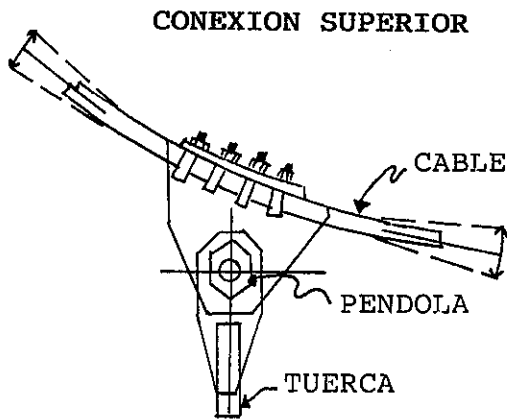


FIGURA No. 4.1

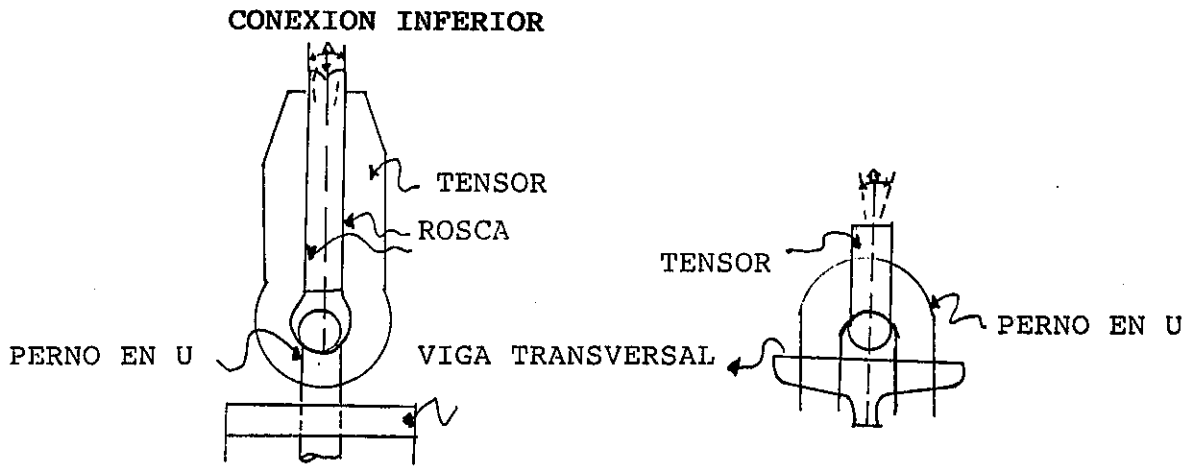


FIGURA No. 4.2

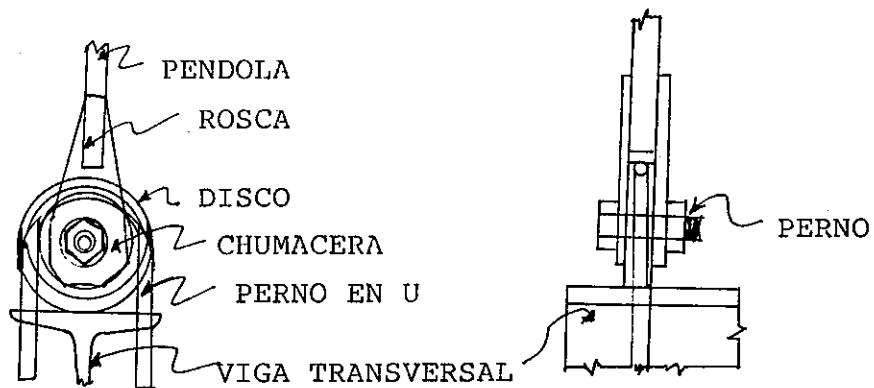


FIGURA No. 4.3

F/ Meza Duarte, Raúl
Considerac. acerca de
Puentes colgantes



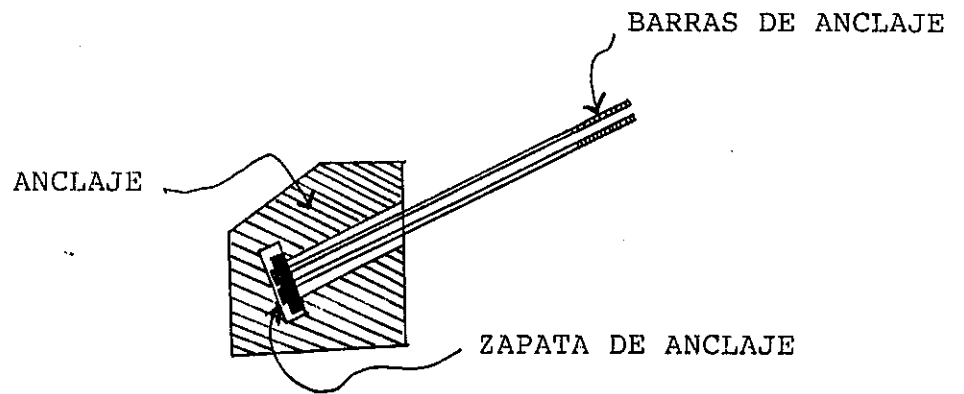


FIGURA No. 4.5

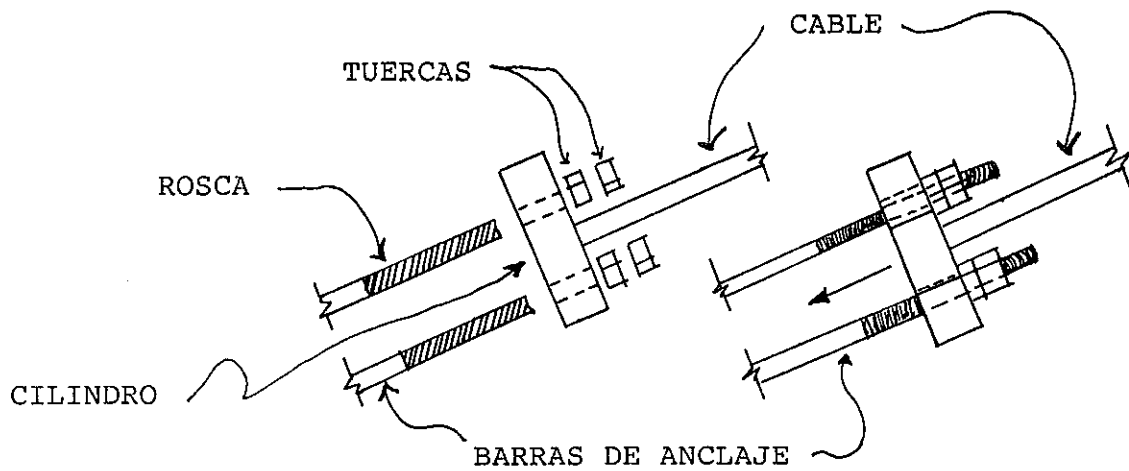


FIGURA No. 4.6

F/Meza Duarte, Raúl
 Considerac. acerca de
 puentes colgantes

CAPITULO V

CUANTIFICACION Y PRESUPUESTO

5.1 Cuantificación y Presupuesto de Materiales

Descripción	u	cantidad	p/u	Total
Cable Principal Diámetro 1 1/2"	ml	96	Q.67.20	Q.6,451.20
Cable de Barandal Diámetro 1/2"	ml	192	Q.18.85	Q.3,610.20
Hierro de Péndolas Diámetro 1/2"	99	7	Q.120.75	Q.845.25
Hierro de Anclaje Diámetro 3/8"	99	3	Q.126.50	Q.379.50
Hierro de Estribos Diámetro 1/4"	99	1	Q.120.75	Q.120.75
Abrazaderas Diámetro 1 1/2"		24	Q.27.60	Q.662.40
Diámetro 1/2"		24	Q.5.46	Q.131.10
Tubo HG Diámetro 4"	ml	6	Q.477.25	Q. 2,863.50
			Total	Q15,072.90

Sistema de Piso

Descripción	u	cantidad	p/u	Total
Tlones de ciprés				
Tablohes 1 1/2"12"4'		175	Q.35.65	Q.5,888.75
Tablohes 1 1/2"9"4'		54	Q.33.91	Q.1,831.14
Tablohes 3"4"7.5'		2	Q.56.23	Q. 112.46
Tratamiento	gl	7	Q.24.15	Q. 169.05
Brochas de 4"		3	Q. 9.55	Q. 28.65
Clavo de 6"	Lbs.	65	Q. 1.90	Q. 123.34
Malla Metálica				
Galvanizada 1m	m.	70	Q. 8.55	Q. 598.50
Alambre galvanizado				
para amarre	Lbs.	30	Q. 2.00	Q. 60.00
			Total	Q.8,811.89

Estructura

Tipo	Vol.	u	cantidad	p/u	Total
Torres					
Prop. 1:3	45.85m ³				
- cemento		sacos	34	Q.25.00	Q.850.00
- arena		m ³	17	Q.45.00	Q.765.00
-piedra		m ³	29	Q.60.00	Q.1,740.00
Formaleta		Pt.	214	Q. 2.80	Q.599.20
Clavo 2"		Lbs.	35	Q.1.15	Q.40.25
Anclajes		sacos	34	Q.25.00	Q.850.00
Prop. 1:3	39.60m ³				
- cemento		sacos	29	Q.25.00	Q.725.00
- arena		m ³	14	Q.45.00	Q.630.00
-piedra		m ³	25	Q.60.00	Q.1,500.00
				Total	Q.6,849.45

5.2 Cuantificación y Presupuesto de Mano de Obra

Para la mano de obra se tomó en cuenta el valor que cobra un albañil y sus ayudantes en el municipio de Cubulco, aclarando que ésta la contratará la municipalidad de la localidad, con la ayuda de los comités de las aldeas.

Descripción	Q/Día	Días Trabajados	Total
Mano de obra calificada			
1 Maestro de obra	Q.60.00	80	Q.8,000.00
2 Albañiles	Q.50.00	80	Q.4,000.00
3 Ayudantes	Q.35.00	80	Q.2,800.00
		Total	Q.11,600.00

5.3 Integración de Costos

Materiales	=	Q.15,072.90
Sistema de piso	=	Q. 8,811.89
Estructura	=	Q. 6,849.45
Mano de obra	=	Q.11,600.00
Costos administrativos	=	<u>Q.4,000.00</u>
Total	=	Q.46,334.24
Costos de Transporte (5% del costo total)	=	Q.2,316.71
Costo de Desperdicio	=	<u>Q. 3,243.40</u>
5.3.1 Costo Total	=	Q.51,894.35
5.3.2 Costo Unitario		
Costo Unitario	=	<u>Q.51,894.35</u>
		33 metros
Costo Unitario	=	Q.1,572.56/m.

5.3.3 Costo Incluyendo Otras Obras

Si se construye un aletón en cada lado de las entradas del río, y un diente en la entrada del mismo.

Cambia el costo de la obra, tomando los costos que se describen a continuación:

Estructura	Vol.	u	cantidad	p/u	Total
Aletones					
Prop. 1:3		5.60m ³			
- cemento		sacos	4	Q.25.00	Q.100.00
- arena		m ³	2	Q.45.00	Q. 90.00
-piedra		m ³	4	Q.60.00	Q.240.00
Diente					
Prop. 1:3		19.80m ³			
- cemento		sacos	14	Q.25.00	Q.350.00
- arena		m ³	7	Q.45.00	Q.315.00
-piedra		m ³	13	Q.60.00	Q.780.00
				Total	Q.1,875.00

Resumen:

Materiales	=	Q.15,072.90
Sistema de Piso	=	Q. 8,811.89
Estructura	=	Q. 6,849.45
Mano de Obra	=	Q.11,600.00
Costos Administrativos	=	Q. 4,000.00
Aletones y Diente	=	<u>Q. 1,875.00</u>
Total	=	Q.48,209.24
Costo de Transporte (5% del costo total)	=	Q. 2,410.46
Costo de Desperdicio (7% del costo total)	=	Q. 3,374.65
Costo total de la obra	=	Q.53,994.35
Costo Unitario	=	<u>Q.53,994.35</u>
		33 metros
Costo Unitario	=	Q. 1,636.19/m.

5.4 PROGRAMA DE EJECUCION

ACTIVIDADES	SEMANAS															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
NIVELACION	■	■														
TRAZO			■	■												
ACARREO DE MATERIALES		■	■	■	■	■	■	■	■							
EXCAVACION ESTRUCTURAL																
FUNDICION DE ESTRUCTURAS																
LEVANTADO DE TORRES											■	■	■			
COLOCACION DE CABLES												■	■	■		
TENSADO DE CABLES													■	■	■	
COLOCACION DE PASARELAS														■	■	
COLOCACION DE MALLA METALICA															■	■
COLOCACION DE TENSORES															■	■
ACABADOS FINALES																■

- Los números indican la secuencia de las semanas de trabajo

- Las líneas entre los cuadros son la duración de cada actividad en las semanas indicadas.

Fuente: Elaboración Propia

CONCLUSIONES

- Para el diseño del puente peatonal colgante es necesario incluir e integrar todas las cargas que intervienen, para que éste sea adecuado y cumpla con condiciones de seguridad para los usuarios.
- Para tener todos los datos de diseño de las partes del puente se necesita contar con el levantamiento topográfico y hacer el estudio de crecidas máximas del río.
- Ningún trabajo de ingeniería se puede desarrollar sin el estudio previo del levantamiento topográfico, que abarca la planimetría y altimetría del lugar.
- Se hace necesario cumplir con las especificaciones que se observan en los planos generales.
- Al ejecutar el proyecto se necesita de la supervisión adecuada y cumplir los detalles del plano de construcción.
- Se concluye que es muy importante hacer la planificación de actividades, para la ejecución del proyecto.
- Es necesario hacer la cuantificación y presupuesto de cualquier proyecto que se esté por ejecutar.

RECOMENDACIONES

- Es recomendable usar métodos técnicos para obtener los caudales de crecidas máximas, así como contar con la participación de los vecinos del lugar, que son los que más saben de los antecedentes históricos de crecidas máximas.
- Se recomienda que para la ejecución del levantamiento topográfico se utilice el equipo adecuado, así como tener la mayor exactitud posible.
- Al seguir las especificaciones de los planos, se recomienda cumplir con cada detalle, haciendo énfasis que en cualquier cambio que se presenta ya en la ejecución, se comunique al supervisor.
- Es recomendable tomar en cuenta cada detalle de ejecución al hacer el plan de actividades, para ahorrarse inconvenientes de última hora.
- Se recomienda que al hacer la cuantificación y presupuesto de los proyectos se tome en cuenta cualquier detalle que requiera algún material, así como tomar en cuenta que los costos de mano de obra varían en cada lugar.
- Se recomienda que al construir un puente peatonal, éste no esté ubicado en un tramo curvo, por tener menor visibilidad.
- Al puente peatonal colgante de Cubulco, se recomienda construirle dos aletones a la entrada del río a las torres, así como un diente, también en la entrada de las torres, teniendo en cuenta que éstas son obras de protección que ayudarán a evitar la erosión que provoca el río.

BIBLIOGRAFIA

- Arreondo F. ESTABILIDAD DE PUENTES COLGANTES. Instituto Técnico de la Construcción y del Cemento. 2da. Edición. Madrid, 1949.
- Cabrera Cortés, José Ricardo. INVESTIGACION RESPECTO DE PUENTES COLGANTES RECOMENDABLES EN EL AREA RURAL. Tesis de Ingeniería. Facultad de Ingeniería. Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala. 1994.
- González M., Daniel Alberto. MANUAL PARA LOS TRABAJOS DE LA CONSTRUCCION Y REPARACION DE PUENTES. Tesis de Ingeniería. Facultad de Ingeniería. Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala. 1972.
- Juárez Cárdenas, Víctor Leonardo. DISEÑO DE TRES PUENTES EN EL MUNICIPIO DE SAN MARCOS. Tesis de Ingeniería. Facultad de Ingeniería. Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala. 1984.
- Lehr Arriola, Carlos Guillermo. DISEÑO DE UN PUENTE PEATONAL EN EL PARAJE PANICTACAJ, BARRIO SANTA CATARINA, MOMOSTENANGO. Tesis de Ingeniería. Facultad de Ingeniería. Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala. 1986.
- Maldonado Enrique, Jorge Félix. DISEÑO DE UN PUENTE EN LA ALDEA LOS PLANES. Tesis de Ingeniería. Facultad de Ingeniería. Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala. 1990.
- Sieca. MANUAL CENTROAMERICANO DE MANTENIMIENTO DE CARRETERAS, ALCANTARILLAS Y PUENTES. Julio, 1974.
- Meza Duarte, Raúl. CONSIDERACIONES ACERCA DEL USO DE PUENTES COLGANTES CORTOS EN CAMINOS DE ACCESO. Tesis de Ingeniería. Facultad de Ingeniería. Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala. 1969.
- "Mi terruño". REVISTA, BAJA VERAPAZ, SALAMA, Año 3 No. 8. Julio 1996.
- Planos y Archivos. DIRECCION GENERAL DE CAMINOS.

ANEXOS

PLANOS TOPOGRAFICOS

La topografía del terreno se presenta en los planos de planta y perfil, que se desarrolló sobre la torres que existieron del puente que estaba construido anteriormente.

Dejando establecido el lugar donde se situará las torres y anclajes de los cables principales del nuevo puente.

A continuación, además de los planos se presentan los datos obtenidos en el campo y el cálculo que se realizó para ellos.

La nivelación utilizada fue trigonométrica.

LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO, CUBULCO BAJA VERAPAZ

Fecha 1/9/96 Lib. de Camp. No. 1 Pag. 1
 Operador Laura DL Lib. de Oficina No. _____ Pag. _____

Descripción de la línea: LEVANTAMIENTO RIO PAMPOCH

Est.	P.O	AZIMUT	DIST.	OBSERVACIONES	
				Col.	Anclaje
0	0.1	99°54'	1.54	Col.	Anclaje
A-1	0.2	108°33'00"	1.435	Esq.	Col.
1.453	0.3	114°03'20"	1.80	Esq.	Col.
	0.4	146°34'40"	1.81	Esq.	Col.
	0.5	150°20'00"	1.41	Esq.	Col.
	0.6	159°14'20"	1.52	Esq.	Col.
	0.7	329°52'20"	2.42	Esq.	Rampa
	0.8	297°12'40"	2.55	Esq.	Rampa
	0.9	36°25'00"	1.50	12°56'40"+	
	0.10	29°52'00"	1.50	11°43'40"+	
	0.11	24°28'40"	1.50	11°39'40"+	
	0.12	00°49'20"	1.50	12°43'00"+	
	0.13	353°04'00"	1.50	9°26'20"+	
	0.14	298°50'00"	1.50	0°48'40"-	
	0.15	292°54'20"	1.50	0°21'40"-	
A-1	0.16	236°19'00"	1.50	17°35'40"-	
1.453	0.17	230°06'40"	1.50	9°55'00"-	
E-0	E-1	131°17'40"	10.14	LC.Puente peat.	
E-1	1.1	274°45'20"	1.50	4°36'00"+	Nivel del río
A-1	1.2	256°00'20"	1.50	2°53'40"+	Nivel río lleno
1.41	1.3	222°19'00"	1.50	2°28'00"-	orilla río cam.
	1.4	226°18'40"	1.50	4°55'40"-	Orilla río cam.
	1.5	217°34'40"	1.50	1°21'00"-	Orilla río
	1.6	220°42'20"	0.30	0°58'20"-	Nivel alto río
	1.7	89°09'40"	1.50	5°29'00"-	Fondo río
	1.8	40°30'40"	0.10	4°33'00"+	Nivel alto río
	1.9	65°23'40"	1.50	2°53'20"	Fondo río orill
	1.10	55°25'40"	0.10	0°12'20"-	río lleno orill
	1.11	203°19'20"	1.50	0°04'00"-	Orilla río
	1.12	200°39'20"	1.50	1°24'40"+	Nivel alto río
	1.13	195°46'20"	1.50	0°38'20"	Orilla río
	1.14	191°35'40"	0.50	0°27'00"+	Nivel alto
	1.15	168°13'20"	1.50	1°40'20"-	Orilla río
	1.16	153°36'20"	1.50	2°00'20"+	Río lleno
	1.17	153°45'00"	1.50	1°58'00"-	Orilla río fond
	1.18	144°10'20"	1.50	1°33'20"+	N. alto río cam
	1.19	103°15'00"	1.50	3°12'20"-	Orilla río
	1.20	105°08'00"	0.60	0°09'20"+	Alto río
E-1	1.21	131°17'40"	1.50	5°19'00"+	LC.Puente peato
E-1	1.22	131°17'40"	1.50	5°33'00"+	Lc.Puente peato
	1.23	135°35'20"	1.50	5°52'40"+	Orilla camino
	1.24	140°58'40"	1.50	5°49'40"+	Camino
	1.25	139°02'00"	1.50	4°05'20"+	
	1.26	147°05'20"	1.50	3°54'00+	

	1.27	131°17'40"	1.50	1°24'20"+	Pié talud río
	1.28	131°17'40"	1.50	3°37'40"-	Orilla río fond
	SOBRE VIGA ANTIGUA		1.50		
E-1	E-2	131°17'40"	19.69	7°08'20"+	
	1.29	131°17'40"	1.50	8°23'40"-	Fondo centro rí
	1.30	187°35'00"	1.50	3°49'00"-	Fondo centro rí
	1.31	86°23'20"	1.50	4°32'20"-	
	1.32	131°17'40"	0.86		Fondo orilla rí
COTA 100.00 LA ESTACION 0+000.					

NIVELES RIO PAMPOCH (PASO), CUBULCO BAJA VERAPAZ

Est.	+	A.I.	-	P.V.	COTAS
E-0					
RAMPA ANTIGUA	0.358	100.358			100.000
				BASE DE COL.	
0+001.73			+0.16	Y PISO ANT.	100.518
1.73	PIE DE BASE	T.N	-1.70		98.658
0+003.68			+1.89		98.468
PV					
0.006.51	1.975	99.326		3.007	97.351
E-1					
0+010.14			+2.806		96.520
0+011.00			+3.526		95.800
P.V.	2.302	100.751		0.877	98.449
B.M.1				0.754	99.997
					100.000
			Diferencia =		00.003

DATOS DE LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO DEL PASO PAMPOCH, CUBULCO BAJA VERAPAZ

Est.	P.O	AZIMUT	DIST.	COTA NIV.	OBSERVE	Yp.	Xp.	Yt.	Xt.
0	N.M	0°00'00"	0.00	100.00	N. magnético				
	0.1	99°54'00"	1.54			- 0.2698	1.5171		
	0.2	108°33'00"	1.43			- 0.4565	1.3604		
	0.3	114°03'20"	1.80			- 0.7337	1.6436		
	0.4	146°34'40"	1.81			- 1.5108	0.9969		
	0.5	150°20'00"	1.41			- 1.2251	0.6979		
	0.6	159°14'20"	1.52			- 1.4213	0.5388		
	0.7	329°52'20"	2.42			2.0931	- 1.2147		
	0.8	297°12'40"	2.55			1.1660	- 2.2678		
	0.9	36°25'00"	17.09	103.98		13.7575	10.1491		
	0.10	29°52'00"	18.02	103.77		15.6293	8.9752		
	0.11	24°28'40"	18.80	103.91		17.1103	7.7896		
	0.12	0°49'20"	8.56	101.93		8.5631	0.1229		
	0.13	353°04'00"	12.65	102.08		12.5575	- 1.5170		
	0.14	298°50'00"	9.00	99.82		4.3404	- 7.8842		
	0.15	292°54'20"	13.00	99.87		5.0598	-11.9749		
	0.16	236°19'00"	5.99	97.95		- 3.3259	- 4.9902		
	0.17	230°06'40"	10.86	98.02		- 6.9697	- 8.3389		
E-0	E-1	131°17'40"	10.14	96.52	POLIGONAL	- 6.6917	7.6185	- 6.6917	7.6185
	1.1	274°45'20"	8.74	97.13	NIVEL LLENO	0.7248	- 8.7129	- 5.9669	- 1.0944
	1.2	256°00'20"	12.96	97.09	NIVEL LLENO	- 3.1358	-12.5821	- 9.8275	- 4.9636
	1.3	222°19'00"	10.38	95.98	CRILLA RIO FONDO	- 7.6753	- 6.9880	-14.3670	0.6305
	1.4	226°18'40"	5.16	95.98	CRILLA RIO CAMINO	- 3.5656	- 3.7326	-10.2573	3.8859
	1.5	217°34'40"	17.99	96.00	CRILLA RIO	-14.2575	- 3.9710	-20.9492	- 3.3525
	1.6	220°42'20"	17.99	97.62	RIO LLENO	-13.6415	-11.7358	-20.3332	- 4.1173
	1.7	89°09'40"	8.32	95.62	CRILLA RIO FONDO	0.1218	8.3221	- 6.5699	15.9406
	1.8	40°30'40"	4.77	97.62	NIVEL ASEO	3.6265	3.6986	- 3.0652	10.7171
	1.9	65°23'40"	17.15	95.56	CRILLA RIO FONDO	7.1432	15.5982	0.4515	23.2167
	1.10	55°25'40"	16.60	97.87	NIVEL LLENO	9.4195	13.6586	2.7278	21.2871
	1.11	203°19'20"	50.00	96.37	CRILLA RIO FONDO	-45.9146	-19.7950	-52.6063	-12.1775
	1.12	239°20'00"	50.97	97.68	CRILLA RIO LLENO	-47.6935	-17.9796	-54.3858	-10.3611
	1.13	195°46'20"	29.59	96.10	CRILLA RIO FONDO	-28.4817	- 8.0446	-35.1734	- 0.4261
	1.14	191°35'40"	33.00	97.68	NIVEL DEL RIO LLENO	-32.3266	- 6.6324	-39.0183	0.9861
	1.15	168°13'20"	15.78	95.97	CRILLA RIO FONDO	-15.4537	3.2222	-22.1454	10.8407
	1.16	153°36'20"	22.77	97.23	RIO LLENO	-20.3981	10.1233	-27.0898	17.7418

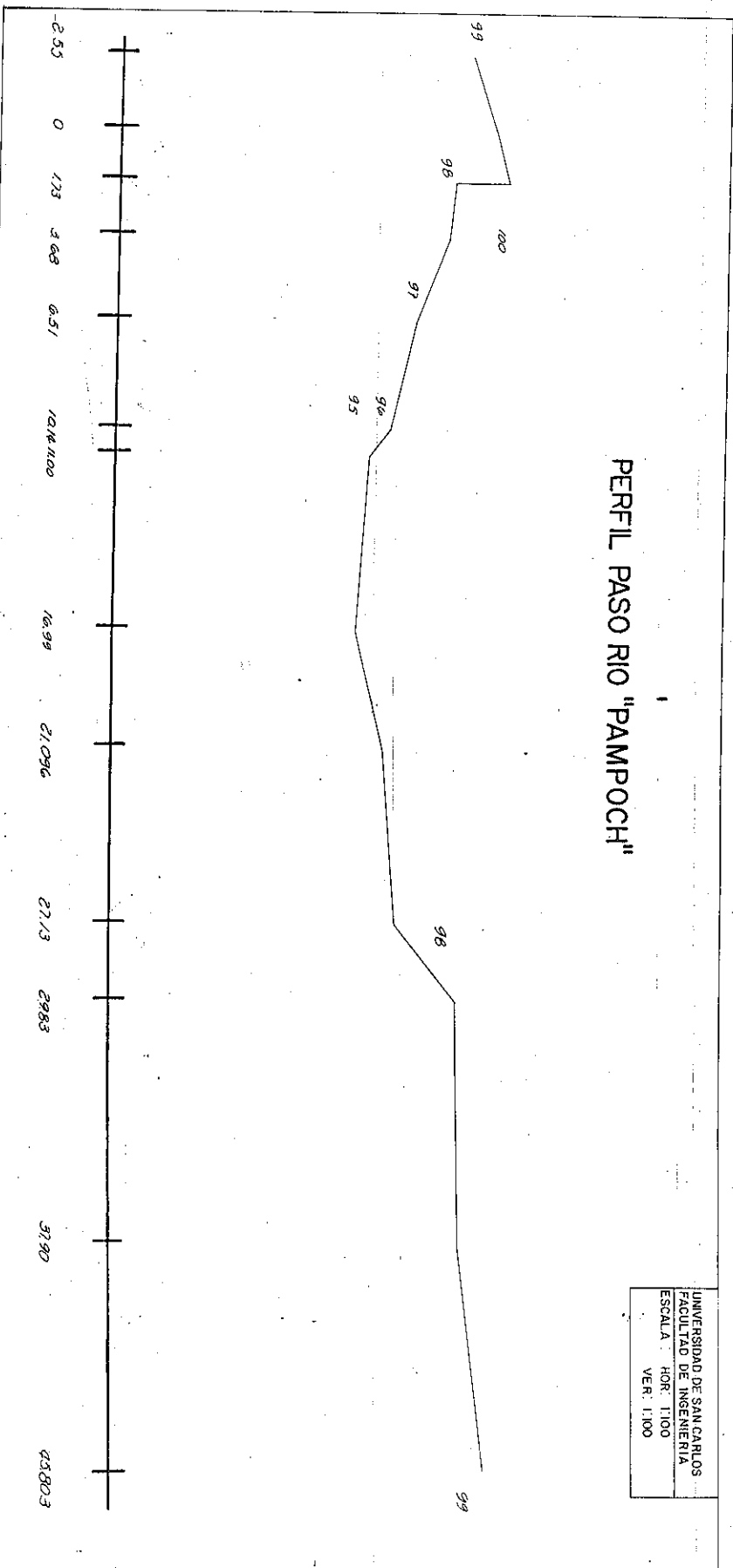
Est.	P.O	AZIMUT	DIST.	COTA NIV.	OBSERVE	Yp.	Xp.	Yt.	Xt.
	1.17	153°45'00"	13.98	95.95	CRILLA RIO FONDO	-12.5383	- 6.1832	-19.2300	13.8017
	1.18	144°10'20"	20.18	96.97	RIO LLENO	-16.3656	11.8153	-23.0573	19.4338
	1.19	103°15'00"	14.75	95.60	CRILLA RIO FONDO	- 3.3816	14.3612	-10.0733	21.9797
	1.20	105°08'00"	18.40	97.37	RIO LLENO	- 4.8036	17.7619	-11.4953	25.3804
	1.21	131°17'40"	27.76	99.024	LC RUENIE PROLONGACION	-18.3196	20.8569	-25.0113	28.4754
	1.22	131°17'40"	35.66	99.912	LC RUENIE PROLONGACION	-23.5390	26.7946	-30.2267	34.4131
	1.23	135°35'20"	46.70	101.264	CRILLA DEL CAMINO	-31.2201	30.5848	-37.9118	38.2033
	1.24	140°58'40"	46.51	101.202	CRILLA DEL CAMINO	-36.1376	29.2868	-42.8293	36.9053
	1.25	139°02'00"	30.84	98.64	CRILLA DEL CAMINO	-23.2885	20.2206	-29.9802	27.8391
	1.26	147°06'20"	31.65	98.592	CRILLA DEL CAMINO	-26.5731	17.1983	-33.2648	24.8166
	1.27	131°17'40"	16.99	96.847	PIE DEL TALUD CRILLA	-11.2122	12.7651	-17.9039	20.3836
	1.28	131°17'40"	10.95	96.366	CRILLA RIO FONDO	- 7.2302	8.2316	-13.9219	15.8501
	1.29	131°17'40"	6.85	95.408	CENIRO RIO FONDO	- 4.5205	5.1466	-11.2122	12.7651
	1.30	187°35'00"	9.95	95.764	CENIRO RIO FONDO	- 9.8679	- 1.3137	-16.5696	6.3048
	1.31	86°23'20"	13.92	95.322	CENIRO RIO FONDO	0.8762	13.8844	- 5.8156	21.5029
	1.32	131°17'40"	0.86	95.80	CRILLA FONDO	0.5675	0.6461	- 7.2592	8.2646
E-1	E-2	131°17'40"	19.69	98.965	VIGA ANTIGUO RUENIE	-12.9940	14.7937	-19.6857	22.4122

SOBRE PERFIL DE E - 0 A E - 1, A E - 2 Y PROLONGACION

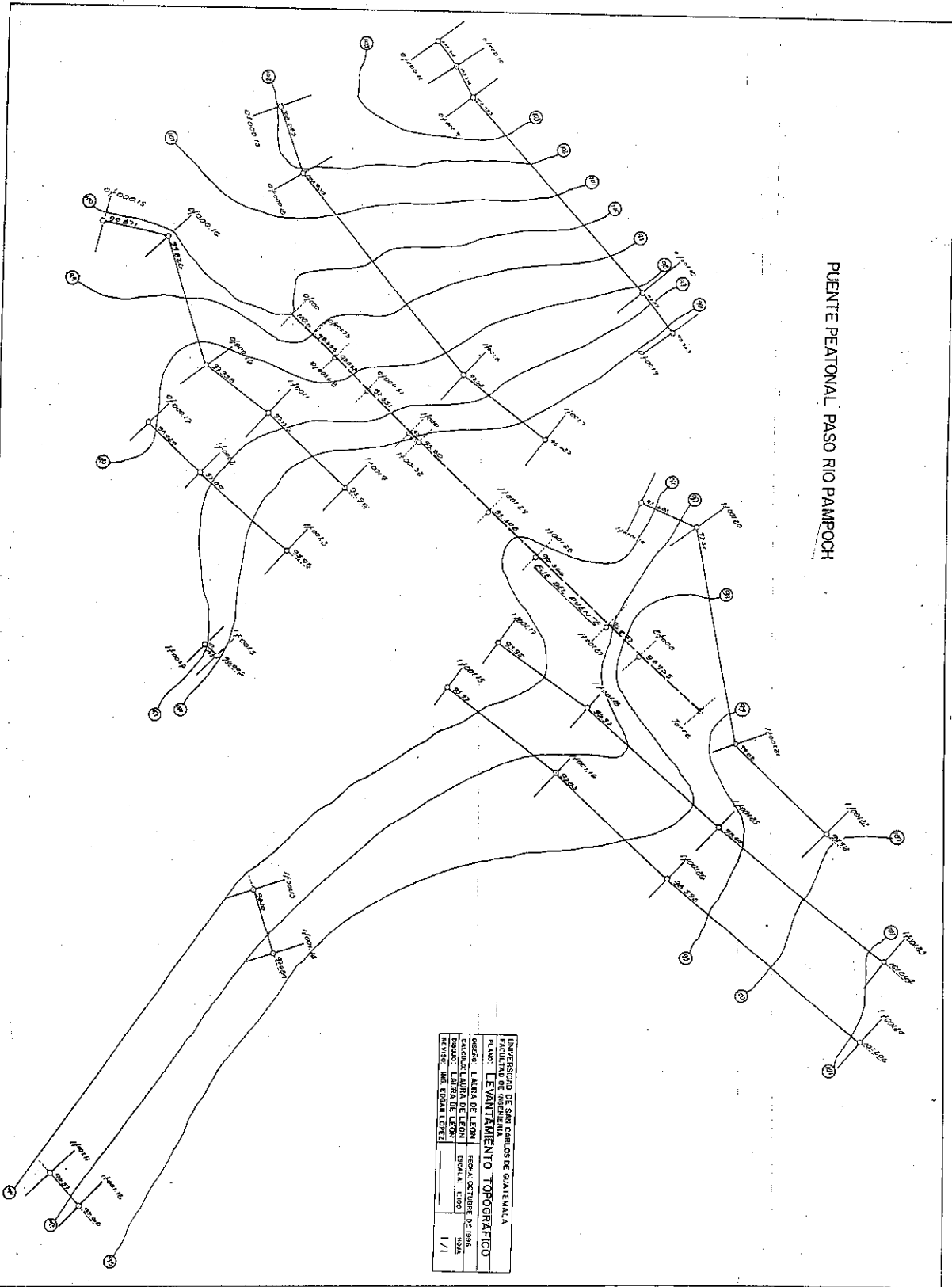
-2.55	99.20								
0+000	100.00								
0+001.73	100.518								
0+001.73	98.658								
0+003.68	98.468								
0+006.51	97.351								
0+010.14	96.52	95.80							
0+016.99	95.408	Centro del fondo del río							
0+021.096	96.366	Orilla del río							
0+027.13	96.847	Pié de talud							
0+029.83	98.96	Viga antigua							
0+037.90	99.024	Terreno natural							
0+045.803	99.912	Terreno Natural Lc. prolongación							

PERFIL PASO RIO "PAMPOCH"

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCALA HOR: 1/100
VER: 1/100



PUENTE PEATONAL PASO RIO PAMPOCH



PLANOS ESTRUCTURALES

