

201
3

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA



**LOS ESTUDIOS TOPOHIDRAULICOS EN
VIAS TERRESTRES**

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
INGENIERO TOPOGRAFO Y GEODESTA
P R E S E N T A :
ALVARO DIAZ GARCIA



MEXICO, D. F.

1989

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**



Universidad Nacional
Autónoma de México



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

	Pág.
PROLOGO	1
CAPITULO I	
INTRODUCCION	2
CAPITULO II	
ESTUDIOS GENERALES PARA LA UBICACION DE UN CRUCE DE LA VIA TERRESTRE	
II.1 Definición y elección de un cruce	5
II.2 Estudios preliminares	7
II.2.1 Reconocimiento preliminar	8
II.2.2. Estudio Topográfico	10
II.2.3 Estudio Hidráulico	11
II.2.4 Estudio Hidrológico	12
II.2.5 Estudio de Cimentación	13
II.2.6 Datos de construcción	14
II.2.7 Datos de tránsito	15
CAPITULO III	
ESTRUCTURACION GENERAL DE LOS ELEMENTOS DE APOYO PARA EL LEVANTAMIENTO TOPOHIDRAULICO	
III.1 Libretas de campo	16
III.2 Retrazo y nivelación del eje de proyecto.	19
III.3 Colocación y nivelación de los monumentos de concreto .	28
III.4 Orientación del eje	30
III.5 Secciones transversales al eje	31
III.6 Trazo y nivelación de poligonales auxiliares o de apoyo	33
III.7 Levantamiento de perfiles apoyados en la poligonal de apoyo	36

	Pág.
III.8	Levantamiento de perfiles auxiliares 38
III.9	Trazo y nivelación del perfil del fondo del cauce 39
III.10	Localización y levantamiento de secciones hidráulicas. . . 42

CAPITULO IV

LOS ESTUDIOS TOPOHIDRAULICOS

IV.1	Definición 60
IV.1.1	Planta General 61
IV.1.2	Planta Detallada 63
IV.1.3	Perfil de construcción 64
IV.1.4	Perfil detallado 66
IV.1.5	Plano de pendiente y secciones hidráulicas 67
IV.1.6	Croquis de puentes cercanos 76
IV.1.7	Croquis de localización 77
IV.1.8	Informe General 79
IV.1.9	Informe de campo para proyecto de puentes y viaductos . . 82
IV.1.10	Informe Fotográfico. 85

CAPITULO V

CONCLUSIONES 91
---------------------	--------------

BIBLIOGRAFIA 95
---------------------	--------------

PROLOGO

La realización de este trabajo me produce una gran satisfacción, por ser la culminación de una etapa más en mi formación profesional y -- por el beneficio que intento llevar a todas las personas relacionadas con los estudios topohidráulicos.

La motivación del presente, se debe a que en este campo de la ingeniería no se cuenta con fuentes de información técnica disponible. - He procurado reunir, dentro de mis posibilidades durante el tiempo - que he intervenido como Revisor de Estudios Topohidráulicos en la -- Dirección General de Servicios Técnicos de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, los aspectos más útiles para satisfacer las necesidades al respecto.

La forma de presentación de los temas es con el fin de hacerla sencilla y accesible.

Agradezco a todos mis compañeros de trabajo su valiosa y desinteresada colaboración para la concretización del presente trabajo.

CAPITULO I. INTRODUCCION

México, como muchos países del mundo, enfrenta diversos problemas para continuar con su desarrollo integral, el cual se encuentra estrechamente vinculado con el crecimiento de las vías de comunicación. A pesar de que ha existido gran preocupación por abrir nuevos caminos a lo largo y ancho del territorio nacional y que existe una amplia red carretera y ferroviaria, no se ha logrado la total comunicación del país.

En esta época se ha podido presenciar indudablemente el mayor progreso científico y tecnológico de la humanidad. Estos avances han permitido incrementar considerablemente la eficiencia en la producción, y mejorar la calidad de los bienes y servicios que demanda la comunidad, metas que no habían sido posible alcanzar, si no se hubiera contando con las obras básicas de infraestructura. Entre otros servicios destaca, por su importancia y dinamismo el que corresponde a las vías terrestres para el transporte de personas y bienes.

En nuestro país, las vías terrestres constituyen la espina dorsal del servicio de transporte entre las zonas de producción y consumo. Es importante destacar que cualquier país que no cuenta con una infraestructura de transporte adecuada, no podrá desarrollarse totalmente. Esta apreciación permite percatarse de la magnitud e importancia que tiene para el desarrollo nacional, mantener y mejorar el sistema de comunicación terrestre.

Una estructura auxiliar de las vías terrestres sin la cual éstas no po-

drían cumplir la función para la que son proyectadas, la constituyen los puentes, viaductos y alcantarillas que se utilizan para cruzar las corrientes de agua o depresiones topográficas, que de otra manera harían imposible o muy deficiente el proyecto de una vía de comunicación. Dada la importancia que reviste para las carreteras y ferrocarriles el estudio de estas obras, en este trabajo se trata un aspecto que resulta fundamental para su proyecto; esto lo constituye la hidráulica de las obras, para que estas sean capaces de drenar los gastos máximos que escurran por las corrientes naturales sin que lleguen a destruirlas o dañarlas a tal grado que impidan la circulación de los vehículos de transporte, lo que ocasiona daños materiales y económicos, algunas veces de gran cuantía.

Al elaborar este trabajo se plantea como objetivo principal resaltar la importancia que tienen los estudios topohidráulicos en los cruces de las vías terrestres dentro del marco de estudio, que son el fundamento para el proyecto de la infraestructura, además de no pretender entrar en el área de especificaciones de diseño y construcción de las obras.

Así en el capítulo II, se pretende dar una visión general de la elección de un cruce de la vía terrestre. En el capítulo III se describen los elementos de apoyo que conforman el prototipo del levantamiento topohidráulico, mencionando sus funciones, características e indicando la importancia que tienen en el desarrollo de dicho levantamiento.

En el capítulo IV se describe que es el estudio topohidráulico y el objetivo de cada uno de sus elementos, los que se obtienen en gabinete apoyados en la información del levantamiento. Estos elementos se emplean en el proyecto hidráulico de la obra de drenaje.

Por último en el capítulo V, se presentan algunas conclusiones y recomendaciones que se desprenden de la experiencia adquirida, que en alguna forma ayudarán a tener una visión más amplia.

CAPITULO II. ESTUDIOS GENERALES PARA LA
UBICACION DE UN CRUCE DE -
LA VIA TERRESTRE.

- Definición y elección de un cruce

Cruce, es la intersección de una vía terrestre con un cuerpo de agua, generalmente una corriente natural o artificial: río, arroyo o canal, aunque también puede ser una laguna o estero.

También las intersecciones con barrancas quedan comprendidas dentro del término cruce, aunque en estos casos la naturaleza del problema es de índole casi exclusivamente topográfica y el aspecto hidráulico es de mínima o nula importancia. Así las obras que salvan el obstáculo natural se denominan "viaductos". Quedan excluidas por consiguiente las intersecciones de dos vías terrestres, las que también pueden requerir de la construcción de puentes, los cuales se conocen como "pasos a desnivel".

En la elección del cruce no solamente influye el costo de la obra, también hay que tomar en cuenta otros factores como son las ventajas y desventajas que presenta cada una de las posibles alternativas y su influencia en el costo inicial, la conservación y el costo de operación.

Aunque no se pueden fijar reglas absolutas, pues cada problema se trata y resuelve particularmente. Los siguientes puntos de ventajas y desven-

tajas pueden ser útiles al estudiar la localización de un cruce.

A).- VENTAJAS

- * Longitudes máximas de tangentes
- * Distancia de visibilidad máxima posible en las curvas
- * Cantidades compensadas en el trabajo de terracerías (corte y terraplén)
- * Cantidad mínima de sobreacarreo
- * Localización de material disponible económicamente
- * Cambios mínimos de pendiente en la rasante
- * Poca y adecuada curvatura horizontal

B).-DESVENTAJAS

- *Localización a lo largo de laderas con material inestable
- * Cambios bruscos de pendiente
- * Curvas ciegas o de distancia visual restringida
- * Curvatura inversa
- * Dos curvas en la misma dirección con una tangente intermedia muy corta

II.2.- ESTUDIOS PRELIMINARES

Al proyectar y construir un puente es de importancia fundamental contar con toda la información necesaria, pues de nada serviría diseñarlo con gran esmero y cuidado si se carece de la información completa que proporcione las características del lugar donde se va a localizar o si ésta es escasa o errónea, puede resultar que la obra no es la apropiada a las condiciones del lugar.

La información preliminar es importante desde el punto de vista económico, con una buena información se hace una elección adecuada. Por lo que se puede decir que la elección, es el aspecto más importante y al mismo tiempo el más difícil en el proyecto de puentes, pues se logra una mayor economía con una buena localización que con refinamientos de diseño.

La información se obtiene del reconocimiento y los estudios preliminares, los que se deben realizar con la amplitud y profundidad que requiera la importancia del puente y el costo del mismo.

Los estudios preliminares que se llevan a cabo, dependen principalmente de las características del puente, del obstáculo que se va a salvar y del tipo de terreno. A continuación se indican los estudios que se realizan con más frecuencia y se comentan brevemente. Posteriormente se profundizará en dos de ellos que son los estudios topográficos e hidráulicos (topohidráulicos).

II.2.1.- RECONOCIMIENTO PRELIMINAR

En el reconocimiento preliminar es necesario recorrer un tramo amplio del río o arroyo en estudio, con objeto de determinar las características generales de la zona y detectar los posibles cruces. Esto es fundamental para elegir un buen sitio de cruzamiento, pues las condiciones hidráulicas, topográficas y geológicas varían de un sitio a otro, en ocasiones muy próximas y si no se recorre suficientemente la zona podría darse el caso de elegir un sitio menos conveniente que otro, ubicado relativamente cerca.

Hay que estudiar en el terreno hasta qué punto la localización del puente puede ser afectado por otras vías de comunicación o por la proximidad de ciudades o de cualquier clase de obra cercana, o simplemente por los obstáculos topográficos que presenta el terreno. Así la obra que se proyecte debe guardar la mayor armonía con el terreno natural.

Hay otro aspecto, además de la localización más adecuada del cruce, y es que desde esta etapa del estudio de una ruta, es preciso determinar cuales cruces requerirán puente y cuales se podrán resolver con obras menores (alcantarillas). El tratamiento que se da a estos dos tipos de obra, desde el punto de vista de los estudios de campo, de laboratorio y de gabinete son radicalmente distintos. Las diferencias que se tienen entre puente y alcantarilla, aún cuando las dos obras sirven para cruzar corrientes existen algunas que se verán a continuación.

Se ha venido considerando como alcantarillas a las obras cuyo claro es menor o igual a 6.00 m y, por consiguiente, serán puentes las estructuras con claro mayor a dicho valor. Además de esta diferencia en longitud, existe otra muy importante, que se refiere al tratamiento que se le da a estas obras; en tanto que para el proyecto de los puentes se realizan estudios topográficos, hidráulicos y de suelos para cada puente en particular, para las alcantarillas, estos estudios se reducen a un mínimo: el hidráulico se suprime, el topográfico se reduce al levantamiento del eje de la obra y a las recomendaciones de cimentación que se proporcionan apoyándose en una exploración somera que se efectúa a lo largo del eje de la carretera para determinar las características de los materiales de los cortes.

Por consiguiente, es necesario definir que cruces necesitarán los estudios de campo, para programar convenientemente los trabajos de las brigadas topohidráulicas y de exploración de suelos, con objeto de que no se omita ningún cruce que requiera dichos trabajos, pues por lo general las zonas donde se ubican los cruces son de muy difícil acceso y su costo se incrementa considerablemente al introducir los equipos, especialmente los de exploración de suelos, hasta esos lugares, teniendo que entrar a un tramo después de que ya se ha salido de él y se ha dado por terminado o, lo que es peor, cuando las brigadas se encuentran en otro lugar de la República, tal vez muy retirado del anterior.

En caso contrario, es decir, estudiar más cruces de los debidos en un tramo, también hay que evitarlo, pues estos estudios cuestan y resultaría un desperdicio de recursos.

Por consiguiente, los ingenieros que realizan el reconocimiento de campo y elaboran la lista de los cruces que requieren puente, deben tener una gran experiencia para no equivocarse en este aspecto. Claro que habrá unos arroyos tan chicos que no se tenga ninguna duda que se pueden resolver con una obra menor (alcantarillas, bovedas, vados, puente vado), ó habrá ríos o arroyos tan grandes que resulte evidente que habrán de necesitar un puente para cruzarlos, pero con frecuencia, se encuentran arroyos que están muy cerca del límite, es aquí donde se pone a prueba el buen juicio del ingeniero, máxime si se considera que esta decisión la debe tomar sin contar con un estudio tophidráulico que lo respalde, pues precisamente esa decisión es la que definirá si se realiza o no este estudio.

Para ayudarse a tomar una decisión acertada en estos casos, el ingeniero debe estudiar, previamente a la realización del reconocimiento, las fotografías aéreas, el material cartográfico y la información hidrológica de la zona donde se ubica la vía terrestre en proyecto.

II.2.2.- ESTUDIO TOPOGRAFICO

El estudio topográfico tiene por objeto conocer con detalle el conjunto de particularidades que presenta el terreno en la configuración superficial de la zona donde se localiza el cruce. Este estudio es básico y de gran utilidad, apoyados en él, es posible cuantificar los movimientos de tierra, así como la altura de subrasante, localización de los apoyos y las excavaciones en los mismos.

Sirve además, en relación con el estudio hidráulico, para tener idea del comportamiento del río en la zona del cruce. Muestra si está encajonado o tiene llanuras de inundación, si tiene curvas o meandros antes y después del cruce.

El estudio topográfico queda conformado con los siguientes elementos:

- * Croquis de localización
- * Planta general
- * Planta detallada
- * Perfil de construcción
- * Perfil detallado
- * Informes

II.2.3.- ESTUDIO HIDRAULICO

En el estudio hidráulico hay que recabar información en campo de todos aquellos datos indispensables para proyectar un puente adecuado con las características hidráulicas de la corriente que se trata de cruzar, como son:

- *Gasto máximo durante las avenidas
- *Nivel de aguas en las avenidas
- *Velocidad del agua en avenidas
- *Frecuencia de las avenidas

- * Duracion de las avenidas
- * Zonas que se inundan
- * Dirección general de la corriente
- * Coeficientes de rugosidad del cauce
- * Diametros de los cuerpos máximos arrastrados (en el fondo)
- * Dimensiones de los cuerpos flotantes
- * Divagaciones del curso del río
- * Epoca de estiaje
- * Condiciones del río durante el estiaje
- * Posibilidad de socavación
- * Obras artificiales que alteren el funcionamiento hidráulico normal de la corriente

El estudio hidráulico proporciona todas las características hidráulicas de la corriente en la sección del cruce, asociadas a una avenida extraordinaria registrada en campo, ya sea por huellas encontradas en el cauce o por información de las personas del lugar que proporcionan la frecuencia de las avenidas la cual debe analizarse con amplio criterio.

11.2.4.- ESTUDIO HIDROLOGICO

El estudio hidrológico en algunas ocasiones sirve de apoyo al estudio hidráulico, asociándole una frecuencia de la avenida cuyos datos se recopilan en campo. Se efectúa basándose en las características fisiográficas y climatológicas de la cuenca donde se localiza el cruce en estudio, proporciona el gasto máximo asociado a un período de retorno, determinado en función de la vida útil y la importancia de la obra; que se traduce en el grado de riesgo que se acepta correr de que el - -

puede sea excedido en su capacidad una vez en cierto número de años.

Hay que hacer hincapié en que los puentes se proyectan para la avenida máxima que se pueda presentar en el sitio de cruce, sin embargo hay - - que aceptar correr cierto riesgo de que el puente resulte insuficiente alguna vez durante su vida útil.

Por eso las fallas que en algunas ocasiones ocurren en los puentes, no deben verse como fracasos derivados de proyectos o de estudios defectuosos, sino como casos imprevistos desde la etapa de la toma de decisiones, en -- las cuales se ha verificado la posibilidad de falla cuyo riesgo fué aceptado de antemano.

11.2.5.- ESTUDIO DE CIMENTACION

En relación con el estudio de cimentación, se deben tomar en el terreno todos aquellos datos que aseguren la perfecta estabilidad de la obra, para lo cual se requieren exploraciones del subsuelo, ya sea por medio de pozos a cielo abierto o con ayuda de máquinas perforadoras, con las cuales es posible extraer muestras de material.

Las muestras de material que se obtienen, son objeto de análisis y mediante ensayos de laboratorio se conocen sus propiedades mecánicas y compor--

tamiento que puede esperarse de dichos materiales, al colocar alguna obra con cargas adicionales.

En gabinete, se hacen estudios cuidadosos de la influencia de las grandes avenidas sobre los materiales, es decir se calcula la socavación para la avenida máxima de proyecto, determinando la profundidad de desplante de los apoyos de la estructura para garantizar su estabilidad.

11.2.6.- DATOS DE CONSTRUCCION

Los datos de construcción tan importantes como los anteriores, se refieren a la obtención de la información inherente a la construcción futura de la obra. Entre los datos más importantes están los siguientes:

- * Ubicación de bancos de materiales
- * Materiales y elementos disponibles en la región
- * Costos de transporte
- * Equipo disponible
- * Mano de obra especializada en la zona
- * Accesos al lugar de la obra
- * Posibilidad de contar con servicios (agua, electricidad, gasolina, talleres de reparación, habitación, etc.).

II.2.7.- DATOS DE TRANSITO

En lo referente a los datos de tránsito, se obtiene en el terreno la información relacionada con las condiciones locales. Estas pueden hacer variar el ancho de calzada, la capacidad de carga y a su vez, esto puede modificar el tipo de puente que se adopte. Estos datos, junto con las características generales de la vía de comunicación, determina las bases para el diseño de los puentes, cuyas características esenciales son las siguientes:

- * Número de carriles de circulación
- * Banquetas
- * Guarniciones
- * Parapetos
- * Tipo de vehículo que va a transitar
- * Velocidad de operación

CAPITULO III.- ESTRUCTURACION GENERAL DE LOS ELEMENTOS DE APOYO PARA EL LEVANTAMIENTO TOPOHIDRAULICO.

III.1.- LIBRETAS DE CAMPO

Para todo estudio toponidráulico de un cruce de vía terrestre es necesario contar con una o más libretas de campo según se requiera. Estas son el -- único registro permanente del trabajo que se realiza en el sitio de estudio. Si son incompletas o incorrectas, o si se destruyeran, se pierde todo o gran parte de lo invertido. Por lo que, el anotador es muy importante.

Una libreta de registro que contiene información que se reúne durante varios días o semanas, cuesta mucho dinero, debido a la manutención en campo de la brigada de tres o cuatro gentes. Por todo ello, conviene que -- tenga el nombre y la dirección del propietario escritos con tinta en la -- cubierta y en el interior.

Los datos de campo que se registran los usa normalmente el personal de -- gabinete u oficina para hacer los cálculos y planos. De manera que es -- esencial que las notas sean inteligibles para cualquier enterado, sin -- tener que mediar explicaciones verbales.

Las notas se escriben con un lápiz o portamina por lo menos de dureza 3H, para que se grabe la escritura en el papel, haciendo cierta pene-

tración. Las libretas hechas para el objeto soportan condiciones de humedad en el campo y permiten leer lo escrito.

No se permite ninguna borradura de los datos registrados. Si es incorrecto un número, se cruzará luego con una pequeña raya sin alterar su legibilidad, y se anotará arriba el valor correcto. Si se tiene que cancelar -- toda una página, se trazan líneas diagonales entre las esquinas y se escribe con letra legible la palabra CANCELADA, explicando las razones.

Se realizan cuatro tipos de anotaciones: croquis, tabulaciones, descripciones y combinación de aquellos. El tipo más común es el combinado, pero un anotador experimentado seleccionará la modalidad que mejor se adapte al -- trabajo que vaya a realizar.

La ubicación de un punto de referencia puede ser difícil de identificar sin un esquema, y a menudo son suficientes unas cuantas líneas para su descripción. Los bancos de nivel se describen generalmente como se indica a continuación.

B.N. 106-2 S/GRAPAS
 EN TRONCO DE "CAPULIN" A 37.10 m IZQ.
 DE EST. 105+573.70, ELEV. PROM.=2512.817 m.

En la portada del registro de campo se escriben todos los datos referentes al cruce: nombre, camino, tramo, kilometraje y origen. Ejemplo.

CRUCE : RIO "CUANANA"

CAMINO : STO. DOMINGO IXCATLAN - CUANANA

TRAMO : STA. MARIA YOLOTEPEC - CUANANA

KM : 15 + 090.00

ORIGEN : STA. MARIA YOLOTEPEC, OAX.

Estos datos se repiten en la primera hoja, incluyendo el nombre de la compañía o brigada que realizó el trabajo, así como el jefe respectivo. Posteriormente el índice y por último los registros de los elementos del índice.

III.2.- RETRAZO Y NIVELACION DEL EJE DE PROYECTO

La brigada especializada en la realización de los estudios para puentes debe efectuar como primer paso, el retrazo del eje para apoyar la configuración topográfica. Este se hace con mayor detalle que el realizado por la brigada de localización, y para su ejecución se tiene que contar con los planos del trazo definitivo en planta y en perfil. La longitud queda definida por el funcionamiento hidráulico del cruce y por la topografía de la zona; en general, debe cubrir la zona donde quedarán ubicados él o los puentes que será necesario construir para resolver el problema hidráulico. Fuera de esta zona podrán utilizarse los datos obtenidos por la brigada de localización.

Quando el camino no se ha empezado a construir el retrazo se hace partiendo de puntos fijos del trazo original, como son los PST, PC, PT, TE, EC, CE, -- etc., en los cuales siempre se ponen estacas, trompos o monumentos de concreto con un clavo en el centro de línea y su cadenamamiento; en el caso del camino construido se localiza su eje por las referencias fuera del derecho de vía de los puntos antes mencionados.

El objeto del retrazo es verificar con tránsito y cinta de acero todos y cada uno de los trompos originales y de no encontrarlos se colocan de nuevo con el testigo correspondiente. La trayectoria que sigue puede ser en tangente, en curva (simple o compuesta) o en su caso una combinación de ambas; lo que depende principalmente de la ubicación geográfica del sitio en estudio, condicionado por los aspectos técnicos, políticos y económicos de la región. Estos aspectos definen también el esviamiento del eje de trazo en relación al sentido del escurrimiento, el cual se define como el ángulo formado entre es-

te último y la normal al eje de trazo del lado de aguas arriba, es costumbre apoyar la normal en el punto de intersección de ambas trayectorias y medir el ángulo a partir de ella. Este puede ser izquierdo o derecho. Ver dibujos.

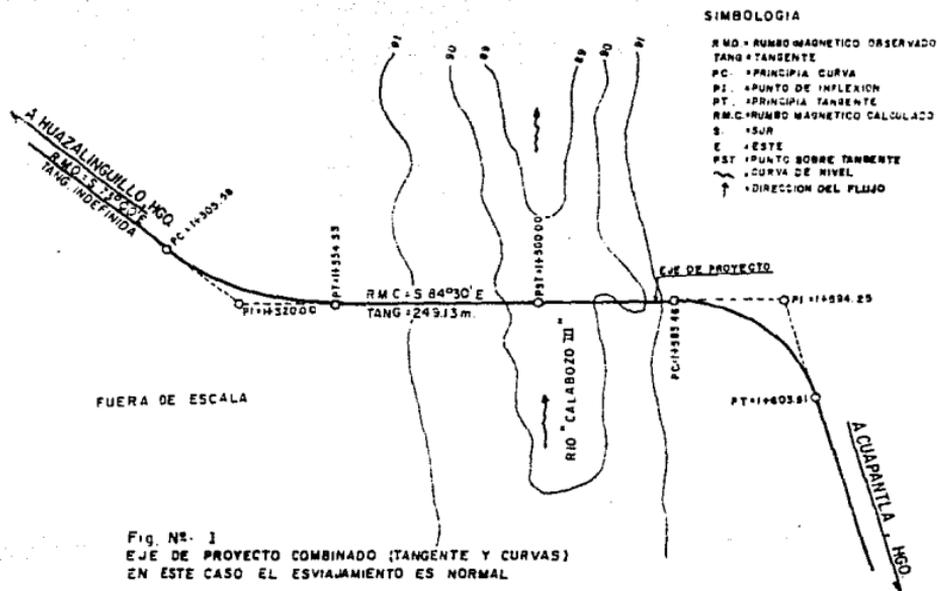


Fig. No.2.-Eje de proyecto en tangente con su respectivo esviamiento



SIMBOLOGIA

- R.A.C. = Rumbo Astronómico Calculado
- P.S.T. = Punto Sobre Tangente
- E.S.V. = Esviamiento
- LONG. TANG. = Longitud Tangente
- I.Z. = Itinerario
- P.C. = Principio Curva
- P.C.C. = Principio Curva Circular
- P.I. = Punto de Inflexión
- T.C. = Termina Curva Circular
- P.T. = Principio Tangente
- S = Sur
- N = Norte
- E = Este
- C = Centro de Línea
- (---) = Curva de Nivel
- P.C.E. = Punto Sobre Curva Espiral
- S.T. = Sum-Tangente Espiral

FUERA DE ESCALA

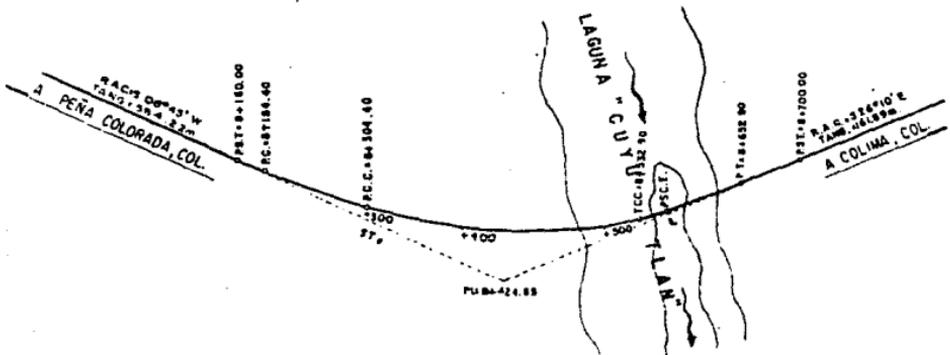


Fig. No.3.-Eje de proyecto en curva, el esviamiento es normal (0°)

Antes de utilizar el tránsito o teodolito se deben verificar las condiciones mecánicas y geométricas del instrumento para conocer su estado y en su caso hacer las correcciones correspondientes.

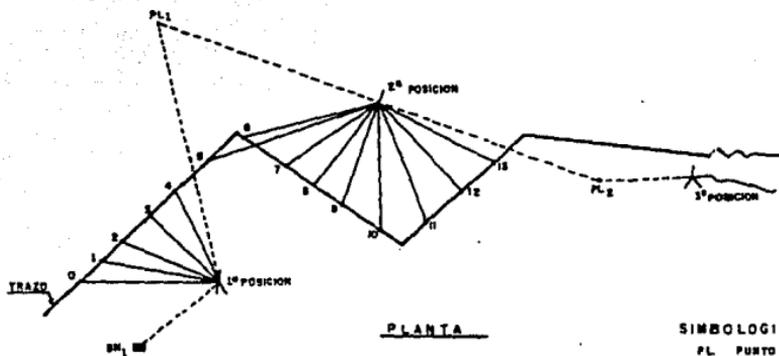
Por lo que se refiere a la nivelación del eje de proyecto. Se define como nivelación, al término que se aplica a cualquiera de los procedimientos altimétricos, por medio de los cuales se determinan elevaciones, o bien, diferencias de elevación o desniveles para obtener los datos necesarios para la elaboración de los planos.

Las alturas de los puntos se toman a partir de un plano de referencia, -- siendo el más común el nivel medio del mar. La nivelación geométrica se ejecuta con los instrumentos llamados equialtimetros; de los cuales hay -- varios tipos. Tienen ciertas características constantes, que se requiere conocer para determinar el grado de precisión con que se puede trabajar -- con un instrumento determinado. Estas constantes son: radio de curvatura del frasco del nivel, poder amplificador del anteojo, y el valor angular de una división del frasco. Si se desconocen estos datos de fabricación, deben determinarse.

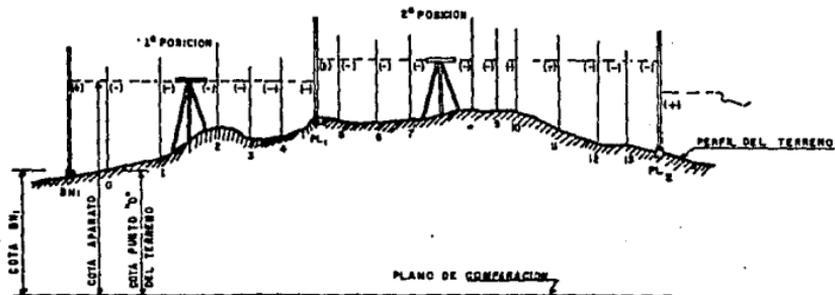
Con el instrumento en condiciones de uso se efectua la nivelación del -- perfil del eje. Esta se apoya en un B.N. (Banco de Nivel) del proyecto definitivo; si éste está retirado más de 200 m del cruce, se fija uno auxiliar cerca del mismo, sobre grapas o placa metálica debidamente -- promediado y referenciado al eje de proyecto, en un lugar seguro, ina-

movible, fuera del derecho de vía, y de la influencia del N.A.M.E. (Nivel de Aguas Máximas Extraordinarias), a menos que existan llanuras de inundación. En caso de no existir un B.N. cercano al cruce, se coloca uno con elevación arbitraria de tal magnitud que no vayan a resultar cotas negativas a los puntos del perfil, requiere también del establecimiento de puntos de liga (P.L.), sobre los cuales se toman lecturas positivas y negativas. Estas lecturas y las de los B.N. se leen con mucho cuidado ya que son el control de la nivelación.

Adicionalmente se obtiene cualquier número de lecturas intermedias a lo largo de la línea, desde cada estación del instrumento, como se ilustra en la figura siguiente.

PLANTA**SIMBOLOGIA**

- PL PUNTO DE LIGA
- BN BANCO DE NIVEL
- X INSTRUMENTO
- + LECTURA POSITIVA
- LECTURA NEGATIVA

PERFIL

Como se puede ver en el registro, se toma una lectura positiva en un banco de nivel, y lecturas intermedias en las estaciones, en los quiebres de la superficie del terreno y en los puntos críticos, hasta alcanzar el límite de distancia visual precisa. Luego se elige un punto de liga, se traslada el instrumento hacia adelante y se repite el procedimiento. El nivel se emplaza generalmente fuera de la línea de centros, para poder obtener visuales de longitud más uniforme. Se establecen así bancos de nivel exteriores a lo largo de la ruta.

TRABAJO _____ OBSERVADOR _____

LUGAR _____ FECHA _____ APARATO _____

P.O.	+	COTA APARATO	LECTURAS BN y PL	PUNTOS (-)	COTAS
BN ₁	3.750	63.750		(+)	60.000
0			(-)	2.768	60.982
1			(-)	2.389	61.361
2				1.843	61.907
3				1.265	62.485
4				1.842	61.908
PL ₁	1.756	65.110	0.396		63.354
5			(-)	0.585	64.525
6			(-)	0.590	64.520
7				0.911	64.199
Etc				Etc	
PL ₂			3.699		61.411
BN ₂					COTA BN ₂

REGISTRO

ANOTACIONES
EN LA 1ª PO-
SICION DEL
INTRUMENTO

ANOTACIONES
EN LA 2ª PO-
SICION DEL
INTRUMENTO

± (+)

± (-)

Las nivelaciones como todo trabajo en topografía se deben comprobar. La comprobación de la nivelación del eje de proyecto se hace llevando una nivelación diferencial por los PL del BN último al BN inicial para llegar a la cota o elevación de partida, conocida.

Suponiendo que se trabaja con un instrumento ordinario, cuyas constantes sean del orden de 20 metros para el radio de curvatura y 25 diámetros para el poder amplificador, aproximando lecturas hasta de 3 milímetros y con visuales máximas, constantes, de 150 m aproximadamente, puntos de liga sólidos, el error máximo o tolerancia es:

$$T = \pm 0.04 \sqrt{K}$$

donde K= número de kilómetros recorridos con la nivelación, comprendiendo la ida y el regreso.

m= metro

T= tolerancia

Si se rebasa el error de cierre permitido, se hacen uno o más recorridos adicionales hasta estar dentro de la tolerancia.

Es recomendable para obtener una buena precisión, efectuar la nivelación por la mañana o por la tarde, o bien en días nublados, para evitar que la temperatura pueda afectar a los estadales y los rayos solares al instrumento; evitar la reverberación leyendo en el estadal arriba de los 10 cm.

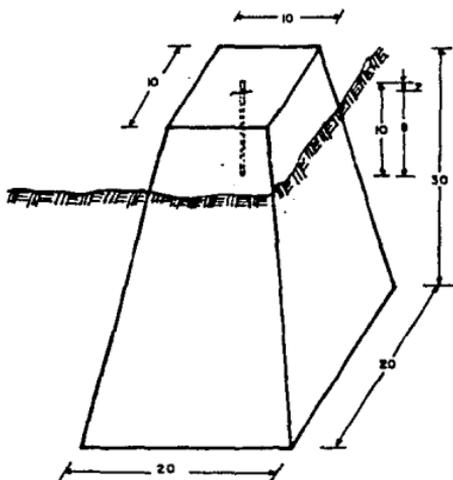
El error depende en gran parte del número de puestas de aparato. Entonces para una misma distancia recorrida será mayor el error en terreno accidentado que en terreno plano donde se requieran menos cambios de instrumento, y las visuales atrás y adelante se pueden ir haciendo iguales fácilmente.

También se ha observado que lo más conveniente para nivelar un tramo definido, entre bancos, es que sea un mismo observador el que lo haga hasta finalizar, y en el mismo día, en forma continua sin interrupciones, pues todas las operaciones, tanto del nivelador como de los estadaleros se mecanizan y se hacen rutinariamente, logrando una uniformidad que se traduce en mayor precisión y velocidad del trabajo.

III.3.- COLOCACION Y NIVELACION DE LOS MONUMENTOS DE CONCRETO.

Los monumentos de concreto en la configuración topográfica, constituyen un elemento de referencia, cuya importancia radica para apoyar el retrazo futuro del eje de vía terrestre, en la construcción del puente. Los monumentos, se refieren a puntos importantes del eje de proyecto como son: PST, PSST, PC, etc., y quedan a una distancia del mismo, de tal manera que no pueden ser destruidos durante la construcción de la obra y siempre que sea posible, fuera de la zona de inundación de la corriente o de terrenos de cultivo. La línea de referencia podrá ser normal o tener cualquier inclinación con respecto al eje de trazo.

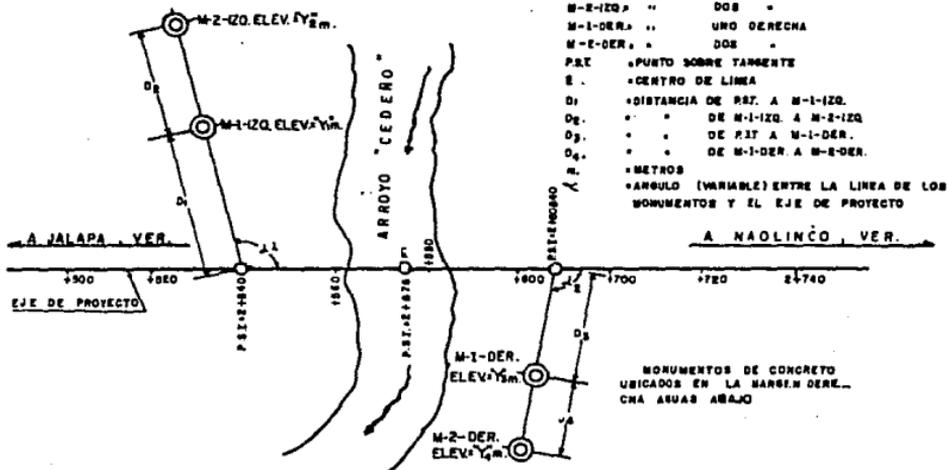
Se colocarán, salvo en casos especiales, cuatro monumentos o mojoneras de concreto, ubicando de preferencia dos en cada margen colinealmente. Las dimensiones son aproximadamente las siguientes: 20 cm por lado en la base mayor 10 cm por lado en la base menor y 30 cm de altura.



ESC. 1:500
ACOTACION EN cm.

En su cara superior al centro remata un clavo o varilla, o bien, una saliente que define el punto que permite apoyar el estadal. También se graba el número de monumento, la situación respecto al cadenamamiento del eje y su distancia al mismo. Como se observa en la figura.

MONUMENTOS DE CONCRETO
UBICADOS EN LA MARGEN
IZQUIERDA, AGUAS ARRIBA



SIMBOLOGIA

ELEV. = ELEVACION (VARIABLE)
 M-1-IZQ. = MONUMENTO UNO IZQUIERDA
 M-2-IZQ. = " DOS "
 M-1-DER. = " UNO DERECHA
 M-2-DER. = " DOS "
 P.S.T. = PUNTO SOBRE TANGENTE
 E. = CENTRO DE LINEA
 D₁ = DISTANCIA DE P.S.T. A M-1-IZQ.
 D₂ = " DE M-1-IZQ. A M-2-IZQ.
 D₃ = " DE P.S.T. A M-1-DER.
 D₄ = " DE M-1-DER. A M-2-DER.
 = METROS
 A = ANGULO (VARIABLE) ENTRE LA LINEA DE LOS
 MONUMENTOS Y EL EJE DE PROYECTO

MONUMENTOS DE CONCRETO
UBICADOS EN LA MARGEN DERE...
CHA AGUAS ABAJO

La nivelación de dichos monumentos se efectúa al milímetro. Se apoya ésta en un B.N. conocido o arbitrario que se estableció ya con anterioridad.

III.4.- ORIENTACION DEL EJE

La dirección u orientación de una línea se determina por el ángulo horizontal entre ésta y una línea de referencia que definen el rumbo o Azimut.

La línea de referencia, generalmente es la meridiana, que puede ser la línea magnética norte-sur, o la meridiana verdadera.

La aguja magnética de una brújula proporciona un medio para establecer la meridiana de referencia. Pero como la dirección de las fuerzas magnéticas es variable en los diversos puntos de la tierra, y la aguja de la brújula es sensible a atracciones locales, su uso es confiable cuando el trabajo no requiere precisión.

Para obtener con precisión la dirección del eje de proyecto es necesario utilizar la meridiana astronómica. La dirección norte-sur verdadera se puede obtener mediante observaciones del sol o de las estrellas o bien, a partir de coordenadas conocidas de dos puntos.

Con las observaciones solares es suficiente para obtener la precisión que se requiere (1'). Se emplea el método de alturas absolutas del sol.

III.5.- SECCIONES TRANSVERSALES AL EJE

Las secciones transversales en la configuración topográfica se apoyan en el eje de trazo proyectado y normales a éste regularmente, en uno ó ambos lados. Estas se ubican a cada 20 m siguiendo el kilometraje; en ocasiones se requieren puntos intermedios.

Las secciones se hacen con nivel fijo cuando el ancho de la zona por configurar es grande, plano y sin fuerte pendiente para no tener que hacer cambios de posición del aparato que hacen tardada la operación. El procedimiento que se sigue es semejante a la nivelación de perfil.

Lo más frecuente es que las secciones se obtengan con nivel de mano, especialmente cuando el terreno es accidentado, pues el aparato en este caso es el mismo observador, y se traslada rápidamente.

El punto de partida para obtener cada sección es el del eje cuya cota se determinó con la nivelación del perfil.

Principalmente las secciones se utilizan para obtener la configuración de las terracerías de acceso, ya se trate de un puente nuevo o de una ampliación. Como se ilustra en la siguiente figura (para el caso de una ampliación).

III.6.- Trazo y nivelación de poligonales auxiliares o de apoyo

Ya realizado el retrazo de la vía terrestre en estudio, se trazarán las poligonales auxiliares, también conocidas como poligonales de apoyo, -- que forman parte fundamental en el esquema que conforma la estructuración topohidráulica. La poligonal se apoya sobre cualquier punto del eje del camino de proyecto, siguiendo, de ser posible, la margen del arroyo; el número de poligonales puede variar según las características topográficas e hidráulicas del cruce, generalmente se emplea una sola, aunque en corrientes importantes se utilizan dos; en casos muy especiales, ríos -- con zonas de inundación muy amplias, se emplea el número de poligonales que sea necesario, cuidando que estas no tengan una separación mayor de -- 300 m., salvo en corrientes permanentes cuyo ancho obligue a trazarlas -- más separadas; en estos casos es importante que las poligonales sean cerradas con la finalidad de obtener una topografía más confiable. La nivelación se efectúa apoyándose en el B.N. que se estableció con anterioridad.

Las poligonales se trazan formando un ángulo recto o con cierta inclinación respecto a la vía terrestre (ver figura siguiente), y se prolongan en el sentido longitudinal de la corriente, tanto aguas arriba como aguas abajo en la longitud que se considere necesaria para que el levantamiento topográfico , permita definir el funcionamiento hidráulico de la corrien-

te.

En las poligonales auxiliares se apoyan los perfiles de Topografía.

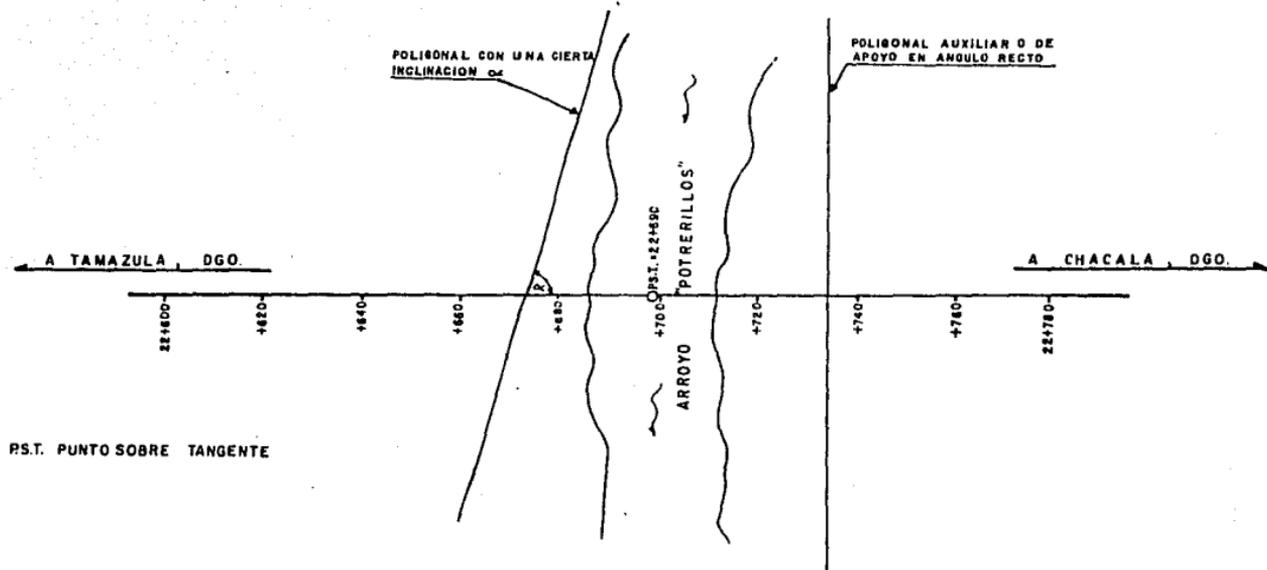


FIGURA QUE MUESTRA LA UBICACION DE POLIGONALES DE APOYO CON DIFERENTES INCLINACIONES.

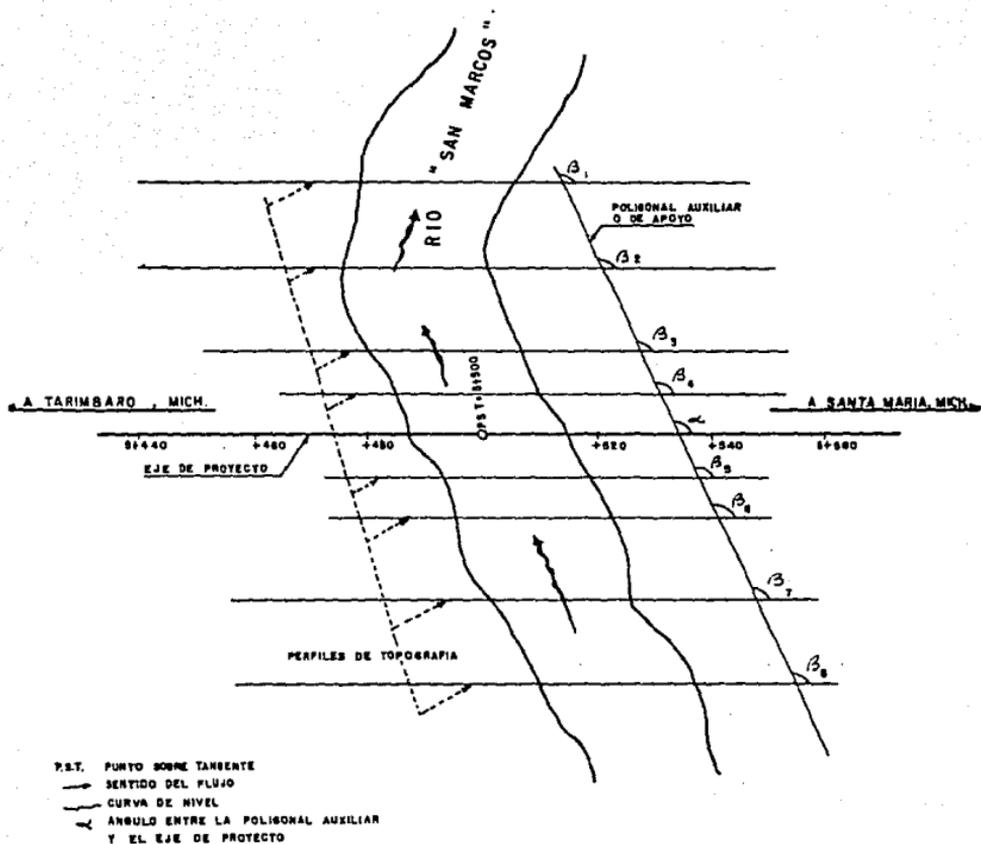
III.7.- Levantamiento de perfiles apoyados en la poligonal de apoyo

Los perfiles son los elementos que permiten obtener la información necesaria del levantamiento, es decir las elevaciones o cotas para cubrir el terreno - en los diferentes puntos, que al ser vaciados en el plano permiten obtener - la configuración topográfica, a la escala conveniente.

Estos elementos pueden ser perpendiculares o tener cierta inclinación con -- respecto a la poligonal de apoyo, su separación depende de las condiciones - topográficas del lugar, pueden ser del orden de los 10, 20 o 40 m; la separación más común es la de 20 m., quedando la de 10 m restringida a la zona don de se ubicará el puente, la separación de 40 m se utiliza para terrenos muy planos; su longitud no debe exceder de 200 m.

La nivelación para los perfiles se realiza con nivel fijo y cinta de lienzo, salvo casos especiales que por el tipo de terreno se aceptará con nivel de - mano, o la combinación de ambos.

La siguiente figura ilustra al respecto.

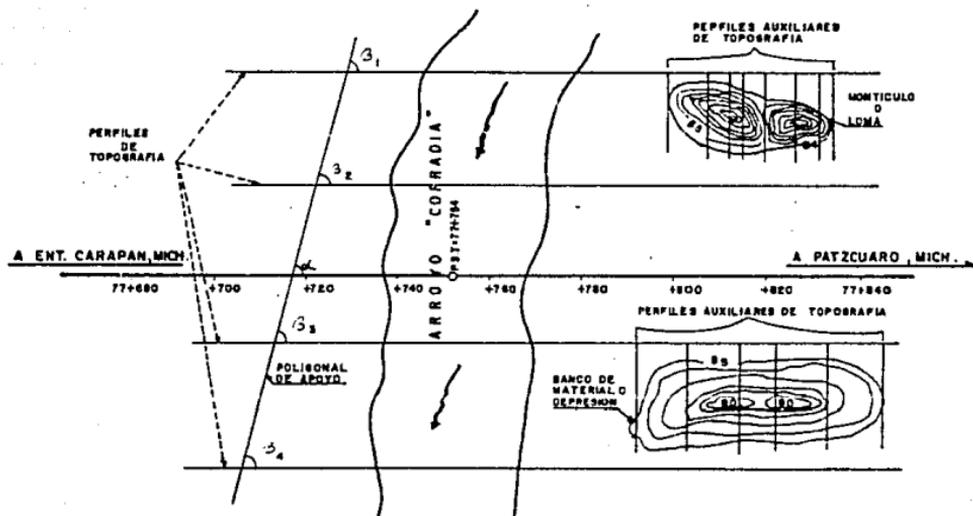


LA FIGURA MUESTRA LOS PERFILES DE TOPOGRAFIA CON UNA INCLINACION β , CON RESPECTO A LA POLIGONAL DE APOYO

III.8.- Levantamiento de perfiles auxiliares

El empleo de los perfiles auxiliares de Topografía no es muy frecuente, sólo se utilizan para levantar detalles intermedios entre los perfiles de Topografía, como son; montículos, depresiones, etc., con el fin de obtener un mejor levantamiento.

La longitud de los perfiles auxiliares no rebasa los 20 m y regularmente se trazan perpendiculares a los perfiles de topografía; su ubicación queda sujeta a la localización del accidente topográfico que se quiere levantar.



III.9.- Trazo y nivelación del perfil del fondo del cauce.

La nivelación del fondo del cauce tiene como función principal la determinación de las pendientes geométricas e hidráulicas de la corriente; aunque su nombre indica que se nivela por el fondo del río u arroyo, en muchas -- ocasiones es imposible hacerlo debido a los tirantes; se traza una poligonal abierta lo más cerca posible al cauce principal, de una de las margenes. Es conveniente que su origen coincida con el eje del trazo, a partir del cual se nivela en la dirección del flujo, tanto aguas arriba como aguas abajo del cruce en una longitud tal que la pendiente del río quede definida en el tramo donde se ubiquen las secciones hidráulicas, por lo que no existe un criterio definido que permita establecer la longitud de la nivelación, que variará en cada caso.

Al realizar la nivelación del perfil del fondo se deben nivelar al mismo tiempo los NAMES (Nivel de Aguas Máximas Extraordinarias) encontrados, ya sean éstos, informados por gente del lugar u observados en campo. En los casos donde sea posible, se debe medir la velocidad superficial mediante un flotador natural, obtener la pendiente en la superficie del agua, y la elevación de la misma en la sección del cruce al efectuar la medición. Los niveles de remansos se indican en los planos como tales.

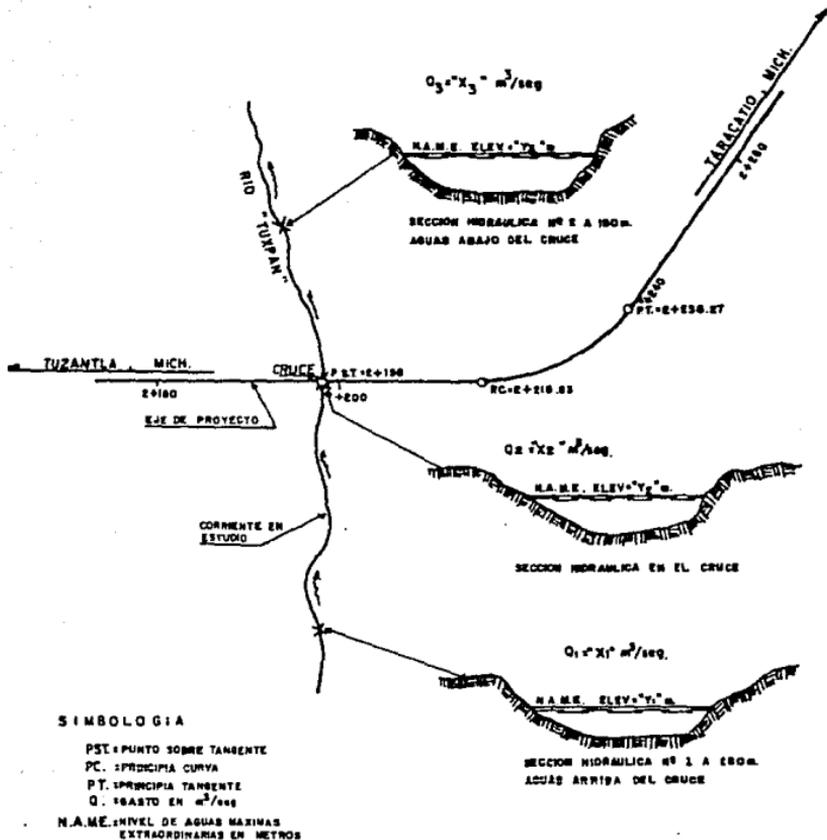
Cuando se tengan tirantes entre 1 y 4 m se obtienen las profundidades del agua con estadal o sondaleza. Si se utiliza una sondaleza ésta debe tener

un peso mínimo de 10 a 15 kg., dependiendo de la velocidad de la corriente, para garantizar que no sea arrastrada por el flujo. Cuando se trate de tirantes mayores de 4 m se utiliza una ecosonda para medir las profundidades del agua.

Habr^á ocasiones en que la pendiente sea uniforme en toda la longitud nivelada, pero con mucha frecuencia hay necesidad de considerar pendientes diferentes en el tramo estudiado, que se consideran en el cálculo de las respectivas secciones hidráulicas.

Si no existe un tramo adecuado para el estudio por el método de sección y pendiente, el supervisor indica el sitio adecuado.

CROQUIS DEL PERFIL DEL FONDO DEL RIO Y LAS SECCIONES
HIDRAULICAS CORRESPONDIENTES.



III.10.- LOCALIZACION Y LEVANTAMIENTO DE SECCIONES HIDRAULICAS

Las secciones hidráulicas en la configuración topohidráulica, son importantes y requisito indispensable para el cálculo del gasto. Siempre que las condiciones topográficas e hidráulicas lo permitan, se levantan 3 secciones hidráulicas, que son normales al sentido general del escurrimiento, durante las -- avenidas máximas. Generalmente se sitúa una sección en el cruce, otra aguas arriba y la tercera aguas abajo; las dos últimas en realidad sirven de comprobación al gasto obtenido con la del cruce, que es la que se emplea para el diseño hidráulico (ver figura anterior). Esta situación sería ideal, --- aunque en la mayoría de los casos es necesario ubicar las secciones en otros lugares.

El gasto se calcula utilizando el método de sección y pendiente que fue establecido para el flujo uniforme permanente, que ocurre cuando el tirante, el área, la velocidad y el gasto, son constantes a lo largo del conducto a través del tiempo. No obstante, en corrientes naturales no es fácil que - se presente este tipo de escurrimientos, aunque así se considera para fines de cálculo, en la inteligencia de que los resultados serán poco aproximados, pero generalmente satisfactorios en los problemas prácticos. La expresión que nos relaciona el comportamiento del agua con las características físicas y geométricas del conducto por donde fluye, es del tipo siguiente.

$$Q = A \frac{1}{n} R_h^{2/3} S^{1/2}$$

Conocida como la FORMULA DE MANNING

donde

Q = Gasto (m^3/s)

A = Area hidráulica (m^2)

Rh = Radio hidráulico (m)

S = Pendiente hidráulica

Por su simplicidad de forma y por haberse encontrado resultados satisfactorios al aplicarla en la práctica, su uso es muy difundido.

Uno de los aspectos que debe cuidarse en la aplicación del método; sobre todo cuando se trata de canales naturales reside particularmente en la determinación del coeficiente "n", conocido como coeficiente de rugosidad de Manning. Es importante indicar que este valor no es el mismo que se emplea para todas las ocasiones y para valuarlo no existe tampoco un método exacto; este valor una vez definido significa estimar la resistencia al escurrimiento, lo cual es realmente un problema intangible. Para ingenieros dedicados a esta actividad representa un profundo juicio de ingeniería y experiencia, y para los que inician en este campo, puede ser no más de una adivinanza; asimismo diferentes individuos obtendrán resultados variados. Lo dicho anteriormente, el ingeniero debe poseer pleno conocimiento de las características fisiográficas, topográficas e hidráulicas de la corriente en estudio, lo que posteriormente equivaldría determinar el coeficiente "n" en gabinete, para el cálculo del gasto hidráulico.

A manera de establecer una idea general en la elección de "n" a continuación se describen los factores más importantes a tomar en cuenta en la --

inspección a realizar en campo y que caen dentro de las características fisiográficas, topográficas e hidráulicas de la corriente como antes se dijo.

- a) La rugosidad de la superficie es debido al tamaño y forma de los granos del material que forman el fondo y márgenes del arroyo o sea el material distribuido sobre el perímetro mojado de la sección hidráulica; en general se puede decir que las partículas finas tienen un valor relativamente bajo de "n" y los gruesos un valor grande de "n".
- b) La vegetación reduce la capacidad de la sección hidráulica del arroyo y además retarda en forma considerable el desplazamiento del flujo; su efecto depende principalmente de su altura, densidad, distribución y tipo de vegetación.
- c) Irregularidad del canal, comprende las irregularidades en el perímetro mojado y variaciones en la sección transversal del río, también toma en cuenta la forma del arroyo a lo largo de su desarrollo; estas irregularidades pueden ser barras de arena, ondas arenosas, promontorios y depresiones, hoyos y relieves, los cuales introducen valores adicionales a los causados por la rugosidad de la superficie y otros.
- d) Tamaño y forma del canal. El aumento en el radio hidráulico puede aumentar o disminuir n, dependiendo de las condiciones topográficas de la corriente natural.
- e) Nivel y caudal. El valor de "n" en la mayoría de las corrientes decrece con el aumento en el tirante y el caudal; cuando el agua está baja, las irregularidades del fondo del canal están expuestas y sus efectos se hacen más --

pronunciadas. Sin embargo, el valor de "n" puede ser grande para niveles altos si los bancos son rugosos y con mucha vegetación.

A manera de corroborar con los conceptos de los incisos mencionados y para facilitar un poco más la elección de "n" en la tabla siguiente se describen estos valores; también se proporciona algunas fotografías de los canales típicos que se pueden presentar en la práctica, asociados a un cierto valor de "n" para cada canal según las apariencias mostradas.

CONDICIONES DEL CANAL		VALORES	
Material Suelto	Tierra	n ₀	0.200
	Roca cortada		0.250
	Grava Fina		0.240
	Grava Aspera		0.230
Grado de irregularidad	Plano	n ₁	0.050
	Menor		0.003
	Moderado		0.010
	Severo		0.020
Variación de la sección transversal del canal	Gradual	n ₂	0.050
	Alternando ocasionalmente		0.075
	Alternando frecuentemente		0.010-0.015
Efectos relativos de obstrucciones.	Insuficiente	n ₃	0.050
	Menor		0.010-0.015
	Apreciable		0.020-0.030
	Severa		0.040-0.050
Vegetación	Baja	n ₄	0.005-0.010
	Media		0.010-0.025
	Alta		0.025-0.050
	Muy alta		0.050-0.100
Densidad de meandros	Menor	n ₅	1.000
	Apreciable		1.150
	Severa		1.300

Valores para el cálculo del coeficiente de rugosidad.

Tipo y descripción del canal	Mínimo	Normal	Máximo
A. CONDUCTOS CERRADOS DESCARGANDO PARCIALMENTE LLENOS			
A.1 Metales			
a) Latón liso	0.009	0.010	0.013
b) Acero			
1. Soldado	0.010	0.012	0.014
2. Remachado	0.013	0.016	0.017
c) Hierro fundido			
1. Pintado	0.010	0.013	0.014
2. Normal	0.011	0.014	0.016
d) Hierro forjado			
1. Negro	0.012	0.014	0.015
2. Galvanizado	0.013	0.016	0.017
e) Metal corrugado			
1. Drenaje	0.017	0.019	0.021
2. Drenaje pluvial	0.021	0.024	0.030
A.2 No metales			
a) Lucita	0.008	0.009	0.010
b) Vidrio	0.009	0.010	0.013
c) Cemento			
1. Liso	0.010	0.011	0.013
2. Mortero	0.011	0.013	0.015
d) Concreto			
1. Alcantarillado recto y libre de escombros	0.010	0.011	0.013
2. Alcantarillado con curvas, conexiones y algunos escombros	0.011	0.013	0.014
3. Acabados	0.011	0.012	0.014
4. Drenajes rectos con ventanas de inspección, entradas, etc.	0.013	0.015	0.017
5. No acabados, en cimbra de acero	0.012	0.013	0.014
6. No acabados, en cimbra de madera lisa	0.012	0.014	0.016
7. No acabados en cimbra de madera bruta	0.015	0.017	0.020
e) Madera			
1. Dreta	0.010	0.012	0.014
2. Laminada y tratada	0.015	0.017	0.020
f) Arcilla			
1. Tubos de barro cocido común	0.011	0.013	0.017
2. Tubos de albañal vitrificado	0.011	0.014	0.017
3. Tubos de albañal vitrificado con ventanas de inspección	0.013	0.015	0.017
4. Tubo vitrificado para drenes con juntas abiertas	0.014	0.016	0.018
g) Mampostería			
1. De vitrea	0.011	0.013	0.015
2. Acabados con mortero de cemento	0.012	0.015	0.017
h) Drenajes sanitarios cubiertos de laja con curvas y conexiones	0.012	0.013	0.016
i) Drenaje con fondo liso	0.016	0.019	0.020
j) Acabados de cemento rugoso	0.018	0.025	0.030

Valores del coeficiente de rugosidad de Manning.

**B. CANALES RECUBIERTOS O EN RE-
LLENO**
B.1 Metales

a) Superficies de acero lisas			
1. No pintadas	0.011	0.012	0.014
2. Pintadas	0.012	0.013	0.017
b) Garrugadas	0.021	0.025	0.030

B.2 No metales

a) Cemento			
1. Superficie lisa	0.010	0.011	0.013
2. En mortero	0.011	0.013	0.015
b) Madera			
1. Plana, no tratada	0.010	0.012	0.014
2. Plana, creosotada	0.011	0.012	0.015
3. Rústica	0.011	0.013	0.015
4. Tablones y tejamanil	0.012	0.015	0.018
5. Cubierta con tela	0.010	0.014	0.017
c) Concreto			
1. Acabado con llana metálica	0.011	0.013	0.015
2. Acabado con llana de madera	0.013	0.015	0.016
3. Acabado con grava en el fondo	0.015	0.017	0.020
4. Sin acabar	0.014	0.017	0.020
5. Guniteado, buena sección	0.016	0.019	0.023
6. Guniteado, sección ondulada	0.018	0.022	0.025
7. Sobre roca bien excavada	0.017	0.020	
8. Sobre roca, excavado irregular	0.022	0.027	
d) Fondo de concreto, acabado con llana y tablones de:			
1. Mampostería cuidada sobre mortero	0.015	0.017	0.020
2. Mampostería burda sobre mortero	0.017	0.020	0.024
3. Mampostería junteada y aplana- da con mortero	0.016	0.020	0.024
4. Mampostería junteada con mortero	0.020	0.025	0.030
5. Mampostería seca a volteo	0.020	0.030	0.035
e) Fondo de grava con lados de:			
1. Concreto cimbrado	0.017	0.020	0.025
2. Mampostería sobre mortero	0.020	0.023	0.025
3. Mampostería seca a volteo	0.023	0.033	0.036
f) Ladrillo			
1. Vitricota	0.011	0.013	0.015
2. Con mortero de cemento	0.012	0.015	0.018
g) Mampostería			
1. Junteada con mortero	0.017	0.025	0.030
2. Seca	0.023	0.032	0.035
h) Piedra labrada	0.013	0.015	0.017
i) Asfalto			
1. Liso	0.013	0.013	
2. Rugoso	0.016	0.016	
j) Cubierta vegetal	0.030		0.500

(Continuación) Valores del coeficiente de rugosidad
de Manning.

C. CANALES EXCAVADOS O DRAGADOS EN

a) Tierra, recto y uniforme			
1. Limpio recién terminado	0.016	0.018	0.020
2. Limpio, después de intemperizado	0.018	0.022	0.025
3. Grava, sección uniforme y limpia	0.022	0.025	0.030
4. Con poco pasto y poca hierba	0.022	0.027	0.033
b) Tierra, con curvas y en régimen lento			
1. Sin vegetación	0.023	0.025	0.030
2. Pasto y algo de hierba	0.025	0.030	0.033
3. Hierba densa o plantas acuáticas y canales profundos	0.030	0.035	0.040
4. Fondo de tierra y mampostería en los lados	0.028	0.030	0.035
5. Fondo rocoso y hierba en los bordos	0.025	0.035	0.040
6. Fondo empedrado y bordos limpios	0.030	0.040	0.050
c) Excavado o dragado en línea recta			
1. Sin vegetación	0.025	0.028	0.033
2. Pocos arbustos en los bordos	0.035	0.050	0.050
d) Cortes en rocas			
1. Lisos y uniformes	0.025	0.035	0.040
2. Astillado e irregular	0.035	0.040	0.050
e) Canales abandonados, hierbas y arbustos sin limpiar			
1. Hierba densa, tan alta como la profundidad hidráulica	0.050	0.080	0.120
2. Fondo limpio, arbustos en los lados	0.040	0.050	0.080
3. Igual al anterior con máximo escurrimiento	0.045	0.070	0.110
4. Canto de arbustos, altos niveles de escurrimiento	0.080	0.100	0.140

D. CAUCES NATURALES

D.1 Arroyos (lecho de la superficie libre del agua en avenidas < 20 m)

a) Corrientes en planicies			
1. Limpio, rectos, sin deslave, márgenes profundos	0.025	0.030	0.033
2. Igual al anterior pero más rocosos y con hierba	0.030	0.035	0.040
3. Limpio, curvo, algunas irregularidades del fondo	0.033	0.040	0.045
4. Igual al anterior, algo de hierba y roca	0.035	0.045	0.050
5. Igual al anterior para menor profundidad y secciones poco regulares	0.040	0.045	0.055
6. Igual que el 4 pero más rocas	0.045	0.050	0.055
7. Tramos irregulares con hierba y troncos profundos	0.050	0.070	0.080
8. Tramos con mucha hierba, esteros profundos, o cauces de avenidas con raíces y plantas acuáticas	0.075	0.100	0.150

(Continuación) Valores del coeficiente de rugosidad de Manning.

b) Corrientes en montañas. Población en el estallido no dependientes, árboles y arbustos a lo largo de los márgenes que quedan sumergidos.			
1. Fondo de grava, bolco y aluviones cortos rodados	0.030	0.040	0.050
2. Fondo de bolco y grandes rocas	0.040	0.050	0.070
D-2 Planicies de avenidas			
a) Pasturo sin arbustos			
1. Pasto bajo	0.025	0.030	0.035
2. Pasto alto	0.020	0.035	0.050
b) Areas cultivadas			
1. Sin cosecha	0.020	0.030	0.040
2. Cosecha en tierras labrada y pradera	0.025	0.035	0.045
3. Cosecha de campo	0.020	0.040	0.050
c) Arbustos			
1. Arbustos diseminados y mucha hierba	0.035	0.050	0.070
2. Pocos arbustos y árboles, en invierno	0.035	0.050	0.060
3. Pocos arbustos y árboles, en verano	0.040	0.060	0.080
4. Mediana a densa población de arbustos, en invierno	0.045	0.070	0.110
5. Mediana a densa población de arbustos, en verano	0.070	0.100	0.160
d) Árboles			
1. Población densa de sauces, en verano, rectos	0.110	0.150	0.200
2. Terrenos talados con troncos muertos	0.030	0.040	0.050
3. Igual al anterior pero con troncos rotos	0.050	0.060	0.080
4. Árboles de madera, con pocos árboles de sombra y avenidas debajo de las ramas	0.080	0.100	0.120
5. Igual al anterior, pero las avenidas alcanzan a las ramas	0.100	0.120	0.160
D.3 Ríos (ancho de la superficie libre del agua en avenidas > 30 m). La n es menor que los arroyos de igual descripción porque los bordes ofrecen menor resistencia.			
a) Secciones regulares sin cantos rodados ni arbustos	0.025		0.050
b) Secciones rugosas e irregulares	0.035		0.100

(Continuación) Valores del coeficiente de rugosidad de Manning.



$n=0.012$

FOTO. III-1.- Canal recto revestido con losas de concreto con juntas pulidas, todas las superficies muy pulidas, aplanadas a mano y con lechada de cemento.



$n=0.014$

FOTO. III-2.- Canal con curvas suaves, revestido en concreto y con taludes tendidos, hecho con máquina revestidora.



$n=0.016$

FOTO. III-3.- Pequeño canal recto de sección uniforme, revestido en concreto con el fondo ligeramente cóncavo, éste y los taludes cubiertos con sedimentos que aumentan el valor de n .



n=0.018

FOTO. III-4.- Canal revestido en concreto lanzado sin pulir. Toda la superficie de taludes cubierta con finas algas y el fondo con dunas de arena.



n=0.018

FOTO. III-5.- Canal sin revestir excavado en marga arcillosa, con depósitos de arena limpia en el centro de la sección y fango liso cerca de los taludes.



n=0.020

FOTO. III-6.- Canal revestido en concreto, excavado en roca volcánica, muy profundo con taludes casi verticales, muy rugoso.



$n=0.020$

FOTO. III-7.- Canal de irrigación, trazo recto, en arena fina compacta.



$n=0.022$

FOTO. III-8.- Canal revestido con aplanado de cemento con aditivos colocado directamente sobre la superficie dejada por la excavación. Con hierbas que crecen en las grietas y arena suelta depositada en el fondo.



$n=0.024$

FOTO. III-9.- Canal excavado en marga arcillo-limosa sin revestir; lecho liso y duro.



n=0.024

FOTO. III-10.- Zanja revestida en ambos lados y en el fondo con piedra brasa sin juntear. Fondo bastante irregular, con guijarros sueltos.



n=0.026

FOTO. III-11.- Canal excavado en ladera, con la orilla superior generalmente con raíces y en terreno natural, la orilla inferior revestida en concreto bien acabado. Fondo cubierto de grava angulosa.



n=0.028

FOTO. III-12 Cauce natural con fondo de boleas en donde son escasas las partículas finas en el agua o la velocidad es demasiado alta, de manera que no es factible la formación de un lecho liso bien graduado.



$n=0.029$

FOTO. III-13.- Canal en tierra, excavado en suelos de aluvión no revestido, con depósito de arenas en el fondo y crecimiento de panto en las orillas.

$n=0.030$

FOTO. III-14.- Canal de taludes tendidos con grandes bolsos en el lecho.



$n=0.035$

FOTO. III-15.- Canal natural con taludes de las orillas algo irregulares; fondo bastante plano, limpio y regular; en arcillas plásticas de color gris claro a marga arcillosa color café claro; con variaciones — muy pequeñas en la sección transversal.



n=0.040

FOTO. III-16.- Canal excavado en rocas con explosivos.



n=0.040

FOTO. III-17.- Zanja en marga arcillosa y arenosa; con fondo, taludes de las orillas y sección transversal irregulares; las orillas están cubiertas con pasto.



n=0.040

FOTO. II-18.- Canal dragado con taludes y fondo irregulares, en arcilla viscosa oscura la parte superior y en arcilla amarilla la parte inferior. Los lados cubiertos con pequeños arbustos y matorrales; la sección transversal tiene variaciones pequeñas y graduales.



n=0.050

FOTO. III-19.- Canal dragado con taludes y fondo muy irregulares, en terrenos de arcilla viscosa de color oscuro y presenta crecimientos de hierbas y pasto. La sección transversal varía suavemente tanto en forma como en tamaño.



n=0.060

FOTO. III-20.- Zanja en arcilla plástica densa, con pendientes de taludes y fondo irregulares. Prácticamente toda la sección está invadida por árboles. La sección transversal tiene variaciones muy pequeñas.



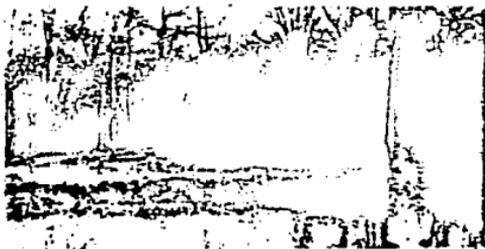
n=0.080

FOTO. III-21.- Canal dragado en arcilla resbaladiza de color oscuro y margarcillosa gris, fondo y taludes irregulares, las orillas están cubiertas con matorral denso y sauces tupidos que en ocasiones también crecen en el fondo; en el resto de ambas orillas crece la hierba y algunos sauces; algo de lodo en el fondo.



n=0.110

FOTO. III-22.- Igual que el número 21 pero con mucho follaje y lecho cubierto de hierba por cerca de 13 m.



n=0.125

FOTO. III-23.- Canal natural de avenidas en terrenos arenosos y arcillosos, sin ninguna pendiente transversal en las márgenes; fondo bastante plano y regular y fangoso, con variaciones en el tirante; bosque prácticamente virgen con muy pocos arbustos, con pequeñas zonas de matorral denso, algunos troncos y árboles caídos, y taludes de pendiente irregular; las orillas están cubiertas de pasto.



n=0.150

FOTO. III-24.- Río natural en suelo arcillo-arenoso; cauce muy sinuoso, taludes con pendientes irregulares y de fondo desigual. Tanto en el fondo como en las orillas existen muchas raíces, árboles y troncos así como árboles que caen al cauce debido a la erosión de los barrotos.

El gasto hidráulico obtenido con el método de sección y pendiente debe ser cotejado necesariamente con el resultado de un estudio hidrológico, puesto que el estudio hidráulico no siempre resulta confiable, ya que este depende básicamente de información de niveles de agua de las crecientes máximas, recabados en el lugar y estos no siempre resultan ser fidedignos. Es importante aclarar que el estudio hidrológico no queda comprendido en este trabajo por lo que solo se mencionará en forma breve.

La hidrología al desarrollarse como ciencia, ha permitido la aparición de ciertos métodos con los cuales el ingeniero proyectista cuantifica los escurrimientos que pueden presentarse en una corriente natural; dichos métodos se basan en ciertos principios e hipótesis relativos a los factores -- que intervienen en el proceso precipitación-escorrimento como son las características fisiográficas y climatológicas de la cuenca. Para conocer la información climatológica se puede recurrir a diversas dependencias del -- Gobierno Federal, como son: La Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, la Comisión Federal de Electricidad y la Comisión Internacional de -- Límites y Aguas, que cuentan en conjunto con aproximadamente 2000 estaciones climatológicas; éstas no son suficientes para cubrir con la densidad requerida una superficie de 1,972,547 km² que constituye la República Mexicana; con la escasez de éstas se desconocen en gran medida las características de las lluvias en algunas zonas. Las estaciones también están mal distribuidas y muchas tienen poco tiempo en operación.

Dado el complejo relieve y la enorme diversidad de climas que presenta el -- territorio nacional las características fisiográficas de las cuencas son --

también muy variables. Para determinarlas constituyen un auxiliar valioso las cartas topográficas, de uso del suelo, geológicas, edafológicas, climatológicas que editan la DETENAL y la SDN, aunque es conveniente aclarar -- que esta última dependencia sólo edita cartas topográficas escala 1:100 000. Lo mencionado anteriormente indica que es necesario contar con un mayor número de estaciones climatológicas e hidrométricas, ambas con una mejor distribución geográfica. Así mismo es necesario tener en mente que el estudio hidrológico tampoco proporciona un resultado definitivo y confiable, ya que ello depende principalmente de la información existente, que como antes se dijo es escasa. Los modelos hidrológicos que relacionan la precipitación con el escurrimiento hacen también una serie de hipótesis, que en muchos -- casos se alejan de la realidad.

El gasto hidrológico de la corriente en avenidas máximas extraordinarias -- está asociado a un período de retorno, mismo que se determina en función de la vida útil de proyecto y del riesgo que se pueda aceptar de que la obra -- falle, el cual es a su vez función de la importancia de ésta, de los daños que ocasionaría su falla y del costo de las reparaciones o de su reconstrucción parcial o total. Si el valor del gasto que se adopte para el proyecto es excesivo, aumenta el costo inicial, y si es escaso aumenta el costo de -- las reparaciones o reconstrucciones.

En resumen, el gasto de diseño para la estructura de drenaje será elegido -- con base en la confiabilidad de la información que se obtenga para ambos -- estudios, topohidráulico e hidrológico, en cada caso particular. Lo anterior garantizará en gran medida un funcionamiento hidráulico satisfactorio durante la vida útil de la obra.

CAPITULO IV.- LOS ESTUDIOS TOPOHIDRAULICOS

IV.1.- Definición

La Topografía es la ciencia que se encarga de estudiar el conjunto de procedimientos para determinar las posiciones de puntos sobre la superficie terrestre y la hidráulica estudia el movimiento de los fluidos, de ahí que el vocablo topohidráulico se forma considerando los dos tipos de estudios que las brigadas realizan simultaneamente, debido a la estrecha relación que -- los estudios guardan entre ellos.

Por lo tanto se define como estudio topohidráulico, aquel estudio de campo que se requiere para el cruce de una vía de comunicación con una corriente de agua, con el objeto de proyectar la estructura de drenaje necesaria, así como las obras auxiliares que aseguren un funcionamiento hidráulico adecuado.

Así, el estudio topohidráulico contiene la siguiente información:

- * Planta General
- * Planta Detallada
- * Perfil de Construcción
- * Perfil Detallado
- * Plano de Pendiente y Secciones Hidráulicas
- * Croquis de puentes cercanos
- * Croquis de Localización
- * Informe General
- * Informe de Campo para proyecto de Puentes y Viaductos
- * Informe Fotográfico

Los planos y datos antes mencionados cumplen una función específica para el proyecto de la obra de cruce, que a continuación se indica:

IV.1.1.- Planta General

La Topografía contenida en este plano debe abarcar una superficie lo suficientemente amplia de tal manera que permita conocer el funcionamiento hidráulico de la corriente en el sitio de cruce, por lo que su extensión será muy diferente en cada caso particular. La topografía permite definir la ubicación y la longitud del puente; así como de sus obras auxiliares y de protección y también canalizaciones cuando estas sean necesarias. Enseguida se mencionan algunas condiciones que permiten definir la magnitud del levantamiento topográfico:

- a) En planicies costeras, donde la pendiente del cauce es baja, se producen depósitos en el fondo del cauce que van disminuyendo el área hidráulica de la corriente, a tal grado que en épocas de crecientes, ésta resulta insuficiente para conducir el caudal aportado por la cuenca, lo que da lugar a desbordamientos e inundaciones de terrenos aledaños al río en estudio.

- b) Las curvas provocan que la corriente de agua, por el efecto de la fuerza centrífuga, se concentren en la zona cóncava, dando lugar a corrientes secundarias que provocan socavación en esa zona, y depósito en la parte convexa de la misma. Es necesario definir trayectorias de las líneas de corriente con el propósito de tomar en cuenta posibles ataques a la estructura que puedan afectar su estabilidad.

c) Los obstáculos al escurrimiento afectan considerablemente el funcionamiento hidráulico de la corriente, provocando de esta manera inundaciones en las zonas adyacentes, por el remanso que producen. Este fenómeno se aprecia más objetivamente en una zona sensiblemente plana en la que existen obstáculos que obliguen a la corriente a cambiar su curso normal, formando nuevos cauces o extensas llanuras de inundación. Un ejemplo de lo antes mencionado es el estrechamiento que provoca la construcción de un puente, o cualquier otra obra transversal a la corriente, en la que es necesario construir terraplenes de acceso en el cauce, para obstaculizar el funcionamiento normal de la corriente, produciendo remanso y desbordamientos.

Es conveniente que el plano de la planta general contenga la siguiente información:

Eje de trazo y el cadenamamiento a cada 20 m, nivel de aguas máximas extraordinarias y de diseño, sentido de la corriente, longitudes de tangentes, rumbos, datos de curvas del trazo, líneas telegráficas y telefónicas, cercas de alambre o piedra, construcciones, ubicación de secciones hidráulicas cuando sea posible, mojoneras o monumentos, ductos, canales de riego, poligonales de apoyo, secciones de topografía, esviajamiento, etc.

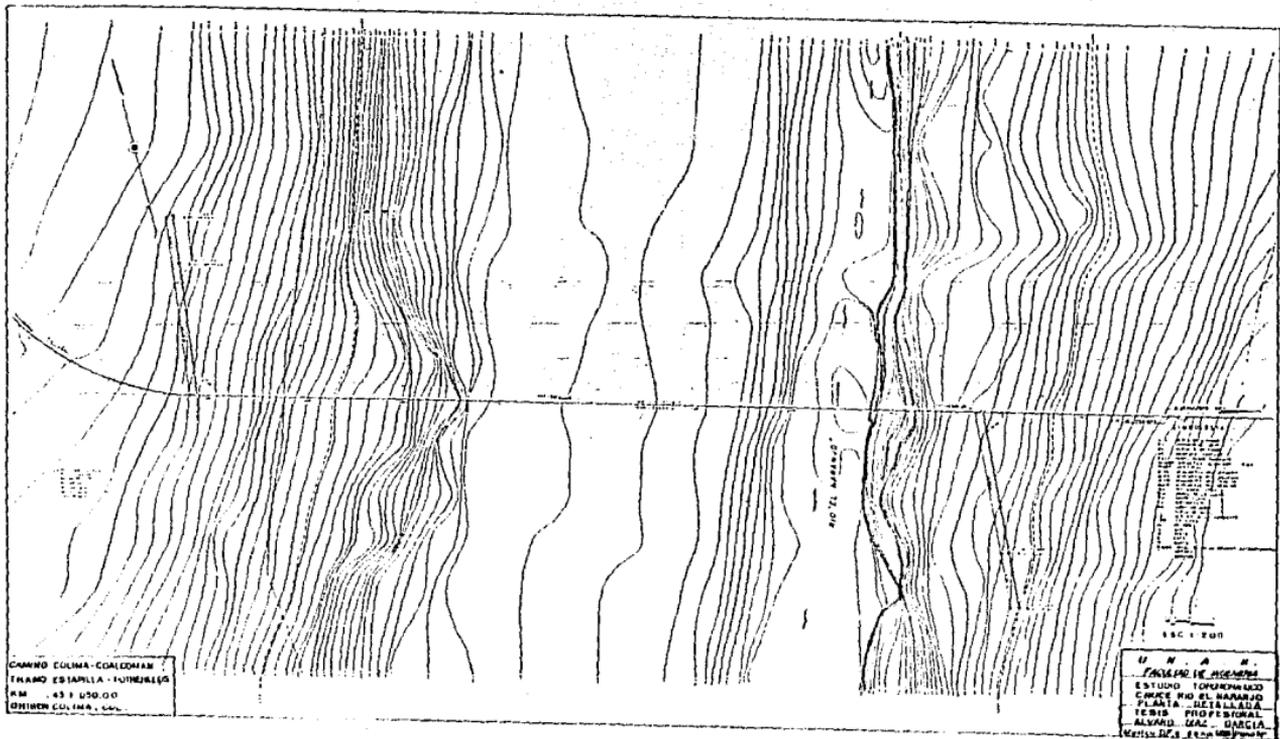
Se dibuja el levantamiento a escala 1:1000, si la mayor dimensión es del orden de los 500 m y 1:2000 para extensiones mayores, con curvas de nivel a cada metro (ver plano siguiente).

IV.1.2.- Planta Detallada

La topografía levantada en la zona donde se ubicará el puente, con curvas de nivel a cada 50 cm, y con la misma precisión que la planta general, se le conoce como planta detallada. Esta se utiliza para el proyecto estructural de la obra y abarca una franja de terreno adyacente al eje de proyecto, con una longitud en el sentido del escurrimiento de 60 m del lado de aguas arriba como hacia aguas abajo del eje de trazo; ésta dimensión se considera mínima; sin embargo, queda a criterio del proyectista prolongarla dependiendo, sobre todo, del tipo y dimensiones de la estructura en proyecto.

En el sentido transversal a la corriente, la topografía se levanta hasta por lo menos 20 m fuera del nivel de aguas máximas de diseño, si se tiene un cauce definido; si se trata de un viaducto en cuyo proyecto el NAME carezca de importancia, la planta detallada debe cubrir hasta la intersección del terreno natural con el nivel de la subrasante. En el caso de un cauce insuficiente hidráulicamente que formara llanuras de inundación muy amplias, el levantamiento topográfico debe abarcar la zona que a juicio del ingeniero especializado sea necesaria para alojar las obras de drenaje.

Es conveniente dibujar la planta detallada a escala 1:200, si la extensión es del orden de los 300 m y 1:500 para extensiones mayores a ésta. Además deben aparecer todos los conceptos indicados en el plano de la planta general. A continuación se muestra el plano correspondiente.



CAMINO COLIMA-COATEPEC
 TRAMO ESTAPILLA-TUMBELEO
 KM. 43 + 050.00
 ORISEN COLIMA, S.A.

U. N. A. M.
 FACULTAD DE INGENIERIA
 ESTUDIO TOPOGRAFICO
 TRAMO NO. 02 HARAJID
 PLANTA DETALLADA
 TERCER PROYECTO
 ALVARO GARCIA GARCIA
 MATEO GARCIA GARCIA

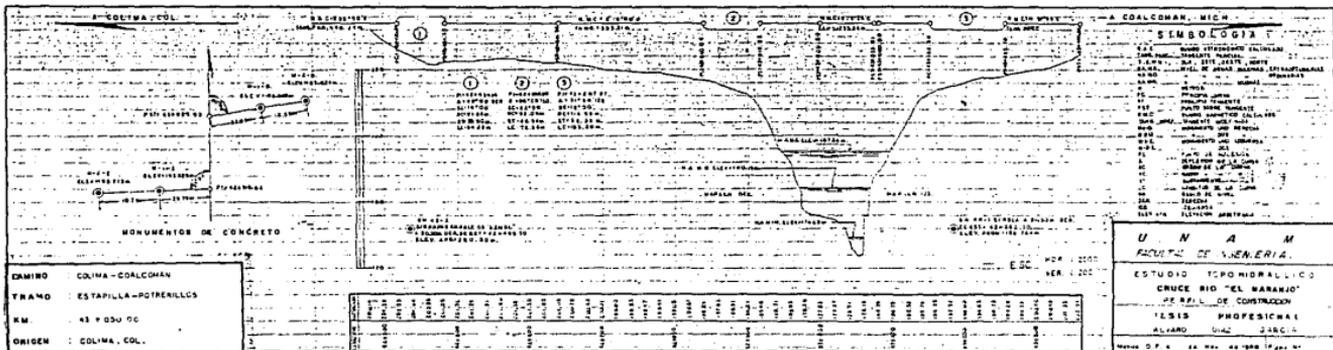
IV.1.3.- Perfil de Construcción

En este plano se dibuja el perfil del terreno natural sobre el eje de proyecto de la vía terrestre que se estudia, en un tramo de 250 m por lo menos en cada margen a partir de la intersección del NAME con el terreno natural, que es relativamente grande respecto a la longitud probable del puente; su utilidad principal radica en la utilización que de él hace el proyectista de la obra, para definir la rasante de proyecto, pudiendo modificar en la zona de cruce la rasante propuesta por el ingeniero de localización, que generalmente desconoce con precisión la elevación del nivel de aguas máximas de diseño del cruce, también es útil para definir la localización de las obras auxiliares y la longitud de las llanuras de inundación cuando son muy amplias o de los posibles cortes ó terraplenes que se requiera para los accesos a la obra en casos muy especiales; tampoco logran limitarse dentro del tramo levantado que comprende este plano.

En éste plano se indican la existencia de curvas, longitud de tangentes, nivel de rasante, los bancos de nivel, la orientación del trazo, la ubicación de los monumentos de concreto y los niveles de aguas máximas, de diseño ordinarios y mínimos.

El perfil de construcción se levanta con todo detalle por la brigada topohidráulica en la zona donde quedará ubicada la obra en estudio y podrá completarse en el resto de su longitud (la necesaria para definir el funcionamiento hidráulico de la corriente y la rasante de proyecto como antes se dijo), con los datos de trazo de la brigada de localización.

Es conveniente dibujar el plano a una escala distorsionada con el fin de resaltar las irregularidades del terreno. Siendo comunes la escala 1:2000 en el sentido horizontal y 1:200 en el vertical. A continuación se muestra el plano.



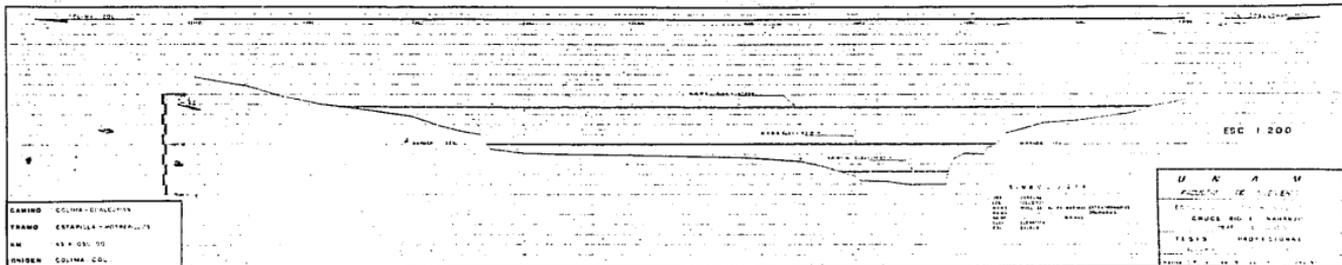
CAMINO COLIMA-COALCOMAN
 TRAMO ESTAPILLA-POTRERRILLOS
 K.M. 43 + 000 DC
 ORIGEN COLIMA, COL.

ESTACION	ALTIMETRIA																		
1	1000	11	1000	21	1000	31	1000	41	1000	51	1000	61	1000	71	1000	81	1000	91	1000
2	1000	12	1000	22	1000	32	1000	42	1000	52	1000	62	1000	72	1000	82	1000	92	1000
3	1000	13	1000	23	1000	33	1000	43	1000	53	1000	63	1000	73	1000	83	1000	93	1000
4	1000	14	1000	24	1000	34	1000	44	1000	54	1000	64	1000	74	1000	84	1000	94	1000
5	1000	15	1000	25	1000	35	1000	45	1000	55	1000	65	1000	75	1000	85	1000	95	1000
6	1000	16	1000	26	1000	36	1000	46	1000	56	1000	66	1000	76	1000	86	1000	96	1000
7	1000	17	1000	27	1000	37	1000	47	1000	57	1000	67	1000	77	1000	87	1000	97	1000
8	1000	18	1000	28	1000	38	1000	48	1000	58	1000	68	1000	78	1000	88	1000	98	1000
9	1000	19	1000	29	1000	39	1000	49	1000	59	1000	69	1000	79	1000	89	1000	99	1000
10	1000	20	1000	30	1000	40	1000	50	1000	60	1000	70	1000	80	1000	90	1000	100	1000

IV.1.4.- Perfil detallado

Este plano representa el perfil del terreno natural sobre el eje de trazo definitivo; su longitud debe cubrir la obra u obras de drenaje que vayan a proyectarse, ya que este plano es utilizado para ubicar los sondeos geológicos efectuados en campo, para determinar las características mecánicas del subsuelo y poder dibujar su perfil estratigráfico.

La escala conveniente para este plano es de 1:100 ó 1:200, dependiendo de su longitud, de tal manera que resulte manejable. Además se dibuja a la misma escala tanto horizontal como vertical. En ríos muy anchos se usa una escala más grande. Se indica el cadenamamiento a cada 20 m, N.A.M.E., N.A.M.O., N.A.M i n., origen y destino del trazo (ver plano siguiente).



CAMINO COLIMA-ESTANILLA
 TRAMO ESTANILLA-MOTERAN
 KM 43 + 00: 00
 DISEÑO COLIMA CO.

PROYECTO DE OBRAS DE MEJORA DEL CAMINO RURAL COLIMA-ESTANILLA
 TRAMO ESTANILLA-MOTERAN
 KM 43 + 00: 00
 DISEÑO COLIMA CO.

D K A M
 DISEÑO DE OBRAS DE MEJORA DEL CAMINO RURAL COLIMA-ESTANILLA
 TRAMO ESTANILLA-MOTERAN
 KM 43 + 00: 00
 DISEÑO COLIMA CO.

IV.1.5.- Plano de pendiente y secciones hidráulicas

En este plano se dibujan, el perfil del fondo del cauce de la corriente en estudio y las secciones hidráulicas. La longitud del tramo de pendiente que se nivela, tanto aguas arriba como aguas abajo del cruce, depende de la ubicación de las secciones hidráulicas, las cuales deben estar en un tramo recto del río, y con pendiente de preferencia uniforme. El perfil del fondo obtenido, en muchas ocasiones distará de ser uniforme y sus variaciones podrán ser considerables; si esto sucede, será necesario obtener en gabinete el perfil medio del fondo del cauce, que contiene representada la pendiente geométrica.

Como se mencionó en el inciso III.10 el estudio hidráulico está basado en la fórmula de Manning que es aplicable al flujo uniforme; en la naturaleza es prácticamente imposible encontrar ríos que tengan este tipo de flujo. Sin embargo, para fines prácticos se supone que la corriente en estudio presenta flujo uniforme, o sea, aquel en que la pendiente del fondo y la del perfil del agua son iguales. En general, al trazar la línea que pasa por los puntos que representan los niveles de aguas máximas extraordinarias (N.A.M.E.S.) de campo obtenemos una paralela a la pendiente media del fondo del cauce, que se designa como el perfil medio de la superficie del agua en crecientes máximas extraordinarias que contiene a la pendiente hidráulica. En todo caso, cuando dichas pendientes sean diferentes, la que se utiliza en la fórmula de Manning es la pendiente de la superficie libre del agua, es decir la pendiente hidráulica.

La importancia de este plano es fundamental, ya que se utiliza para el cálculo del gasto máximo drenado hasta el sitio de cruce, utilizando, como ya se dijo, la expresión de Manning (para tal fin se emplean los formatos de cálculos hidráulicos mostrados, que son los mismos que utiliza la S.C.T.). El dato de gasto máximo obtenido en cada sección hidráulica podrá ser diferente y, en este caso, el especialista debe elegir a criterio el más confiable, de acuerdo a la información obtenida en campo.

El plano de pendiente y secciones hidráulicas, que se muestra, debe contener principalmente la siguiente información: la pendiente geométrica e hidráulica, las secciones hidráulicas y los cálculos respectivos. La escala conveniente para el perfil del fondo del cauce es 1:1000 en el sentido horizontal y 1:100 en el vertical. Las secciones hidráulicas se dibujan en una sola escala, generalmente 1:100 ó 1:200, se indican la separación de tramos y dibujar la tabla de cálculos hidráulicos.

A continuación se muestran los cálculos hidráulicos y el plano correspondiente.

CALCULOS HIDRAULICOS

(AREAS Y PERIMETROS MOJADOS)

69

Hoja No. 1 de 2

OBRA VIAL <u>COLIMA - COALCOMAN</u>								
CRUCE <u>RIO "EL NARANJO"</u>				ESTACION <u>43+050.00</u>				
TRAMO <u>ESTAPILLA - POTRERILLOS</u>				DE km _____ A Km _____				
SUBTRAMO _____				ORIGEN <u>COLIMA, CCL.</u>				
SECCION HIDRAULICA <u>No. 1 A 160.00 m AGUAS ARRIBA</u>				NAME <u>ELEV. = 187.88 m</u>				

TRAMO	CADENA - MIENTO	DISTANCIA (m)	TIRANTE (m)	SUMA DE TIRANTES (m)	TIRANTE MEDIO (m)	AREAS		PERIMETRO MOJADO (m)
						PARCIAL (m ²)	TOTAL (m ²)	
UNO	15.61		0.00					
	20.00	4.39	2.03	2.03	1.01	4.43		
	22.00	2.00	3.65	5.68	2.84	5.68		
	27.00	5.00	5.54	9.19	4.60	21.00		
	28.00	1.00	6.50	12.04	6.02	6.02		
	33.00	5.00	7.52	14.02	7.01	35.05		
	40.00	7.00	8.79	16.31	8.15	57.05		
	24.39	24.39	34.03	59.27			131.23	26.60
DOS	40.00		8.79					
	44.50	4.50	10.06	18.85	9.42	42.39		
	60.00	15.50	9.98	20.04	10.02	115.31		
	80.00	20.00	10.23	20.21	10.11	202.20		
	100.00	20.00	10.90	21.13	10.56	211.20		
	105.00	5.00	12.01	22.91	11.46	57.30		
	108.00	3.00	13.33	25.34	12.67	38.01		
	111.50	3.50	14.20	27.53	13.76	48.16		
	118.00	6.50	14.43	28.63	14.32	91.08		
	120.00	2.00	14.45	28.88	14.44	28.89		
	124.40	4.40	14.20	28.65	14.32	63.01		
	124.50	0.10	12.50	26.70	13.35	1.34		
	125.00	0.50	9.96	22.46	11.23	5.62		
	129.50	4.50	9.66	19.62	9.81	44.15		
	131.60	2.10	9.44	19.10	9.55	20.06		
	137.00	5.40	8.49	17.93	8.97	48.44		
	140.00	3.00	7.20	15.69	7.84	23.52		
	141.00	1.00	6.52	13.72	6.86	6.86		
	142.00	1.00	5.33	11.85	5.93	5.93		
	102.00	02.00	01.68	389.24	194.62		1095.47	107.70

CALCULO _____	REVISO _____	APROBO _____
FECHA _____	FECHA _____	FECHA _____

CALCULOS HIDRAULICOS

(AREAS Y PERIMETROS MOJADOS)

72

Hoja No. 2 de 2

CARA VIAL <u>COLIMA - COALCOMAN</u>								
CRUCE <u>RIO "EL NARANJO"</u>				ESTACION <u>43+050.00</u>				
TRAMO <u>ESTAPILLA - POTRERILLOS</u>				DE Km <u>4 Km</u>				
SUBTRAMO _____				ORIGEN <u>COLIMA, COL.</u>				
SECCION HIDRAULICA <u>EN EL CRUCE</u>				NAME <u>ELEV. = 187.66 M</u>				
TRAMO	CAOENA - MIENTO	DISTANCIA (m)	TIRANTE (m)	SUMA DE TIRANTES (m)	TIRANTE MEDIO (m)	AREAS		PERIMETRO MOJADO (m)
						PARCIAL (m ²)	TOTAL (m ²)	
	43+066.00		6.95					
	43+067.50	1.50	5.42	12.37	6.19	9.29		
	95.50		249.10	487.14	243.57		1050.28	104.90
TRES	43+067.50		5.42					
	+071.00	3.50	4.35	9.77	4.88	17.08		
	+073.91	2.91	3.37	7.72	3.86	11.23		
	+080.00	6.09	2.90	6.27	3.14	19.12		
	+090.00	10.00	1.42	4.32	2.16	21.60		
	+094.00	4.00	0.07	1.49	0.74	2.96		
	+094.36	0.36	0.00	0.07	0.04	0.01		
	26.86	26.86	17.53	29.64	14.82		72.00	30.40
CALCULO _____ REVISO _____ APROBO _____ FECHA _____ FECHA _____ FECHA _____								

CALCULOS HIDRAULICOS

73

(AREAS Y PERIMETROS MOJADOS)

Hoja No 1 de 2

CERA VIAL <u>COLIMA - COLCUMAN</u>									
CRUCE <u>RIO "EL NARANJO"</u>			ESTACION <u>43-050-00</u>						
TRAMO <u>ESTAPILLA - POTRERILLOS</u>			DE Km _____ A Km _____						
SUBTRAMO _____			ORIGEN <u>COLIMA, COL.</u>						
SECCION HIDRAULICA No. <u>2 A 207.00 M CUERPOS ABAJO</u>			N A M E <u>ELEV.=187.38 M</u>						
TIPO	CADENA - MIENTO	DISTANCIA (m)	TIRANTE (m)	SUMA DE TIRANTES (m)	TIRANTE MEDIO (m)	A R E A S		PERIMETRO MOJADO (m)	
						PARCIAL (m ²)	TOTAL (m ²)		
UNO	1.38		0.00						
	6.00	4.62	2.05	2.05	1.02	4.71			
	7.00	1.00	3.15	5.20	2.60	2.60			
	10.00	3.00	3.98	7.13	3.57	10.71			
	15.00	5.00	5.19	9.17	4.58	22.90			
	20.00	5.00	6.62	11.81	5.91	29.55			
	24.50	4.50	7.44	14.06	7.03	31.64			
	25.00	7.50	7.84	15.28	7.64	57.30			
	40.00	3.00	8.55	16.37	8.18	65.64			
	50.00	10.00	9.34	17.37	8.69	119.74			
	54.62	54.62	11.74	38.44	11.74		363.89	56.30	
	DOS	56.00		8.84					
		60.00	4.00	9.81	18.65	9.32	37.28		
		65.50	5.50	11.34	21.12	10.58	58.19		
		69.50	4.00	12.47	23.81	11.90	47.60		
70.00		0.50	13.06	25.53	12.77	6.39			
73.00		3.00	13.71	26.77	13.38	30.14			
76.00		3.00	14.16	27.87	13.94	41.82			
78.00		2.00	14.21	28.37	14.18	28.36			
80.00		2.00	14.14	28.35	14.12	28.36			
83.00		3.00	13.76	27.90	13.95	41.85			
90.00		7.00	13.16	26.92	13.46	95.22			
100.00		10.00	13.16	26.32	13.16	131.00			
104.00		4.00	13.51	26.67	13.33	53.32			
106.00		2.00	13.51	27.02	13.51	27.02			
109.00		3.00	13.46	26.97	13.49	50.47			
110.00	1.00	12.76	26.22	13.11	13.11				
114.50	4.50	11.75	25.51	12.25	30.03				
120.00	7.50	10.90	22.65	11.33	54.98				
126.00	6.00	9.66	20.56	10.28	61.66				
130.00	4.00	8.39	18.05	9.02	36.08				
CALCULO _____			REVISO _____			APROBO _____			
FECHA _____			FECHA _____			FECHA _____			

CALCULOS HIDRAULICOS

(VELOCIDADES Y GASTOS)

75

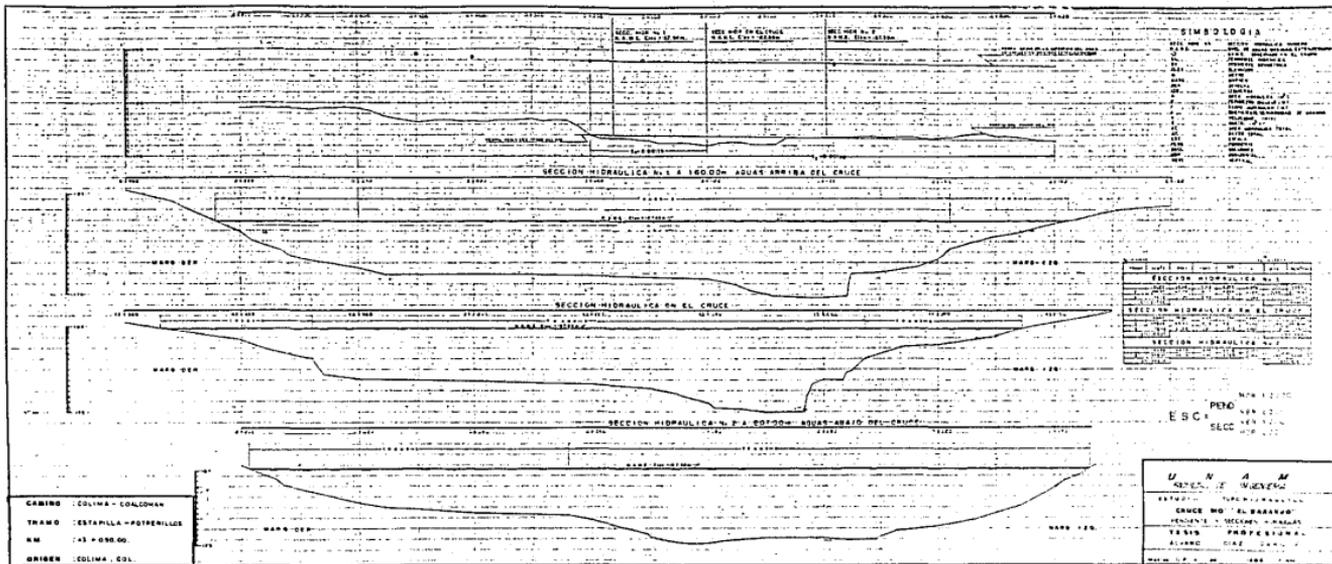
Hoja No. 40

OBRA VIAL COLIMA - COMALCOHAN		CRUCE RIO "EL NARANJO"		ESTACION 43+050.00	
TRAMO ESTAPILLA - POTRERILLOS		DE KM.		A KM.	
SUB-TRAMO		ORIGEN COLIMA, COL.			

TRAMO	AREA HIDRAULICA (M ²)	PERIMETRO MOJADO (M)	RADIO HIDRAULICO (M)	$\frac{P}{R}$	COEFICIENTE RUGOSIDAD n	VELOCIDAD V M/S	GASTO PARCIAL Q DM ³ /S	FORMULA EMPLEADA $V = \frac{1}{n} R^{2/3} S^{1/2}$
1	131.23	26.60	4.93	2.898	0.060	1.77	233	SECCION HIDRAULICA No. 1 A
2	1095.47	107.70	10.17	4.696	0.050	3.45	3779	160 M AGUAS ARRIBA
3	51.23	21.00	2.44	1.812	0.060	1.11	57	N.A.M. ELEV. = 187.88 M
								PENDIENTE S = 0.00135
								S ^{1/2} = 0.03674
								VELOCIDAD MEDIA Q/A = 3.18 m/s
SUMA	1277.93	155.30					4.069	
1	63.69	26.60	2.39	1.790	0.060	1.10	70	SECCION HIDRAULICA EN EL CRUCE
2	1050.28	104.00	10.10	4.671	0.050	3.43	3605	N.A.M. = 187.66 M
3	72.00	27.60	2.61	1.895	0.060	1.16	84	PENDIENTE S = 0.00135
								S ^{1/2} = 0.03674
								VELOCIDAD MEDIA Q/A = 3.15 m/s
SUMA	1185.97	158.20					3759	
1	363.89	56.10	6.46	1.420	0.060	2.12	772	SECCION HIDRAULICA No. 2 A
2	978.37	94.10	10.40	4.766	0.050	3.50	3425	207.00 M AGUAS ABAJO
								N.A.M. = 187.38 M
								PENDIENTE S = 0.00135
								S ^{1/2} = 0.03674
								VELOCIDAD MEDIA Q/A = 3.13 m/s
SUMA	1342.26						4197	

CALCULO	REVISO	APROB.
FECHA	FECHA	FECHA

PASA A LA HOJA No.



SIMBOLOGIA

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	-----

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	-----

1:500
ESC
 PENO
 ESC
 SECC

CABINO COLIMA - CALCOMAN
 TRAMO CASTILLA - POTREUILLE
 N.º 1 - P. ENDO
 DISEÑO COLIMA, COL.

U N A M
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MEXICO
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
 CRUCE NO. 1 EL BARRIO DE
 RESERVA 2 SECCION - PARANAL
 TESIS PROFESIONAL
 ALVARO DIAZ
 1960

IV.1.6.- Croquis de puentes cercanos.

La existencia de puentes cercanos construidos sobre la corriente en estudio, son verdaderos modelos hidráulicos a escala natural; es conveniente contar con el levantamiento de la estructura sólo cuando se trata de ampliaciones o trazos paralelos cercanos, que se dibujan a una escala conveniente, por ejemplo, 1:100, proporcionando información acerca de su ubicación. Es fundamental averiguar el comportamiento hidráulico de la obra y antigüedad. Los levantamientos incluyen corte transversal y longitudinal y una planta de la obra, como se muestra en la figura, todos ellos con sus respectivas dimensiones claramente definidas y acotadas.

En los puentes que se localicen alejados del cruce, bastará con que se proporcione un croquis, donde se indique la longitud total del puente, su distribución en claros y un perfil del terreno en el sitio. Seguirán siendo de fundamental importancia los datos de su comportamiento y antigüedad.

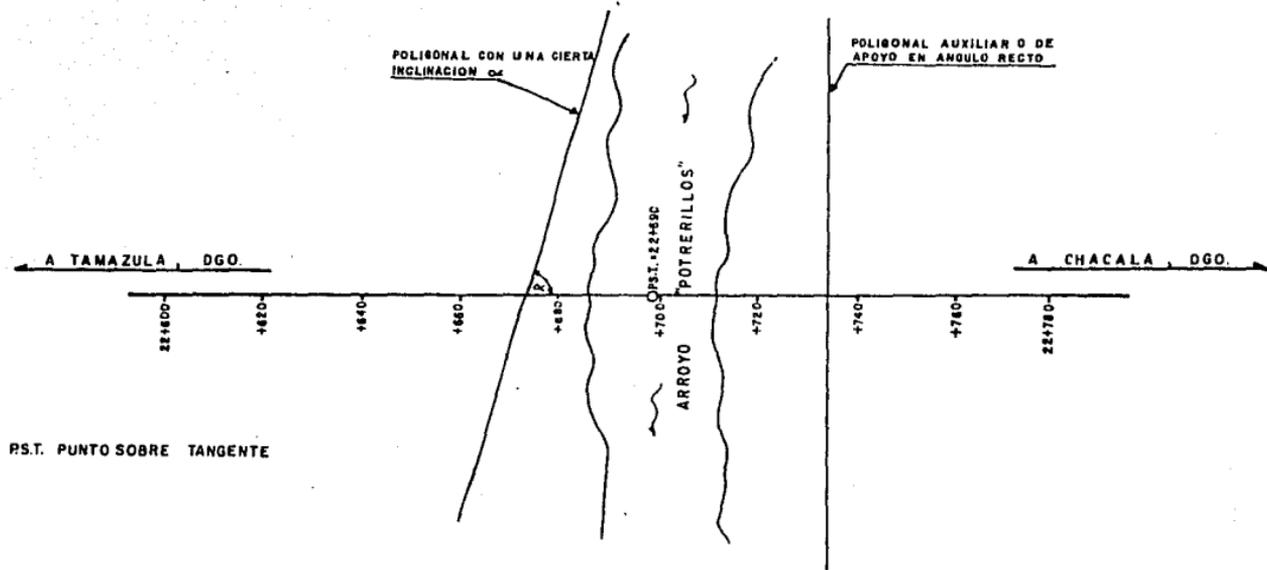
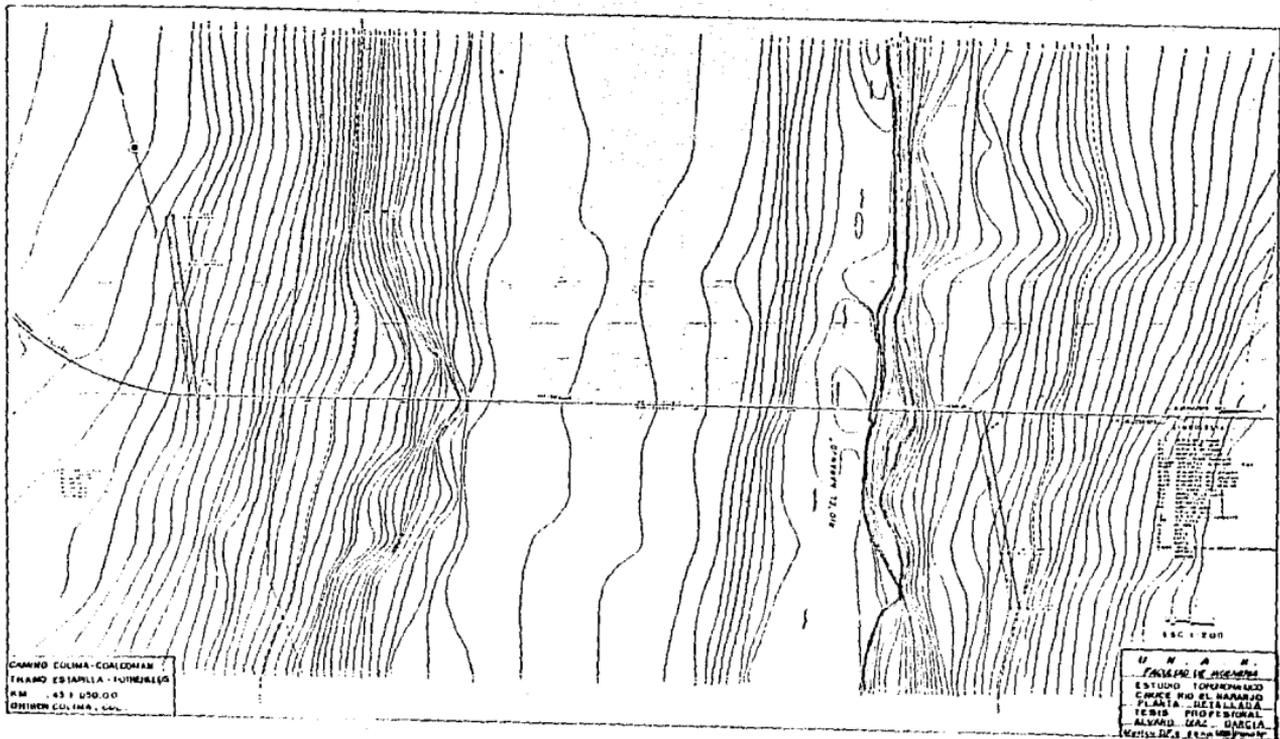
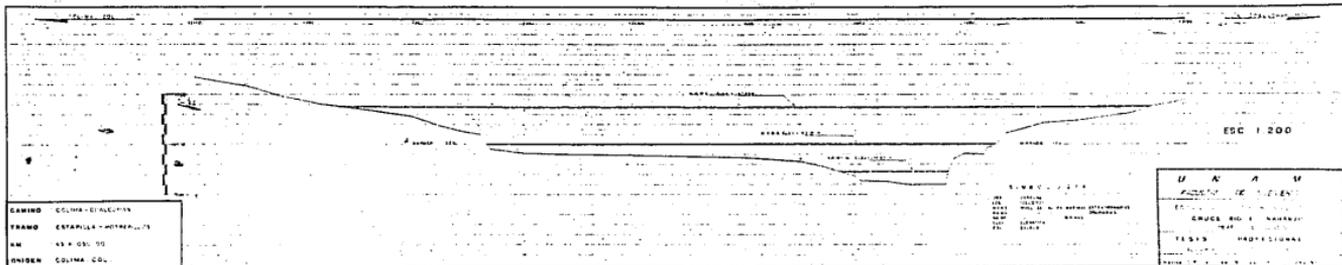


FIGURA QUE MUESTRA LA UBICACION DE POLIGONALES DE APOYO CON DIFERENTES INCLINACIONES.



CAMINO COLIMA-COATEPEC
 TRAMO ESTAPILLA-TUMBELECO
 KM. 43 + 050.00
 ORISEN COLIMA, S.A.S.

U. N. A. M.
 FACULTAD DE INGENIERIA
 ESTUDIO TOPOGRAFICO
 TRAMO DEL CAMINO
 PLANTA DETALLADA
 TERCER PROYECTO
 ALVARO GARCIA GARCIA
 MATEO GARCIA GARCIA



CAMINO COLIMA-ESTALUYAN
 TRAMO ESTALUYA-MOTRAN
 KM 43 + 00: 00
 DISEÑO COLIMA CO.

ESC 1:200

D K A M
 ESCALA DE 1:200
 CRUCE RIO S. BARRANCO
 FERIA PROFESIONAL

CALCULOS HIDRAULICOS

(VELOCIDADES Y GASTOS)

75

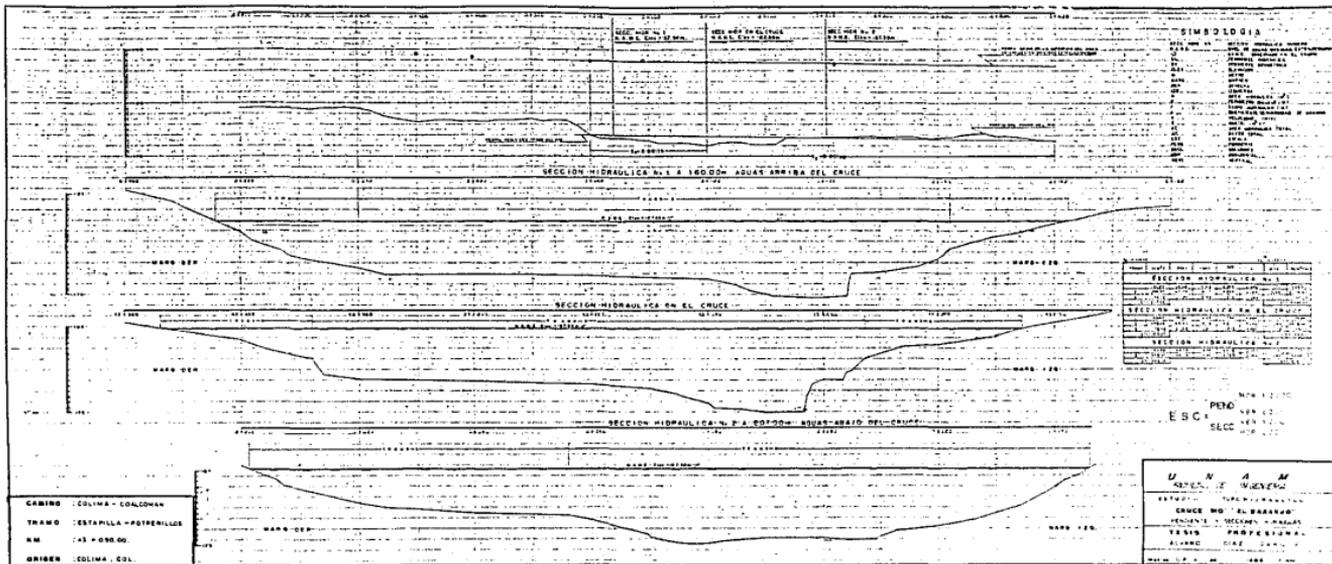
Hoja No. 40

OBRA VIAL COLIMA - COMALCOHAN		CRUCE RIO "EL NARANJO"		ESTACION 43+050.00	
TRAMO ESTAPILLA - POTRERILLOS		DE KM.		A KM.	
SUB-TRAMO		ORIGEN COLIMA, COL.			

TRAMO	AREA HIDRAULICA (M ²)	PERIMETRO MOJADO (M)	RADIO HIDRAULICO (M)	$\frac{P}{R}$	COEFICIENTE RUGOSIDAD n	VELOCIDAD V M/S	GASTO PARCIAL Q DM ³ /S	FORMULA EMPLEADA $V = \frac{1}{n} R^{2/3} S^{1/2}$
1	131.23	26.60	4.93	2.898	0.060	1.77	233	SECCION HIDRAULICA No. 1 A
2	1095.47	107.70	10.17	4.696	0.050	3.45	3779	160 M AGUAS ARRIBA
3	51.23	21.00	2.44	1.812	0.060	1.11	57	N.A.M.F. ELEV. = 187.88 M
								PENDIENTE S = 0.00135
								S ^{1/2} = 0.03674
								VELOCIDAD MEDIA Q/A = 3.18 m/s
SUMA	1277.93	155.30					4.069	
1	63.69	26.60	2.39	1.790	0.060	1.10	70	SECCION HIDRAULICA EN EL CRUCE
2	1050.28	104.00	10.10	4.671	0.050	3.43	3605	N.A.M.F. 187.66 M
3	72.00	27.60	2.61	1.895	0.060	1.16	84	PENDIENTE S = 0.00135
								S ^{1/2} = 0.03674
								VELOCIDAD MEDIA Q/A = 3.15 m/s
SUMA	1185.97	158.20					3759	
1	363.89	56.10	6.46	1.420	0.060	2.12	772	SECCION HIDRAULICA No. 2 A
2	978.37	94.10	10.40	4.766	0.050	3.50	3425	207.00 M AGUAS ABAJO
								N.A.M.F. 187.38 M
								PENDIENTE S = 0.00135
								S ^{1/2} = 0.03674
								VELOCIDAD MEDIA Q/A = 3.13 m/s
SUMA	1342.26						4197	

CALCULO	REVISO	APROB.
FECHA	FECHA	FECHA

PASA A LA HOJA No.



SIMBOLOGIA

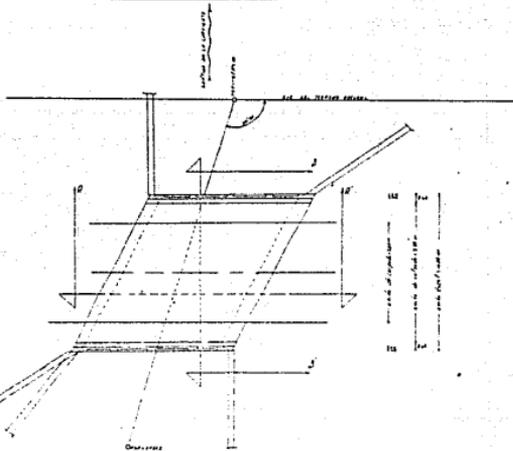
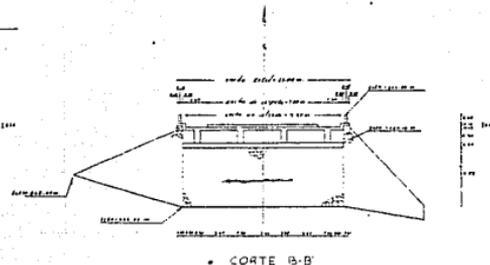
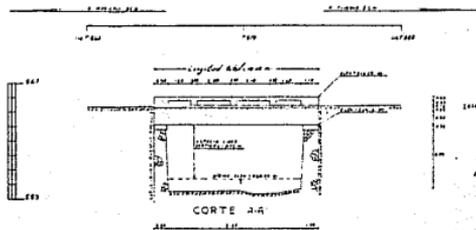
1	SECCION HIDRAULICA
2	SECCION HIDRAULICA
3	SECCION HIDRAULICA
4	SECCION HIDRAULICA
5	SECCION HIDRAULICA
6	SECCION HIDRAULICA
7	SECCION HIDRAULICA
8	SECCION HIDRAULICA
9	SECCION HIDRAULICA
10	SECCION HIDRAULICA
11	SECCION HIDRAULICA
12	SECCION HIDRAULICA
13	SECCION HIDRAULICA
14	SECCION HIDRAULICA
15	SECCION HIDRAULICA
16	SECCION HIDRAULICA
17	SECCION HIDRAULICA
18	SECCION HIDRAULICA
19	SECCION HIDRAULICA
20	SECCION HIDRAULICA
21	SECCION HIDRAULICA
22	SECCION HIDRAULICA
23	SECCION HIDRAULICA
24	SECCION HIDRAULICA
25	SECCION HIDRAULICA
26	SECCION HIDRAULICA
27	SECCION HIDRAULICA
28	SECCION HIDRAULICA
29	SECCION HIDRAULICA
30	SECCION HIDRAULICA
31	SECCION HIDRAULICA
32	SECCION HIDRAULICA
33	SECCION HIDRAULICA
34	SECCION HIDRAULICA
35	SECCION HIDRAULICA
36	SECCION HIDRAULICA
37	SECCION HIDRAULICA
38	SECCION HIDRAULICA
39	SECCION HIDRAULICA
40	SECCION HIDRAULICA
41	SECCION HIDRAULICA
42	SECCION HIDRAULICA
43	SECCION HIDRAULICA
44	SECCION HIDRAULICA
45	SECCION HIDRAULICA
46	SECCION HIDRAULICA
47	SECCION HIDRAULICA
48	SECCION HIDRAULICA
49	SECCION HIDRAULICA
50	SECCION HIDRAULICA

1	SECCION HIDRAULICA
2	SECCION HIDRAULICA
3	SECCION HIDRAULICA
4	SECCION HIDRAULICA
5	SECCION HIDRAULICA
6	SECCION HIDRAULICA
7	SECCION HIDRAULICA
8	SECCION HIDRAULICA
9	SECCION HIDRAULICA
10	SECCION HIDRAULICA
11	SECCION HIDRAULICA
12	SECCION HIDRAULICA
13	SECCION HIDRAULICA
14	SECCION HIDRAULICA
15	SECCION HIDRAULICA
16	SECCION HIDRAULICA
17	SECCION HIDRAULICA
18	SECCION HIDRAULICA
19	SECCION HIDRAULICA
20	SECCION HIDRAULICA
21	SECCION HIDRAULICA
22	SECCION HIDRAULICA
23	SECCION HIDRAULICA
24	SECCION HIDRAULICA
25	SECCION HIDRAULICA
26	SECCION HIDRAULICA
27	SECCION HIDRAULICA
28	SECCION HIDRAULICA
29	SECCION HIDRAULICA
30	SECCION HIDRAULICA
31	SECCION HIDRAULICA
32	SECCION HIDRAULICA
33	SECCION HIDRAULICA
34	SECCION HIDRAULICA
35	SECCION HIDRAULICA
36	SECCION HIDRAULICA
37	SECCION HIDRAULICA
38	SECCION HIDRAULICA
39	SECCION HIDRAULICA
40	SECCION HIDRAULICA
41	SECCION HIDRAULICA
42	SECCION HIDRAULICA
43	SECCION HIDRAULICA
44	SECCION HIDRAULICA
45	SECCION HIDRAULICA
46	SECCION HIDRAULICA
47	SECCION HIDRAULICA
48	SECCION HIDRAULICA
49	SECCION HIDRAULICA
50	SECCION HIDRAULICA

Escala 1:1000
 PENO 100
 ESC 100
 SECC 100

CABINO COLIMA - CALCOMAN
 TRAMO ESTAPILLA - POTREUILLE
 N.º 1 - P. ENGO
 BRIBEN COLIMA, COL.

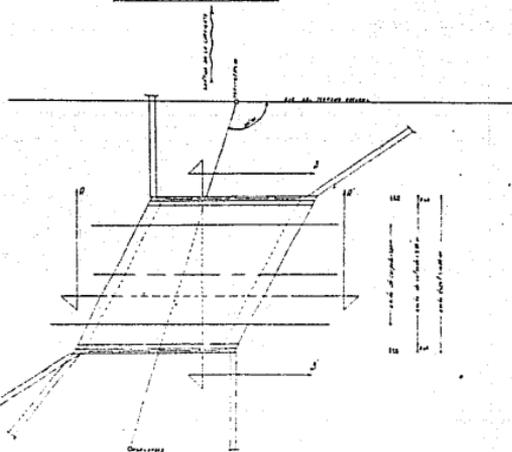
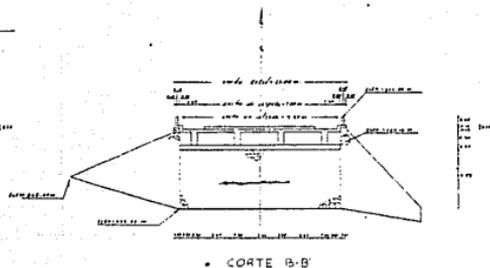
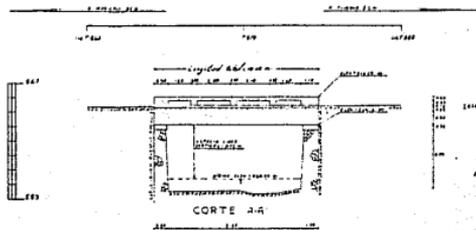
U. N. S. M.
 INGENIERO WILSON
 SECCION HIDRAULICA
 CRUCE NO. 1 EL BARRIO
 RESERVA 1 SECCION - P. ENGO
 T. S. S. S. PROFESIONAL
 ALVARO DIAZ
 ALVARO DIAZ



ESC. 1:100

CAMINO MEZICAL-TIQUANA
 TRAMO LA HUMOSA-TIQUANA
 E.M. 191888
 DISEÑO: MEZICAL S.C. NYC.

U N A M	
FACULTAD DE INGENIERIA	
ESTUDIO DE PONDERALICO	
CRUCE: ARROYO SAN JOSE 1	
CROQUIS DEL PROYECTO	
TESTES PROFESIONAL	
ALVARO DIAZ GARCIA	
BOGOTÁ, D. C. Mayo 27 1988	PLANO: 11



ESC. 1:100

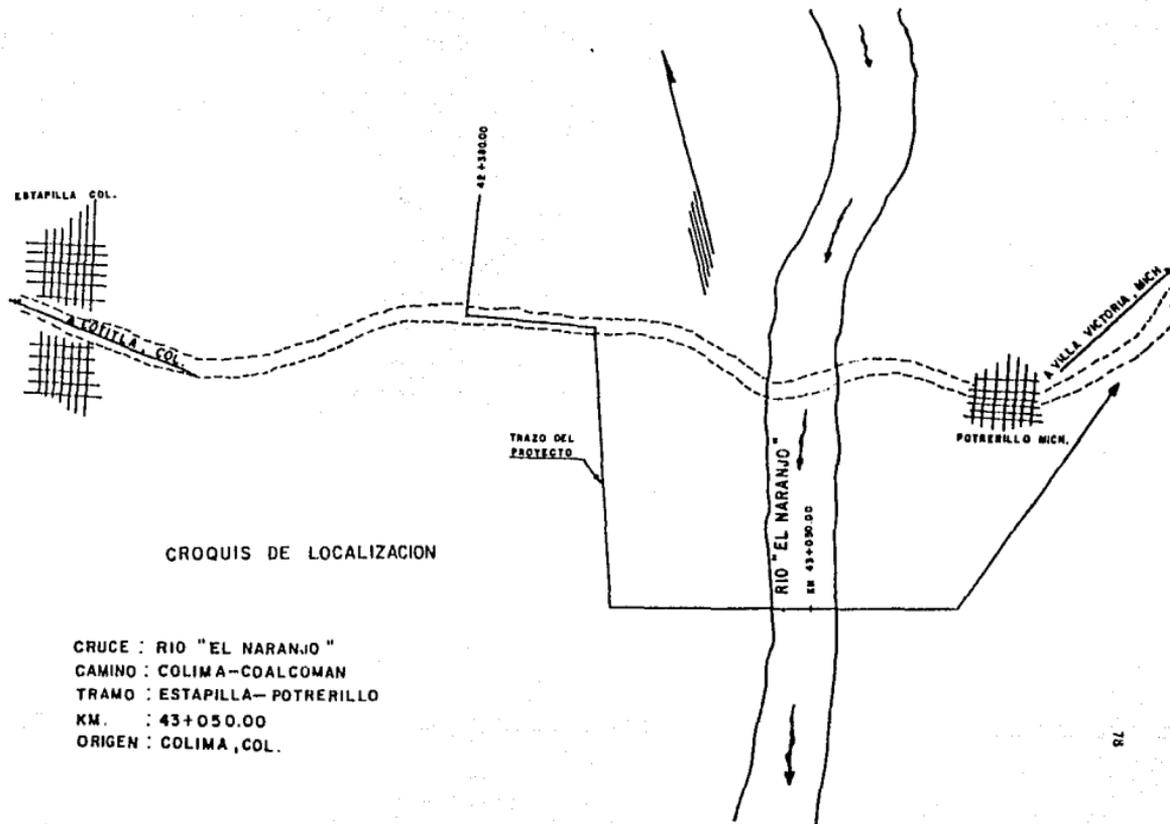
CAMINO MEZICAL-TIQUANA
 TRAMO LA HUMOSA-TIQUANA
 E.M. 116188
 DISEÑO: MEZICAL S.C. NYC.

U N A M	
FACULTAD DE INGENIERIA	
ESTUDIO DE PONDRALICO	
CRUCE: ARROYO SAN JOSE 1	
CROQUIS DEL PROYECTO	
TESTES PROFESIONAL	
ALVARO DIAZ GARCIA	
BOGOTÁ, D. C. Mayo 27 1988	PLAZA 10

IV.1.7.- Croquis de Localización

El croquis de localización sirve para proporcionar la ubicación geográfica de la zona donde se ubicará el puente que cubrirá una extensión amplia en la que se incluyen detalles fácilmente identificables, para referenciar la zona de cruce, tales como ciudades o poblaciones importantes, rancherías, vías de comunicación, ríos o arroyos. Debe también mostrar los caminos de acceso al cruce, incluyendo datos sobre su transitabilidad, sobre todo si se trata de brechas. Este croquis se obtiene mediante una observación directa de la zona en estudio, o por medio de cartas topográficas o fotografías aéreas; estos últimos permiten tener una idea más clara y precisa de la ubicación del cruce, pues proporcionan gran cantidad de datos.

Si se pueden dar las coordenadas geográficas, latitud y longitud, de su localización, el croquis estará mejor referenciado (ver figura).



CROQUIS DE LOCALIZACION

CRUCE : RIO "EL NARANJO"
 CAMINO : COLIMA-COALCOMAN
 TRAMO : ESTAPILLA-POTRERILLO
 KM. : 43+050.00
 ORIGEN : COLIMA, COL.

IV.1.8.- Informe General

En el informe se describen en forma detallada los aspectos más importantes que son útiles al proyectista, principalmente los que no se indican en los planos; así mismo debe llevar las conclusiones y recomendaciones para el proyecto hidráulico del futuro puente.

Ademas debe contemplar, de acuerdo a la importancia de cada corriente en estudio o problema específico que se tenga, aspectos como los siguientes: datos de localización, nombre del río, nombre del camino, tramo, kilometraje del cruce, origen del mismo y esviamiento del cruce, si es el caso. Datos fisiográficos e hidráulicos de la zona (nacimiento y desembocadura del río, velocidad de diseño, afluentes, islas, lagunas, esteros, cascadas, influencias de mareas, tipo de escurrimiento, zonas de inundación, remanso, socavación, etc.); existencia de puentes cercanos, mencionando el tipo, así como sus dimensiones, estado físico, antigüedad, funcionamiento hidráulico, modificaciones o alteraciones en el mismo. Estructuras de control de la corriente, describiendo sus características más importantes y funcionamiento, influencia hidráulica, fuente de información de niveles máximos alcanzados por el agua, influencia hidráulica en el cruce; descripción de materiales que forman el lecho del cauce y márgenes, materiales de arrastre y cuerpos flotantes, sus llanuras de inundación, tipo de vegetación y uso del suelo.

A manera de ejemplo se muestra el siguiente informe general.

INFORME GENERAL

CRUCE : RIO "EL NARANJO"
 CAMINO : COLIMA - COALCOMAN
 TRAMO : ESTAPILLA - POTRERILLOS
 KM : 43 + 050
 ORIGEN : COLIMA, COL.

I.- GENERALIDADES

El río "El Naranjo" nace al sureste del estado de Jalisco, a 164 km del cruce. Desde su origen y hasta el límite de los estados de Jalisco y Colima se conoce como río "Tuxpan". Finalmente desemboca al Océano Pacífico, a 39 km del cruce, con el nombre de río "Coahuayana". La cuenca de aportación hasta el cruce en estudio tiene un área de 6040 km² y pertenece a la región hidrológica No. 17; el escurrimiento del río es de tipo perenne; el período de lluvias en la región es de junio a septiembre. Los cuerpos flotantes que arrastra la corriente durante las avenidas están formados por ramazón y troncos de árboles hasta de 20 m de longitud. La geología superficial que se observa en los márgenes del río está constituida por conglomerados muy cementados y algunos afloramientos de roca; en el fondo se tiene grava y boleas hasta de 1 m de diámetro.

El trazo del eje del camino en la zona del cruce se desarrolla en tangente y es normal a la dirección del escurrimiento.

El paso de los vehículos se efectúa actualmente por medio de un vado natural que se localiza a 150 m aguas arriba del cruce en estudio.

II.- ESTUDIO HIDROLOGICO

El estudio hidrológico se realizó por comparación de cuencas, utilizando gastos máximos anuales aforados en la estación "Callejones", que se localiza a 22 km aguas abajo del cruce, sobre la misma corriente, y que cuenta con 20 años de re-

gistros; aplicando el método estadístico de Gumbel, se obtuvo un gasto de 4,300 m³/s asociado a un período de retorno de 50 años.

III.- ESTUDIO HIDRAULICO

Se realizó un estudio hidráulico aplicando el método de Sección y Pendiente con base en tres secciones hidráulicas, ubicadas a 160 m aguas arriba del cruce, en el cruce y a 207 m aguas abajo de éste. Se obtuvo un gasto promedio de 4000 m³/s asociado a una velocidad media máxima de 3.5 m/s. Los niveles de agua empleados en los cálculos son muy confiables y fueron indicados por gente del poblado Potrerillos, que se ubica en el sitio del cruce, sobre la margen izquierda del río.

IV.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Se recomienda adoptar como gasto de diseño el de 4000 m³/s, obtenido con el estudio hidráulico. Para drenarlo, se propone desde el punto de vista hidráulico, construir un puente de 112 m de longitud, con claros no menores de 25 m, que quede ubicado entre las estaciones 42+964 y 43+076. Con una obra de tales dimensiones, la sobreelevación de la superficie del agua sería despreciable y la velocidad bajo el puente sería la misma del cauce en condiciones naturales, es decir de 3.5 m/s. Para permitir el paso de los cuerpos flotantes, debiera dejarse un espacio libre vertical de 1.5 m como mínimo, medido del NAME a la base inferior de la superestructura de la obra.

IV.1.9.- Informe de campo para proyecto de puentes y viaductos

Este informe como su nombre lo indica presenta los datos medidos u observados en campo que se requieren para el desarrollo del estudio, inclusive información que contienen los planos que conforman el estudio topohidráulico, sin necesidad de recurrir a ellos para su consulta. Es decir es un resumen de la información esencial.

Así, como se ve, en el formato presentado; estos datos se dividen en: datos de localización, hidráulicos y de construcción .

INFORME DE CAMPO PARA PROYECTO DE PUENTES Y VIADUCTOS

I. DATOS DE LOCALIZACION

Puente "EL NARANJO" sobre RIO "EL NARANJO"
 Obra vial COLIMA-COALCOMAN
 Tramo ESTAPILLA-POZIERILLOS Sub-tramo _____
 Estación 43+030 Origen COLIMA, COL.
 Esviamiento NORMAL
 Elevación y descripción del banco de nivel S.N. 43-2 S. GRAPAS EN TRONCO DE ARBOL
10.30 M DER. DE EST. 42-495.30 ELEV. 1881.20000 M

II. DATOS HIDRAULICOS

Nivel de aguas mínimas 174.63 M
 Nivel de aguas máximas ordinarias 180.15 M
 Nivel de aguas máximas extraordinarias 187.66 M
 Fuente de información POR VECINOS DEL LUGAR
 Velocidad superficial en el cruce 0.20 M/S
 Nivel de aguas al medir la velocidad superficial 174.63 M
 Si el río desborda en máximas avenidas, indicar el ancho aproximado de las llanuras de inundación y su longitud en :
 margen derecha _____
 margen izquierda _____
 Fecha de la creciente máxima que se estudia AGOSTO DE 1959
 Frecuencia y duración de la misma FRECUENCIA DE 20 A 30 AÑOS; DURACION DE 1 A 2 DIAS
 Meses del año en que ocurren las crecientes extraordinarias JUNIO A SEPTIEMBRE
 Características generales y dimensiones aproximadas de los materiales de arrastre y cuerpos flotantes ARENA, CRAVA Y BOLEOS DE HASTA 1 M DE DIAMETRO; TRONCOS DE ARBOLES HASTA DE 20 M DE LONGITUD.
 ¿Es estable el cauce de la sección estudiada, o tiene tendencia a divagar? ESTABLE
 ¿Cual es la tendencia general de la corriente a largo plazo en el lugar del cruce, socavar o depositar? SOCAVAR
 Describir los materiales que forman el fondo y márgenes del cauce EN EL FONDO, CRAVA Y BOLEOS DE HASTA 1 M DE DIAMETRO; EN LAS MARGENES, CONGLOMERADOS MUY CEMENTADOS Y ALGUNOS
 ¿Se recomienda hacer alguna canalización? NO APLORAMIENTO DE ROCA
 ¿Hay posibilidad de que el ramanso que produzcan los accesos perjudique las propiedades vecinas? NO
 Si debe demolerse algún puente existente, construir uno provisional o afectar propiedades vecinas, estimense los costos aproximados. _____
 Almacenamiento o corriente (mar, lago, presa, río, etc.) donde desemboca el río, distancia al cruce e influencia en el funcionamiento hidráulico DESEMBOCA EN EL OCEANO PACIFICO, A 40 KM DEL CRUCE.

Obstáculos (barra, isleca, etc.), distancia al cruce e influencia en el funcionamiento hidráulico NO

Claro mínimo que deberán tener los tramos del puente para permitir el paso de los cuerpos flotantes 25 M

Distancia libre vertical que deberá dejarse entre el nivel de aguas máximas extraordinarias y la parte inferior de la superestructura para permitir el paso de los cuerpos flotantes. 1.30 M

Si existen puentes cercanos al cruce sobre la misma corriente, proporcionar los datos siguientes:

- a) Ubicación _____
- b) Número y longitud de los claros _____
- c) Altura media hasta la parte inferior de la superestructura _____
- d) ¿Ha funcionado el puente a su máxima capacidad? _____
- e) Área hidráulica del puente hasta el NAVE _____
- f) Área total bajo el puente _____
- g) Antigüedad de la obra _____
- h) ¿Hay indicios de socavación en las pilas y estribos o en los terrapienes de acceso? - - -
- i) Adjúntese croquis del puente; si se trata de una ampliación de la vía en estudio, en vez del croquis se proporcionarán la planta, perfil y corte de estribos y pilas. _____
- j) Otros datos útiles a juicio del observador _____

III. DATOS DE CONSTRUCCION

Los materiales necesarios para la construcción del puente pueden ser adquiridos en COLIMA, COL., que se ubica a 43 km del sitio del cruce.

OBSERVACIONES: _____

BRIGADA TOPOHIDRAULICA No. _____ EL JEFE C. _____ FECHA _____

REVISO _____ FECHA _____ APROBO _____ FECHA _____

IV.1.10.- Informe Fotográfico

Se deben tomar cuando menos 6 fotografías: a partir del centro del cauce, una - hacia cada margen; dos panorámicas hacia la zona del cruce tomadas desde aguas abajo y desde aguas arriba; en cada una de las secciones hidráulicas, desde -- aguas arriba o bien aguas abajo, hacia la sección levantada que muestre la mejor vista de materiales y vegetación. Asimismo, en su caso, se toman fotografías de obras de drenaje cercanas como: puentes, vados y alcantarillas, socavaciones al pie de pilas, estribos, fallas estructurales, huellas visibles de niveles de agua, cuerpos flotantes, erosiones marginales, presas, represas, compuertas, bordos de protección y otros detalles que a juicio del ingeniero sean de utilidad para el estudio.

Todas las fotografías se numeran y debe aparecer en su caso, el trazo del eje - o de secciones hidráulicas, origen y destino, sentido de escurrimiento, niveles de agua. Al pie de cada fotografía se describe la toma. A continuación se -- anexa un informe fotográfico de un cruce.

INFORME FOTOGRAFICO DEL CRUCE CON EL ARROYO "EL MANGUITO" KM 199+040 DEL CAMINO GUADALAJARA-MELAQUE, TRAMO AUTLAN-LA HUERTA CON ORIGEN EN GUADALAJARA, JAL.



FOTO No. 1.- VISTA HACIA LA ZONA DE CRUCE DESDE LA MARGEN DERECHA, OBSERVESE LA ZONA EROSIONADA POR LA CORRIENTE.



FOTO No. 2.- VISTA HACIA AGUAS ABAJO DESDE EL CRUCE.

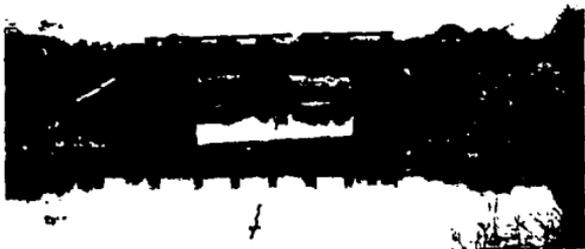


FOTO No. 3.- VISTA HACIA LA OBRA FALLADA DESDE AGUAS ABAJO, EL AGUA QUE SE OBSERVA QUEDO ESTANCADA EN LA ZONA EROSIONADA.

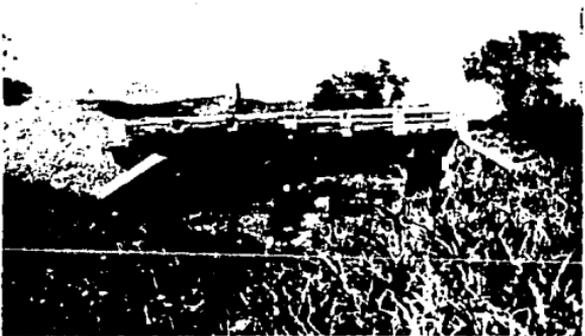


FOTO No. 4.- VISTA DESDE AGUAS ARRIBA HACIA EL CRUCE, OBSERVESE LA FALLA DEL ESTRIBO DE LA MARGEN IZQUIERDA.

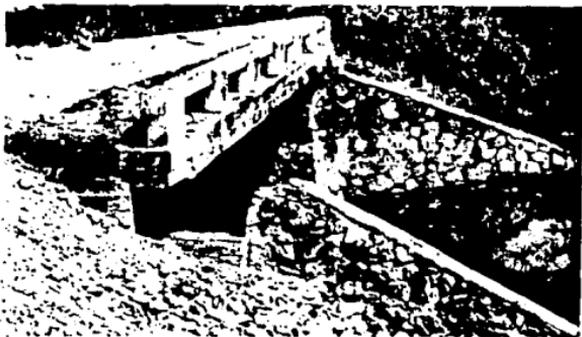


FOTO No. 5.- EN ESTA FOTOGRAFIA SE OBSERVA EL ASENTAMIENTO DEL ESTRIBO DE LA -
MARGEN IZQUIERDA ASI COMO EL DESPLAZAMIENTO DEL ALERO DE AGUAS ARRIBA.



FOTO No. 6.- VISTA AL ASENTAMIENTO DEL ESTRIBO DESDE OTRO ANGULO.



FOTO No. 7.- VISTA DESDE EL CRUCE HACIA LA LLANURA DE INUNDACION DE AGUAS ARRIBA.



FOTO No. 8.- VISTA HACIA EL CRUCE DEL CAMINO ACTUAL CON EL RIO "BALBUENA" --
DESDE AGUAS ARRIBA, EL PUENTE QUE SE OBSERVA NO SUFRIO NINGUN DAÑO EN LA --
CRECIENTE EXTRAORDINARIA DE ESTE AÑO.



FOTO No. 9.-VISTA HACIA EL CRUCE DEL RIO "BALBUENA" DESDE AGUAS ABAJO.

CAPITULO V

CONCLUSIONES

El sistema de transporte es uno de los pilares fundamentales de nuestra economía, le da dinamismo y movilidad; vincula a los centros de producción, distribución y consumo; comunica a las diferentes regiones del país y opera como un verdadero catalizador del progreso. En este sentido, las vías terrestres y su infraestructura constituyen los vasos comunicantes de nuestro desarrollo.

En momentos como el actual, de dificultades financieras, altas tasas de inflación y desempleo requieren de una adecuada planeación y programación las inversiones públicas en infraestructura para el transporte.

El problema de drenaje de las vías terrestres es de importancia fundamental -- para la estabilidad y buen funcionamiento de la ruta, así como su estudio y -- análisis; forma parte integrante del proyecto de las vías de comunicación; esto obliga a la obtención de la información que permita la valuación de los fenómenos físicos que pueden afectar la obra en su funcionamiento hidráulico. Es la razón de la importancia de los estudios topohidráulicos, ya que sin el apoyo de estos; la obra quedaría condenada a fallar, o sobrada en algunos casos. En -- síntesis se puede concluir lo siguiente:

1.- El proyecto de un puente en el cruce de una vía terrestre, desde el punto de vista hidráulico, requiere siempre de un estudio topohidráulico e hidrológico, ya que en base a los resultados de estos estudios se determina el gasto de

diseño de la estructura de drenaje, dato que resulta indispensable para su dimensionamiento.

2.- No se debe olvidar que cada cruce constituye un problema particular de diseño y que en un momento dado puede requerirse una obra complementaria, que resuelva de la manera más eficiente el problema particular que se tenga, cuya elección quedará sujeta al criterio del Ingeniero Projectista.

3.- Existen varias causas de tipo hidráulico que se considera llegan a provocar la falla de los puentes. Las que se enuncian a continuación:

a) 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 esviamiento 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) Cuando el área bajo la obra resulta insuficiente puede fallar ésta por ser arrastrada la super-estructura 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) Es importante considerar las dimensiones de cuerpos flotantes que arrastre la corriente, estos 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 hagan fallar el puente por empuje hidrodinámico.

d) 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) 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 anterior.

f) 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) Si contrariamente a lo mencionado en el inciso anterior, 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).

5.- Cuando ocurre la falla de un puente por razones hidráulicas se deben revisar cuidadosamente, entre otros, los estudios hidrológico e hidráulico 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, se debe reconstruir la obra con las mismas características que tenía originalmente, y de ninguna manera hacerla de mayores dimensiones que repercuten en un costo mayor.

6.- El conocimiento de las posibilidades actuales de desarrollo de la Ingeniería desde la planeación hasta la construcción y mantenimiento de obras, permitirá que las futuras generaciones de profesionales continúen con la moderniza-

ción de la nación a partir de un proyecto social y económico realista.

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

- 1.- RUSSELL C. BRINKER/ PAUL R. WOLF, "TOPOGRAFIA MODERNA", Traducción al Español, Sexta Edición, Editorial Harla, México 1982.
- 2.- MONTES DE OCA MIGUEL, "TOPOGRAFIA", cuarta edición, Editorial Representaciones y Servicios de Ingeniería, México 1977.
- 3.- RAYMOND E. DAVIS y W. KELLY, "TOPOGRAFIA ELEMENTAL", Traducción en Español, cuarta impresión, Editorial C.E.C.S.A., México 1978
- 4.- VEN-TE-CHOW, "HIDRAULICA DE LOS CANALES ABIERTOS", Traducción en español, primera edición, Editorial Diana, México 1982
- 5.- ACEVEDO ACOSTA ALVAREZ, "MANUAL DE HIDRAULICA", Traducción en español, Sexta edición, Editorial Harla, México, D.F.