

6
247

Universidad Nacional Autónoma de México

FACULTAD DE INGENIERIA



SOLUCIONES ALTERNAS PARA LA UBICACION DEL PUENTE COTAXTLA, EN COTAXTLA, VERACRUZ

T E S I S

Que para obtener el Título de :

INGENIERO TOPOGRAFO Y GEODESTA

P r e s e n t a n :

ALBERTO LUNA TAPIA

JORGE MUÑIZ FERNANDEZ

MARCO ANTONIO NOVELO LARA

México, D.F.

1990

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

I N D I C E

PROLOGO..... I

CAPITULO I

INTRODUCCION..... 1

1. Servicios de la Superintendencia Local de
Construcción de Petr6leos Mexicanos en
Fortín, Veracruz..... 2
2. Siniestro que destruy6 el puente..... 5
3. Daños..... 7
4. Necesidad de una nueva ubicaci6n..... 9
5. Localizaci6n de la obra y vías de
comunicaci6n..... 10

CAPITULO II

JUSTIFICACION SOCIO-ECONOMICA..... 16

1. Servicio que presta el puente a la
comunidad..... 24
2. Aforo peatonal y vehicular..... 25

CAPITULO III

ANTEPROYECTO.....	27
1. Estudio topográfico de la zona.....	27
2. Criterios hidrológicos previos a la reconstrucción de puentes.....	32
3. Selección de rutas.....	39
4. Recursos técnicos y materiales.....	69
5. Apoyo para la construcción del puente colgante.....	71
6. Vado, obra de apoyo.....	75

CAPITULO IV

PROYECTO.....	80
1. Determinación de la ruta definitiva.....	80
2. Memoria descriptiva.....	84
3. Alineamiento horizontal.....	85
4. Alineamiento vertical.....	92
5. Batimetría.....	105
6. Orientación astronómica.....	112
7. Datos técnicos.....	121
8. Explicación fotográfica.....	123

CAPITULO V

CONCLUSIONES.....	128
BIBLIOGRAFIA.....	132

P R O L O G O

Los participantes del programa escuela industria, séptima etapa nos sentimos muy satisfechos de haber colaborado con este proyecto, porque sabemos de antemano que se trabajó con gran entusiasmo, inspirados por resolver las necesidades de todo un pueblo, al que le era imperativo, resolver sus problemas de comunicación; además de saber que era nuestra gran responsabilidad, por el compromiso contraído con Pemex, lo cual sentó el primer precedente de nuestro desarrollo profesional y el propósito de dejar bien el nombre de nuestra máxima casa de estudios, la Universidad Nacional Autónoma de México.

Queremos hacer un reconocimiento al Ing. Catarino Alor A. quien fue la persona que estuvo al tanto de nuestras actividades y el cual nos brindó su apoyo incondicional en los momentos difíciles.

Otro agradecimiento a la superintendencia local de

II

Construcción en Fortín, Ver., comandada tan acertadamente por nuestro tutor y amigo, Ing. Carlos Plascencia Chávez, así como todo su equipo de colaboradores.

C A P I T U L O I

I. I N T R O D U C C I O N

La realización de este trabajo, surgió gracias a la oportunidad que nos brindó el programa Escuela-Industria.

Dicho programa es un convenio que existe desde hace cuatro años, entre las dependencias: Instituto Mexicano del Petróleo, Petróleos Mexicanos y la Universidad Nacional Autónoma de México.

El objetivo de este programa es el de proporcionar a los estudiantes la posibilidad de desarrollar el Servicio Social y de ser posible desarrollar un tema de tésis, como ocurrió en nuestro caso.

Lamentablemente nuestra llegada al pueblo de Cotaxtla, coincidió con el desastre ocurrido en ese lugar y provocado por el desbordamiento del río, que tuvo una creciente extraordinaria. Además aunado a la falta de

información que se tenía en ese momento, surgió de nuestra parte un gran interés por trabajar en el desarrollo de ese proyecto.

A medida que avanzamos en el trabajo, nos fue llamando más la atención la cantidad de obstáculos a los que nos enfrentaríamos y a la escasez de personal especializado en materia de topografía con que contaba en esos momentos la empresa, entonces decidimos tomar este proyecto como tema de tesis.

Ya decididos, sabíamos que tendríamos que desarrollar el trabajo con la mayor seriedad posible, puesto que iba a ser el apoyo topográfico indispensable para la construcción del nuevo puente.

Cabe señalar que en este trabajo fue posible gracias al apoyo incondicional que nos brindaron las autoridades de Pemex, tanto en equipo como en personal necesario e indispensable.

I.1. SERVICIOS DE LA SUPERINTENDENCIA LOCAL DE
CONSTRUCCION DE PETROLEOS MEXICANOS EN FORTIN,
VERACRUZ.

Dentro de la estructura organizacional interna de

PEMEX existen diversas subdirecciones, de las cuales nos atañe en esta tesis la Subdirección de Proyectos y Construcción de Obras (SPCO).

Esta subdirección se subdivide a su vez en ocho gerencias y cuatro unidades, dentro de las cuales se ocupan seis superintendencias generales de zona que en seguida se mencionan y veintinueve superintendencias locales de construcción.

Superintendencia General	Zona Norte
Superintendencia General	Zona Sur
Superintendencia General	Zona Sureste
Superintendencia General	Zona Sonda de Campeche
Superintendencia General	Zona Pacífico
Superintendencia General	Zona Centro

La superintendencia de zona centro se divide a su vez en Tula, Azcapotzalco, Area Metropolitana y Fortín, Ver.

Consideramos la superintendencia local de Fortín, debido a que es la que controla la obra del puente Cotaxtla.

Fortín controla las siguientes residencias de

construcción: Escamela, Cd. Mendoza, Fortín, Puebla, Veracruz, Paso del Toro y Cotaxtla.

Las funciones de la superintendencia en cuestión son las siguientes:

Planear, programar y evaluar los proyectos de las obras localmente.

Coordinar y dirigir los servicios de apoyo y auxiliar sobre sistemas administrativos para la elaboración, registro, control y autorización de pago de contratos de obra.

Desarrollar en su localidad, las actividades relacionadas con pruebas de arranque y control de calidad de las obras bajo su cargo, conforme a disposiciones superiores sobre la materia.

Dirigir en coordinación con las Ramas Operativas, las actividades de las Residencias y de las especialidades de Ingeniería que se manejen en su jurisdicción.

Coordinar en su localidad la operación y el control de equipos, así como la logística de materiales, conforme a

los requerimientos y necesidades que se vayan presentando, con apego a los programas establecidos sobre la materia.

Coordinar la administración y servicios necesarios de la superintendencia local de Proyectos y Construcción, incluyendo: la implantación de los sistemas de administración internos, el control de los recursos materiales humanos y financieros asignados; la participación tanto en los programas y eventos sobre la capacitación de los recursos humanos, como de la productividad de la mano de obra; la elaboración de estudios de organización y métodos de trabajo y en los manuales e instrumentos administrativos correspondientes.

Administrar el proceso constructivo, desde su fase de planeación, ingeniería básica y de detalle, así como la consolidación de la obra y hasta su entrega en la rama operativa, observando el marco legal y disposiciones de obra pública.

I.2. SINIESTRO QUE DESTRUYO EL PUENTE.

Siendo aproximadamente las 3:30 horas del día 3 de septiembre de 1988, se suscitó un siniestro que afectó instalaciones de Petróleos Mexicanos en el cruce del río

Cotaxtla, Ver. por causa de una fuerte tormenta tropical. El río Cotaxtla aumentó en forma extraordinaria su volumen, lo cual ocasionó que durante su recorrido arrastrara gran cantidad de árboles y arbustos, mismos que se fueron acumulando entre la estructura del puente que lo cruzaba, formándose una "represa" que dado el volumen y la presión ejercida por el caudal del río, terminó por destruir gran parte de la estructura, arrastrando consigo siete líneas de tubería que transportaban hidrocarburos, de los diferentes campos de la cuenca del Papaloapan hacia el complejo petroquímico Matapionche.

La obra a que se hace referencia se encuentra ubicada en las inmediaciones de la población de Cotaxtla, Ver, a setenta kilómetros aproximadamente al oeste de la Ciudad de Veracruz.

La longitud del puente afectado era de 94.20 m y un ancho de 6.97 m de los cuales, 4.40 m fueron habilitados para el paso de vehículos y 2.57 m eran utilizados para el cruzamiento de 7 líneas de conducción de hidrocarburos.

Los materiales utilizados en su construcción eran:

- Tuberías de acero al carbón de diferentes diámetros.

- Vigueta Tipo "I" de acero al carbón.
- Rejilla tipo Irving de acero al carbón.

I.3. DAÑOS.

Ruptura de siete líneas de tubería:

1. Líneas de prueba cabezal No. 3, Matapionche-Batería Matapionche de 4" ϕ - 0.214" espesor; con pérdida de 217.00 m de tubería.
2. Línea de prueba Cópite-Matapionche de 4" ϕ , 0.264" espesor; con pérdida de 217.00 m de tubería.
3. Oleogasoducto Cópite-Matapionche de 8" ϕ , 0.246" espesor, con pérdida de 225.00 m de tubería.
4. Oleogasoducto Cópite Matapionche de 10"; 0.302" espesor con pérdida de 225.00 m de tubería.
5. Oleogasoducto cabezal No. 2 Matapionche-Batería Matapionche de 8" ϕ , 0.248" espesor; con pérdida de 218.00 m de tubería.
6. Gasoducto Cópite -Matapionche de 16" ϕ , 0.544"

espesor con pérdida de 235.00 m de tubería.

7. Gasoducto de Batería Matapionche-cabezal No. 2 de 6" ϕ , 0.286" espesor con pérdida de 218.00" de tubería.

Se condiera pérdida total del puente de estructura tubular, vigueta y piso de rejilla Irving.

Destrucción parcial de aproches de concreto del puente.

Desprendimiento de su sitio, de 6 piezas dados, de concreto para estructura soporte de tubería.

Dados parciales a 3 piezas mochetas de concreto armado.

Daños parciales y remoción total de su sitio en 5 piezas mochetas de concreto armado.

Destrucción total de 3 piezas soportes fabricados con tubería y placa.

Destrucción de 22 piezas abrazaderas fabricadas con placa de a/c.

I.4. NECESIDAD DE UNA NUEVA UBICACION.

Como consecuencia de los acontecimientos anteriormente descritos, fue lógico de suponer que el puente sería construido en ese mismo lugar, pero a una altura mayor, de modo que se contará con un área hidráulica mayor a la anterior, para así evitar un percance como el acontecido. Además, si éste era el caso, se consideraba que en ese punto existía ya el camino asfaltado para la circulación vehicular de Cotaxtla a Soledad de Doblado.

Sin embargo, construir el puente a la altura requerida implicaba en estas circunstancias alargar demasiado la longitud del puente, invadiendo con su estructura el centro del pueblo y desperdiciando gran parte del camino existente que se pretendía aprovechar.

De este medio se planteaban dos alternativas: construir el puente en el mismo sitio pero a una altura conveniente aún cuando no se lo hiciera a la altura del NAME establecido por la creciente pasada; o bien, construirlo en otro lugar cercano, con esta última elevación.

Debido a lo favorable de la topografía para alojar

una estructura más alta en terrenos aledaños a la zona de río arriba, se originó el estudio que constituye este proyecto; con la finalidad de determinar la factibilidad de escoger otro sitio para construir la obra mencionada, y tratar de ligarlo con el camino de Cotaxtla a Soledad de Doblado por una vía económica y funcional.

I.5. LOCALIZACION DE LA OBRA Y VIAS DE COMUNICACION.

I.5.1. Datos generales.

Primero que nada la palabra Cotaxtla proviene de la palabra COTAXTLAN que significa: lugar de pieles adobadas, intestinos adobados o lugares de coyotes.

El pueblo de Cotaxtla, Ver. se encuentra ubicado a 50 km. al sur del puerto de Veracruz y a 12 km. al norte de la Tinaja.

Colinda al norte con el municipio de Soledad de Doblado, al sur con Tlalixcoyan y Tierra Blanca, al este con Medellín de Bravo y al oeste con paso del Macho. Se comunica por la carretera federal Córdoba-Veracruz.

Cotaxtla tiene una altura de 85 m sobre el nivel del mar, un clima tropical cálido húmedo, vientos dominantes

del norte en los meses de diciembre-marzo; un periodo de lluvias de junio a septiembre con una precipitación pluvial de 1500 mm anuales, su suelo es de textura arcillosa, arenosa y temperatura media anual de 27° C.

Una de las principales actividades productivas a la que se dedican en la región son: la agricultura y la ganadería.

Cotaxtla es actualmente la cabecera municipal, con una población aproximada de 18,000 habitantes y una superficie de 660 km².

En este lugar de Cotaxtla se encuentra ubicada la planta petroquímica Matapionche I.

Dicho nombre "Matapionche" se debe a que en el terreno donde se encuentra alojada la petroquímica, existían una gran cantidad de árboles llamados pionches y de ahí el nombre. Muy cerca de Matapionche I se localiza la ampliación Matapionche II aproximadamente a 3 km de distancia hay un camino interior que cruza todo Matapionche I y los comunica o también se puede llegar por el camino que está a la salida del pueblo.

En Matapionche I está ubicada la Petroquímica, una batería de separación, una nueva batería y un nuevo quemador elevado, así como tanques de almacenamiento.

En la ampliación se encuentra ubicada la endulzadora de gas, una recuperadora de azufre y está proyectada la plana criogénica.

En este pueblo, en la prolongación de una de las calles principales de nombre Benito Juárez que desemboca en la carretera que lleva a Soledad de Doblado, se encuentra el paso sobre el río Cotaxtla que se encuentra aproximadamente doscientos metros del centro del pueblo. Antes de construirse el nuevo puente se ha logrado llegar al otro lado del río a través de un vado habilitado con bultos de arena para tal efecto.

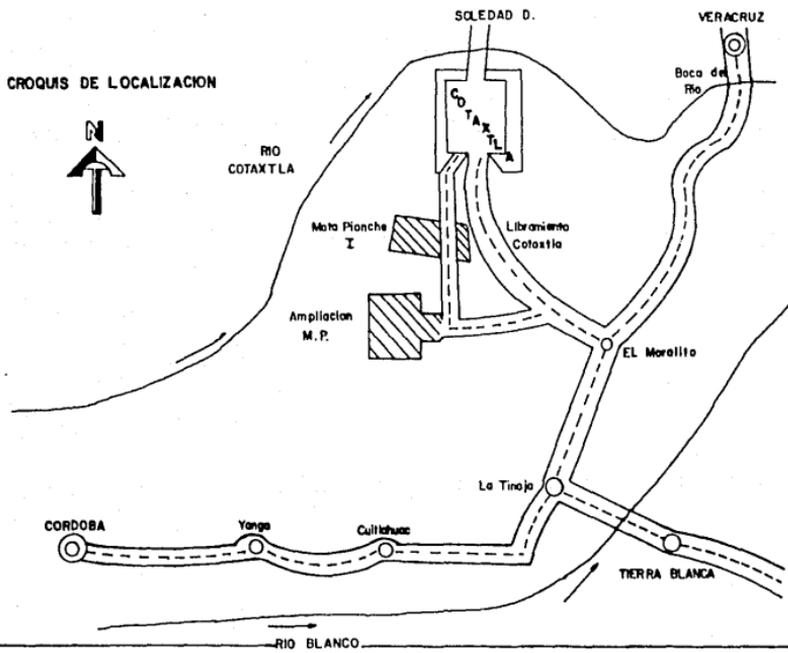
Debido a la importancia de la ciudad y Puerto de Veracruz, las principales actividades comerciales, laborales y educativas de Cotaxtla se relacionan con ese lugar, por lo que la funcionalidad y disponibilidad de las vías de comunicación a tal ciudad son de vital importancia para el desarrollo y crecimiento de Cotaxtla.

Para tener un conocimiento más claro de lo

anteriormente descrito, procédase a observar el plano general de localización, en este caso no a escala.

Para el caso de la ubicación y dimensiones del pueblo ver el plano en las siguientes páginas.

CROQUIS DE LOCALIZACION



C A P I T U L O I I

JUSTIFICACION SOCIO-ECONOMICA

Servicios que presta el puente Cotaxtla a Petr6leos Mexicanos.

Hasta antes de que ocurriera el siniestro que colaps6 el puente Cotaxtla y las l6neas de conducci6n que en ese mismo lugar cruzaban el r6o, la importancia de este puente y l6neas de conducci6n era de primordial importancia, ya que abastec6an de materia prima a la Unidad Petroqu6mica Matapionche (U.P.M.) y era el paso para llevar el mantenimiento a los campos C6pote y Matapionche.

Debido al percance mencionado, fue necesario reubicar de primera instancia l6neas de conducci6n en aguas arriba y construir un paso subterr6neo para cruzar el r6o sin peligro de que ocurriera algo semejante a lo acontecido el d6a tres de septiembre de 1988.

A partir de ese momento, el interés técnico de PEMEX por el puente pasó a ser secundario, ya que con el libramiento de las líneas de conducción, resolvió el problema principal ocasionado por el rompimiento de los ductos de conducción, que era abastecer de materia prima a la U.P.M.

Sin embargo, aunque no era inmediato, si era considerable el problema de pasar a dar mantenimiento a las instalaciones del capo Matapionche que se encuentra en el otro lado del río, así como a las del campo Cópite. Entonces era necesario tomar en cuenta que, si bien el pasar a revisar y reparar algunas instalaciones de los campos mencionados, no era cuestión de urgencia y que podría resolverse en uno o dos meses después también no era un problema postergable indefinidamente. Aunque existía la posibilidad de rodear por Veracruz hacia Soledad de Doblado, esto incrementaba en forma considerable el tiempo y costo de tales maniobras.

Por otro lado, no todo el trabajo por efectuar en tales campos es de mantenimiento, existen aún algunos pozos por perforar y otros por taponar que requieran de equipo pesado, cuyo transporte no es posible por algún otro paso como no sea a través del puente por construir en el río Cotaxtla.

A continuación se enumeran las instalaciones con que cuenta cada campo y se anexan planos para considerar la enorme cantidad de las mismas que existen al otro lado del río.

En el campo Matapionche existen:

- 60 pozos perforados
- 31 pozos productores de aceite
- 40 pozos productores de hidrocarburos
- 93 km. de líneas de descarga
- 2 colectores de aceite
- 1 estación de recolección de gas (cap. 25 MMPCD)

- 1 batería de separadores (cap. 30 MBDP crudo y 50 MMPCD gas)
- 1 estación de compresoras (cap. 30 MMPCD)
- 1 sistema de separación de 150 MMPCD y 10 MBD (en construcción).
- 1 ampliación de la Batería Matapionche 10 MBD (en construcción)
- 1 ampliación de estación de compresoras; 30 MED (en construcción)

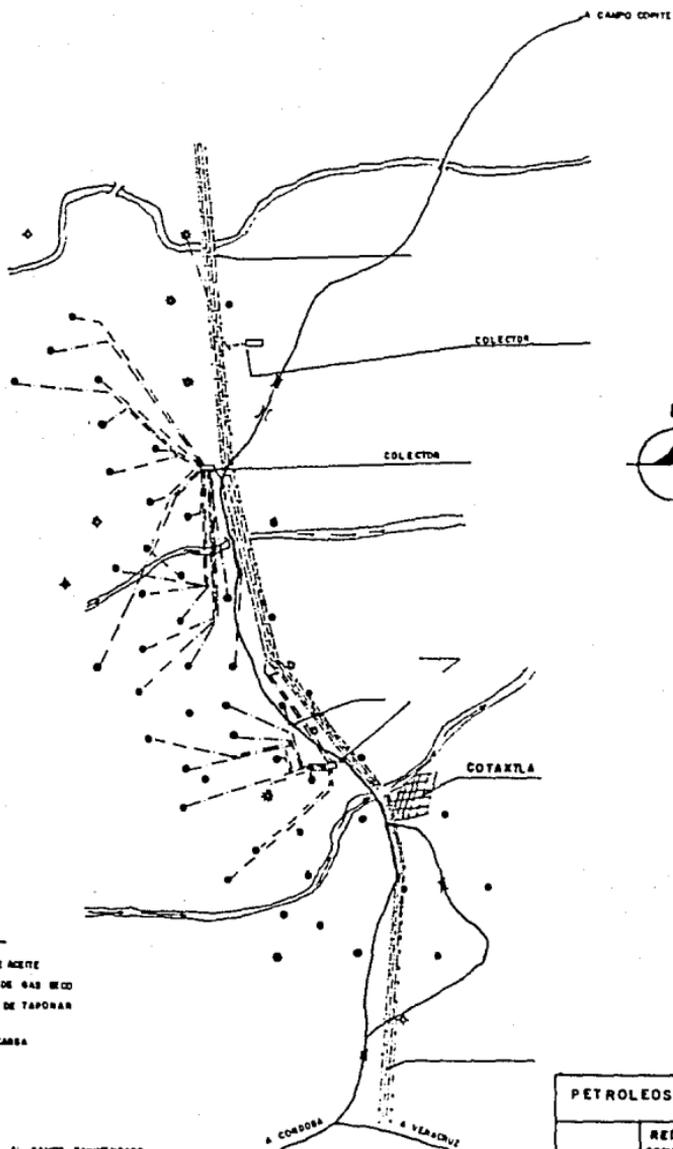
- 43 Km de oledocutos troncales
- 5 km de gasoductos troncales

- 5 Km. de oleogasoductos troncales
- 9 pozos productores de gas no asociado
- 4 pozos con posibilidad de explotación
- 12 pozos taponados
- 4 pozos pendientes, de taponamiento

En seguida plano con ubicación de las instalaciones para tener una mayor visión de lo descrito anteriormente.

Plano DCP-CIV-0040

Plano DCP-CIV-0019



SIMBOLOGIA:—

- POZO PRODUCTOR DE ACEITE
- ⊕ POZO PRODUCTOR DE GAS RECO
- ◆ POZO PENDIENTE DE TAPONAR
- POZO TAPONADO
- LINEAS DE DESCARRA
- OLEODUCTO
- BARRIO
- RIO Y ARROYOS
- PUENTES
- CAMINO GENERAL AL CAMPO PAVIMENTADO

PETROLEOS MEXICANOS

RED DE DUCTOS
campo Cotaxtla

Plano No.
DGP-CIV-D040

EN EL CAMPO COPITE EXISTEN:

- 26 pozos perforados
 - 4 productores de aceite
- 13 pozos productores de gas no asociado
 - 2 pozos pendientes de taponamiento
 - 7 pozos taponados
- 17 pozos productores de hidrocarburos
- 27 km de líneas de descarga
 - 1 colector de aceite (7 ramas)
 - 1 estación de recolección de gas (cap. 75 MMPCD)
- 39 km de alcogasoductos troncales
- 13 km de gasoductos troncales

Ver plano de ubicación

DGP-CIV-0003

II.1. SERVICIOS QUE PRESTA EL PUENTE A LA COMUNIDAD.

En este punto es donde la importancia del puente cobra una ponderación considerable en la economía de la región y en las actividades socio-culturales de sus habitantes; debido a que aproximadamente el 80% de la gente que habita este municipio, se desplaza en uno y otro sentido del puente diariamente.

Si consideramos que Cotaxtla es una cabecera municipal con una población de 2,500 habitantes, cuyas actividades son en primer plano comerciales y como empleados u obreros, se entiende que la afluencia de productos domésticos y alimenticios naturales o procesados es relativamente grande, ya que este punto es un centro de distribución, para las demás poblaciones y rancherías cercanas. Además aquí se ubica la Presidencia Municipal y consecuentemente las oficinas de administración pública de gobierno, lo que conjuntamente, con el hecho de que se encuentren en este mismo lugar tres escuelas de nivel básico y dos de nivel medio, ocasionan el constante tránsito de las personas que requieren servicios del Municipio y de un gran número de escolares; así como de trabajadores y empleados que radican en las cercanías de Cotaxtla y que laboran en este lugar.

Una situación más crítica representa la ausencia del puente para los agricultores y ganaderos de la región y de Soledad de Doblado, para los que el transporte de ganado, semillas y frutos a través de la ruta de Cotaxtla, significa el paso para poder transportar sus productos.

El volumen de carga que transportan los ganaderos por esta ruta a través del puente es de tres mil quinientos veinte cabezas de ganado al mes, procedentes de quince ranchos los cuales también producen y transportan por la misma ruta semillas y frutos (maíz, frijol, papaya, mango, limón y ajonjolí).

Con la finalidad de conocer más objetivamente en forma cualitativa y cuantitativa la circulación a través del puente, se procedió a efectuar un aforo peatonal y un aforo vehicular, cuyos resultados y procedimientos se describen a continuación.

II.2. AFORO PEATONAL

La circulación de peatones se estimó efectuando conteos en puente colgante, durante intervalos regulares de tiempo.

a) En el sentido Coatxtla-Soledad de Doblado, un aforo de treinta y un peatones por hora.

b) De Soledad de Doblado-Cotaxtla se obtuvieron siete transeúntes por hora.

II.2.1. Aforo vehicular.

Para atacar este punto, se efectuaron conteos en el vado del río por donde en ese momento circulaban los vehículos; y se implementó información proporcionada por transportistas que usaban regularmente el puente.

Los vehículos se clasificaron en ligeros y pesados, siendo los primeros de tipo particular y táxis colectivos, mientras los segundos son para transportar carga pesada (más de una tonelada), así como tractores y maquinaria para construcción.

Los resultados que se obtuvieron:

- a) tres vehículos ligeros por hora
- b) siete vehículos pesados por hora .

En ambos sentidos del camino.

C A P I T U L O I I I

ANTEPROYECTO

III.1. ESTUDIO TOPOGRAFICO DE LA ZONA.

III.1.1. Reconocimiento.

Para poder realizar la parte de anteproyecto se hizo un reconocimiento general de la zona, para lo cual primeramente se ubicó un punto, el cual nos servirá como vértice de partida, dicho vértice quedó comprendido dentro del límite que los ingenieros de Pemex nos enmarcaron, es decir, como no se tenía información topográfica alrededor del puente, sólo interesaba una pequeña franja. Dicho vértice quedó alojado cerca de un pozo de coordenadas, localizado al sur del pueblo de Cotaxtla.

Como siguiente paso nos avocamos a efectuar el

levantamiento ubicando vértices lo más convenientemente distribuidos de tal forma que nos invadiera la zona de interés la cual incluye ambas márgenes del río.

Por los servicios que presta el puente a la comunidad y a Pemex, así como la urgencia que demandaba este trabajo en base al equipo con que cuenta el departamento de obra civil y por ser un trabajo con fines de anteproyecto se decidió emplear el método de estadia el cual cubriría los requerimientos antes mencionados.

III.1.2. Desarrollo del trabajo.

El trabajo dió principio en el vértice A, del cual radiamos lo más que se pudo, avanzando hacia la parte norte del pueblo de Cotaxtla y cubriendo las manzanas que colindan con la margen derecha del río llegando hasta el cabezal del puente destruído; durante todo este trayecto se tomaron radiaciones suficientes a:

Esquinas de calles, esquinas de construcciones, aristas de casas, postes eléctricos, árboles, etc..

Posteriormente ubicamos un vértice en la margen izquierda del río avanzando en sentido sur, por el camino

que se dirige a Pueblo Viejo para envolver la parte posterior del cerro, así como las construcciones ahí ubicadas y cerca de propiedades aledañas. A continuación y tomando como origen un vértice de la margen derecha cercano al cabezal del puente, ubicamos varios vértices auxiliares para levantar el meandro que describe el río aguas abajo, ya que se consideró factible trazar por esa parte una nueva ruta para el puente.

Se consideró que para mejorar la precisión en la parte correspondiente a altimetría, se corrió una nivelación por todos los vértices de la poligonal, utilizando el método de doble puesta de aparato y propagando los desniveles de cada vértice a sus respectivas radiaciones. Quedando con ésto concluída la parte correspondiente a campo y quedando pendiente la parte de cálculo y dibujo, la cual se realizó en las oficinas de Pemex localizadas en el puerto de Veracruz.

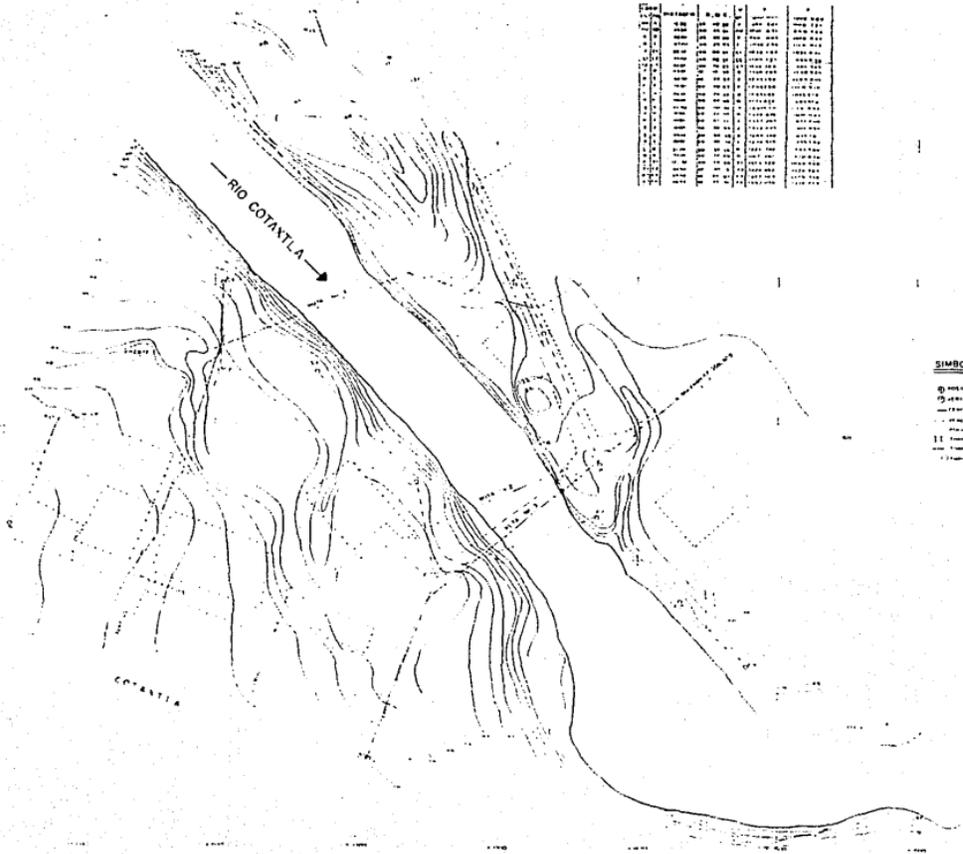
Otra parte del trabajo consistió en realizar sondeos a partir del puente destruído hacia aguas arriba como aguas abajo a cada cuarenta metros con el fin de conocer el fondo del río, para poder realizar este trabajo, primeramente se escogieron los lugares por los que se harían los sondeos, después se corrió una nivelación por estos ejes para poder

desplantarlos a partir de un punto de cota conocida. Los sondeos se realizaron ayudados por una lancha, una cuerda que cruzaba el río de extremo a extremo y una sonda marcada a cada cincuenta cms. cada lectura del sondeo se tomó con una equidistancia de 10 m, por último se dibujaron los sondeos en papel milimétrico.

Cabe señalar que toda la información calculada y dibujada en su forma original fue enviada a las oficinas de Pemex en México, D.F.

Concluido el estudio topográfico de la zona, se nos planteó la posibilidad de reubicar el puente en otra zona, para lo cual tuvimos que investigar los criterios para construcción de puentes, conociendo de antemano las causas de falla que provocaron el derrumbe del puente.

Dentro de las alternativas solicitadas, se pedía que las rutas se ubicaran por encima del NAME, para tener así una mayor área hidráulica. Ubicar una ruta en el mismo lugar del puente anterior, pero por otro lado, seleccionar la mejor alternativa. (Ver plano de levantamiento topográfico del Puente Cotaxtla).



Altitud	1000	1100	1200	1300	1400	1500	1600	1700	1800	1900	2000	2100	2200	2300	2400	2500	2600	2700	2800	2900	3000
1000	1100	1200	1300	1400	1500	1600	1700	1800	1900	2000	2100	2200	2300	2400	2500	2600	2700	2800	2900	3000	



SIMBOLOGIA

- ① Puntos de nivel
- ② Líneas de contorno
- Camino
- Faja de riego
- || Límites de predios
- Límites

PETROLEOS MEXICANOS
 LE VARELA MURILLO Topografico
 PUENTE COTANTLA, VERACRUZ
 ESCALA 1:5000 FECHA OCT-1958
 PLAN 2000 2001 2002
 TAMA 2003 2004 2005
 TAMA 2006 2007 2008

III.2. CRITERIOS HIDROLOGICOS PREVIOS A LA RECONSTRUCCION DE PUENTES.

III.2.1. Causas de falla.

Existen diferentes causas de tipo hidráulico que llegan a provocar la falla de los puentes. Algunas de ellas son las siguientes:

a) Socavación

Quizá la causa más común sea la socavación en los apoyos de la estructura: puede provocar la falla total a la dislocación de los elementos estructurales de la obra. La falla por socavación puede deberse a un diseño deficiente de la cimentación, a un esviajamiento no considerado en el diseño, al atoramiento de cuerpos flotantes en los apoyos, etc., o bien, a que sea excedida la avenida de diseño.

b) Area insuficiente bajo el puente

Quando el área bajo la obra resulta insuficiente puede fallar ésta por ser arrastrada la superestructura debido al empuje hidrodinámico, condición que puede verse empeorada si existen cuerpos flotantes que la golpean. También es factible que una vez que el agua sobrepase el

nivel de rasante, erosione y destruya los terraplenes de acceso aunque el puente no sea dañado.

c) Atoramiento de cuerpos flotantes

Si los cuerpos flotantes se atorán en los apoyos, pueden propiciar la acumulación de más de ellos al grado de que constituyan una verdadera "represa", aumenten el tirante sobrepasando la superestructura, y fallar el puente por empuje hidrodinámico.

d) Mala ubicación

Cuando un puente está mal ubicado respecto al alineamiento natural de la corriente, el agua golpea directamente sobre los terraplenes de acceso, lo que puede provocar la falla de éstos e incluso la del puente.

e) Divagación de la corriente

El cauce de la corriente puede cambiar su curso en la zona de cruce, ocasionando que el puente quede mal ubicado y suceda lo que se menciona en el inciso d).

f) Degradación del fondo.

Si el fondo del cauce está siendo erosionado y no recupera su elevación media después de las avenidas, fenómeno que se conoce como degradación del fondo, puede llegar a fallar la cimentación de la estructura si no se detecta a tiempo tal fenómeno.

g) Depósito de sedimento.

Si contrariamente a lo mencionado en el inciso f) ocurre depósito excesivo de azolves en el sitio de cruce, el área bajo la obra llega a ser insuficiente, ocurriendo los efectos citados en el inciso b).

III.2.2. Criterios hidrológicos en el diseño de puentes.

Aquí sólo nos ocuparemos muy brevemente del periodo de retorno de las avenidas máximas. Como es sabido, el periodo de retorno que debe elegirse para el diseño de un puente, se obtiene con la siguiente expresión:

$$Tr = \frac{1}{1 - (1-R)^{1/n}}$$

donde Tr = periodo de retorno, en años

n = vida útil de la obra, en años

R = Riesgo o probabilidad de que el gasto de diseño sea igualado o excedido por lo menos una vez durante la vida útil, en decimales.

A continuación se presenta una tabla que muestra algunos valores del periodo de retorno en función del riesgo y de la vida útil.

Riesgo de falla (R , en %)	vida útil, en años (n)				
	5	30	50	70	100
	Periodo de retorno, en años (Tr)				
40	10	59	98	138	196
50	8	44	73	101	145
60	6	33	55	77	110
80	4	19	32	44	63
99	1.7	7	11	16	22

La vida útil de los puentes, aunque puede hablarse de cifras precisas, debe variar de unos cuantos años, si se trata de una obra provisional, a un límite superior difícil de fijar aunque, digamos, sea de 100 años,

dependiendo de la importancia del camino, de la magnitud del puente de las posibilidades de desarrollo de la región beneficiada con la vía terrestre, y de la evolución en la tecnología del autotransporte por lo que se refiere a dimensiones y peso de los vehículos.

El riesgo o probabilidad de falla de la obra durante su vida útil tiene que determinarse en forma relativamente arbitraria, aunque debe relacionarse con la importancia de la obra principalmente.

Otra forma de elegir el gasto de diseño y por consiguiente su periodo de retorno (también el riesgo correspondiente si se ha fijado la vida útil) consiste en analizar los costos iniciales, de mantenimiento y de daños de que falle la obra, para diferentes caudales eligiendo los valores de diseño para el menor costo. Sin embargo, resultaría muy difícil realizar un análisis como el anterior para cada una de las obras de drenaje transversal que se construyen en el país.

Wycoff y Harbaugh realizaron el análisis anterior en diversas estructuras de drenaje de carreteras en Estados Unidos, y encontraron la relación que se muestra enseguida.

Tipo de camino	Tamaño de la estructura	Frecuencia promedio de diseño, en años.
Secundario	Pequeña	24
	Grande	35
Principal	Pequeña	37
	Grande	47
Interestatal	Pequeña	47
	Grande	50

La clasificación anterior puede relacionarse de la siguiente manera, con las carreteras del país, para fines prácticos:

Secundario = Camino estatal (comunmente construido por el sistema de "Cooperación") y vecinal.

Principal = Camino federal (troncal).

Interestatal = Autopista (de cuota).

Sin embargo, no se establecen las fronteras entre estructuras pequeñas y grandes.

Se presenta una tabla en la que se sugiere adoptar para el diseño los siguientes periodos de retorno dependiendo del tipo de camino y del tamaño de la estructura:

Tipo de camino	Tamaño de la estructura	Período de retorno (años)
Secundario	Pequeña	25 a 50
	Grande	50 a 100
Principal	Pequeña	100
	Grande	100
Interestatal	Pequeña	100
	Grande	200

En dicha referencia se dan las dimensiones mínimas para considerar un puente como "grande". Así, para caminos secundarios, se da una longitud de 18 a 24 m.. Para caminos principales, 30 m. y para caminos interestatales, 36 m.

Cabe hacer notar que en este trabajo no se reporta nada acerca de obras de drenaje para vías férreas, sin embargo, los periodos de retorno de diseño en este tipo de obras deben ser más altos que en carreteras, ya que en

caso de accidentes provocados por fallas de las estructuras los daños son en general de mayor cuantía que en carreteras.

Las anteriores causas son las causas más comunes de fallas en las estructuras pero en el caso que nos ocupa, intervinieron otras causas además de algunas de las ya mencionadas, las cuales fueron en conjunto:

- a) Area insuficiente bajo el puente
- b) Atoramiento de cuerpos flotantes
- c) La sobrecarga provocada por 7 líneas de conducción.
- d) La explosión de las líneas de conducción.

III. 3. SELECCION DE RUTAS.

Criterios a considerar para la selección de cada ruta.

III.3.1. Ruta 1.

En la ubicación de esta ruta se garantiza una mayor área hidráulica, utilizando una estructura de la menor longitud posible, así como afectar el menor número de

propiedades, quedando los cabezales del puente ubicados en una elevación superior a la creciente máxima.

El origen del cadenamiento queda en la cota 60 de la calle Parejas.

Esta ruta contiene tres curvas horizontales

Longitud total de 420 m

Estructura total de 140 m de puente

Volumen total de movimientos

Terraplén	4 240.04 m ³
Corte	75.60 m ³

Ver secciones en Ruta 1.

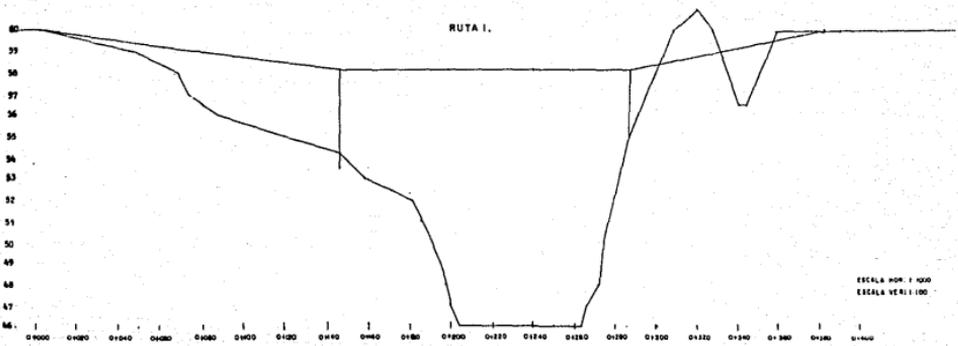
RUTA 1

SEC. No.	AREA		DOBLE AREA		SEMI-DISTANCIA	CORTE	VOLUMEN M ³ TERRAPLEN
	CORTE	TERRAPLEN	CORTE	TERRAPLEN			
0+000	0.18	0.22			10		
0+020	0.52	0.46	0.70	0.68	10	7.00	6.80
0+040		1.70		2.16	10		21.60
0+060		5.40		7.10	10		71.00
0+080		22.80		28.29	10		282.90
0+100		37.64		60.58	10		605.30
0+120		39.84		77.48	10		774.80
0+140		39.20		79.04	10		790.40
0+146		45.88		85.08	3		255.24
0+286		34.50					
0+300		10.50		45.00	7		315.00
0+320		20.50	4.30	31.00	10	43.00	310.00
0+340		27.10		47.60	10		476.00
0+360	2.00	6.02		33.10	10		331.00
0+380	0.56		2.56		10	25.6	
						75.6m3	4240.04M3

VOLUMEN

CORTE 75.6 m³
TERRAPLEN 4240.04 m³

NOTA: Acotaciones de las secciones en metros.

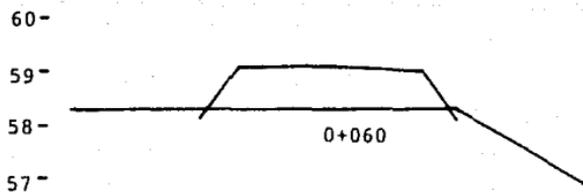
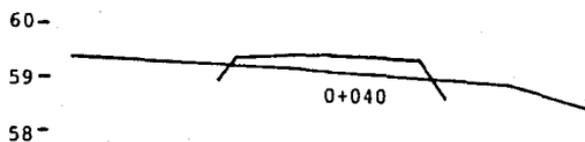
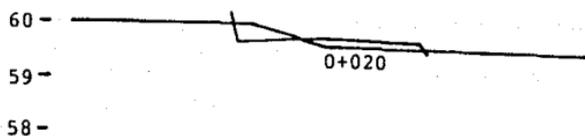


ESCALA HOR: 1:1000
 ESCALA VER: 1:100

Alturas en mt

A COTAXTLA

43



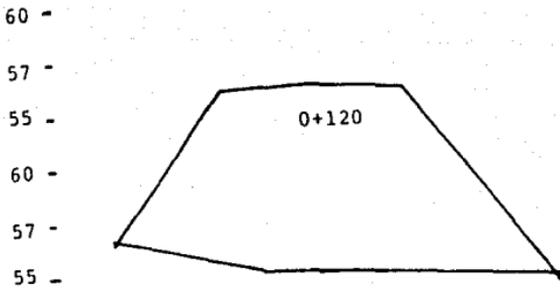
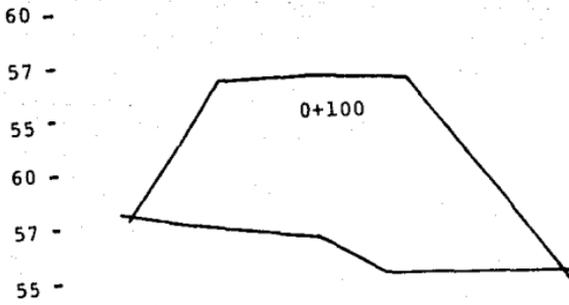
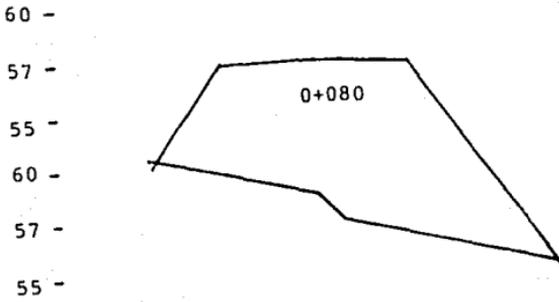
ESC. VER. 1:100

ESC. HOR. 1:200

A SOLEDAD

ruta 1

A COTAXTLA

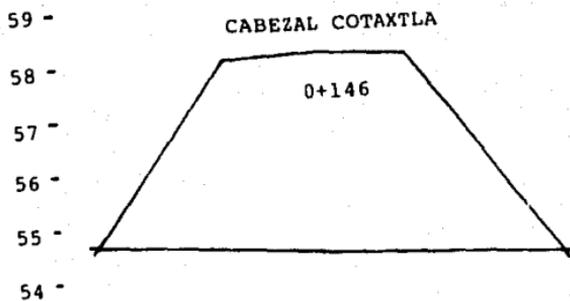
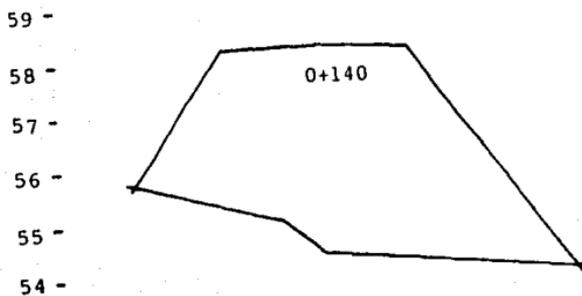


A SOLEDAD

ruta 1

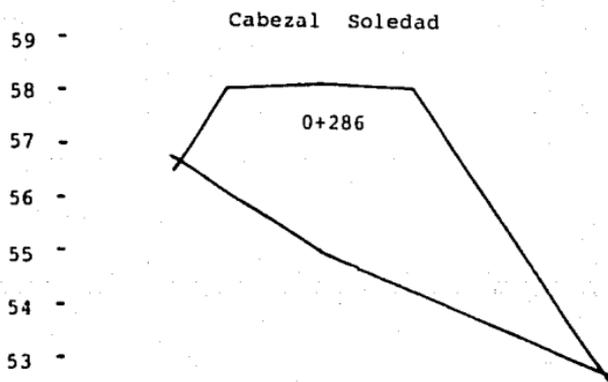
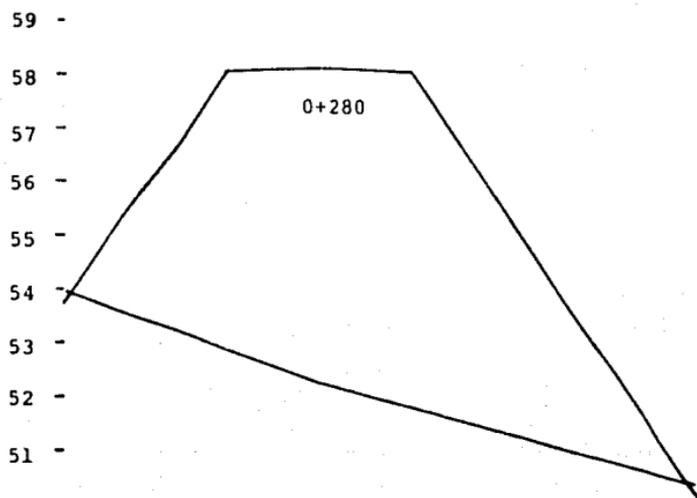
A COTAXTLA

45



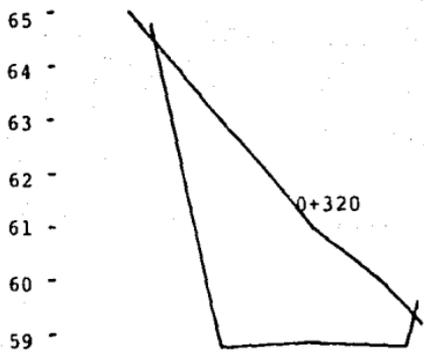
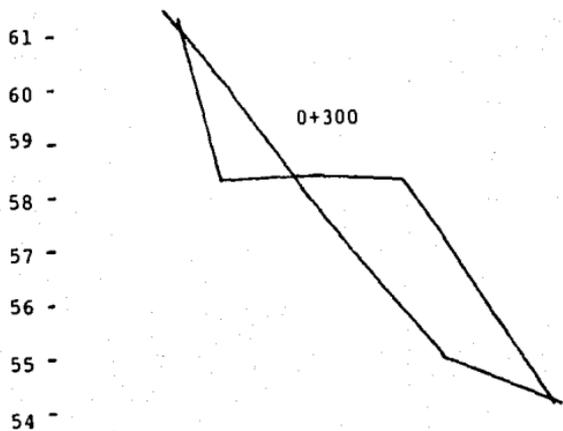
A SOLEDAD

ruta 1



A SOLEDAD

RUTA 1



A SOLEDAD

ruta 1

60 -
59 -
58 -
57 -
56 -
55 -

0+340

60 -
59 -
58 -
57 -
56 -
55 -
54 -

0+360

60 -
59 -

0+380

A SOLEDAD

ruta 1

III.3.2. Ruta 2.

Los criterios considerados para esta ruta, son los mismos que los considerados en la ruta 1.

El origen de cadenamiento está en la curva 57.50 m. en el eje de la calle Ocampo.

Contiene dos curvas horizontales

Longitud total de 105 m de puente

Volumen total de movimiento = 12 915.1 M³

Ver secciones de la ruta 2.

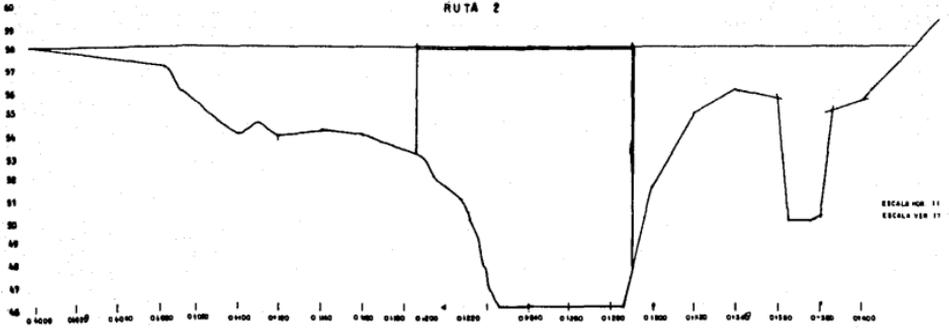
R U T A 2

SECCION No.	AREA	DOBLE AREA	SEMIDISTANCIA	VOLUMEN M3
0+000	0.53			
0+020	2.21		10	
0+040	4.69	6.90	10	60.01
0+060	6.80	1.49	10	114.90
0+080	22.59	29.39	10	293.90
0+100	41.70	64.29	10	64.29
0+120	55.27	96.97	10	969.70
0+140	48.50	103.77	10	1037.70
0+160	53.31	101.81	10	1018.10
0+180	61.16	114.47	10	1144.70
0+186	72.00	133.16	3.00	399.50
0+290	130.21			
0+300	117.15	247.36	5.00	2473.60
0+320	37.19	54.34	10.00	1543.40
0+340	20.60	57.79	10.00	577.30
0+360	65.90	86.50	10.00	86.50
0+380	110.58	176.48	10.00	1764.80
			TOTAL =	12915.10 M ³

50

NOTA: Acotaciones de las secciones en metros.

RUTA 2

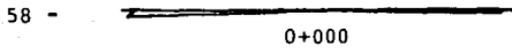


ESCALA HOR 1:1
ESCALA VER 1:1

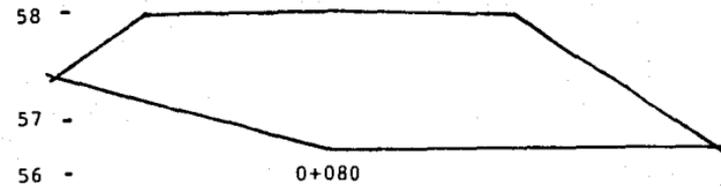
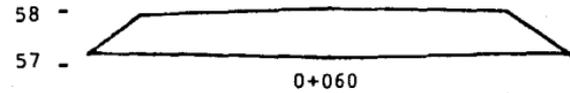
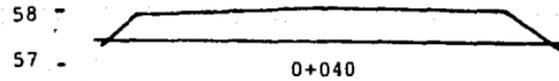
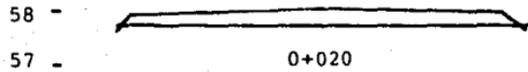
ACOTACIONES EN METROS.

A COTAXTLA

52



57 -



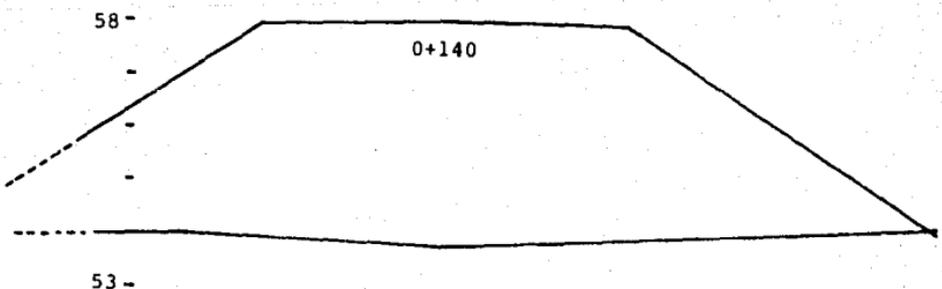
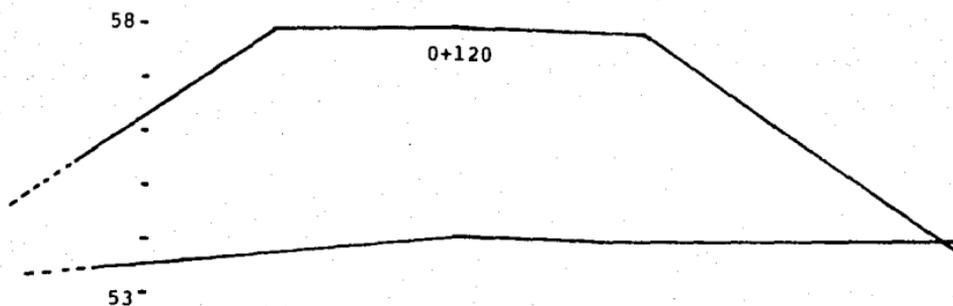
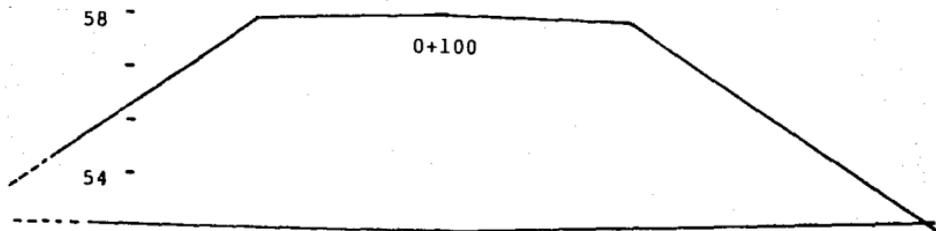
ESCALA 1:100

A SOLEDAD

ruta 1

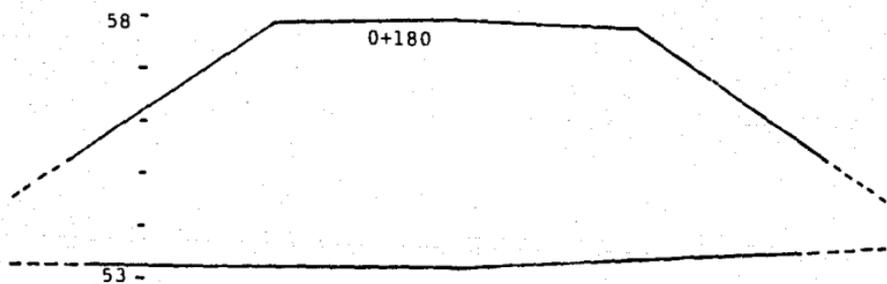
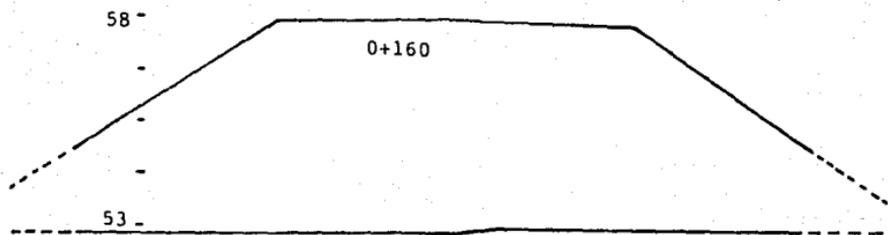
A COTAXTLA

53



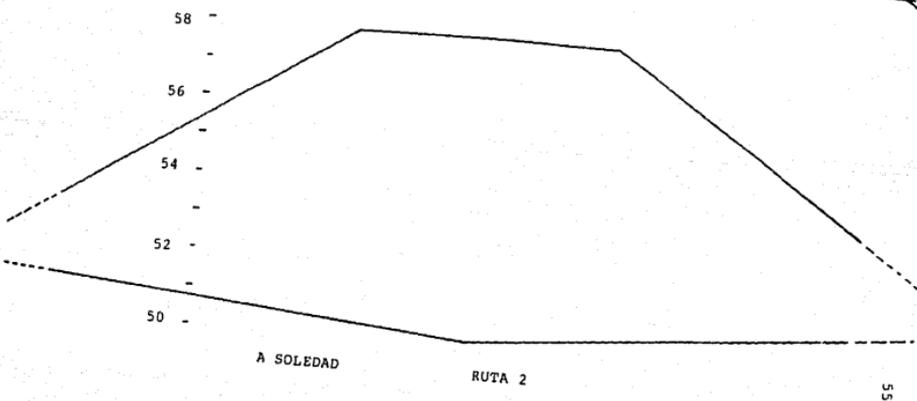
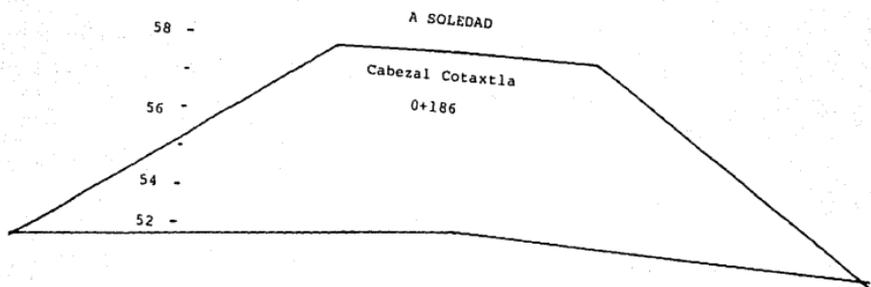
A SOLEDAD

RU TA 2



A SOLEDAD

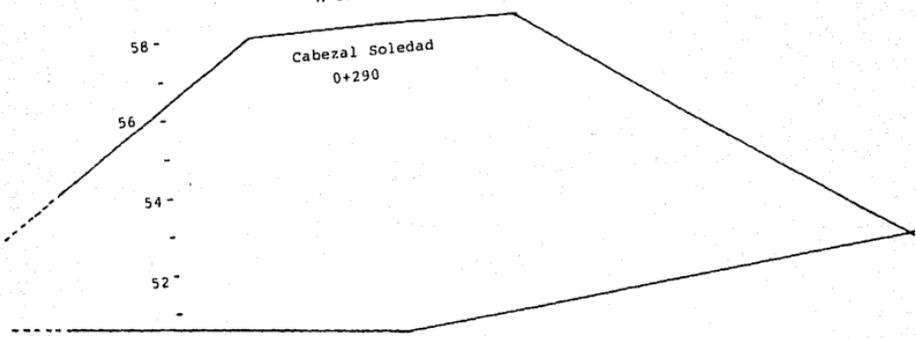
ruta 2



A COTAXTLA

Cabezal Soledad
0+290

58 -
-
56 -
-
54 -
-
52 -
-

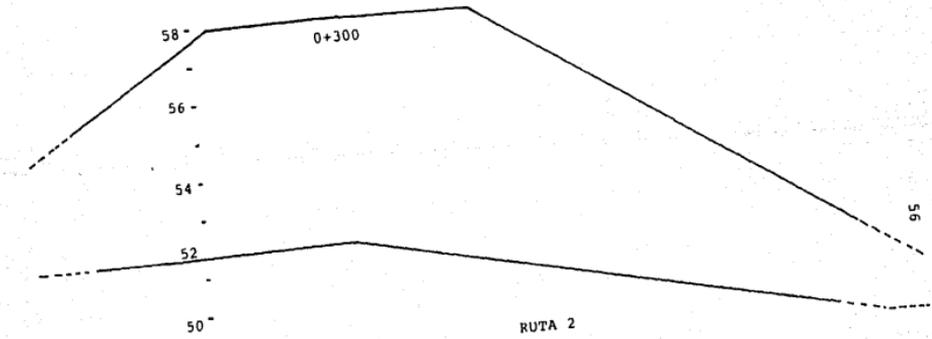


0+300

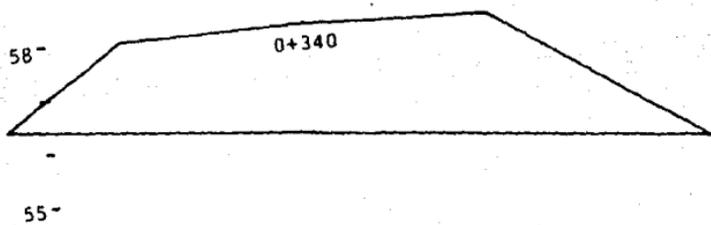
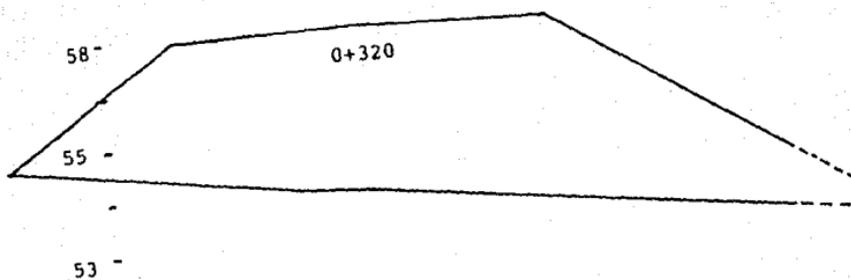
58 -
-
56 -
-
54 -
-
52 -
-
50 -

RU 2

56



A COTAXTLA



A SOLEDAD

RUTA 2

A COTAXTLA

58

58-

0+360

55-

53-

50-

58-

0+380

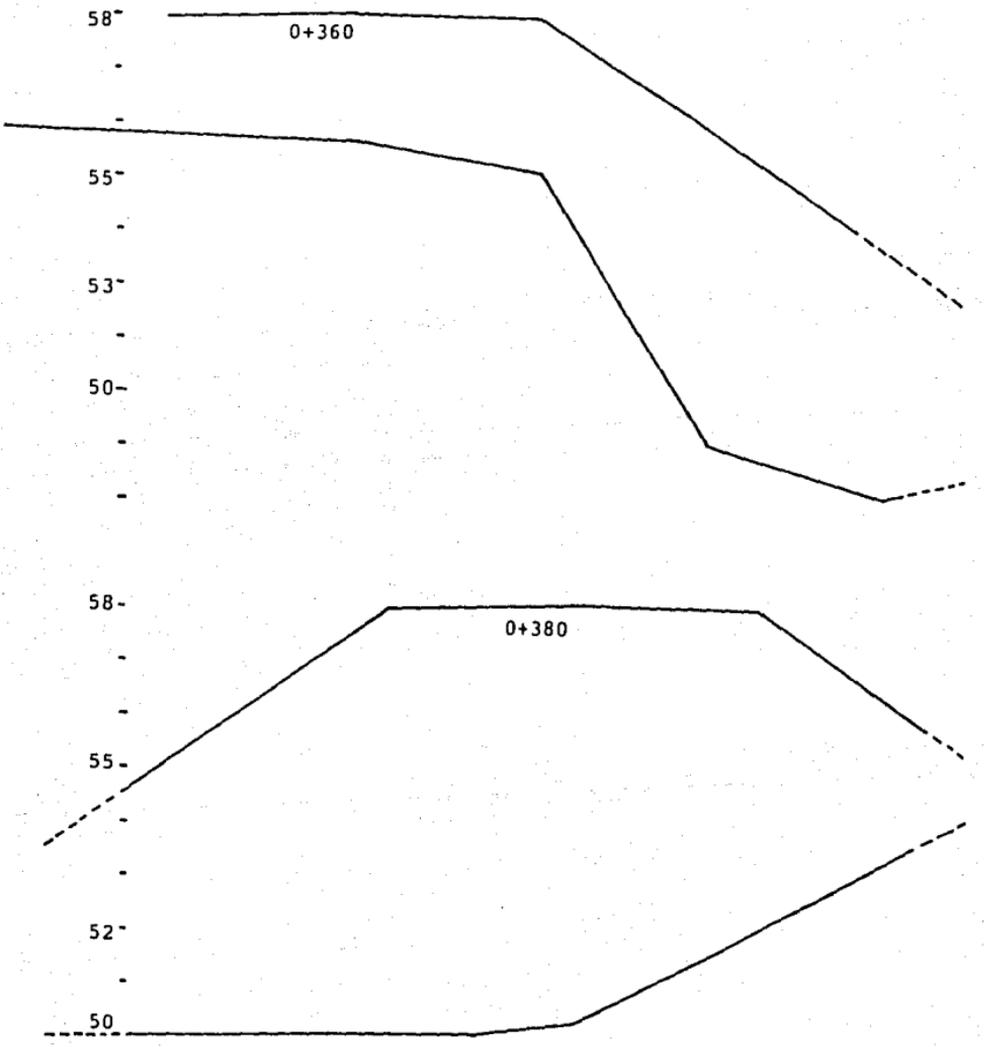
55-

52-

50-

A SOLEDAD

ruta 2



III.3.3. Ruta 3.

Esta ruta se apoya en el trazo original del puente colapsado:

Longitud total 370 m.

Estructura total 370 m.

Estructura total 100 m. de puente

Contiene una curva horizontal.

Dos curva verticales.

Volumen total de movimiento de terracerías.

Terraplén 2357.6 m³.

Para seleccionar esta ruta se tomarán en cuenta los siguientes aspectos:

Cuando un puente falla, existe la tendencia a construir una estructura más grande o ampliar la existente. Si la falla fue provocada por insuficiencia hidráulica del puente, conviene determinar de la avenida que la provocó; ésta es mayor que la de diseño, no tiene porque llevarse a efecto la ampliación del puente existente a la construcción de un puente más grande que el fallado. Simplemente y esta es la intención principal de este trabajo, debe considerarse que el puente cumplió su función,

reconstruirse con las mismas dimensiones. Aún en el caso de que tempranamente se presente una avenida mayor que la de diseño que haga fallar la estructura, no hay ninguna justificación para construir un puente más grande (y por ende más costoso), a menos, por supuesto, que se determine que los estudios previos al diseño fueron realizados erróneamente.

Debido a las anteriores consideraciones, se justifica el porqué el puente será construido 1.80 m. arriba del nivel anterior.

Aunque no era necesario elevar la estructura, con ésta se está logrando tener un mayor margen de seguridad.

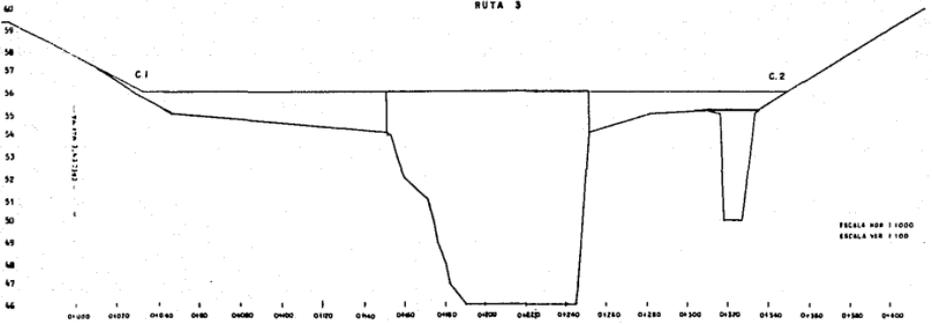
A continuación se presenta el perfil de la ruta tres, con sus respectivas secciones de construcción a cada 20 m.

R U T A 3

SECCION No.	AREA	DOBLE AREA	SEMI-DISTANCIA	VOL. M3	CURVA CORTE	CURVA DE MASAS TERRAPLEN
0+000			10	0	5000.00	5000.00
0+020	0.35		10	0		5000.00
0+040	5.07	5.42	100	52.40		4945.30
0+060	8.58	13.65	10	186.5		4809.30
0+080	10.56	19.14	10	191.1		4618.20
0+100	13.49	24.05	10	240.5		4377.70
0+120	14.88	28.37	10	283.7		4094.00
0+140	17.10	31.98	10	319.8		3774.20
0+151	30.63	47.73	5.5	477.3		3296.90
0+251	23.57					3296.90
0+271	11.50	35.07	10	35.07		2946.2
0+291	7.40	18.90	10	189.0		2757.20
0+311	4.08	11.48	10	114.8		2642.40
					TOTAL	2357.60

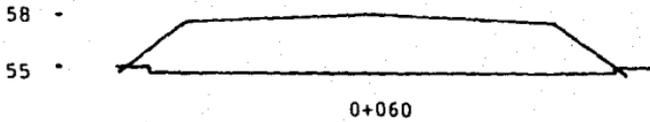
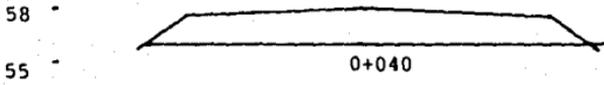
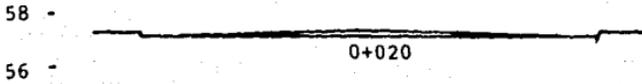
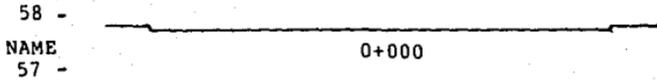
NOTA: Acotaciones de las secciones en metros.

RUTA 3



ESCALA HOR 1:1000
ESCALA VER 1:100

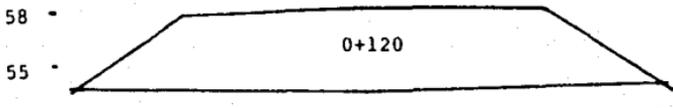
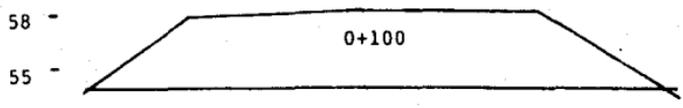
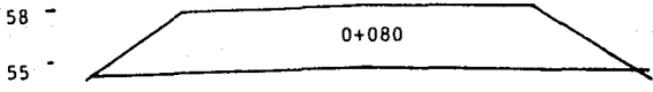
Acotaciones en metros.



ESCALA 1:100

A SOLEDAD

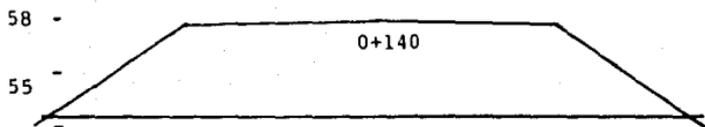
ruta 3



A SOLEDAD

RUTA 3

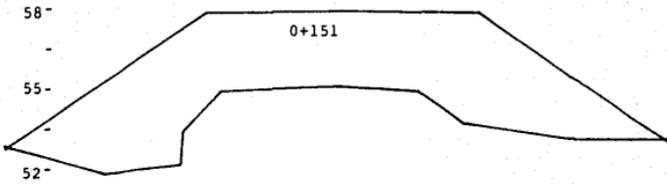
A COTAXTLA



A SOLEDAD

ruta 3

CABEZAL COTAXTLA

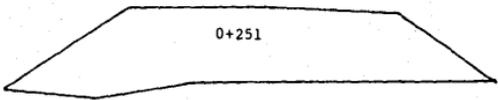


RUTA 3

CABEZAL SOLEDAD

55 -
53 -
50 -

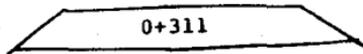
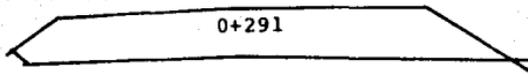
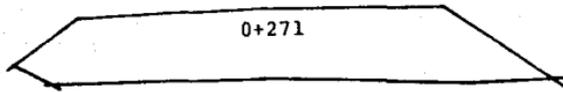
0+251



RUTA 3

A SOLEDAD

68



ESCALA 1:100

A COTAXTLA

ruta 3

III.4. RECURSOS TECNICOS Y MATERIALES.

Los recursos técnicos y materiales se refieren a la obtención de la información inherente a la construcción futura de la obra, entre los datos más importantes destacan los siguientes:

III.4.1. Ubicación de bancos de materiales.

Este problema, se resolvió fácilmente, ya que a una distancia de 700 m. hacia el sur del puente, se hizo un libramiento para cruzar las tuberías colapsadas por abajo del río; por lo que hubo en ese lugar un volumen aproximado de $25,000 \text{ m}^3$ de movimiento de terracerías en corte, lo cual puede ser habilitado para el relleno de nuestra ruta.

III.4.2. Materiales y elementos disponibles en la región.

Tuberías de acero al carbón de diferentes diámetros, las cuales fueron usadas para cabezales del puente colgante así como para el futuro puente.

También se cuenta con rejillas metálicas Irving, para piso del puente colgante y cables de acero de diferentes espesores.

III.4.3. Costos de transporte.

La mayor parte de los costos pueden ser abatidos, puesto que en Pemex se cuenta con la mayor parte de transportes.

III.4.4. Equipo disponible.

Equipos de soldadura eléctrica y autógena

Herramienta de todos tipos

Grúas, plumas, trascavos, bulldozer, winches, malacates, tirfos, camionetas ligeras, camiones para transporte de personal, etc..

III.4.5. Mano de obra especializada en la zona.

Se cuenta con el personal especializado en la zona para la construcción del puente, como son Ingenieros, Arquitectos, estructuristas, calculistas, dibujantes, peones, soldadores, operadores de maquinaria, etc..

III.4.6. Servicios existentes en la zona.

Se cuenta con agua, electricidad, gasolina, talleres de reparación, restaurantes, hoteles, etc..

III.4.7. Accesos al lugar de la obra.

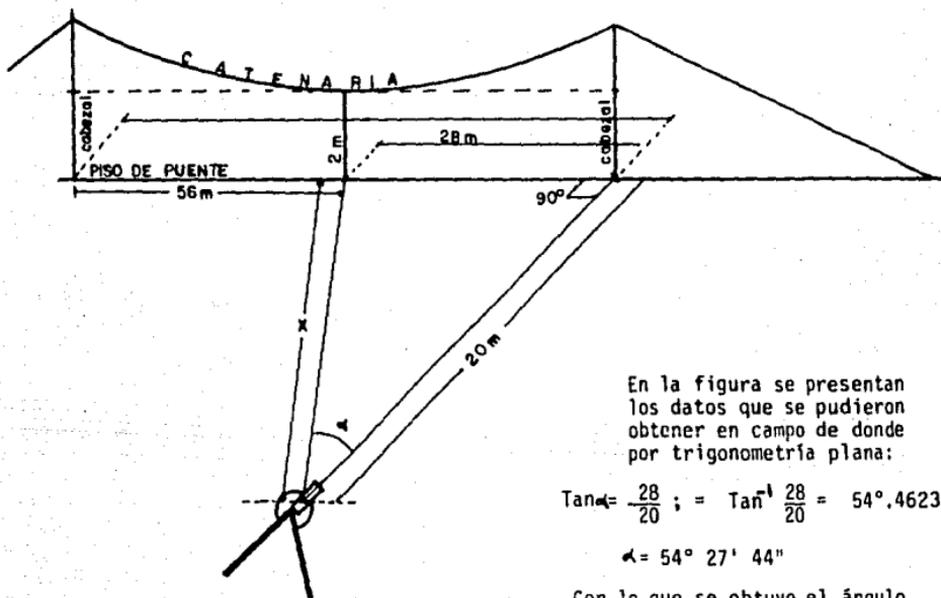
Para llegar a la obra no existe problema alguno, puesto que está comunicado perfectamente, pero el gran problema es comunicar ambas partes del río, lo que se alivió un poco con la construcción de un vado, sobre el cual pueden transitar la mayoría de los vehículos pesados, así como los más ligeros (pick-up) de más de una tonelada.

También surgió la necesidad de darle solución al paso de personas, puesto que en ese entonces, se tenía que cruzar en lancha, que tenía una cuota por cada persona y ante esas circunstancias se procedió a la construcción de un puente colgante de poco menos de 60 m. de longitud, aprovechando la parte de estructura que sobrevivió al colapso, la cual facilitó los trabajos de construcción que explicaremos más detalladamente a continuación.

III.5. APOYO PARA LA CONSTRUCCION DEL PUENTE COLGANTE.

Aprovechando la parte de estructura del puente no destruída, se calculó un puente colgante el cual conectaría ambas partes del río con el fin de dar la altura a la que se colocarían los cabezales. También se trazó y ubicó el

eje de dicho paso peatonal de donde nos desplantamos para situar el lugar donde irían colocados los anclajes, se podría decir que el trabajo más interesante fue dar la altura a la que iría la parte baja de la catenaria del puente colgante lo cual resolveríamos de la siguiente manera:



En la figura se presentan los datos que se pudieron obtener en campo de donde por trigonometría plana:

$$\tan \alpha = \frac{28}{20} ; = \tan^{-1} \frac{28}{20} = 54^{\circ}.4623$$

$$\alpha = 54^{\circ} 27' 44''$$

Con lo que se obtuvo el ángulo que se tendría que girar para observar el centro del puente a una distancia "x" por lo que:

$$x^2 = 20^2 + 28^2 ; x = \sqrt{20^2 + 28^2} = 34.4093\text{m}$$

Pero esto no resuelve totalmente el problema, ya que tenemos que conocer la altura del aparato con respecto al piso del puente para saber el ángulo vertical que se tiene que colocar el aparato después de haber diferenciado a la altura del piso del puente con la del aparato, para lo cual:

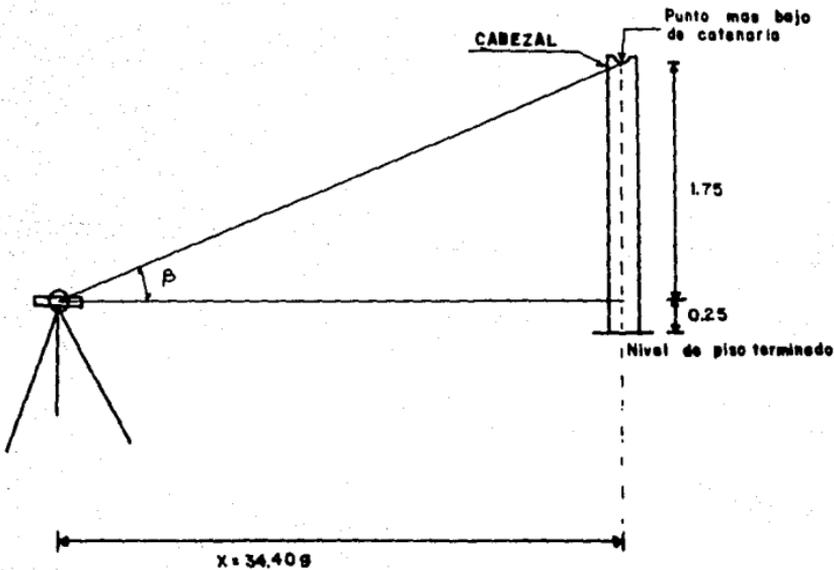
Tomando cotas arbitrarias

Nivel de piso de puente; cota 0.00 m.

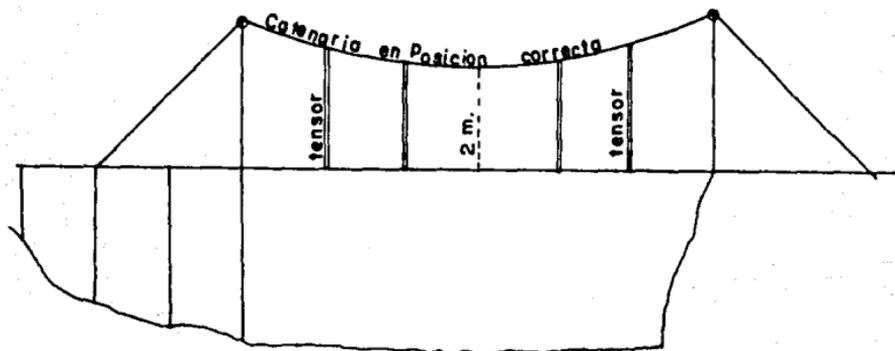
Nivel de aparato en eje vertical; 0.250 m.

$$\tan \beta = \frac{1.75}{34.409} ; \beta = 2^{\circ}.9115$$

$$\beta = 2^{\circ} 54' 41''$$



Por lo tanto nuestra figura se reduce a:



Con lo que quedó resuelto el problema, posteriormente únicamente se colocaron los cables y en el momento en que estos pasaron por la retícula del tránsito, en ese momento el cable se encontraba en el lugar deseado.

Cabe mencionar que en cálculo anterior, sirve únicamente para el tensor que se encontraba más cercano a nosotros, el tensor posterior se calculó de forma similar, aumentando la distancia en igual proporción al ancho del puente yobteniendo una nueva nivelación.

Una vez situados los cables, se prosiguió con el

montaje de la estructura para lo cual hubo un gran problema, ya que no se calculó el peso de la estructura, colgándose por casi un metro abajo de su nivel original.

Para resolver este problema, se colocaron los cables del puente en malacates, los cuales giraban para alzar el puente, mientras corríamos nivelaciones por el largo del puente para saber en qué momento éste se encontraría nuevamente en su nivel.

III.6. VADO OBRA DE APOYO.

El vado vino a ser una gran ayuda para el transporte de materiales y equipo necesarios para la construcción del puente. La forma de desarrollar el proyecto del vado fue como sigue: primero que nada, se llevó a cabo un estudio a lo largo del río para determinar la parte más baja del río y la que representaría menos problemas para dar acceso a ambos lados del vado; una vez determinado el eje del vado (parte más baja del río), se hizo un levantamiento topográfico, envolviendo la zona alrededor del eje del vado para conocer las características topográficas de ese lugar importante, para proyectar las vialidades de acceso.

Posteriormente se corrió una nivelación y ya con los

datos topográficos se procedió a dibujar y configurar un plano topográfico a una escala adecuada para fines de proyecto, en el que se vaciaron los niveles obtenidos. A continuación se localizó en el plano el eje del vado y se trazaron secciones transversales a cada 20 metros, y por consecuencia se calcularon los volúmenes que se tendrían que mover para dejar el piso superior del vado a un nivel aproximado de 47 metros. A continuación se podrá observar el cálculo de los volúmenes en una tabla, así como el plano del vado con niveles de proyecto, para concluir el eje del vado resultó ser de una longitud de 150.00 metros.

•

•

III.6.1. Cálculo de volúmenes para el vado.

SECCION	AREA 1	AREA 1 + AREA 2	SEMIDISTANCIA	VOLUMEN
0+000	1.44	1.44	10.00	14.40
0+020	7.20	8.64	10.00	86.40
0+040	12.00	19.20	10.00	192.00
0+060	14.40	26.40	10.00	264.00
0+080	12.20	26.60	10.00	266.00
0+100	10.00	22.20	10.00	222.00
0+120	14.30	24.30	10.00	243.00
0+140	7.60	21.90	10.00	219.00
0+150	1.44	9.04	5.00	45.20
			TOTAL	1552.00 M ³

77

NOTA: Acotaciones en metros.

Como se podrá observar el total del movimiento de relleno es de 1552 m³, lo que resultaría costoso si el banco de préstamo se encontrara muy distante, pero como el banco resulta estar dentro del mismo río, el costo prácticamente se reduce y con lo que queda totalmente resuelto el anteproyecto, enseguida se encuentra el desarrollo del puente vehicular analizado en todas sus partes a fondo.

C A P I T U L O I V

P R O Y E C T O

IV.1. DETERMINACION DE LA RUTA DEFINITIVA.

Después de determinadas las tres posibles soluciones a la ubicación del nuevo puente y analizados los criterios de selección de ruta, se llegó a la decisión de elegir la ruta definitiva. A partir de los siguientes elementos, tendremos un panorama más claro:

La ruta tres nos proporciona las siguientes ventajas:

- a) No habrá afectaciones a propiedad privada
- b) Se elimina la necesidad de construir accesos
- c) No afecta la vida económica de los comercios
- d) Existen los suficientes accesos para mover la maquinaria.

Por otro lado es conveniente mencionar que cualesquiera de las otras dos rutas cumpliría con el objetivo de darle solución a la ubicación del nuevo puente, pero hay un factor de mucho peso que intervino en la decisión final de la ruta número tres, que se explica a continuación.

Después de mencionarse este análisis, las causas de tipo hidráulico más comunes de falla de puentes, y de comentarse brevemente los criterios hidrológicos que se emplean para el diseño de dichas estructuras, se propone que cuando un puente falle por insuficiencia hidráulica, se determine la frecuencia de la avenida que la provocó, y que si ésta es mayor que la de diseño, la estructura sea reconstruída con sus dimensiones originales y no mayores.

En nuestro caso se eleva el puente 1.80 m ya que existe el presupuesto para ello y así se eleva el rango de seguridad de la estructura dentro de su vida útil que está dentro de un lapso de 40 años, siendo su periodo de retorno:

$$Tr: \frac{1}{1 - (1 - R)^{1/n}}$$

sustituyendo:

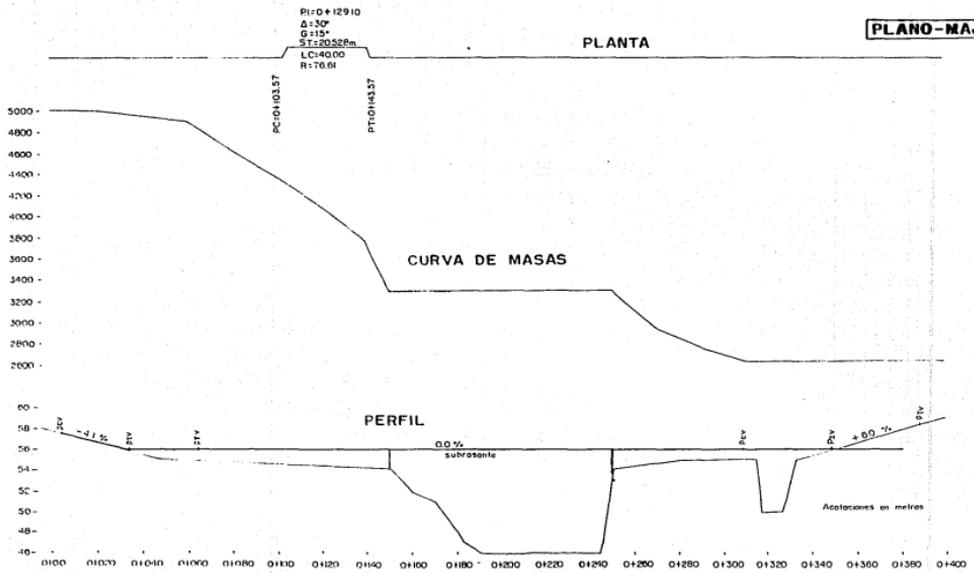
$$n = 40 \text{ años}$$

$$r = 50 \text{ años}$$

$$\text{Entonces } Tr = \frac{1}{1 - (1-.5)^{1/40}} = 58 \text{ años}$$

Por lo que podemos concluir que la ruta 3 es la más viable para ser desarrollada. Además de ser la que implica menor movimiento de terracerías y por lo mismo un menor costo.

Para mayor claridad, consultar el plano ubicado en el capítulo de anteproyecto. A continuación se colocan planos que explican detalladamente las partes de la ruta definitiva (planta, perfil y curva de masas). Ver plano No. MAJ.



IV.2. MEMORIA DESCRIPTIVA.

Después de determinar la ruta definitiva, se procedió a medir nuevamente en campo y más decalladamente las dimensiones del eje del puente, así como obtener las secciones transversales, partiendo del nivel (NAME) ubicado sobre la calle Juárez y que nos sirvió como nuestro origen de cadenamamiento (0+000) se partió con la elevación que se tiene en la estación D, ubicada sobre la misma calle.

El procedimiento de seccionar fue de lo más sencillo, ya que sólo fue necesario colocar el estadal a ambos lados del camino y a cada 20 m. sobre el eje de trazo, sólo basta con hacer unas cuantas puestas de aparato, en los lugares donde no era posible observar.

El mismo procedimiento se utilizó al otro lado del río (lado Soledad) y tomando como origen el nivel de la estación "X" y el cabezal del puente, puesto que no fue posible seguir cadeneando sobre el río.

También se midieron los ángulos necesarios, en este caso sólo uno que fue la deflexión de la curva horizontal, la cual va por el eje definitivo.

Previamente a este trabajo se realizó una batimetría (sondeos) a lo largo del eje que cruza el río para tener conocimiento del fondo del río.

IV.3. ALINEAMIENTO HORIZONTAL.

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

IV.3.1. Tangentes.

Las tangentes son la proyección sobre un plano horizontal de las rectas que unen las curvas. Al punto de intersección de la prolongación de dos tangentes consecutivas se le representa como PI, y el ángulo de deflexión formado por la prolongación de una tangente y la siguiente, se le representa por Δ . Como las tangentes van unidas entre sí por curvas, la longitud de una tangente es la distancia comprendida entre el fin de la curva anterior y el principio de la siguiente. A cualquier punto preciso del alineamiento horizontal localizado en el terreno sobre

una tangente se le denomina: punto sobre tangente y se le representa por PST. La longitud máxima de una tangente está condicionada por la seguridad. Las tangentes largas son causa potencial de accidentes, debido a la somnolencia que produce al conductor por mantener su atención en puntos fijos del camino durante mucho tiempo, o bien, porque favorecen los deslumbramientos durante la noche; por tal razón, conviene limitar la longitud de las tangentes, proyectando en su lugar alineamientos ondulados con curvas de gran radio.

La longitud mínima de tangente entre dos curvas consecutivas está definida por la longitud necesaria para dar la sobre-elevación y ampliación.

IV.3.2. Curvas circulares.

Las curvas circulares son los arcos del círculo que forman la proyección horizontal de las curvas empleadas para unir dos tangentes consecutivas; las curvas circulares pueden ser simples o compuestas, según se trata de un solo arco de círculo o de dos o más sucesivos, de diferente radio.

a) Curvas circulares simples. Cuando dos tangentes

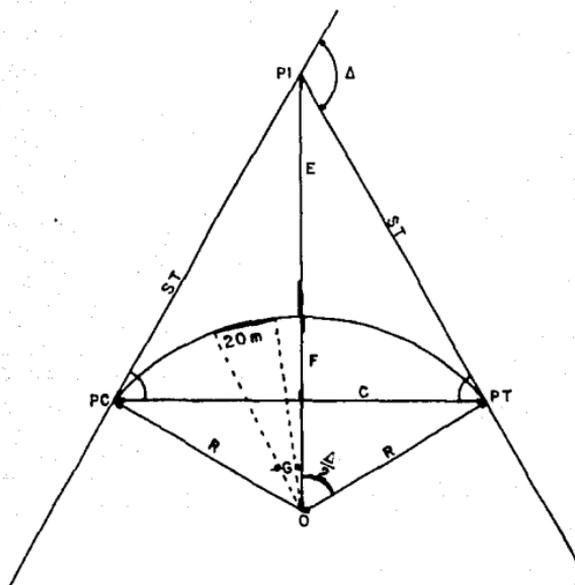
están unidas entre sí por una sola curva circular, ésta se denomina curva simple. En el sentido del cadenamamiento, las curvas simples pueden ser hacia la izquierda o hacia la derecha.

Como en este caso es sólo necesario unir dos tangentes, la curva circular simple cumple con las condiciones anteriormente descritas.

IV.3.3. Elementos de la curva circular simple.

Las curvas circulares simples tienen como elementos característicos los mostrados en la figura 4.1.

FIG. 4.1. CURVA CIRCULAR SIMPLE



- PI: Punto de intersección de dos tangentes contiguas.
 Δ: Angulo de desviación
 G: Grado de curvatura. Es el ángulo que subtiende una cuerda unitaria (20 m).
 ST: Subtangente
 T: Tangente
 O: Centro de la curva
 A: Arco
 L: Longitud del arco
 C: Cuerda mayor
 PC: Punto de comienzo
 PT: Punto terminal
 E: Exsecante o externa
 F: Flecha
 R: Radio

1: Grado de curvatura: Es el ángulo subtendido por un arco de 20 m. Se representa con la letra G_c :

$$\frac{G_c}{20} = 360 \qquad G_c = \frac{1145.92}{R_c}$$

El grado máximo de curvatura que puede tener una curva, es el que permite a un vehículo recorrer con seguridad la curva con la sobre-elevación máxima a la velocidad de proyecto.

2: Radio de la curva. Es el radio de la curva circular. Se simboliza como R_e .

$$R = \frac{1145.92}{G_c}$$

3: Angulo central "deflexión". Es el ángulo subtendido por la curva circular. Simboliza como A_c . En curvas circulares simples como es el caso, es igual a la deflexión de las tangentes.

4: Longitud de curva: Es la longitud del arco entre el PC y el PT, se le representa como L_c .

$$\frac{L_c}{2\pi R_c} = \frac{\Delta_c}{360^\circ} \qquad L_c = \frac{\pi \Delta_c}{180^\circ} ;$$

$$L_c = \frac{\Delta_c}{G_c} \times 20$$

5: Subtangente. Es la distancia entre el PI el P_C o Pt, medida sobre la prolongación de las tangentes. Se representa como ST.

$$ST = R_C \tan \frac{\Delta C}{2}$$

6: Tabla de deflexiones. Son los datos necesarios para el trazo de la curva en el terreno. Se representa Dm.

a) Deflexión por metro

$$Dm = \frac{A/2}{L_C}$$

Cuando el inicio del cadenamamiento no es cerrado se deben calcular; una subcuerva de entrada y una subcuerva de salida con sus respectivas subdeflexiones fraccionarias.

IV.3.4. Cálculo de los elementos de la curva circular.

Cabe hacer notar que en el desarrollo de este proyecto únicamente existe una curva horizontal, la cual es del tipo circular simple y su cálculo se presenta a continuación:

$$PI = 0+120.10$$

$$P_C = 0+103.57$$

$$PT = 0+143.57$$

$$\Delta = 30^\circ$$

$$G_C = 15^\circ$$

$$ST = 20.53$$

$$L_C = 40 \text{ m}$$

$$R = 76.61 \text{ m}$$

Tabla de Deflexiones.

Cadenamiento Deflexiones

$$P_C = 103.57 \quad 00^\circ \quad 00'$$

$$110.00 \quad 02^\circ \quad 25'$$

$$120.00 \quad 06^\circ \quad 10'$$

$$130.00 \quad 09^\circ \quad 55'$$

$$140.00 \quad 13^\circ \quad 40'$$

$$PT = 143.57 \quad 15^\circ \quad 00'$$

$$D_m = 0^\circ 22' 30''$$

$$D = 3^\circ 45'$$

IV.4. ALINEAMIENTO VERTICAL.

IV.4.1. Elementos.

El desarrollo del proyecto definitivo contempla el alineamiento vertical derivado de los cambios de pendientes, lo cual se tratará a continuación:

1. Tangentes.- Las tangentes se caracterizan por su longitud y sus pendientes y están limitadas por dos curvas sucesivas, la pendiente de la tangente es la relación entre el desnivel y la distancia entre dos puntos de la misma. Al punto de intersección de dos tangentes consecutivas se le denomina P.I.V. (punto de inflexión vertical).

a) Pendiente gobernadora.

Se le conoce como la pendiente media que teóricamente puede darse a la línea subrasante, la mejor pendiente gobernadora es aquella que nos

permita obtener el menor costo de construcción, conservación y operación sirve de norma reguladora para la serie de pendientes que deben proyectarse para ajustarse en lo posible al terreno la pendiente gobernadora permitida es del 3%.

b) Pendiente máxima.

Es la mayor pendiente que se permite en el proyecto; en nuestro caso que es camino tipo "C" la pendiente máxima permitida es de 5%.

Queda determinada por el volumen y la composición del tránsito previsto y la configuración del terreno.

La pendiente máxima se empleará, cuando convenga desde el punto de vista económico, para salvar ciertos obstáculos locales tales como cantiles, calles y zonas inestables, siempre que no se rebase la longitud crítica.

La AASHO* recomienda que para caminos principales las pendientes máximas no exceden a las que se mencionan en la siguiente tabla:

PORCIENTO EN PENDIENTE MAXIMA PARA DIVERSAS VELOCIDADES DE PROYECTO, EN KM/H.							
TIPO TERRENO	50	60	70	80	90	100	110
PLANO	6	5	4	4	3	3	3
LOMERIO	7	6	5	5	4	4	4
MONTAÑO	9	8	7	7	6	5	5

Para caminos secundarios como el que nos ocupa, con escaso volumen de tránsito, las pendientes pueden incrementarse hasta en 2%.

c) Pendiente mínima.

La pendiente mínima se fija para permitir el drenaje en los terraplenes puede ser nula; en los cortes se recomienda 5% mínimo.

(*) American Association Standar Highway Official's.

- d) Longitud crítica de una tangente del alineamiento vertical.

Es la longitud máxima en la que un camión cargado puede ascender sin reducir su velocidad más allá de un límite previamente establecido. Los elementos para la determinación de la longitud crítica son fundamentalmente el vehículo de proyecto, la configuración del terreno, el volumen y la composición del tránsito.

- Criterios para determinar la longitud crítica de tangente vertical.

Cuando se trata de caminos con alto volumen de tránsito en cualquier tipo de terreno o con cualquier volumen de tránsito en terreno sensiblemente plano, o en suave, se ha considerado que la longitud crítica de cualquier pendiente es aquella que ocasiona una reducción

de 25 km/H en la velocidad de marcha del vehículo del proyecto.

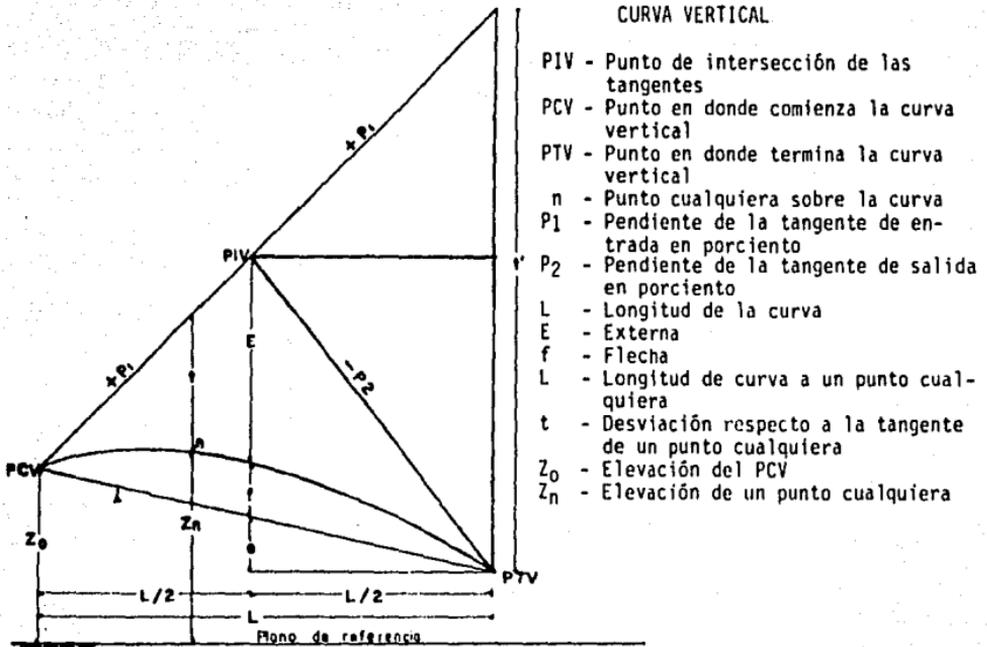
- La Secretaría de Obras Públicas desarrolló otro criterio basado en el tiempo de recorrido, el cual se aplica a caminos con bajos volúmenes de tránsito, en terrenos clasificados como lomerío fuerte o montañoso, en donde por razones de configuración es necesario considerar la pendiente gobernadora con un valor previamente especificado como resultado de un estudio económico.

e) Velocidad del proyecto.

La velocidad de proyecto es definida por la AASHO, como la velocidad determinada por el diseño y correlación de las características geométricas de un camino para la operación de vehículos.

Es la máxima seguridad y velocidad que pueden conservarse sobre una sección determinada del camino cuando las condiciones son

favorables, ésto siempre que las características del diseño del camino sean conservadas.



IV.4.2. Longitud de Curva.

Es la distancia medida horizontalmente desde el PCV al P.T.V. Existen cuatro criterios para determinar la longitud de la curva.

a) Criterio de comodidad.

Se aplica al proyecto de curvas verticales en columpio, en donde la fuerza centrífuga al cambiar de dirección, se suma al peso propio del vehículo, se recomienda que en la curva la aceleración centrífuga no exceda a 0.305 m/s^2 , o sea que

$$a_c = \frac{v^2}{R} \leq 0.305 \text{ m/s}^2 \cdot R \geq 3.28 v^2$$

Si se asemeja la parábola a un círculo, se tendrá

$$L = R\Delta \quad \text{y} \quad \Delta = A$$

$$\text{Por lo que: } L = 3.28 v^2 A$$

$$\text{y también: } L = 3.28 v^2 A$$

y si se expresa V en Km/H y A en por ciento

$$K = \frac{L}{A} \geq \frac{V^2}{395}$$

Siendo K el recíproco de la variación de pendiente por unidad de longitud.

b) Criterio de Apariencia.

Se aplica al proyecto de curvas verticales con visibilidad completa para evitar al usuario la impresión de un cambio súbito de pendiente. Empíricamente la AASHO ha determinado que

$$K = \frac{L}{A} \geq 30$$

c) Criterio de drenaje .

Se aplica a las curvas verticales en cresta o columpio, cuando están alojadas en corte. La pendiente en cualquier punto de la curva, debe ser tal que el agua pueda escurrir paulatinamente. La ASSHO ha encontrado que para que esto ocurra, debe cumplirse

$$K = \frac{L}{A} \leq 43$$

d) Criterio de Seguridad.

Se aplica a curvas en cresta y en columpio. La longitud de curva debe ser tal, que en toda la curva la distancia de visibilidad sea mayor o igual que la de parada o de rebase.

Estas expresiones son: (Para curvas en cresta):

$$D > L \quad L = 2D - \frac{C_1}{A}$$

$$D < L \quad L = \frac{AD^2}{C_1}$$

(Para curvas en columpio):

$$D > L \quad L = 2D - \frac{C_2 + 3.5D}{A}$$

$$D < L \quad L = \frac{AD^2}{C_2 + 3.5D}$$

En donde:

L = Longitud de la curva vertical en metros

D = Distancia de visibilidad de parada o de rebase en metros; $D = (V - 13.68) (0.1 \text{ a } 25)$

- A = Diferencia algebraica de pendientes en por ciento.
- C₂ = Constantes que dependen de la altura del ojo del conductor o altura de los faros y de la altura del obstáculo o altura del vehículo.

El valor de las constantes del vehículo considerado se indica en el cuadro siguiente:

CONSTANTE PARA DISTANCIA DE VISIBILIDAD

	DE PARADA	DE REBASE
C ₁	425	1000
C ₂	120	----

Las curvas diseñadas para distancia de visibilidad de rebase resultan de gran longitud y sólo deberán proyectarse cuando no se afecte el costo del camino más allá de lo permisible o donde lo amerite el nivel de servicio.

Por lo tanto, para este proyecto no se calculará la longitud de la curva por resultar demasiado pequeña.

Por otro lado, la AASHO establece un valor mínimo

para la longitud de curva, dado por la expresión empírica.

$$L = 0.6 V$$

En donde: L = longitud mínima de la curva en metros

V = velocidad de proyecto en km/H.

Observando que el criterio a seguir en proyecto debe ser el de seguridad, que satisfaga cuando menos la distancia de visibilidad de parada. El criterio de apariencia sólo debe emplearse en caminos de tipo muy especial.

El drenaje se resuelve con la longitud de curva o modificando las características hidráulicas de las cunetas.

IV.4.3. Cálculo de los elementos de las curvas verticales.

La curva que se adapta a tales exigencias, es del tipo parabólica, razón por las que las curvas verticales para los caminos se calculan por la expresión:

$$D = KX^2$$

donde: K = cte. obtenida en función de la variación de pendientes o número de cuerdas.

- Para repartir las variaciones de pendientes a cada estación de 20 m. en forma uniforme se presenta en las siguientes tablas:

CURVA VERTICAL No. 1.

EST.	n	n2	COTAS S/ TANGENTE	COTAS DE PIV-PTV	Kn2	COTAS S/ CURVA
P.C.	0	0	57.20	-	0.000	57.200
1	1	1	56.60	-	0.075	56.675
PIV	2	4	56.00	56.00	0.300	56.300
2	3	9	55.40	56.00	0.675	56.075
PTV	4	16	54.80	56.00	1.200	56.000

$$K = \frac{57.20 - 56.00}{16} = 0.075$$

CURVA VERTICAL No. 2.

104

EST.	n	n2	COTAS S/ TANGENTE	COTAS DE PIV - PTV	Kn2	COTAS S/ CURVA
P.C.	0	0	56.00		0.00	56.00
1	1	1	56.00		0.05	56.05
2	2	4	56.00		0.20	56.20
PIV	3	9	56.00		0.45	56.45
4	4	16	56.00	56.60	0.80	56.80
5	5	25	56.00	57.20	1.25	57.25
PTV	6	36	56.00	57.80	1.80	57.80

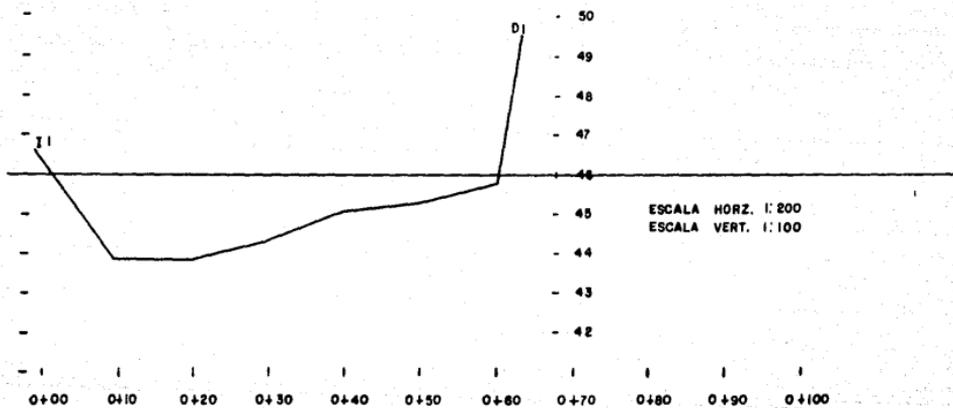
$$K = \frac{57.80 - 56.00}{36} = 0.05$$

IV.5. BATIMETRIA.

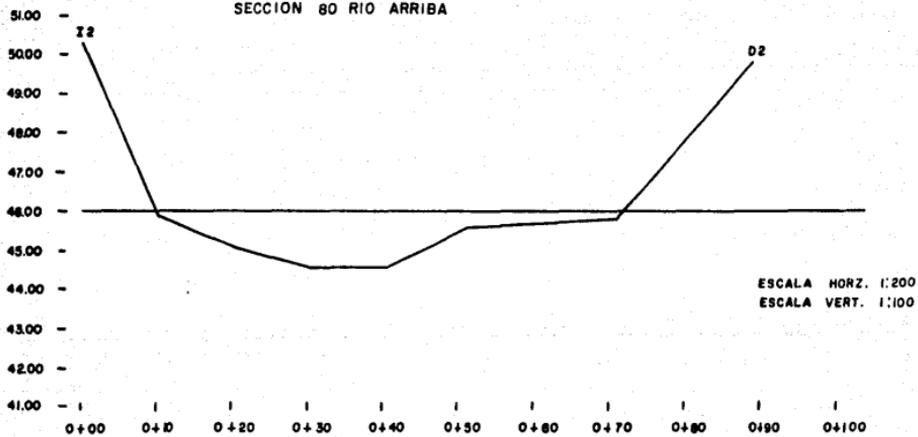
Cabe mencionar sobre la batimetría que se desarrolló en el Capítulo III, nos servirá para conocer la configuración del fondo del río, así como los perfiles de cada sección, los cuales, junto con el estudio de mecánica de suelos, servirán de apoyo para calcular las longitudes de los pilotes y la forma de cimentación que éstos tendrán.

A continuación presentamos las secciones de los sondeos efectuados.

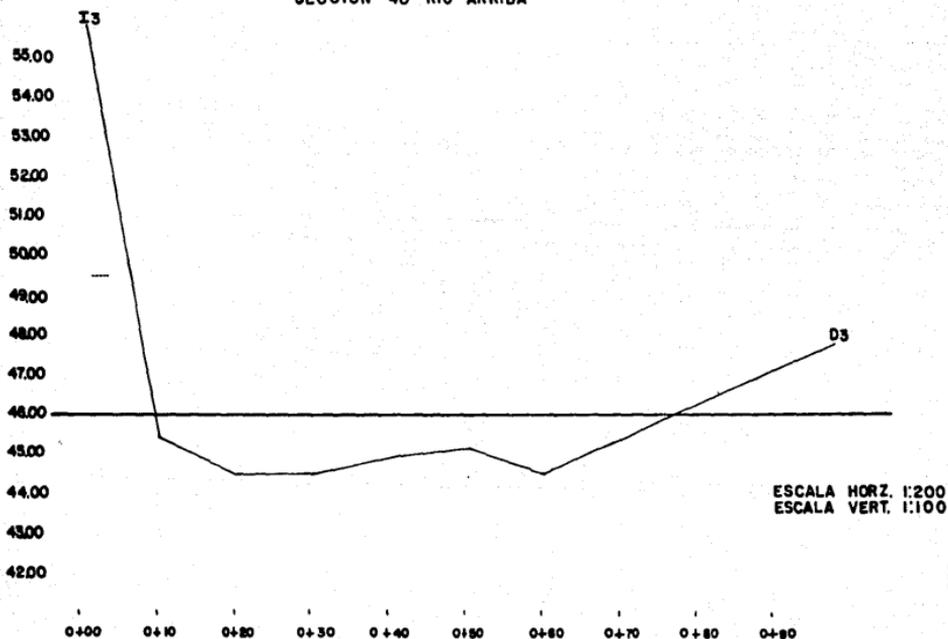
SECCION 120 RIO ARRIBA



SECCION 80 RIO ARRIBA

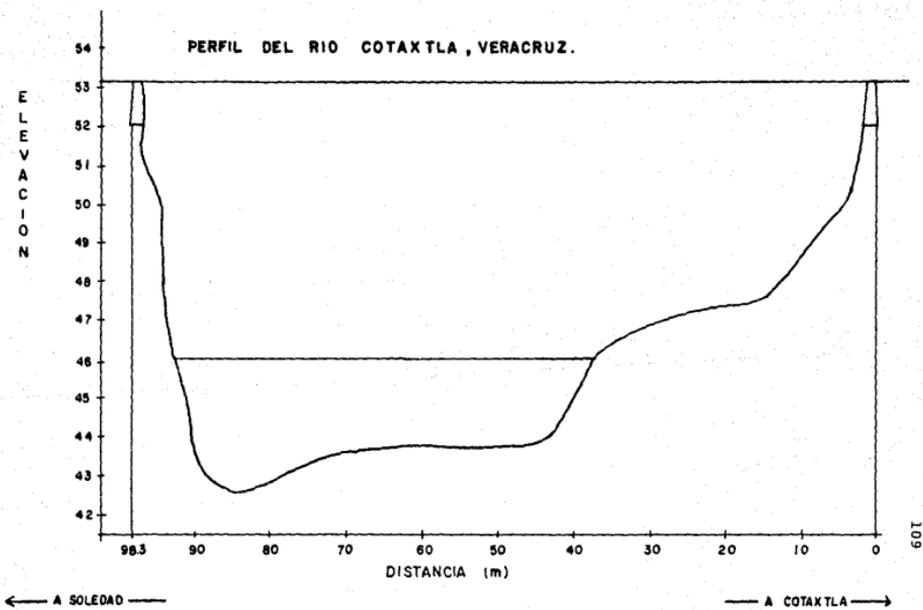


SECCION 40 RIO ARRIBA

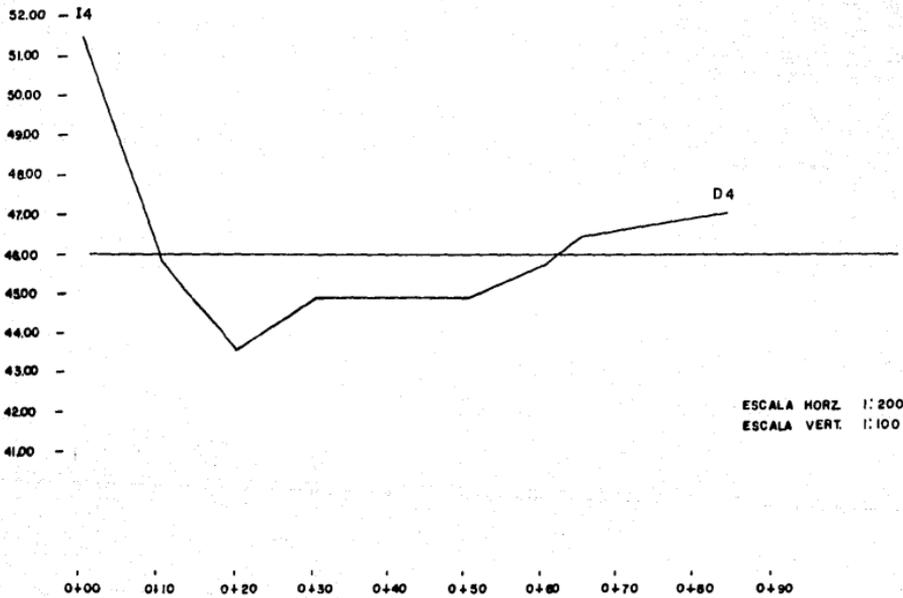


RUTA DEFINITIVA

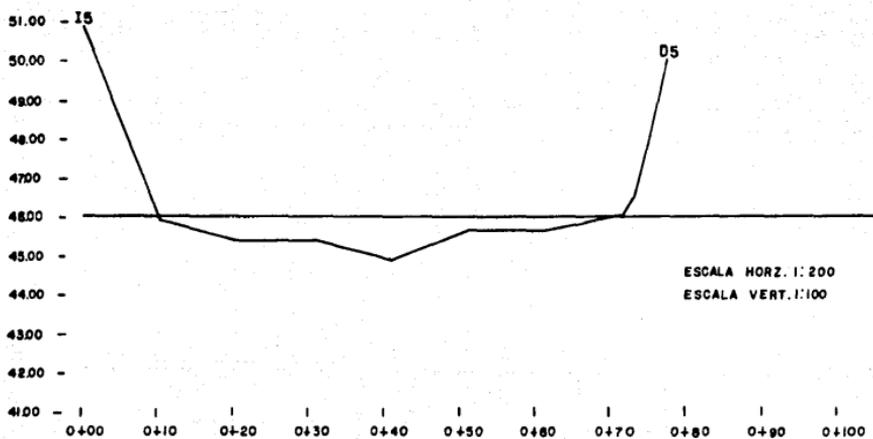
PERFIL DEL RIO COTAXTLA, VERACRUZ.



SECCION 40 RIO ABAJO



SECCION 80 RIO ABAJO



IV.6. ORIENTACION ASTRONOMICA.

En un proyecto de esta magnitud es necesario e indispensable darle dirección u orientación a una línea base, para poder calcular posteriormente demás elementos del proyecto.

El fin de una orientación es conocer el rumbo de una línea y esto se logra conociendo el azimut.

Pero para conocer el azimut observando el sol, es necesario primero determinar la latitud del lugar, para lo cual se dará una breve explicación de conceptos relacionados con el tema.

IV.6.1. Latitud Astronómica o Latitud Geográfica.

Es el ángulo que forma la vertical del lugar con el plano del ecuador. Este ángulo es igual al que forma la línea de los polos o eje polar, con el plano del horizonte si tomamos la tierra como un punto y considerándola el centro de la bóveda celeste, se verá fácilmente que la latitud astronómica puede también considerarse como la declinación del zenit "Latitud Geodésica" que es el ángulo que forma la normal al elipsoide con el ecuador.

Ambas latitudes son diferentes y se obtienen: la primera, por la observación de estrellas y la segunda, mediante el cálculo, partiendo de una posición astronómica. La diferencia entre estas dos "latitudes" se llama "desviación de la vertical" y en gran número de lugares su conocimiento contribuye a la localización del Geoide, lo que constituye una importante investigación geodésica.

Por lo tanto, la astronomía de posición, llamada también astronomía práctica, determina solamente la "latitud astronómica".

IV.6.2. Azimut.

La determinación del azimut de una línea es una de las operaciones más importantes en geodesia y en topografía. Es indispensable para el cálculo de posiciones geográficas en las que se basa la construcción de un mapa y, así mismo, para obtener las coordenadas ortogonales de un levantamiento topográfico.

Además para la navegación aérea y marítima la determinación del azimut o rumbo que debe seguir la nave, es una operación de rutina.

El azimut de una dirección se define como el ángulo diedro formado por el plano meridiano que pasa por el lugar y el plano vertical que contiene a la dirección dada.

Es también el ángulo plano formado por la meridiana y la línea considerada; se mide de 0° a 360° , a partir del norte, en el sentido del movimiento de las manecillas del reloj.

Según sea la precisión con la que se necesite obtener este dato, se elegirá alguno de los métodos que mejor cumplan.

IV.6.3. Método de Observación "Alturas Absolutas de una Estrella" (Sol).

Este método consiste en la medida de la altura o la distancia zenital de una estrella, en este caso se observó el sol y en una orientación de la hora correspondiente que puede ser de tiempo medio, de tiempo sideral; sin embargo, para la mayor simplificación del cálculo es conveniente usar el tiempo sideral cuando se observa una estrella y el tiempo medio cuando se observa el sol.

Los instrumentos que se utilizaron son: el teodolito

(TH2 de Zeiss), un cronómetro de tiempo medio y los aparatos necesarios para tomar la presión atmosférica y la temperatura del ambiente, para cubrir esas necesidades se utilizaron un barómetro y un termómetro.

IV.6.4. Determinación de la Latitud y del Azimut por Alturas Absolutas del Sol.

Dichas observaciones se hicieron con el fin de darle orientación al eje del puente así como su dirección y coordenada geodésica latitud. También servirán las observaciones para propagar posteriormente si se desea coordenadas, que pueden llegar a ser útiles en construcciones posteriores.

A continuación se hace un desglose de las observaciones realizadas, detallando paso por paso el procedimiento de cálculo tanto del azimut como de la latitud.

FECHA: 20 febrero 1989.

OBSERVO : Jorge Muñoz F.

APARATO : Zeiss TH2

ESTACION: Eje de puente sobre cabezal lado de Cotaxtla.

P.V. : Eje del puente sobre cabezal, lado de Soledad de Doblado.

REGISTRO: SERIE I

EST.	P.O.	POS	TIEMPO			ANG. HORIZ.			ANG. VERTICAL			CDTE
			h	m	s	°	'	"	°	'	"	
M	d	-	-	-	-	0	00	00	-	-	-	
sol	d	8	31	55	145	27	04.9	66	07	56.1		
sol	d	8	32	35	145	37	14.3	65	47	48.3		
sol	d	8	33	36	145	44	40.0	65	33	23.0		
sol	l	8	35	14	326	30	35.2	294	16	45.8		
sol	l	8	36	21	326	38	05.9	294	30	57.8		
sol	l	8	37	25	326	45	05.1	294	45	35.0		
M	l	-	-	-	-	180	00	01.5	-	-	-	

T = 24° C
P = 760 mm/Hg

REGISTRO: SERIE II

EST.	P.O.	POS	TIEMPO			ANG. HORIZ.			ANG. VERTICAL			CDTE
			h	m	s	°	'	"	°	'	"	
M	d	-	-	-	-	0	00	00	-	-	-	
sol	d	8	44	31	146	59	34.0	63	06	44.8		
sol	d	8	45	31	147	06	43.8	62	53	17.4		
sol	d	8	46	36	147	14	25.8	63	39	13.9		
sol	l	8	48	10	328	03	07.0	297	09	04.4		
sol	l	8	49	12	328	10	15.3	297	22	23.9		
sol	l	8	50	15	328	18	25.0	297	36	18.5		
M	l	-	-	-	-	180	00	00.8	-	-	-	

Los anteriores son los registros obtenidos en campo: y se procede a calcular los promedios de cada una de las series.

IV.6.5. Cálculo de la Orientación.

	TIEMPO			ANG. HORIZONTAL			ANG. VERTICAL		
	h	m	s	°	'	"	°	'	"
SERIE I	8	34	15.25	146	06	05.0	65	41	10.55
	8	34	28.00	146	07	40.1	65	38	25.25
	8	34	25.00	146	07	37.6	65	38	18.6
PROMEDIO	8	34	22.75	146	07	38.85	65	38	21.92
SERIE II	8	47	23	147	38	59.5	62	45	13.15
	8	47	21.5	147	38	29.5	62	45	26.75
	8	47	23	147	38	37.9	63	15	04.75
PROMEDIO	8	47	22.5	147	38	37.9	62	45	19.95

Fórmulas utilizadas para calcular la latitud.

- Primero para las correcciones a las observaciones

a) Corrección por refracción y paralaje

$$R = 60''6 \tan Z \left(\frac{P}{762} \right) \left(\frac{1}{1+0.004 T} \right)$$

$$P = 8''8 \sin Z$$

$$Z_{\text{corr}} = Z_{\text{obs}} + R - P$$

$$Z_{1\text{corr}} = 65^\circ 40' 15''38$$

$$Z_{2\text{corr}} = 65^\circ 46' 58''94$$

- Segundo paso para cada una de las series se calcula la declinación a la hora de observación, para lo cual se interpola; tomando los datos correspondientes del anuario (hora de paso y declinación).

$$1 = -8^\circ 00' 53''42$$

$$2 = -8^\circ 00' 41''13$$

$$\text{H.P.} = 12^{\text{h}} 12^{\text{m}} 30^{\text{s}}$$

- Tercer paso cálculo del ángulo horario

Para lo cual es necesario conocer la diferencia de

longitud (λ), tomando del anuario la longitud del lugar.

$$\lambda = 0^{\text{h}}24^{\text{m}}50.4$$

TmL = 12 + E - TMM90+ ; 12 + E = hora de paso por el
meridiano

$$AH = 4^{\text{h}}02^{\text{m}}57^{\text{s}}.29$$

$$AH = 3^{\text{h}}49^{\text{m}}57^{\text{s}}.54$$

$$AH = 60^{\circ}44'19.35''$$

$$AH = 57^{\circ}29'23.1''$$

- Cuarto paso. Cálculo de la latitud (ϕ).

$$\tan m = \tan \delta \sec AH$$

$$\cos (\phi - m) = \frac{\cos Z \sin m}{\sin \delta}$$

$$\phi = 19^{\circ}05'20.14''$$

IV.6.6. Cálculo del Azimut.

Utilizando los datos anteriores se calculó el azimut:

$$\cos Az = \frac{\sin \delta - \sin \phi \cos Z}{\sin Z \cos \phi}$$

$$Az_1 \text{ sol} = 108^{\circ}24'31.4''$$

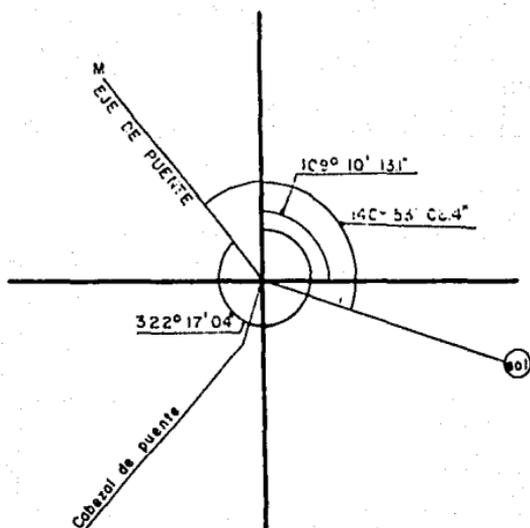
$$Az_1 \text{ línea} = 322^{\circ}16'52.6''$$

$$Az_2 \text{ sol} = 109^{\circ}55'54.8''$$

$$Az_2 \text{ línea} = 322^{\circ}17'16.9''$$

$$Az \text{ prom.} = 322^{\circ}17'04.75''$$

CROQUIS DE ORIENTACION

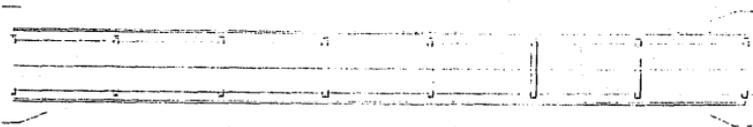


IV.7. DATOS TECNICOS.

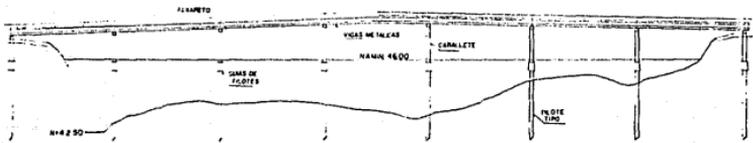
Una vez conocidas las coordenadas geográficas y la dirección del eje del puente, podemos proceder a ubicar los demás elementos del puente como son:

ANCHO TOTAL DE ESTRUCTURA	- 10 M
ANCHO DE CARPETA	- 7 M
DRENAJE	- 0.25 M ^C /LADO
PASO PEATONAL	- 1.00
PARAPETO	- 0.25 M ^C /LADO
EQUIDISTANCIA PILOTES	- 15 M
NUMERO DE PILOTES	- 8
NUMERO DE CLAROS	- 7
LONGITUD TOTAL	- 105 M
NIVEL DE ESTRUCTURA	- 56 MSUM
CLARO ENTRE ESPEJO DE	
AGUA Y ESTRUCTURA	- 10 M
AREA HIDRAULICA TOTAL	- 1050 M ²
AREA DE CANAL	- 147 M ²
GASTO (VELOCIDAD = 3m/s)	- 440.SSM ³ /S
DIAMETRO DE PILOTES	12 ϕ

PLANTA



PERFIL

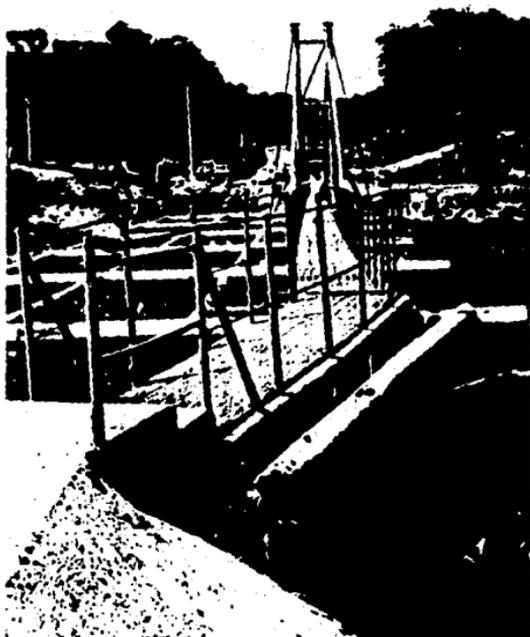


PUENTE RIO COTATLA
MUNICIPIO DE COTATLA, VERACRUZ
PLANTA Y PERFIL
ANTEPROYECTO
ESCALA 1:250

IV.8. EXPLICACION FOTOGRAFICA.



FOT. No. 1 - VISTA GENERAL DEL PUENTE COLAPSADO



FOT. No. 2 - VISTA PARCIAL DEL PUENTE COLGANTE



FOT. No. 3 - SE PUEDEN APRECIAR LOS DIFERENTES USOS QUE SE LE DAN AL PUNTE COLGANTE ASI COMO UNA VISTA GENERAL QUE CORRESPONDE AL EJE DEL PUNTE.



FOT. No. 4 - VISTA LATERAL DEL MISMO PUENTE EN LA QUE SE APRECIA LA ESTRUCTURA QUE SOPORTA EL PUENTE COLGANTE, ASI COMO LOS LUGARES EN QUE SE REALIZARON LOS SONDEOS.

C A P I T U L O V

CONCLUSIONES

El sistema de transporte en esta región es uno de los apoyos fundamentales para el desarrollo de la economía; por el tipo de actividades comerciales que en ella se llevan a cabo, como son:

Agrícolas, ganaderas, transformación de hidrocarburos, turísticas, educativas, etc..

Petróleos Mexicanos, como sabemos, es uno de los puntales en la economía del país, cuenta con una gran infraestructura que le permite solventar las más grandes empresas en la construcción y no sólo para su propio beneficio, ya que en este caso es una obra que beneficiará directamente a miles de personas, las cuales necesitan trasladarse de un lugar a otro, con la mayor comodidad

posible y que les produzca la menor pérdida de tiempo, para así poder contar con un mayor margen de productividad.

Los puentes se constituyen en las vías terrestres, como una de las obras de mayor importancia. Puesto que significa un gran costo, debe atenderseles con la mayor atención posible, para que puedan cumplir con su objetivo de comunicar dos o más vías terrestres a largo plazo y así poder cumplir con la gran inversión que en ellos se realiza.

1. Cuando ocurre la falla de un puente por razones hidráulicas, deben revisarse cuidadosamente, entre otros, los estudios hidrológicos e hidráulicos que fueron realizados para diseñar la obra. Si se determina que son correctos y que la avenida que provocó la falla tiene una frecuencia mayor que la de diseño, deberá reconstruirse la obra con las mismas características que tenía originalmente y de ninguna manera hacerla de mayores dimensiones que llevan un costo mayor.

2. Es de suma importancia considerar el tamaño de los claros para que los cuerpos flotantes atoren, ya que pueden formar una represa que pondría en peligro la estabilidad del puente.

3. Las líneas de conducción de hidrocarburos no son un juego, se deben manejar con la mayor responsabilidad posible, ya que son un peligro constante, que en un descuido pueden causar catástrofes de dimensiones inauditas, por lo que a costa de un mayor gasto económico deben manejarse en su trazo y construcción, tratando de respetar los centros de población, así como las grandes obras para que en caso de accidente no se afecte más de lo necesario.

4. La ruta propuesta nos brinda la suficiente confiabilidad, ahorrándonos gastos económicos innecesarios.

5. Los trabajos topográficos para este tipo de estudios, deben de gozar de la mayor confiabilidad posible, puesto que es la base para la construcción futura, así como la obtención de los datos estadísticos, para su nuevo proyecto.

6. Esta clase de trabajos tan importantes, deben ser encomendados al personal especializado, para que a la hora de la ejecución no haya fallas que casi llevan a un fracaso. Y que cada parte tenga su responsabilidad, con pleno conocimiento de lo que está haciendo y del prestigio que está jugando, esto es más relevante cuando se labora en empresas que tienen un gran campo de trabajo en todo el país.

7. La realización de este trabajo está basado en un problema real y de actividad. En estos instantes el plano topográfico y el estructural ya se encuentran elaborados y debidamente aprobados en las instalaciones de PEMEX, esperando la señal inicial para su ejecución al 100%.

B I B L I O G R A F I A

Métodos hidrológicos para previsión de escurrimiento. Osain Dabian Rojas, Ramón Domínguez M. Dirección General de Servicios Técnicos de la SCT. 1984.

Hydrology for engineers and planners. Allen T. Hjelmfelt y John Cassidy.

Topografía General. Ing. Sabro Higshida Miyabara.

Curso básico para supervisores de obra. Subdirección de Proyecto y Construcción de Obras.

Organigrama estructural básico de la superintendencia local de construcción. Petróleos Mexicanos. Instituto Mexicano del Petróleo.

Manual de Proyecto Geométrico de Carreteras. SAHOP, 1971.

Los estudios toponidráulicos en vías terrestres. Ing.
Alonso Díaz García. (Tesis).

Elementos de Astronomía de Posición. Ing. Manuel Medina
Peralta. Ed. Limusa.