

01121

26-A



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

PROYECTO A NIVEL EJECUTIVO DEL
ENCAUZAMIENTO DEL "RIO GUANAJUATO"
TRAMO PRESA "LA GARRIDA"-CIUDAD DE
IRAPUATO EN EL ESTADO DE GUANAJUATO,
MEXICO

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
INGENIERO CIVIL
P R E S E N T A N:
CROSBY GALVAN/HAROLD LESLIE
GALAN VAZQUEZ LIDIA
LOPEZ TERRAZAS ISABEL
RUIZ FLORES CARLOS RENE



DIRECTOR DE TESIS: ING. NARCISO TALAMANTES CHAVEZ

México, D. F.

2003

M-316924

A



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



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 esta 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.



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERIA
DIRECCION
FING/DCG/SEAC/UTIT/165/01

Señores
LIDIA GALÁN VÁZQUEZ
ISABEL LÓPEZ TERRAZAS
HAROLD LESLIE CROSBY GALVÁN
CARLOS RENÉ RUIZ FLORES
Presente

En atención a su solicitud me es grato hacer de su conocimiento el tema que propuso el profesor **ING. NARCISO TALAMANTES CHÁVEZ**, que aprobó esta Dirección, para que lo desarrollen ustedes como tesis de su examen profesional de **INGENIERO CIVIL**.

**"PROYECTO A NIVEL EJECUTIVO DEL ENCAUZAMIENTO DEL RÍO GUANAJUATO,
TRAMO PRESA LA GARRIDA-CIUDAD DE IRAPUATO EN EL
ESTADO DE GUANAJUATO, MÉXICO"**

INTRODUCCION

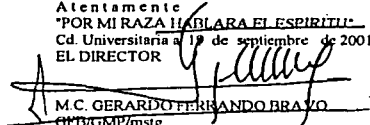
OBJETIVO

- I. RECONOCIMIENTO DE LA ZONA DE ESTUDIO**
 - II. ANÁLISIS HIDROLÓGICO DE LA CUENCA DEL RÍO GUANAJUATO (ZONA EN ESTUDIO)**
 - III. ESTUDIO DE GEOTECNIA DE LA ZONA DEL RÍO GUANAJUATO**
 - IV. ESTUDIO HIDRÁULICO DEL RÍO GUANAJUATO**
 - V. ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN PARA EL ENCAUZAMIENTO DEL RÍO GUANAJUATO**
 - VI. PROYECTO DE LA OBRA CIVIL DEL ENCAUZAMIENTO DEL RÍO GUANAJUATO**
- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**
ANEXOS
BIBLIOGRAFÍA

Ruego a ustedes cumplir con la disposición de la Dirección General de la Administración Escolar en el sentido de que se imprima en lugar visible de cada ejemplar de la tesis el Título de ésta.

Asimismo les recuerdo que la Ley de Profesiones estipula que deberá prestar servicio social durante un tiempo mínimo de seis meses como requisito para sustentar Examen Profesional.

Atentamente
"POR MI RAZA HARÉ EL ESPÍRITU"
Cd. Universitaria a 19 de septiembre de 2001.
EL DIRECTOR


M.C. GERARDO FERRNANDO BRAZO
GTB/GMP/mstg

3

A Dios por darme la oportunidad de crecer, estudiar y seguir viviendo.

A mi padre por darme la oportunidad de ser su hijo, por su desvelo y su enorme falta.

A mi madre, por tener las agallas de seguir adelante.

A mis hermanas, Güera y Tata, al apoyo incondicional que he recibido.

Para mi tío Ralph por el apoyo moral y económico para culminar este proyecto, mi vida.

Para mis tíos, Toya, Tere, Chacha y Huicho por ser perseverantes conmigo.

Para mis primos, por tener confianza en mí, en especial a ti Raúl, Vicky y Lola.

Para la persona que me abrió los ojos, al verdadero amor, con todo cariño Katia.

Harold Leslie Crosby Galván

**A Dios por darme el Don del
entendimiento.**

**A mis padres Guadalupe y Marcelino
por su gran esfuerzo, apoyo,
confianza y amor para seguir
adelante.**

Gracias por todo.

**A mis hermanos Anel, Bárbara,
Elizabeth, Marcelino y Daniel por su
cariño y apoyo cuando lo necesite.**

**A mi Tía Catalina por brindarme su
apoyo y cariño.**

**A mis amigos Esperanza, Ángeles,
Marlé, Lulú, Liz, Armando, Edgar,
Raúl, Anuar, Miriam, Nabor y René....
por su ayuda incondicional.**

**A René por su gran ayuda y cariño
en todo momento.**

Lidia Galán Vázquez

1

Existen muchas formas de como demostrarles cuanto les agradezco a mi padre, a mis hermanos y a ti Arturo, pero por ahora de corazón les digo GRACIAS.

Y en especial GRACIAS MAMÁ.

Isabel López Terrazas.



A Dios por darme la vida.

**A mi Abuelita María,
Mi Tía Carolina y
Mi Papa Jesús
Por su cariño, apoyo y confianza.
Todo se los debo a ustedes. Gracias.**

**A mi madre Catalina y mis hermanas
Angélica, Haydee y Mónica por
brindarme su apoyo cuando lo
necesite**

**A los amigos Armando, Edgar, Eric,
Liz y Raúl por todos los momentos
juntos.**

**A Lidia por su apoyo incondicional,
cariño y comprensión.**

Carlos René Ruiz Flores



PROYECTO A NIVEL EJECUTIVO DEL ENCAUZAMIENTO DEL "RIO GUANAJUATO",
TRAMO PRESA "LA GARRIDA" - CIUDAD DE IRAPUATO; EN EL
ESTADO DE GUANAJUATO, MEXICO.

**"PROYECTO A NIVEL EJECUTIVO
DEL ENCAUZAMIENTO DEL
"RIO GUANAJUATO", TRAMO PRESA
"LA GARRIDA" - CIUDAD DE IRAPUATO EN
EL ESTADO DE GUANAJUATO, MEXICO"**

**PROYECTO A NIVEL EJECUTIVO DEL ENCAUZAMIENTO DEL "RIO GUANAJUATO",
TRAMO PRESA "LA GARRIDA" - CIUDAD DE IRAPUATO; EN EL
ESTADO DE GUANAJUATO, MEXICO.**

INDICE

**PROYECTO A NIVEL EJECUTIVO DEL ENCAUZAMIENTO DEL "RIO GUANAJUATO",
TRAMO PRESA "LA GARRIDA" - CIUDAD DE IRAPUATO; EN EL
ESTADO DE GUANAJUATO, MEXICO.**

INDICE

	Página
INTRODUCCION	Introducción - 1
OBJETIVO	Objetivo - 1
CAPITULO I RECONOCIMIENTO DE LA ZONA DE ESTUDIO	
I.1 Marco geográfico	I-1
I.2 Visitas técnicas a la zona de estudio	I-8
CAPITULO II ANALISIS HIDROLOGICO DE LA CUENCA DEL "RIO GUANAJUATO" (ZONA EN ESTUDIO)	
II.1 Descripción del sistema hidrológico	II-1
II.2 Metodología a seguir para la obtención de gastos hidráulicos máximos del "Río Guanajuato"	II-12
II.2.1 Método de correlación múltiple	II-17
II.2.2 Modelo de distribución de frecuencias de Gumbel	II-19
II.2.3 Modelo según criterio de Nash	II-21
II.3 Obtención de las curvas de gastos-períodos de retorno para el "Río Guanajuato"	II-25
II.4 Elaboración de hidrogramas	II-26
II.5 Análisis de simultaneidad de gastos en el "Río Guanajuato"	II-30
CAPITULO III ESTUDIO DE GEOTECNIA DE LA ZONA DEL "RIO GUANAJUATO"	
III.1 Estudios y sondeos de campo	III-1
III.1.1 Introducción	III-1
III.1.2 Antecedentes	III-2
III.1.3 Recorrido previo al sitio del proyecto	III-3
III.1.4 Trabajos de campo	III-4
III.2 Pruebas de laboratorio	III-9
III.3 Interpretación de resultados	III-23
III.3.1 Estratigrafía y propiedades	III-23
III.3.1.1 Bancos de materiales	III-24
III.3.1.2 Estratigrafía detectada en el cauce del río	III-24

**PROYECTO A NIVEL EJECUTIVO DEL ENCAUZAMIENTO DEL "RÍO GUANAJUATO",
TRAMO PRESA "LA GARRIDA" — CIUDAD DE IRAPUATO; EN EL ESTADO DE
GUANAJUATO, MEXICO.**

	Página	
III.3.2	Conclusión de los estudios realizados en los bancos de materiales	III-24
III.3.2.1	Bancos considerados aptos para la formación de terraplén	III-24
III.3.2.2	Bancos considerados aptos para el recubrimiento de los bordos	III-25
III.3.3	Análisis de estabilidad de los taludes	III-26
 CAPITULO IV ESTUDIO HIDRAULICO DEL "RÍO GUANAJUATO"		
IV.1	Análisis hidráulico del "Río Guanajuato" y de los arroyos "Santa Rita y "Carrizalito"	IV-1
IV.1.1	Análisis hidráulico en condiciones naturales	IV-3
IV.1.2	Análisis hidráulico para las alternativas de solución	IV-7
IV.2	Determinación del arrastre de sedimentos y socavación del Río	IV-10
IV.2.1	Determinación del arrastre de sedimentos	IV-10
IV.2.2	Determinación de las características estables del Río	IV-12
IV.2.3	Determinación de las velocidades permisibles	IV-13
IV.2.4	Determinación de la socavación general y local	IV-14
IV.2.4.1	Socavación general	IV-14
IV.2.4.2	Socavación local	IV-17
 CAPITULO V ALTERNATIVAS DE SOLUCION PARA EL ENCAUZAMIENTO DEL "RÍO GUANAJUATO"		
V.1	Descripción de las alternativas	V-1
V.1.1	Alternativa 1	V-3
V.1.2	Alternativa 2	V-4
V.1.3	Alternativa 3	V-6
V.2	Evaluación de las alternativas	V-7
V.3	Selección de la mejor alternativa	V-7
V.3.1	Cálculo del arrastre de sedimentos y socavación del Río	V-13
V.3.1.1	Cálculo del arrastre de sedimentos	V-14
V.3.1.2	Cálculo de las características estables del Río	V-15
V.3.1.3	Cálculo de las velocidades permisibles	V-16
V.3.1.4	Cálculo de la socavación general y local	V-17
V.3.1.4.1	Cálculo de la socavación general	V-17
V.3.1.4.2	Cálculo de la socavación local	V-18

**CAPITULO VI PROYECTO DE LA OBRA CIVIL DEL
ENCAUZAMIENTO DEL "RIO GUANAJUATO"**

VI.1	Especificaciones de construcción	VI-1
VI.1.1	Características geométricas	VI-1
VI.1.2	Diseño de gaviones	VI-3
VI.1.3	Especificaciones de los conceptos de obra	VI-15
VI.2	Cruzamientos especiales	VI-35
VI.2.1	Transiciones en las estructuras de paso	VI-35
VI.3	Programa de obra y de insumos	VI-37
VI.4	Presupuesto de obra	VI-46

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones y
recomendaciones - 1

ANEXOS

A	Reporte fotográfico de la zona del "Río Guanajuato"	A-1
B	Hidrogramas de las avenidas de diseño del "Río Guanajuato" y sus afluentes	B-1
C	Planos de ubicación de sondeos y bancos de material	C-1
D	Características hidráulicas del "Río Guanajuato"	D-1
E	Tablas de cálculo de arrastre y socavación del "Río Guanajuato" y sus afluentes	E-1
F	Esquemas de estructuras	F-1

BIBLIOGRAFÍA

Bibliografía - 1

**PROYECTO A NIVEL EJECUTIVO DEL ENCAUZAMIENTO DEL "RIO GUANAJUATO",
TRAMO PRESA "LA GARRIDA" - CIUDAD DE IRAPUATO; EN EL
ESTADO DE GUANAJUATO, MEXICO.**

INTRODUCCION

INTRODUCCION

El presente trabajo consiste, en la realización de los estudios técnicos para encontrar una solución viable a la problemática que genera el desbordamiento del "Río Guanajuato" en algunos puntos a lo largo de su cauce durante la época de lluvias, como consecuencia de una deficiente capacidad para conducir el gasto hidráulico que se genera cuando llegan a ocurrir precipitaciones pluviales de carácter extraordinario; afectándose con las inundaciones que estos eventos producen a los habitantes establecidos en la zona Sureste de la ciudad de Irapuato. El trabajo se está desarrollando en seis capítulos, a través de los cuales se busca dar soporte al resultado final del estudio realizado, describiéndose en los siguientes párrafos de manera general su contenido.

Para encontrar la solución a la problemática que representa el riesgo de que ocurran inundaciones en las zonas aledañas al cauce del "Río Guanajuato"; en primera instancia se realizó un reconocimiento detallado de la zona de estudio a través de visitas técnicas en las que se identificó el tipo de terreno y se localizaron las corrientes que de acuerdo a la información proporcionada por la Comisión Nacional del Agua (CNA) influyen en la problemática que se busca resolver.

Se identificaron los tramos en los que el cauce del "Río Guanajuato" y sus afluentes hayan sufrido desbordamientos, los sitios en que existan descargas de aguas residuales o drenaje de tierras agrícolas, incorporaciones de escurrimientos, destrucción de los bordos del cauce por los transeúntes debido a la falta de estructuras de cruce, depósitos y tiraderos de basura fuera y dentro de la sección hidráulica, así como los tramos del cauce del Río invadidos por vegetación.

Con apoyo en los resultados obtenidos en estos recorridos y en la información topográfica e hidrográfica disponible de la cuenca y del "Río Guanajuato", se

**PROYECTO A NIVEL EJECUTIVO DEL ENCAUZAMIENTO DEL "RÍO GUANAJUATO",
TRAMO PRESA "LA GARRIDA" — CIUDAD DE IRAPUATO; EN EL ESTADO DE
GUANAJUATO, MEXICO.**

definió el tramo en estudio del Río y sus afluentes, los arroyos "Carrizalito" y "Santa Rita", procediéndose a realizar un análisis de los sitios con mayor problemática con relación a su falta de capacidad para conducir el caudal de avenidas extraordinarias durante el periodo de lluvias, tal como se han presentado en los últimos años, debido a los trastornos que ha sufrido el clima a nivel mundial.

Se realizaron los estudios necesarios de hidrología y geotecnia para determinar las principales características de la zona de estudio, detectándose de manera simultánea los tramos del cauce del "Río Guanajuato" y de sus afluentes los arroyos "Carrizalito" y "Santa Rita", que presentaron problemas en cuanto a su capacidad hidráulica y por ende sean susceptibles de sufrir desbordamientos. Lo anterior, fue determinado por un análisis hidráulico basado en los resultados del estudio hidrológico realizado para la cuenca hidrológica correspondiente y la investigación de campo realizada.

Una vez que se detectaron los tramos en donde se presenta la problemática antes descrita se procedió a realizar los análisis hidráulicos necesarios que ayuden a determinar las posibles alternativas de solución, eligiendo la que garantice la seguridad en el funcionamiento hidráulico y que sea la más viable económicamente; para que de esta manera, se pueda realizar un proyecto ejecutivo que determine la inversión requerida para realizar esta obra, la cual se considera que (en comparación con los beneficios que generará) no será elevada, ya que los daños producidos por las inundaciones se verán eliminados.

Al término del proyecto, se espera que las obras que en éste se proponen, se traduzcan también en un alto beneficio social, ya que al eliminar el riesgo de inundaciones, se verá asimismo reducida la posibilidad de afectación de bienes y servicios de los pobladores de las zonas adyacentes al cauce del

Lo anterior, permitirá también la disminución de pérdidas de recursos económicos a los gobiernos que deben atender y resolver las situaciones de emergencia.

Los daños que se estarán previniendo al evitar cualquier inundación con la ejecución de esta obra son: la destrucción de viviendas, destrucción e interrupción de vías de comunicación, de servicios eléctricos, de alcantarillado, de agua potable, de telecomunicación, etc. También podría prevenirse la destrucción de cultivos y eventualmente hasta la pérdida de vidas humanas y animales. Con lo anterior, el deterioro económico de la población será menor.

Al eliminar las inundaciones también se reduce el riesgo de enfermedades, principalmente las gastrointestinales de origen hídrico, ya que otro daño importante producido por el desbordamiento del Río, consiste en la contaminación que las aguas desbordadas ocasiona en los depósitos de agua potable (cisternas, aljibes, etc.), además de los focos de infección que las inundaciones provocan, tanto por el acarreo de vegetación, basura y hasta animales muertos, lo que propicia la proliferación de mosquitos y animales nocivos.

La realización de esta obra implicará también un impacto ambiental positivo en la zona, ya que se eliminarán los focos de infección que los propios habitantes han creado, al hacer depósitos de basura en las márgenes y dentro del cauce del Río. Al realizar el encauzamiento adecuado del "Río Guanajuato", se podrán evitar los encharcamientos que se observan en la época de estiaje, disminuyendo focos de infección para los habitantes de la región; así como para el ganado que los mismos pastorean en distintos terrenos aún libres ubicados a lo largo del cauce.

Al concluir el desarrollo de este trabajo, se concretó el proyecto que permitirá dar solución a la problemática que genera el desbordamiento del Río; proyecto que está cumpliendo con todos los requerimientos técnicos necesarios en tales obras.

**PROYECTO A NIVEL EJECUTIVO DEL ENCAUZAMIENTO DEL "RIO GUANAJUATO",
TRAMO PRESA "LA GARRIDA" - CIUDAD DE IRAPUATO; EN EL
ESTADO DE GUANAJUATO, MEXICO.**

OBJETIVO

OBJETIVO

En el mes de septiembre del año de 1996, la población asentada en la zona sur de la ciudad de Irapuato, localizada en el Estado de Guanajuato de la Republica Mexicana, sufrió severos daños debido a la inundación ocurrida como consecuencia del desbordamiento del cauce del "Río Guanajuato" y sus afluentes, los arroyos "Carrizalito" y "Santa Rita".

La inundación referida causó importantes daños a las propiedades de los habitantes y a la infraestructura urbana de las zonas donde éstos están asentados.

El Gobierno Mexicano, a través de la Comisión Nacional del Agua (CNA) se ha dado a la tarea de resolver la problemática que representa el riesgo de que nuevamente ocurran inundaciones en las zonas aledañas al cauce del "Río Guanajuato", en los puntos donde éste resulta insuficiente para conducir las grandes avenidas que llegan a presentarse como resultado de los escurrimientos de la cuenca ante la eventual ocurrencia de precipitaciones pluviales de carácter extraordinario.

Derivado de éste interés, se solicitó la elaboración del presente proyecto, cuyo objetivo principal; como se menciona en la introducción, es obtener en base a los factores técnicos, económicos y sociales, etc., los suficientes elementos que aporten la información precisa para encontrar la solución al problema y que justifiquen la construcción de los trabajos que se requieran para lograr la obra necesaria de acuerdo a los resultados del proyecto; a fin de que éstos trabajos sean programados en busca del beneficio directo de la población que actualmente esta bajo el riesgo de una nueva inundación que afecte su entorno y su seguridad.

**PROYECTO A NIVEL EJECUTIVO DEL ENCAUZAMIENTO DEL "RIO GUANAJUATO",
TRAMO PRESA "LA GARRIDA" - CIUDAD DE IRAPUATO; EN EL
ESTADO DE GUANAJUATO, MEXICO.**

CAPITULO I

RECONOCIMIENTO

DE LA

ZONA DE ESTUDIO

PAGINACIÓN

DISCONTINUA

CAPITULO I

RECONOCIMIENTO DE LA ZONA DE ESTUDIO

1.1 MARCO GEOGRAFICO

El conocer de manera precisa la ubicación de la zona de estudio y cada uno de los elementos que influyen en el mismo, permitirá contar con los elementos suficientes que apoyen los criterios empleados para la realización de las evaluaciones preliminares en las que se apoyara el proyecto. En la Figura 1.1 "Croquis de localización de la zona de estudio" se muestra la ubicación de la zona de estudio para este proyecto.

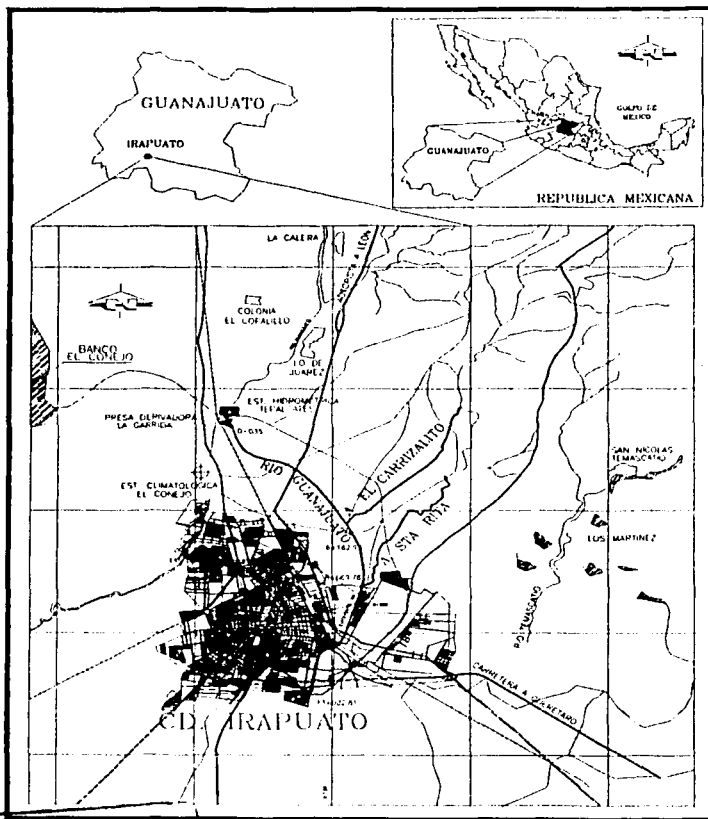
El "Río Guanajuato" nace en el cerro de "San Miguel", en la zona noreste de la ciudad de Guanajuato. El inicio de la corriente es conocido con el nombre de arroyo "Melchores"; en este tramo tiene una trayectoria Norte-Sur, pasa unos tres kilómetros al oriente de la ciudad de Guanajuato. Después del cruce con la carretera federal 45, ya se le conoce como "Río Guanajuato".

Aguas abajo del cruce con la carretera federal 45, el Río cambia su trayectoria al Suroeste; en este tramo se localiza la presa "La Purísima", construida en el año de 1980 para controlar las avenidas de la cuenca alta del Río.

Posteriormente cruza la carretera federal 110 (tramo Silao-Irapuato); y adelante, el Río bordea el "Cerro Blanco", a cuya altura se localiza la presa derivadora "La Garrida". Esta estructura se construyó sobre el Río en cuestión para derivar las aguas que se generan en su cuenca media, los excedentes son conducidos hacia la cuenca del "Río Silao" mediante el canal "Tepalcates" para de esta manera proteger a la ciudad de Irapuato contra inundaciones.

**PROYECTO A NIVEL EJECUTIVO DEL ENCAUZAMIENTO DEL "RIO GUANAJUATO",
TRAMO PRESA "LA GARRIDA" — CIUDAD DE IRAPUATO; EN EL ESTADO DE
GUANAJUATO, MEXICO.**

Figura I.1
Croquis de localización de la zona de estudio



**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

Aproximadamente 3.5 kilómetros aguas abajo de la presa derivadora "La Garrida", el Río cruza nuevamente la carretera federal 110, en el sitio donde se localiza el puente "Copalillo" y la estación hidrométrica del mismo nombre; ya dentro de una zona urbana con asentamientos humanos dentro de la ciudad de Irapuato. Dos kilómetros y medio adelante del puente "Copalillo", el "Río Guanajuato" recibe por la margen izquierda al arroyo "Carrizalito" y 2.5 kilómetros después de éste último punto mencionado; al arroyo "Santa Rita".

Aguas debajo de la incorporación del arroyo "Carrizalito", el "Río Guanajuato" corre por una zona de terrenos dedicados a la agricultura localizados en la zona oriente de las afueras de la ciudad de Irapuato. En la Figura 1.2; "Identificación de la problemática del "Río Guanajuato", se muestra de manera esquemática el funcionamiento hidráulico del "Río Guanajuato" y sus afluentes en el tramo en estudio. El tramo en estudio comprende 13 kilómetros, iniciando en el cruce del Río con el canal "Tepalcates" (sitio en el que también se localiza la presa derivadora "La Garrida"), hasta 500 metros aguas abajo del cruce con la carretera a Salamanca, incluyendo los arroyos "Santa Rita" y "Carrizalito", en un tramo aproximado de dos kilómetros para cada uno aguas arriba de su cruce con el cauce del Río.

La problemática en cuanto a la eficiencia del sistema de desalojo del excedente de los escurrimientos pluviales de la cuenca media del "Río Guanajuato", se agravó debido a las fuertes precipitaciones que se presentaron en el mes de septiembre de 1996, entre la presa "La Purísima" y la ciudad de Irapuato y en las subcuencas de los arroyos "Santa Rita" y "Carrizalito", afluentes del "Río Guanajuato". Los escurrimientos a los que se hace referencia, ocasionaron problemas de conducción, debido al corto tiempo de concentración, provocando inundaciones en los terrenos de cultivo de la zona noreste de Irapuato y la ruptura del bordo en la margen derecha del "Río Guanajuato" a la altura del

**PROYECTO A NIVEL EJECUTIVO DEL ENCAUZAMIENTO DEL "RIO GUANAJUATO",
TRAMO PRESA "LA GARRIDA" — CIUDAD DE IRAPUATO; EN EL ESTADO DE
GUANAJUATO, MEXICO.**

Fraccionamiento "San Roque", inundando varias colonias de la zona sur de la ciudad de Irapuato.

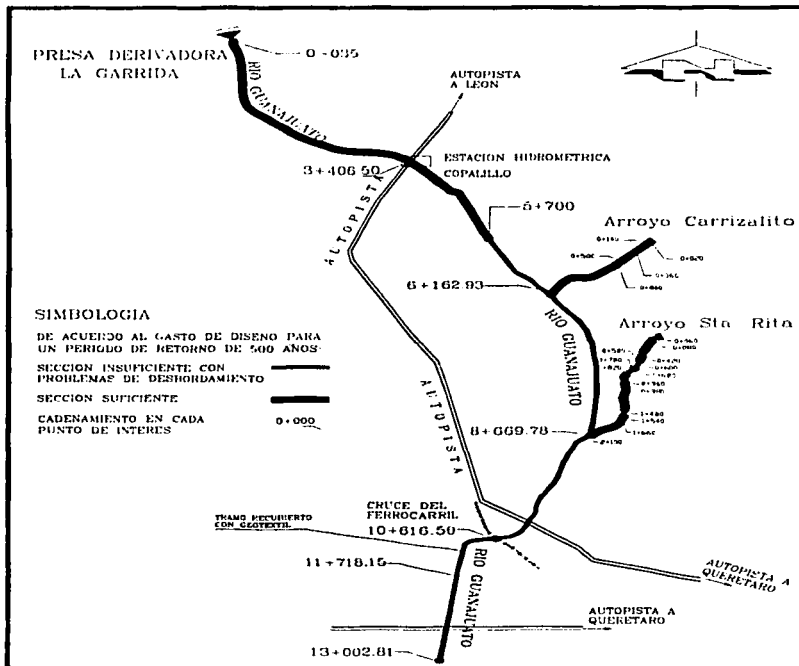


Figura I.2

Identificación de la problemática del "Rio Guanajuato" y sus afluentes con respecto a su capacidad máxima de conducción de acuerdo al gasto de diseño

Con objeto de tener un conocimiento detallado de la zona de estudio, se realizaron recorridos de campo coordinados con personal de la Gerencia Regional de la Comisión Nacional del Agua (CNA) en el Estado de Guanajuato; recorridos en los que se identificó el tipo de terreno en donde se localizan las corrientes en estudio, detectando físicamente los tramos en los que el Río y los arroyos han sufrido desbordamientos, los sitios en que existen descargas de aguas residuales o drenaje de tierras agrícolas, incorporaciones de escurrimientos, destrucción de los bordos del cauce por los transeúntes debido a la falta de estructuras de cruce, depósitos y tiraderos de basura fuera y dentro de la sección hidráulica, así como los tramos de "Río Guanajuato" invadidos por vegetación.

A partir de estos recorridos y con apoyo de la información topográfica disponible de la situación actual del "Río Guanajuato" en el tramo en estudio y de sus afluentes, los arroyos "Carrizalito" y "Santa Rita", se realizó un análisis de los sitios con mayor problemática con relación a su falta de capacidad para conducir avenidas extraordinarias. La información consistió en secciones transversales del cauce principal y sus afluentes y con ésta se efectuó un estudio en el que se determinaron las principales características hidráulicas en los tramos en los que se dispuso de información.

En la Tabla I.1 "Problemática del "Río Guanajuato" y sus afluentes con respecto a su capacidad máxima de conducción de acuerdo al gasto de diseño", se presentan de manera resumida los tramos que reflejan problemas de capacidad hidráulica y por ende, susceptibles de sufrir desbordamientos, tanto como resultado del análisis hidráulico descrito, como de la investigación de campo realizada. Esta información se reflejó en la Figura I.2 "Identificación de la problemática del "Río Guanajuato" y sus afluentes con respecto a su capacidad

**PROYECTO A NIVEL EJECUTIVO DEL ENCAUZAMIENTO DEL "RIO GUANAJUATO",
TRAMO PRESA "LA GARRIDA" — CIUDAD DE IRAPUATO; EN EL ESTADO DE
GUANAJUATO, MEXICO.**

máxima de conducción de acuerdo al gasto de diseño", en la que se indican los cadenamientos de los tramos con la problemática antes descrita.

Tabla I.1

Problemática del "Río Guanajuato" y sus afluentes con respecto a su capacidad máxima de conducción de acuerdo al gasto de diseño

CADENAMIENTO		CONDICION DE CAPACIDAD MAXIMA DE CONDUCCION
INICIAL	FINAL	
"RIO GUANAJUATO"		
0+035	5+700	Sección suficiente
5+700	13+002.81	Sección insuficiente con problemas de desbordamiento
ARROYO "CARRIZALITO"		
0+020, 0+140, 0+360, 0+500 y 0+800		Cadenamientos sobre el cauce donde la sección es insuficiente y se llegan a presentar problemas de desbordamiento
		El resto de las secciones a lo largo del cauce tienen capacidad suficiente
ARROYO "SANTA RITA"		
0+000	0+040	Sección suficiente
0+060	0+080	Sección insuficiente
0+100	0+400	Sección suficiente
0+420 y 0+580		Cadenamientos sobre el cauce donde la sección es insuficiente y se llegan a presentar problemas de desbordamiento
0+600	0+680	Sección insuficiente
0+700	0+780	Sección suficiente
0+800	0+820	Sección insuficiente
0+840	0+940	Sección suficiente
0+960	0+980	Sección insuficiente
1+000	1+480	Sección suficiente
1+500	1+540	Sección insuficiente
1+660		Cadenamiento sobre el cauce donde la sección es insuficiente y se llegan a presentar problemas de desbordamiento
1+640	2+100	Sección suficiente

Desde el punto de vista técnico, a partir de la información disponible y de los recorridos de campo efectuados se determinó la factibilidad de realizar esta obra, considerando para ello que la presa "La Purísima" controla los escurrimientos de la cuenca alta del "Río Guanajuato"; que la presa derivadora "La Garrida" permite derivar los excedentes hacia la cuenca del "Río Silao"; con lo cual, la mayor parte del cauce del "Río Guanajuato" y sus afluentes principales en el tramo de estudio (los arroyos "Carrizalito" y "Santa Rita"), disponen de capacidad hidráulica suficiente para conducir las avenidas extraordinarias.

En los tramos en los que no resulta de la forma mencionada en el párrafo anterior, el problema se debe a problemas de destrucción de los bordos por los pobladores de la región debido a la falta de estructuras de cruce, a invasión de la sección por vegetación o depósitos y tiraderos de basura, por lo cual la inversión requerida para realizar esta obra con relación a los beneficios generados; no será elevada, por lo cual los aspectos económicos se considera serán positivos, ya que los daños producidos por las inundaciones se verán reducido en su gran mayoría.

Este efecto redundará en un beneficio social, ya que al disminuir el riesgo de inundaciones, se verá así mismo reducida la posibilidad de afectación de bienes y servicios de los pobladores de las zonas adyacentes, como podrían ser: la destrucción de sus viviendas; destrucción e interrupción de vías de comunicación; de servicios eléctricos, de agua potable y drenaje; la destrucción de cultivos y eventualmente hasta la pérdida de vidas humanas y animales. Con lo anterior, el deterioro económico de la población será menor.

Al disminuir las inundaciones también se reduce el riesgo de enfermedades, principalmente las gastrointestinales de origen hídrico, ya que otro daño importante producido por el desbordamiento del Río consiste en la contaminación que las aguas desbordadas ocasionan en los depósitos de agua potable,

**PROYECTO A NIVEL EJECUTIVO DEL ENCAUZAMIENTO DEL "RIO GUANAJUATO",
TRAMO PRESA "LA GARRIDA" — CIUDAD DE IRAPUATO; EN EL ESTADO DE
GUANAJUATO, MEXICO.**

cisternas, aljibes, etc, además de los focos de infección que las inundaciones provocan, tanto por el acarreo de vegetación, basura y hasta animales muertos, lo que propicia la proliferación de mosquitos y animales nocivos, lo que implica que el impacto ambiental de esta obra será positivo para los habitantes de las zonas habitacionales, industriales y de servicios que se localizan en distintos puntos a lo largo del cauce del Río de una manera directa y para la totalidad de población de la ciudad de Irapuato de manera indirecta, del mismo modo que también será de beneficio para la población de paso que transita por las importantes vías de comunicación que cruzan sobre el cauce.

Este efecto redundará en un beneficio social, ya que al disminuir el riesgo de inundaciones, se verá así mismo reducida la posibilidad de afectación de bienes y servicios de los pobladores de las zonas adyacentes, como podrían ser: la destrucción de sus viviendas; destrucción e interrupción de vías de comunicación; de servicios eléctricos, de agua potable y drenaje; la destrucción de cultivos y eventualmente hasta la pérdida de vidas humanas y animales. Con lo anterior, el deterioro económico de la población será menor.

Al disminuir las inundaciones también se reduce el riesgo de enfermedades, principalmente las gastrointestinales de origen hídrico, ya que otro daño importante producido por el desbordamiento del Río consiste en la contaminación que las aguas desbordadas ocasionan en los depósitos de agua potable, cisternas, aljibes, etc, además de los focos de infección que las inundaciones provocan, tanto por el acarreo de vegetación, basura y hasta animales muertos, lo que propicia la proliferación de mosquitos y animales nocivos, lo que implica que el impacto ambiental de esta obra será positivo.

Dadas las características que se han observado en la zona, es importante considerar de manera paralela al presente proyecto, la elaboración de un Estudio

o Manifestación de Impacto Ambiental para asegurarse que con los trabajos que resulte necesario ejecutar como resultado del presente proyecto, no se violen las normas que al respecto establece la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) del Gobierno Mexicano. El Estudio o Manifestación de Impacto Ambiental no se aborda como parte integral del presente proyecto, debido a que por su importancia y complejidad, requiere de un trabajo independiente.

I.2 VISITAS TECNICAS A LA ZONA DE ESTUDIO

Por parte de los responsables de este proyecto, se realizaron innumerables visitas de campo a la zona de estudio tanto en coordinación con el personal de la Comisión Nacional del Agua (CNA) designado en la Gerencia Regional de dicha Dependencia en el Estado de Guanajuato, como de manera independiente por parte de los participantes en este trabajo; con el fin de conocer las características generales y poder visualizar la problemática que pudiera tener el "Río Guanajuato" y sus afluentes; así como determinar los sitios en los cuales se deberá tener especial atención en el estudio.

• VISITA A LA PRESA DERIVADORA "LA GARRIDA"

La presa derivadora "La Garrida", se encuentra ubicada al norte de la ciudad de Irapuato (más o menos a 3.5 kilómetros de la autopista Salamanca-León en dirección opuesta al sentido del cauce del "Río Guanajuato". El recorrido se inicio en donde se encuentra ubicada esta presa, punto en el cual empieza el tramo en estudio del presente proyecto.

En una de las visitas realizadas, se observó que en el sitio donde se ubica la Presa, el "Río Guanajuato" tiene una derivación hacia el poniente que llega hasta la parte baja de la presa "El Conejo"; ésta derivación se llama canal "Tepalcates",

**PROYECTO A NIVEL EJECUTIVO DEL ENCAUZAMIENTO DEL "RÍO GUANAJUATO",
TRAMO PRESA "LA GARRIDA" — CIUDAD DE IRAPUATO; EN EL ESTADO DE
GUANAJUATO, MEXICO.**

observándose que la función de la presa derivadora "La Garrida" es precisamente derivar primero hacia el "Río Silao" o "Río de la Llave" a través de dicho canal; y únicamente cuando el cauce rebasa el nivel preestablecido en la derivación hacia el "Río Guanajuato", el agua es canalizada al cauce de éste Río.

El funcionamiento de la Presa se verificó durante la visita realizada, ya que tres de las siete compuertas con las que cuenta dicha Presa, estaban abiertas, dando salida al agua almacenada sobre el cauce del canal "Tepalcates". Las cuatro compuertas restantes (orientadas en dirección del "Río Guanajuato"), siempre permanecen cerradas según información proporcionada por la Comisión Nacional del Agua (CNA); y únicamente se conduce sobre el cauce del "Río Guanajuato" a partir de dicho punto, el agua que llega a rebasar el nivel de dichas compuertas; o bien, cuando por necesidades de consumo agrícola, lo demanda la Comisión Nacional del Agua (CNA).

El funcionamiento de la presa derivadora "La Garrida" consiste precisamente en derivar los escurrimientos provenientes de la cuenca que se encuentra al norte de la zona de estudio hacia el canal "Tepalcates" (y al "Río Silao" o "Río de la Llave" consecuentemente), y una vez que éste canal agota su capacidad de conducción; o bien, cuando existe demanda de agua para consumo agrícola aguas abajo del "Río Guanajuato" a partir de la presa derivadora "La Garrida", la derivación del caudal se hace precisamente hacia el cauce del "Río Guanajuato" como segunda alternativa para darle salida al gasto generado en ésta zona .

• **VISITA AL CAUCE DEL "RÍO GUANAJUATO" Y SUS AFLUENTES EN EL TRAMO EN ESTUDIO**

Durante el recorrido a lo largo del "Río Guanajuato" en el tramo en estudio, se observó que el cauce esta formado por material arcilloso, ya que existe la presencia de abundante vegetación, identificando arbustos y carrizales

(principalmente en el tramo de la autopista Salamanca–León hasta la confluencia con el arroyo “Carrizalito”), lo que genera una importante obstrucción para el paso del agua que disminuye el área hidráulica del Río. Se observó que existen zonas en donde el Río es utilizado como tiradero de basura (parte norte de la zona urbana de la ciudad de Irapuato adyacente al cauce del “Río Guanajuato”), de donde se puede deducir que gran parte de los desechos sólidos y líquidos que se generan en esa zona, son depositados sobre el cauce del Río, por lo que será de vital importancia planear una estrategia para el saneamiento del mismo en aquellos sitios en donde se presente esta problemática. Como ya se mencionó anteriormente, el Estudio o manifestación de Impacto Ambiental no es parte del presente trabajo debido a que por su complejidad requiere de un tratamiento particular.

Algo que se pudo observar como una constante a lo largo de todo el tramo en estudio, es el cruce de caminos o brechas con el cauce del “Río Guanajuato”; los cuales en su mayoría, están asociados con la destrucción de los bordos de ambas márgenes del Río, destrucciones que al parecer son realizadas por los propios transeúntes o vecinos para poder cruzar de una margen a la otra, lo cual se traduce en una pérdida de sección del cauce en todos esos puntos.

El problema que genera la situación antes descrita, habrá que resolverlo en un mediano plazo; realizando la construcción de estructuras de paso adecuadas en aquellos lugares en donde se considere necesario para evitar de ésta manera que se siga presentando la situación actual en esos puntos. En lo que respecta a las estructuras de cruce existentes sobre el “Río Guanajuato” (para las vías de comunicación sobre todo), se pudo observar que en su mayoría éstas se encuentran en condiciones físicas aceptables; sin embargo, todavía será necesario hacer la revisión hidráulica del cauce para verificar si estas estructuras

**PROYECTO A NIVEL EJECUTIVO DEL ENCAUZAMIENTO DEL "RIO GUANAJUATO",
TRAMO PRESA "LA GARRIDA" — CIUDAD DE IRAPUATO; EN EL ESTADO DE
GUANAJUATO, MEXICO.**

tienen la capacidad suficiente para permitir el paso de los nuevos gastos de diseño (principalmente las que se encuentran cercanas a la ciudad de Irapuato).

Durante el recorrido de campo, pudo observarse de igual forma que existe un tramo del "Río Guanajuato" (a la altura de la ciudad de Irapuato) en el cual fue colocado un recubrimiento basado en geotextil para estabilizar los taludes; esto, debido a la existencia de una falla geológica que cruza por el terreno en esa zona; sin embargo, se pudo también observar que dicho recubrimiento se encuentra parcialmente destruido, por lo que deberá tenerse especial cuidado en la solución que habrá de dársele a ésta zona del cauce del Río.

En el punto de la confluencia del arroyo "Carrizalito" con el "Río Guanajuato", se pudo observar que la estructura de unión está obstruida en una parte por el deslave de material que se encuentra en la parte superior del muro de contención; además de esto, también se aprecia que la margen derecha del arroyo presenta desgaste excesivo debido al paso de personas y animales que lo utilizan para cruzar.

Por otra parte, en la unión del arroyo "Santa Rita" con el "Río Guanajuato" no se encuentra ningún tipo de estructura en la confluencia, a excepción de un muro a base de gaviones construido en la margen derecha del cauce para proteger el talud del mismo, por lo que este punto deberá ser especialmente considerado en el estudio de acuerdo a los resultados de los análisis hidráulicos (tanto del arroyo como del "Río Guanajuato"). Como resultado final de los recorridos de campo, se concluye que en el cauce del "Río Guanajuato", en el tramo comprendido entre la presa derivadora "La Garrida" y la confluencia con el arroyo "Carrizalito", no existen mayores problemas en cuanto a la capacidad hidráulica.

No ocurre lo mismo aguas abajo del Río (a la altura de la ciudad de Irapuato), en donde la sección del cauce se reduce significativamente debido a que la zona urbana invade parte de los bordos del Río y también porque en esta parte de la zona de estudio, existen cuatro estructuras de paso que afectan el funcionamiento correcto del cauce del Río. Será necesario tomar en cuenta lo anterior, a efecto de que se considere esta última zona con mayor atención para definir el proyecto final de encauzamiento del Río.

Para entender de manera más clara lo referente a éste capítulo, se sugiere ver el Anexo A " Informe fotográfico de la zona en estudio del "Río Guanajuato".

CAPITULO II

ANALISIS HIDROLOGICO DE LA CUENCA DEL RIO (ZONA EN ESTUDIO)

CAPITULO II

ANALISIS HIDROLOGICO DE LA CUENCA DEL "RÍO GUANAJUATO" (ZONA EN ESTUDIO)

II.1 DESCRIPCION DEL SISTEMA HIDROLOGICO

Para realizar el estudio hidrológico del "Río Guanajuato", se consideró el funcionamiento de las presas existentes sobre el cauce del "Río Guanajuato", la presa "La Purísima" y la presa derivadora "La Garrida" (ambas para el control de avenidas), así como los escurrimientos por cuenca propia y de sus afluentes, los canales "Carrizalito" y "Santa Rita", sirviendo esto para la determinación de los gastos hidráulicos para los diferentes tramos.

La presa "La Purísima" se construyó con objeto de controlar las avenidas de la cuenca alta del "Río Guanajuato"; inició sus operaciones en el año de 1980, y a partir de esa fecha ha regulado por completo los escurrimientos del Río, ya que de acuerdo a los registros disponibles de su funcionamiento, en el periodo de 1980 a 1997 la presa no ha derramado.

La presa derivadora "La Garrida" es una estructura derivadora que conduce los excedentes del "Río Guanajuato" hacia el "Río de la Llave" o "Silao" por conducto del canal "Tepalcates"; no existen registros de su funcionamiento por carecer de observaciones de su operación, pero a partir del análisis de los registros de la estación hidrométrica "Tepalcates", localizada sobre el canal del mismo nombre que es el que conduce estos escurrimientos hacia el "Río Silao" o "Río de la Llave", se determinó el gasto máximo que dicho canal puede conducir, siendo éste de 43.07 m³/s de acuerdo a la Tabla II.1 "Gastos Máximos registrados en la estación hidrológica "Tepalcates"; en la que se anotan los gastos máximos anuales registrados por esta estación.

**PROYECTO A NIVEL EJECUTIVO DEL ENCAUZAMIENTO DEL "RÍO GUANAJUATO",
TRAMO PRESA "LA GARRIDA" — CIUDAD DE IRAPUATO; EN EL ESTADO DE
GUANAJUATO, MEXICO.**

Tabla II.1
Gastos máximos registrados en la estación hidrológica "Tepalcates"

NUMERO DE ORDEN	FECHA DE AFORO	GASTO MAXIMO (m ³ /s)	NUMERO DE ORDEN	FECHA DE AFORO	GASTO MAXIMO (m ³ /s)
1	JUL 1991	43.07	11	JUN 1978	16.35
2	SEP 1996	42.37	12	AGO 1988	16.22
3	SEP 1989	31.30	13	SEP 1978	14.80
4	SEP 1977	30.17	14	AGO 1980	14.45
5	AGO 1991	26.15	15	OCT 1978	14.10
6	SEP 1977	26.11	16	JUN 1981	13.82
7	JUN 1978	23.81	17	SEP 1996	13.52
8	AGO 1977	18.61	18	SEP 1977	13.12
9	JUL 1993	17.48	19	AGO 1979	11.54
10	AGO 1989	16.53	---	---	---

Sin embargo, la política de operación de esta obra está sujeta a la observación de los escurrimientos que se presentan simultáneamente en el "Río Silao" o "Río de la Llave" y en el "Río Guanajuato", abriéndose o cerrándose las compuertas de esta presa según los reportes que por radiotransmisores se dan de los niveles en ambos cauces.

Considerando lo anteriormente expuesto, para el análisis hidrológico de la cuenca hidrológica particular del "Río Guanajuato", para efectos de éste estudio no se consideró la regulación a los escurrimientos que en ésta presa se podría realizar; considerando que ante la presencia de una tormenta extraordinaria que abarque ambas cuencas, los niveles del "Río Silao" o "Río de la Llave" podrían ser lo suficientemente altos que eviten la derivación de escurrimientos hacia ese cauce.

Por el motivo anterior, se determinó como aportación del "Río Guanajuato" hasta el sitio en estudio, la totalidad de los escurrimientos generados desde la presa "La Purísima".

La cuenca en estudio se localiza en la porción central del estado de Guanajuato, México; y éste a su vez, se ubica en la meseta central o porción Sur de la altiplanicie mexicana. Esta cuenca, se ubica entre los paralelos 20° 39' y 20° 58' de Latitud Norte y los meridianos 101° 12' y 101° 23' de Longitud Oeste, formando parte de la cuenca general del "Río Lerma", correspondiente a la Región Hidrológica Número 12, según división realizada por la extinta Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos (SARH).

La cuenca en estudio está alargada de Norte a Sur, con una extensión amplia hacia el Este.

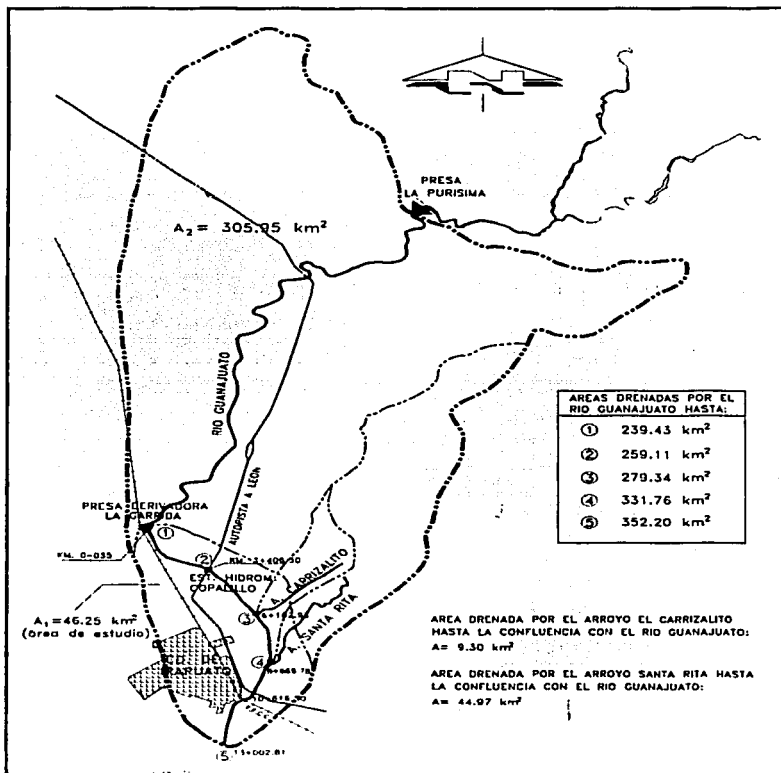
El eje mayor de la cuenca (desde el cerro "El Capulín" en el Norte, hasta el cruce del "Río Guanajuato" con la autopista Querétaro-Irapuato en el Sur), mide unos 35 kilómetros; en su eje menor (desde la sierra "El Copal" en el Este, hasta los valles "Silao" en el Oeste), mide unos 12 kilómetros y cubre una superficie de 352.20 kilómetros cuadrados.

De esta superficie, doscientos treinta y nueve punto cuarenta y tres (239.43) kilómetros cuadrados corresponden a la cuenca localizada entre las presas "La Purísima" y "La Garrida", y los ciento doce punto setenta y siete (112.77) kilómetros cuadrados restantes, corresponden a la cuenca propia del tramo del Río en estudio; incluyendo nueve punto tres (9.3) kilómetros cuadrados de la cuenca del arroyo "Carrizalito" y cuarenta y cuatro punto noventa y siete (44.97) kilómetros cuadrados de la cuenca del arroyo "Santa Rita".

En la Figura II.1 "Sistema hidrográfico del Río Guanajuato", se muestra de manera esquemática el Sistema Hidrográfico Principal de la zona en estudio.

PROYECTO A NIVEL EJECUTIVO DEL ENCAUZAMIENTO DEL "RIO GUANAJUATO",
TRAMO PRESA "LA GARRIDA" — CIUDAD DE IRAPUATO; EN EL ESTADO DE
GUANAJUATO, MEXICO.

Figura II.1
Sistema hidrográfico del Rio Guanajuato



ANÁLISIS CON
FALLA DE ORIGEN

Las zonas montañosas de la región están formadas por las penetraciones de las sierras de Zacatecas, que reciben los nombres locales de: "Sierra Gorda", "Guanajuato", "El Copal", de "La Media Luna", "El Cubo", las de "Comanja", "San Pedro", la de "Pénjamo" y la de "Los Agustinos". Entre las sierras "Gorda" y de "Guanajuato", se extienden las amplias llanuras de "Dolores Hidalgo" y "Allende", que se prolongan hacia el oeste formando las llanuras del "Bajo", entre las ciudades de Irapuato y León de la República Mexicana. En esta última llanura se localizan suelos agrícolas de alta fertilidad, y se ubica también la zona en estudio.

De acuerdo al Sistema de Clasificación de Climas realizado por Köppen y modificado por E. García, el clima de la región se clasifica como Templado Subhúmedo (Cb) (W2)(W), con lluvia de verano y porcentaje de lluvia invernal menor de 10%. De acuerdo a los registros de la Estación Climatológica de Irapuato Tabla II.2 "Temperatura anual registrada en la zona de estudio en °C", Tabla II.3 "Precipitación anual registrada en la zona de estudio en mm", Tabla II.4 "Evaporación anual registrada en la zona de estudio en mm" y Figura II.2 "Resumen de temperatura media mensual de la estación hidrométrica Irapuato", Figura II.3 "Resumen de precipitación mensual de la estación hidrométrica Irapuato", Figura II.4 "Resumen de evaporación mensual de la estación hidrométrica Irapuato", la precipitación media anual es de 640 milímetros y la temperatura media anual oscila entre 8 °C y 18 °C (grados centígrados). La máxima incidencia de lluvias se presenta entre julio y agosto, con un valor que fluctúa entre los 157 y 161 milímetros.

La menor precipitación se presenta en los meses de febrero y marzo, con un valor menor de cinco milímetros. El mes más cálido es junio con una temperatura media de 18 °C; la temporada más fría abarca de diciembre a febrero, con temperaturas medias menores a los 9 °C. La evaporación potencial media anual tiene un valor

**PROYECTO A NIVEL EJECUTIVO DEL ENCAUZAMIENTO DEL "RÍO GUANAJUATO",
TRAMO PRESA "LA GARRIDA" — CIUDAD DE IRAPUATO; EN EL ESTADO DE
GUANAJUATO, MEXICO.**

de 2057 milímetros, siendo marzo el mes de mayor evaporación con valores medios de 336.87 milímetros y el menor, diciembre con 119.93 milímetros.

Para poder realizar una descripción del sistema hidrológico de la cuenca en estudio, del "Río Guanajuato", sus afluentes los arroyos "Carrizalito" y "Santa Rita", así como de las posibles incorporaciones de escurrimientos, se elaboró la Figura I.1 "Identificación de la problemática del "Río Guanajuato" y sus afluentes con respecto a su capacidad máxima de conducción de acuerdo al gasto de diseño" mostrada en el capítulo I.

En esta figura se identificó la hidrografía existente, los parteaguas de las cuencas en estudio, las estaciones hidrométricas y climatológicas, los poblados, vías de comunicación, y en general toda la información relevante para el desarrollo del presente estudio.

El Sistema Hidrológico del "Río Guanajuato", tiene su origen en el cerro de "San Miguel", aproximadamente ocho punto siete (8.7) kilómetros al noreste de la ciudad de Guanajuato, México.

En su parte alta, al "Río Guanajuato" se le conoce con el nombre de "Arroyo Melchores", y sobre éste se construyó un pequeño vaso de almacenamiento denominado "La Esperanza".

Agua abajo de éste vaso de almacenamiento, se localiza otra obra hidráulica de dimensiones semejantes denominada "La Soledad"; a partir de este punto, la corriente escurre con dirección sudoeste con el nombre de "Río Santa Ana" y pasa unos tres kilómetros al oriente de la ciudad de Guanajuato, México. Agua abajo, cruza la carretera federal 45 y a partir de este punto se le conoce como "Río Guanajuato".

CAPITULO II
ANALISIS HIDROLOGICO DE LA CUENCA
DEL "RIO GUANAJUATO" (ZONA EN ESTUDIO)

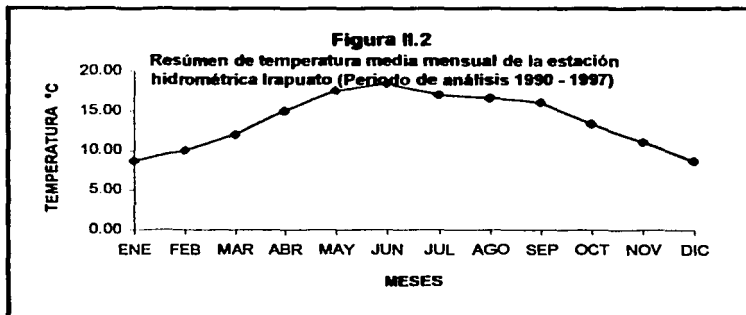
Tabla II.2
Temperatura anual registrada en la zona de estudio en °C

Latitud: 20° 41' 22" **Estación hidrométrica:** Irapuato
Longitud: 101° 21' 22" **Año:** 1990
Division: Alto Lerma **Altitud sobre el nivel del mar:** 1733 metros

ANOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL
1990	8.53	9.30	12.74	17.62	18.89	17.80	17.61
1991	9.56	11.32	12.35	18.12	20.02	19.38	16.61
1992	10.95	8.59	12.92	15.03	17.98	20.43	17.66
1993	8.50	8.21	9.23	14.32	13.69	18.02	16.58
1994	6.94	9.09	11.89	14.27	17.77	17.23	16.23
1995	14.45	14.46	13.97	14.32	17.92	18.17	17.44
1996	5.26	8.66	10.34	13.18	18.18	17.67	17.02
1997	6.68	10.14	12.65	13.12	15.98	18.80	(*)
MEDIA	8.86	9.97	12.01	15.00	17.55	18.44	17.02

ANOS	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	MEDIA
1990	17.16	16.45	14.85	9.80	6.85	13.97
1991	15.79	15.60	12.89	9.87	9.95	14.29
1992	16.50	16.27	11.77	9.93	8.85	13.91
1993	16.23	15.65	13.32	10.47	7.26	12.62
1994	16.06	14.97	13.90	13.70	9.84	13.49
1995	17.71	17.22	13.08	13.08	8.77	15.05
1996	16.63	16.20	13.53	10.52	9.24	13.04
1997	(*)	(*)	(*)	(*)	(*)	(*)
MEDIA	16.58	16.05	13.33	11.05	8.68	13.71

(*) Dato no registrado



**PROYECTO A NIVEL EJECUTIVO DEL ENCAUZAMIENTO DEL "RIO GUANAJUATO",
TRAMO PRESA "LA GARRIDA" — CIUDAD DE IRAPUATO; EN EL ESTADO DE
GUANAJUATO, MEXICO.**

Tabla II.3

Precipitación anual registrada en la zona de estudio en mm

Latitud: 20° 41' 22"
Longitud: 101° 21' 22"
División: Alto Lerma

Estación hidrométrica: Irapuato
Año: 1990
Altitud sobre el nivel del mar: 1733 metros

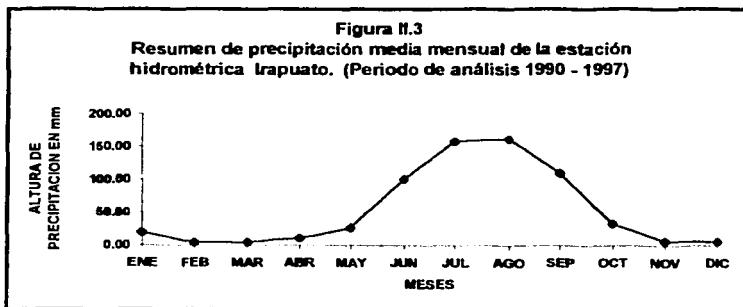
ANOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL
1990	17.80	6.30	4.00	1.80	55.80	36.40	175.60
1991	1.70	0.00	0.00	0.00	6.90	135.60	245.10
1992	126.00	8.60	5.10	1.20	49.10	43.50	146.10
1993	7.90	0.00	0.00	10.50	0.80	143.40	140.70
1994	0.00	0.00	0.00	18.70	1.00	167.70	131.80
1995	0.00	14.80	0.00	8.20	89.60	73.70	163.20
1996	0.00	0.00	0.00	6.70	1.40	120.90	101.20
1997	0.00	1.00	24.90	37.70	8.50	83.60	(*)
MEDIA	19.18	3.84	4.25	10.60	26.64	100.60	157.67

ANOS	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	SUMA
1990	291.10	104.00	62.10	0.00	0.00	754.90
1991	123.70	99.90	16.30	3.70	13.90	646.80
1992	87.60	71.50	73.50	31.00	4.60	647.80
1993	92.70	147.80	12.70	0.00	0.00	556.50
1994	103.50	88.50	17.50	0.00	0.00	528.70
1995	180.90	71.90	11.60	11.63	21.20	646.73
1996	248.90	183.20	35.10	0.00	0.00	697.40
1997	(*)	(*)	(*)	(*)	(*)	(*)
MEDIA	161.20	109.54	32.69	6.62	5.67	638.49

(*) Dato no registrado

Figura II.3

Resumen de precipitación media mensual de la estación hidrométrica Irapuato. (Periodo de análisis 1990 - 1997)



CAPITULO II
ANALISIS HIDROLOGICO DE LA CUENCA
DEL "RIO GUANAJUATO" (ZONA EN ESTUDIO)

Tabla II.4
Evaporación anual registrada en la zona de estudio en mm

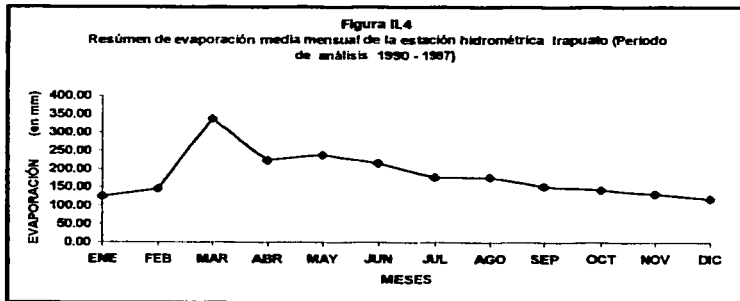
Latitud: 20° 41' 22"
 Longitud: 101° 21' 22"
 División: Alto Lema

Estación hidrométrica : Irapuato
 Año: 1990
 Altitud sobre el nivel del mar: 1733 metros

DIAS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL
1990	136.36	128.87	223.42	242.33	239.54	214.51	151.92
1991	130.96	128.47	237.17	239.81	271.67	232.06	147.02
1992	74.43	137.53	190.34	197.38	190.34	198.28	180.50
1993	124.65	123.52	162.24	223.45	245.71	219.20	161.53
1994	127.99	153.39	222.65	215.98	236.77	184.31	217.23
1995	128.46	155.16	226.11	248.48	247.36	208.14	179.93
1996	138.21	167.96	216.49	245.20	246.73	205.05	201.67
1997	140.57	171.30	1216.50	177.49	227.06	266.01	(*)
MEDIA	125.20	145.78	336.87	223.77	238.15	215.95	177.11

DIAS	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	MEDIA
1990	177.95	150.03	145.31	138.58	124.68	2073.50
1991	205.34	148.64	147.82	133.28	111.62	2133.86
1992	158.80	153.04	124.17	115.90	113.77	1834.48
1993	182.42	148.10	150.75	133.46	127.28	2002.31
1994	165.74	163.36	151.69	144.21	125.88	2109.20
1995	151.62	154.29	127.42	122.07	115.52	2064.56
1996	201.22	149.66	153.40	139.74	120.76	2186.09
1997	(*)	(*)	(*)	(*)	(*)	(*)
MEDIA	177.58	152.45	142.94	132.46	119.93	2057.71

(*) Datos no registrados



**PROYECTO A NIVEL EJECUTIVO DEL ENCAUZAMIENTO DEL "RÍO GUANAJUATO",
TRAMO PRESA "LA GARRIDA" — CIUDAD DE IRAPUATO; EN EL ESTADO DE
GUANAJUATO, MEXICO.**

La primera corriente que recibe el "Río Guanajuato" (ya con este nombre) por su margen izquierda, es el "Arroyo Hierbabuena"; río abajo, escurre con rumbo hacia el sur hasta la población de "El Zungarro", a cuya altura recibe por la margen izquierda las aguas del río "El Capulín"; aguas abajo, cambia nuevamente su trayectoria al sudoeste, en este tramo se localiza la presa "La Purísima".

Esta estructura se construyó con objeto de controlar las avenidas de la cuenca alta del "Río Guanajuato" e inició sus operaciones en el año de 1980, y a partir de esa fecha, ha regulado por completo los escurrimientos, ya que de acuerdo a los registros disponibles de su funcionamiento, en el período comprendido entre el año de 1980 y el año de 1997, la presa no ha derramado.

Aguas abajo de la presa "La Purísima", el "Río Guanajuato" cruza la carretera federal 110 (tramo Silao-Irapuato); en este sitio, se localiza la estación hidrométrica "Las Américas", misma que registró los escurrimientos del Río en el período comprendido entre los años 1957 a 1970; adelante el Río bordea el "Cerro Blanco", sitio a cuya altura se localiza la presa derivadora "La Garrida".

En la Tabla II.5 "Gastos máximos obtenidos en la estación hidrométrica "Las Américas", se muestra el registro de gastos máximos obtenidos en la estación mencionada.

Como puede observarse en la referida en el párrafo anterior, los escurrimientos de la cuenca alta son de consideración, pero actualmente éstos son regulados por completo por la presa "La Purísima", como lo demuestran los registros de su funcionamiento, los cuales indican que en el período comprendido entre 1980 y 1997, la presa no ha derramado; motivo por lo cual, para el presente estudio se consideró únicamente como cuenca de aportación a la zona de estudio, la cuenca comprendida a partir de ésta hacia abajo.

Tabla II.5
Gastos máximos obtenidos en la estación hidrométrica "Las Américas"

NUMERO DE ORDEN	FECHA DE AFORO	GASTO MAXIMO (m ³ /s)	NUMERO DE ORDEN	FECHA DE AFORO	GASTO MAXIMO (m ³ /s)
1	JUL 1978	* 500.00	11	JUL 1962	243.00
2	AGO 1967	*400.00	12	JUN 1962	239.00
3	JUN 1971	354.05	13	JUN 1977	238.12
4	AGO 1973	350.03	14	JUL 1973	235.70
5	SEP 1962	330.00	15	AGO 1970	227.07
6	SEP 1977	312.13	16	SEP 1971	223.95
7	SEP 1967	298.33	17	OCT 1976	222.86
8	OCT 1959	288.00	18	JUL 1970	213.42
9	AGO 1971	276.00	19	SEP 1973	212.00
10	SEP 1970	266.50	20	SEP 1964	210.00

* Valor extrapolado a partir de la Curva Elevaciones–Gasto de la estación y los registros de niveles al paso de la avenida.

En el sitio de la presa derivadora "La Garrida", se inicia el tramo en estudio del "Río Guanajuato" y que corresponde al presente trabajo. Esta estructura (presa derivadora "La Garrida"), se construyó sobre el río antes indicado, unos seis kilómetros al norte de la ciudad de Irapuato, para derivar las aguas que se generan periódicamente en su cuenca media, ya que como se indicó con anterioridad, los escurrimientos generados en su cuenca alta son controlados por la presa "La Purísima".

Los escurrimientos excedentes derivados por la presa derivadora "La Garrida", son conducidos hacia la cuenca del río de "La Llave" ó "Silao", mediante el canal "Tepalcates", para de ésta manera proteger a la ciudad de Irapuato de inundaciones.

**PROYECTO A NIVEL EJECUTIVO DEL ENCAUZAMIENTO DEL "RÍO GUANAJUATO",
TRAMO PRESA "LA GARRIDA" — CIUDAD DE IRAPUATO; EN EL ESTADO DE
GUANAJUATO, MEXICO.**

Aproximadamente 3.5 kilómetros aguas abajo de la presa derivadora "La Garrida", el Río cruza nuevamente la carretera federal 110, en el sitio del puente "Copalillo" y de la estación hidrométrica del mismo nombre; posteriormente, 2.5 kilómetros aguas abajo sobre el cauce a partir de este puente, recibe por la margen izquierda al arroyo "Carrizalito" y más o menos 2.5 kilómetros después, al arroyo "Santa Rita".

Río abajo, corre por una zona de terrenos dedicados a la agricultura y por la zona oriente de las afueras de la ciudad de Irapuato, donde en su extremo sur recibe al río "Silao". Finalmente, escurre por otros 28 kilómetros hasta descargar en el cauce del "Río Lerma", a la altura de "Pueblo Nuevo".

En la Figura I.1 "Identificación de la problemática del Río Guanajuato y sus afluentes con respecto a su capacidad máxima de conducción de acuerdo al gasto de diseño" se mostró el funcionamiento hidrológico del "Río Guanajuato" y sus afluentes en el tramo en estudio que comprende trece kilómetros del Río mencionado, iniciando en el cruce del Río con el canal "Tepalcates", en el sitio en que se localiza la presa derivadora "La Garrida", hasta unos 500 metros aguas abajo del cruce con la carretera que va a la ciudad de Salamanca, incluyendo los arroyos "Santa Rita" y "El Carrizalito", en un tramo aproximado de dos kilómetros cada uno.

II.2 METODOLOGIA A SEGUIR PARA LA OBTENCION DE GASTOS HIDRAULICOS MAXIMOS DEL "RÍO GUANAJUATO"

Para la obtención de los gastos y avenidas de diseño asociados a diferentes períodos de retorno, tanto para el cauce principal del "Río Guanajuato", como para sus afluentes principales, los arroyos "Carrizalito" y "Santa Rita", se consideró como base para dichos estudios el funcionamiento de las presas existentes sobre el cauce.

Como se indicó con anterioridad, la presa "La Purísima" controla por completo las aportaciones de la cuenca alta, por lo cual la generación de escurrimientos hacia el sitio en estudio se inicia aguas abajo de esta estructura, por esta razón, el parteaguas de la cuenca en estudio inicia en este punto.

Por otro lado, debido a la problemática que pudiera presentarse en la operación de la presa derivadora "La Garrida", cuando debido a la presencia de una tormenta extraordinaria generalizada en ambas cuencas, los niveles del cauce en el "Río Silao" alcanzaran valores que impidan la derivación de escurrimientos del "Río Guanajuato" hacia éste a través del canal "Tepalcates"; se consideró más apropiado el determinar las avenidas de diseño de la cuenca total, sin derivación hacia la cuenca del "Río Silao" (situación obviamente más desfavorable), lo que permite por lo tanto de manera implícita, considerar un factor de seguridad en la determinación de las avenidas de diseño.

Por lo antes expuesto, se seleccionaron siete subcuencas de interés en el estudio hidrológico para la determinación de avenidas de diseño, mismas que se mostraron de manera esquemática en la Figura II.1 "Sistema Hidrográfico del "Río Guanajuato", siendo éstas las siguientes:

- 1) "Río Guanajuato" hasta el sitio de la presa derivadora "La Garrida"
- 2) "Río Guanajuato" en el sitio de la Estación Hidrométrica "Copalillo"
- 3) "Río Guanajuato" en el punto de confluencia del arroyo "Carrizalito"
- 4) "Río Guanajuato" en el punto de confluencia del arroyo "Santa Rita"
- 5) "Río Guanajuato" en el cruce de éste con la autopista Querétaro-Irapuato, punto final del tramo en estudio
- 6) Arroyo "Carrizalito" en su descarga al "Río Guanajuato"
- 7) Arroyo "Santa Rita" en su descarga al "Río Guanajuato"

**PROYECTO A NIVEL EJECUTIVO DEL ENCAUZAMIENTO DEL "RIO GUANAJUATO",
TRAMO PRESA "LA GARRIDA" — CIUDAD DE IRAPUATO; EN EL ESTADO DE
GUANAJUATO, MEXICO.**

La metodología a seguir para obtener los gastos máximos asociados a diferentes períodos de retorno, depende de la información hidrométrica y climatológica disponible en la región, de la cuenca en estudio y de las características de dicha cuenca.

Una vez identificadas las corrientes por estudiar, definidos los parteaguas de sus cuencas de drenaje, conocida la información con que se dispone, así como de la ubicación de las distintas estaciones hidrométricas y climatológicas, según se mostró en la Figura 1.1 "Identificación de la problemática del "Río Guanajuato" y sus afluentes con respecto a su capacidad máxima de conducción de acuerdo al gasto de diseño"; se determinó que en la cuenca en estudio existe la estación hidrométrica de "Copalillo", con registros desde el año de 1977, así como las estaciones climatológicas de Irapuato y "Conejos", ambas con observaciones de Pluviómetro, Termómetro y Evaporímetro, con registros desde el año de 1990.

Es necesario mencionar que no existe información pluviográfica en la cuenca, la estación más cercana con este tipo de registros es la estación "Las Adjuntas", ubicada en la localidad de Manuel Doblado; Estado de Guanajuato, México.

Por su ubicación se aceptó a la estación "Copalillo" como representativa de las características de los escurrimientos de esta cuenca, y para obtener los gastos máximos ligados a diferentes períodos de retorno, se realizó un análisis estadístico de los escurrimientos.

Los valores obtenidos del gasto para diferentes períodos de retorno en el sitio de la estación, se ajustaron en proporción a las áreas de drenaje de las diversas subcuencas y los tiempos sobre la base de sus características fisiográficas.

Para obtener los gastos máximos de diseño asociados a diversos períodos de retorno para el sito de la estación hidrométrica "Copalillo" se requiere encontrar la mejor relación existente entre los gastos máximos registrados y sus períodos de retorno.

A partir de los registros de la estación hidrométrica "Copalillo", se seleccionaron los gastos máximos de acuerdo a una serie de excedentes anuales; lo anterior, debido a que existen varios años secos en los que los escurrimientos por lo tanto son escasos.

En la Tabla II.6 "Gastos máximos en la Estación Hidrométrica "Copalillo" y determinación del modelo de correlación lineal", se resumen estos datos, ordenados de mayor a menor asociados a su número de orden. Posteriormente se determinó el período de retorno de cada uno de ellos de acuerdo a la siguiente relación.

$$T = \frac{n}{m} \qquad \text{Ecuación II.1}$$

en donde:

- T = Período de retorno correspondiente, en años
- n = Años de registro, igual al número de gastos máximos en estudio
- m = Número de orden del gasto hidráulico máximo en análisis, corresponde 1 al más grande, 2 al siguiente, etc.

En la Tabla II.6 "Gastos máximos en la estación hidrométrica "Copalillo" y determinación del modelo de correlación lineal", se presenta el período de retorno asociado a cada dato.

**PROYECTO A NIVEL EJECUTIVO DEL ENCAUZAMIENTO DEL "RÍO GUANAJUATO",
TRAMO PRESA "LA GARRIDA" — CIUDAD DE IRAPUATO; EN EL ESTADO DE
GUANAJUATO, MEXICO.**

Cuando se analizan gastos máximos anuales, en ocasiones se tiene que algunos ocurren durante la época de ciclones y otros no, con lo cual la información puede estar constituida por dos poblaciones distintas.

Por lo anterior, antes de proceder al ajuste de la información a una cierta distribución de frecuencias, se graficaron los gastos máximos registrados con respecto a sus períodos de retorno en papel de probabilidades ideado por el matemático austriaco Gumbel.

De la forma anterior, se determinó el gasto hidráulico; observando por la tendencia, que la muestra corresponde a una sola población.

En consecuencia y con el objeto de encontrar la mejor distribución de probabilidades a esta muestra, se aplicaron los modelos propuestos por Gumbel, el arquitecto inglés Nash; así como el Método de Correlación Lineal Múltiple para una sola población.

Los métodos que se trataron en los párrafos anteriores, se eligieron porque son los más recomendables para aplicar en este caso, dadas las características particulares que han sido determinadas para la cuenca hidrográfica en la zona de estudio.

A continuación se describe de una manera general cada uno de los modelos y métodos utilizados para la obtención de los gastos hidráulicos máximos del "Río Guanajuato".

II.2.1 METODO DE CORRELACION LINEAL MULTIPLE

Este criterio se representa mediante una ecuación lineal del tipo:

$$Q = A + B * \log T \quad \text{Ecuación II.2}$$

siendo:

Q = Gasto máximo relacionado con el periodo de retorno (T) en m^3/s .

A, B = Parámetros de ajuste cuyos valores son los mismos obtenidos en la Tabla II.6 "Gastos máximos en la estación hidrométrica "Copalillo" y determinación del modelo de correlación lineal"

T = Periodo de retorno correspondiente, en años

La solución de esta ecuación se obtiene a partir de la aplicación del método de mínimos cuadrados, una vez ordenados los datos de gastos máximos de mayor a menor, asociado su periodo de retorno a cada uno de ellos y expresado en logaritmo.

En la Tabla II.6 "Gastos máximos en la estación hidrométrica "Copalillo" y determinación del modelo de correlación lineal"; además de la información indicada, se muestran los resultados obtenidos con la aplicación de este modelo, expresados mediante la ecuación siguiente:

$$Q = 15.1203 + 38.1126 * \log T \quad \text{Ecuación II.3}$$

PROYECTO A NIVEL EJECUTIVO DEL ENCAUZAMIENTO DEL "RIO GUANAJUATO",
TRAMO PRESA "LA GARRIDA" — CIUDAD DE IRAPUATO; EN EL ESTADO DE
GUANAJUATO, MEXICO.

Tabla II.6
Gastos máximos en la estación hidrométrica "Copalillo"
y determinación del modelo de correlación lineal

Número de orden	Fecha de Aforo	Gasto en (m ³ /s)	Periodo de Retomo en años (T)	log T	Gasto máximo (Q _{máx.}) calculado
1	3-Sep-97	62.412	20.00	1.3010	64.71
2	7-Oct-78	57.969	10.00	1.0000	53.23
3	3-Ago-81	49.183	6.67	0.8239	46.52
4	2-Sep-80	39.808	5.00	0.6990	41.76
5	14-Ago-83	35.270	4.00	0.6021	38.07
6	28-Jul-81	33.919	3.33	0.5229	35.05
7	30-Ago-77	31.441	2.86	0.4559	32.50
8	3-Ago-78	30.454	2.50	0.3979	30.29
9	2-Sep-81	27.693	2.22	0.3468	28.34
10	1-Ago-88	27.103	2.00	0.3010	26.59
11	13-Ago-79	25.794	1.82	0.2596	25.02
12	4-Jul-84	23.093	1.67	0.2218	23.58
13	1-Ago-89	22.579	1.54	0.1871	22.25
14	13-Ago-78	21.864	1.43	0.1549	21.02
15	15-Jul-83	19.228	1.33	0.1249	19.88
16	9-Ago-83	18.214	1.25	0.0969	18.81
17	28-Sep-78	17.620	1.18	0.0706	17.81
18	18-Jul-82	17.433	1.11	0.0458	16.86
19	1-Sep-89	16.860	1.05	0.0223	15.97
20	25-Jul-77	15.439	1.00	0.0000	15.12

$$Q_{\text{máx}} = A + B \log T$$

donde:

$$A = 15.1203$$

$$B = 38.1126$$

$$Q_{\text{máx}} = 15.1203 + 38.1126 \log T$$

T (años)	Q _{máx} (m ³ /s)
50	79.87
100	91.35
500	117.99

$$r = 0.9924 \text{ Coeficiente de correlación múltiple}$$

II.2.2 MODELO DE DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS DE GUMBEL

Esta distribución se basa en el tamaño de la muestra y en sus propiedades estadísticas como son su media y desviación estándar. Esta distribución se expresa como:

$$Y = \bar{Y} - \frac{S_y}{\sigma_n} \left(Y_n + \log_e \log_e \frac{T}{T-1} \right) \quad \text{Ecuación II.4}$$

Donde :

Y Gasto máximo relacionado con el periodo de retorno (T), en m³/s.

\bar{Y} Media de los gastos máximos registrados, en m³/s

S_y Desviación estándar de los gastos máximos, en m³/s

σ_n, \bar{Y}_n Parámetros en función del tamaño de la muestra

T Periodo de retorno correspondiente, en años

En la Tabla II.7 "Ordenamiento del cálculo para deducir la distribución de frecuencias de Gumbel", se obtiene de este análisis la siguiente ecuación:

$$Y = 22.991 - 12.755 \left(\log, \log, \frac{T}{T-1} \right) \quad \text{Ecuación II.5}$$

A continuación se presentan los datos obtenidos en el cálculo de la distribución de frecuencias de Gumbel, importantes para determinar la curva teórica que sirve de comparación con la curva real, obtenida en el ordenamiento de datos en las estaciones hidrométricas concernientes a este estudio.

PROYECTO A NIVEL EJECUTIVO DEL ENCAUZAMIENTO DEL "RIO GUANAJUATO",
TRAMO PRESA "LA GARRIDA" — CIUDAD DE IRAPUATO; EN EL ESTADO DE
GUANAJUATO, MEXICO.

Tabla II.7
Ordenamientos del cálculo para deducir
La distribución de frecuencias de Gumbel

Numero de Orden	Fecha del Aforo	Gasto en m ³ /s	Periodo de retorno (T) en años	Y _i - Y _{med} tirantes hidráulicos	(Y _i - Y _{med}) ²	Gasto máximo (Q _{máx.}) calculado en m ³ /s
1	3-Sep-97	62.412	21.00	32.74	1,072.12	61.51
2	7-Oct-78	57.969	10.50	28.30	800.90	52.35
3	3-Ago-81	49.183	7.00	19.51	380.80	46.84
4	2-Sep-80	39.808	5.25	10.14	102.80	42.82
5	14-Ago-83	35.270	4.20	5.60	31.37	39.60
6	28-Jul-81	33.919	3.50	4.25	18.06	36.88
7	30-Ago-77	31.441	3.00	1.77	3.14	34.51
8	3-Ago-78	30.454	2.63	0.79	0.62	32.36
9	2-Sep-81	27.693	2.33	-1.98	3.90	30.40
10	1-Ago-88	27.103	2.10	-2.57	6.58	28.55
11	13-Ago-79	25.794	1.91	-3.87	15.01	26.80
12	4-Jul-84	23.093	1.75	-6.58	43.24	25.10
13	1-Ago-89	22.579	1.62	-7.09	50.27	23.44
14	13-Ago-78	21.864	1.50	-7.80	60.91	21.79
15	15-Jul-83	19.228	1.40	-10.44	109.01	20.12
16	9-Ago-83	18.214	1.31	-11.45	131.21	18.38
17	28-Sep-78	17.620	1.24	-12.05	145.17	16.54
18	18-Jul-82	17.433	1.17	-12.24	149.71	14.50
19	1-Sep-89	16.860	1.11	-12.81	164.07	12.09
20	25-Jul-77	15.439	1.05	-14.23	202.49	8.79
—	SUMAS	593.376	—	—	—	—
—	MEDIA	29.669	—	—	3,491.41	—

Donde:

$$\begin{aligned}
 Y_{med} &= 29.669 \\
 n &= 20 \\
 S_y &= 13.556 \\
 Y_n &= 0.52355 \\
 \sigma_n &= 1.06283
 \end{aligned}$$

T (años)	Q _{máx} (m ³ /s)
50	72.76
100	81.67
500	102.25

$$Y = 22.991 - 12.755 \log_e \log_e [T / (T - 1)]$$

II.2.3 MODELO SEGUN EL CRITERIO DE NASH

De acuerdo con Nash la distribución de frecuencias se puede escribir como:

$$Y = a + b * X \quad \text{Ecuación II.6}$$

que es la ecuación de una recta en donde:

$$X \text{ toma el valor de: } X = \log \log \left(\frac{T}{T-1} \right)$$

los parámetros a y b se pueden valuar como:

$$a = \bar{Y} - b * X \quad \text{y} \quad b = \frac{S_{xy}}{S_x}$$

siendo:

$$\bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i \quad \text{y} \quad \bar{Y} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n Y_i$$

$$S_x = n \sum_{i=1}^n X_i^2 - \left(\sum_{i=1}^n X_i \right)^2$$

$$S_{xy} = n \sum_{i=1}^n X_i Y_i - \left(\sum_{i=1}^n X_i \right) \left(\sum_{i=1}^n Y_i \right)$$

En la Tabla II.8 "Ordenamiento del cálculo para la deducción de la distribución de frecuencias de acuerdo con el criterio de Nash", se observa que se puede representar mediante la siguiente ecuación:

$$Y = 13.2111 - 27.9137 \left(\log \frac{T}{T-1} \right) \quad \text{Ecuación II.7}$$

**PROYECTO A NIVEL EJECUTIVO DEL ENCAUZAMIENTO DEL "RIO GUANAJUATO",
TRAMO PRESA "LA GARRIDA" — CIUDAD DE IRAPUATO; EN EL ESTADO DE
GUANAJUATO, MEXICO.**

Tabla II.8
Ordenamiento del cálculo para la deducción
de la distribución de frecuencias de acuerdo con en criterio de Nash

Numero de Orden	Y_i = Gasto en m ³ /s	Periodo de retorno(T) en años	$T / (T - 1)$	$(T-1)/T \log Y_i$	X_i^2	$X_i Y_i$	Gasto máximo (Q _{max}) en m ³ /s
1	62.412	21.00	1.050	-1.674	2.802	-104.470	59.94
2	57.969	10.50	1.105	-1.362	1.855	-78.945	51.23
3	49.183	7.00	1.167	-1.174	1.379	-57.754	45.99
4	39.808	5.25	1.235	-1.037	1.076	-41.293	42.17
5	35.270	4.20	1.313	-0.928	0.861	-32.722	39.11
6	33.919	3.50	1.400	-0.835	0.698	-28.331	36.53
7	31.441	3.00	1.500	-0.754	0.569	-23.715	34.27
8	30.454	2.63	1.615	-0.681	0.464	-20.750	32.23
9	27.693	2.33	1.750	-0.614	0.377	-17.013	30.36
10	27.103	2.10	1.909	-0.552	0.304	-14.949	28.61
11	25.794	1.91	2.100	-0.492	0.242	-12.687	26.94
12	23.093	1.75	2.333	-0.434	0.189	-10.027	25.33
13	22.579	1.62	2.625	-0.378	0.143	-8.527	23.75
14	21.864	1.50	3.000	-0.321	0.103	-7.026	22.18
15	19.228	1.40	3.500	-0.264	0.070	-5.083	20.59
16	18.214	1.31	4.200	-0.205	0.042	-3.740	18.94
17	17.620	1.24	5.250	-0.143	0.020	-2.512	17.19
18	17.433	1.17	7.000	-0.073	0.005	-1.274	15.25
19	16.860	1.11	10.500	0.009	0.000	0.154	12.96
20	15.439	1.05	21.000	0.121	0.015	1.873	9.83
n = 20	593.376			-11.792	11.213	-468.792	
	29.6688	-	-	-0.5896			-

Donde:

$$X = -0.5896$$

$$Y = 29.6688$$

$$S_{xx} = 85.2217$$

$$S_{xy} = -2378.8506$$

$$b = -27.9137$$

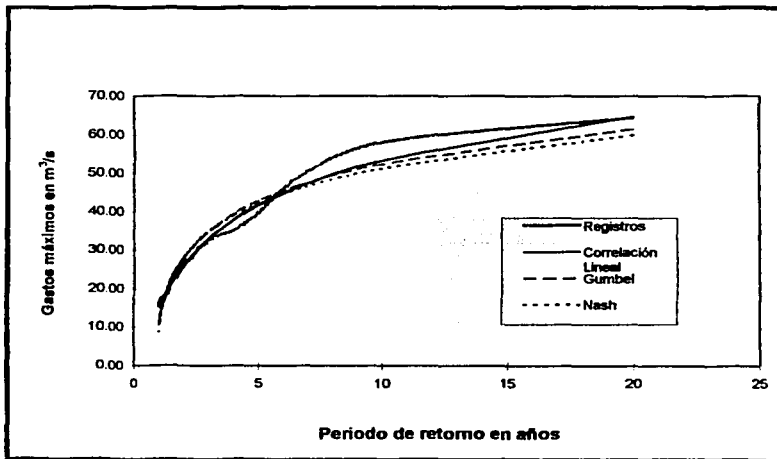
$$a = 13.2111$$

T (años)	Q _{max} (m ³ /s)
50	70.62
100	79.09
500	98.65

$$Y = 13.2111 - 27.9137 \log \log [T / (T - 1)]$$

Con la finalidad de determinar el método de mejor ajuste a la muestra disponible, se construyó la Figura II.5 "Comparación entre los métodos de ajuste para determinar los gastos hidráulicos", en ésta se graficó la muestra disponible de gastos máximos contra períodos de retorno, así como las diversas curvas de ajuste de cada uno de los tres métodos aplicados. Como puede observarse de dicha figura, el mejor ajuste fue el obtenido mediante la aplicación del método de correlación lineal múltiple.

Figura II.5
Comparación entre los métodos de ajuste
para determinar los gastos hidráulicos



Debido a que el Método de Correlación Lineal arroja una curva muy aproximada a la obtenida después del ordenamiento de los datos reales se aceptó a la Ecuación II.3 como la representativa del modelo de gastos máximos de diseño

**PROYECTO A NIVEL EJECUTIVO DEL ENCAUZAMIENTO DEL "RÍO GUANAJUATO",
TRAMO PRESA "LA GARRIDA" — CIUDAD DE IRAPUATO; EN EL ESTADO DE
GUANAJUATO, MEXICO.**

asociados a diversos periodos de retorno para la cuenca de drenaje del "Río Guanajuato" hasta el sitio de la estación hidrométrica "Copalillo".

Para obtener los gastos máximos ligados a los períodos de retorno de 50, 100 y 500 años consignados en los términos de referencia, en cada una de las subcuencas de estudio identificadas con anterioridad, se ajustó la Ecuación II.3 anterior para cada una de ellas en proporción a sus cuencas de drenaje, considerando como aportación adicional a los escurrimientos derivados hacia la cuenca del "Río Silao" mediante el canal "Tepalcates", según se indicó con anterioridad, para la que se desarrollo un análisis semejante al descrito para la determinación del modelo de escurrimientos. Los resultados obtenidos se consignan en la Tabla II.9 "Gastos de diseño para los distintos puntos de interés del estudio".

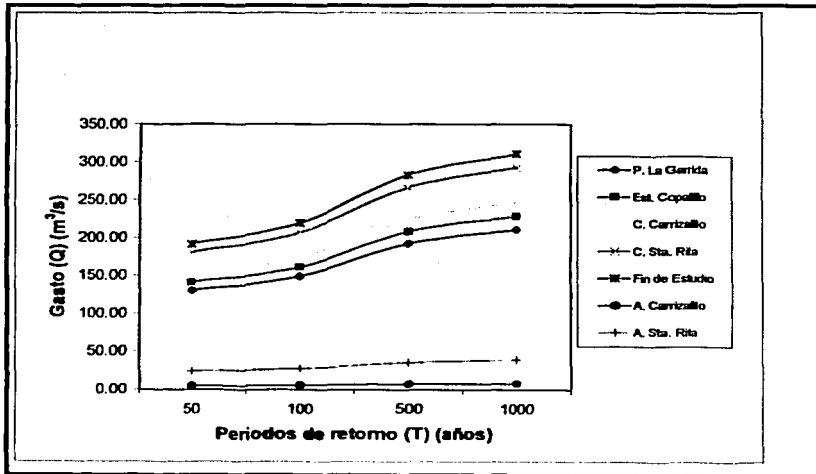
Tabla II.9
Gastos de diseño para los distintos puntos de interés del estudio

Punto	Localización	Area drenada en km ²	Gasto en m ³ /s para un periodo de retorno (T) en años		
			50	100	500
1	Presas derivadora "La Garrida"	239.43	130.57	149.28	192.71
2	Estación hidrométrica "Copalillo"	259.11	141.3	161.55	208.55
3	Confluencia del arroyo "Carrizalito" con el "Río Guanajuato"	279.34	152.33	174.16	224.83
4	Confluencia del arroyo "Santa Rita" con el "Río Guanajuato"	331.76	185.55	212.13	273.86
5	Fin del estudio	352.2	192.07	219.58	283.48
6	Arroyo "Carrizalito"	9.30	5.07	5.80	7.49
7	Arroyo "Santa Rita"	44.97	24.52	28.04	36.20

II.3 OBTENCION DE LAS CURVAS DE GASTOS-PERIODOS DE RETORNO PARA EL "RIO GUANAJUATO"

Basándose en los resultados de Tabla II.9 "Gastos de diseño para los distintos puntos de interés del estudio" se elaboró una gráfica, dibujando en el eje de las abscisas los periodos de retorno y en el eje de las ordenadas a los gastos máximos, con lo cual se elaboró la Figura II.6 "Curvas de Gastos-Periodos de retorno para el "Río Guanajuato" y sus afluentes", en la que se determinaron las curvas de Gastos-Periodos de retorno para el "Río Guanajuato" en cada una de sus subcuencas, así como para cada uno de sus afluentes principales, los arroyos Carrizalito y "Santa Rita".

Figura II.6
Curvas de gastos – periodos de retorno
Para el "Río Guanajuato" y sus afluentes



II.4 ELABORACION DE HIDROGRAMAS

Basándose en los resultados del análisis hidrológico, se obtuvieron los hidrogramas correspondientes al "Río Guanajuato" en cada una de las subcuencas en estudio, así como en sus afluentes principales los arroyos "Carrizalito" y "Santa Rita", para periodos de retorno de 50, 100 y 500 años.

Al aplicar el criterio estadístico a los escurrimientos del "Río Guanajuato" hasta el sitio de la estación hidrométrica "Copalillo", se determinó el modelo para deducir los gastos máximos asociados a diversos periodos de retorno en cada sitio en estudio, sin embargo este análisis no permitió conocer la forma de la avenida asociada a dicho gasto, por tal motivo, a fin de conocer el hidrograma de cada avenida de diseño, se realizó un análisis de los hidrogramas de las avenidas que han producido los gastos máximos que sirvieron de apoyo para el cálculo del modelo de escurrimiento.

Con el fin de constatar las relaciones hidráulicas que pudieran existir entre las diversas características de cada hidrograma registrado, el proceso involucró primero analizar cada uno de los hidrogramas de las avenidas máximas estudiadas; para ello, se aisló el hidrograma del escurrimiento directo de cada avenida y con ello se determinaron sus características principales que son:

$$Q_{\text{máx}} = \text{Gasto máximo, en m}^3/\text{s}$$

$$Q_p = \text{Gasto de pico, en m}^3/\text{s}$$

$$t_p = \text{Tiempo de pico, en horas}$$

$$t_b = \text{Tiempo base, en horas}$$

Con lo anterior se dedujo el hidrograma adimensional de cada una de las avenidas del escurrimiento directo registradas. Para esto, las ordenadas o gastos del escurrimiento directo de cada avenida se dividen entre su gasto hidráulico de pico, Q_p correspondiente y las abscisas del tiempo entre su tiempo t_p .

De esta forma se dedujeron hidrogramas adimensionales con un punto común; en la Figura II.7 "Hidrograma unitario adimensional estación hidrométrica "Copalillo". Se presenta el hidrograma adimensional medio resultante.

A continuación se presenta la relación existente entre el gasto hidráulico en la sección real y el gasto hidráulico de la sección propuesta, siendo esta relación igual a uno.

$$Q/Q_p = 1.00$$

y

$$t/t_p = 1.00$$

donde:

Q = Gasto hidráulico real (m^3/s)

Q_p = Gasto hidráulico pico (m^3/s)

t = Tiempo real (horas)

t_p = Tiempo pico (horas)

En general cuando esto se realiza, las gráficas resultantes presentan una gran diversidad de formas, en especial en las curvas de vaciado, lo que indica que no hay una relación lineal única entre todos los hidrogramas, sin embargo se puede indicar que el hidrograma adimensional promedio de todos los hidrogramas analizados proporciona una buena información de las características hidrológicas

**PROYECTO A NIVEL EJECUTIVO DEL ENCAUZAMIENTO DEL "RIO GUANAJUATO",
TRAMO PRESA "LA GARRIDA" — CIUDAD DE IRAPUATO; EN EL ESTADO DE
GUANAJUATO, MEXICO.**

de la cuenca representadas por este hidrograma. En la Figura II.7 "Hidrograma Unitario Adimensional Estación Hidrométrica "Copaliillo", se presenta el hidrograma adimensional medio resultante.

Una vez conocido el hidrograma adimensional medio se puede determinar la avenida si se conoce el gasto de pico y el tiempo de pico. El gasto máximo o gasto de pico se determinó en los incisos anteriores, resumiéndose esta información para cada subcuenca en análisis en la Tabla II.9 "Gastos de diseño para los distintos puntos de interés del estudio"; por lo tanto, para evaluar el tiempo de pico de cada subcuenca, éste se determinó basándose en las características fisiográficas de la cuenca, considerando para ello que el tiempo de pico sea igual al tiempo de concentración del escurrimiento de la cuenca en estudio.

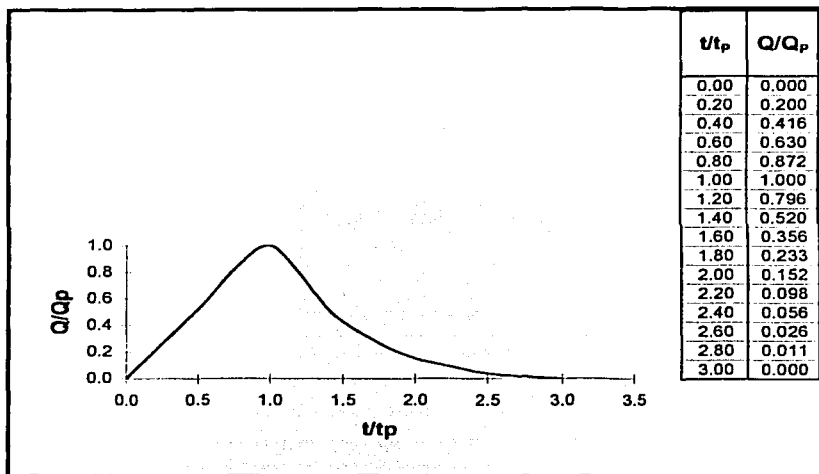
En cuencas naturales de hasta 3000 km² el tiempo de concentración según Kirpich se determina mediante la expresión:

$$t_c = \left(\frac{0.86 * L^3}{H} \right)^{0.325} \quad \text{Ecuación II.8}$$

en donde:

- t_c = Tiempo de concentración, en horas
- L = Longitud del cauce principal, en kilómetros
- H = Desnivel medio del cauce principal, en metros

Figura II.7
Hidrograma unitario adimensional
Estación hidrométrica "Copalillo"



A partir de la Ecuación II.8 se determinó para cada subcuenca en estudio el tiempo de pico del escurrimiento directo y finalmente, conocidos todos los parámetros requeridos, con apoyo del hidrograma adimensional medio que se representa en la Figura II.7 "Hidrograma unitario adimensional estación hidrométrica "Copalillo"; se determinó el hidrograma del escurrimiento directo, obteniéndose así las avenidas de diseño sobre el "Río Guanajuato" y para cada uno de sus afluentes principales, los arroyos "Carrizalito" y "Santa Rita".

En el Anexo B "Hidrogramas para las avenidas de diseño", se presentan los cálculos realizados para obtener los hidrogramas de las avenidas de diseño asociadas a períodos de retorno de cincuenta, cien y quinientos años en cada una

**PROYECTO A NIVEL EJECUTIVO DEL ENCAUZAMIENTO DEL "RIO GUANAJUATO",
TRAMO PRESA "LA GARRIDA" — CIUDAD DE IRAPUATO; EN EL ESTADO DE
GUANAJUATO, MEXICO.**

de las subcuencas en estudio, asimismo, también se presentan los hidrogramas que corresponden a cada uno de éstos periodos de retorno para representar de manera gráfica los resultados obtenidos.

II.5 ANALISIS DE LA SIMULTANEIDAD DE GASTOS EN EL "RIO GUANAJUATO"

Una vez conocidos los hidrogramas de las avenidas de diseño para cada subcuenca en estudio, en este inciso se analizó la posibilidad de recurrencia simultánea de avenidas máximas en el "Río Guanajuato" y sus afluentes principales, los arroyos "Carrizalito" y "Santa Rita".

Para ello, se consideró el tiempo de tránsito de cada subcuenca igual al tiempo de concentración de ésta, evaluado a partir de la Ecuación II.8 definida con anterioridad.

El estudio se apoyó en el análisis y procesamiento de la cartografía disponible, consistente en las cartas topográficas y de uso de suelo escala 1:50,000; editadas por el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI) del Gobierno Mexicano.

Sobre las cartas que se mencionan, se determinó el perfil del "Río Guanajuato", así como de los arroyos "Carrizalito" y "Santa Rita", y a partir de la aplicación de la Ecuación II.8, se calcularon los tiempos de concentración de cada subsistema.

Estos resultados corresponden a los mostrados en la Tabla II.10 "Simultaneidad de escurrimientos del "Río Guanajuato"—Afluentes" que se presentan en la siguiente página.

Esta tabla es importante ya que resume el incremento de gasto hidráulico que tiene el "Río Guanajuato" con sus afluentes los arroyos "Carrizalito" y "Santa Rita" en horas normales y en horas pico. En esta tabla también se refleja el desfase provocado por este incremento en el gasto hidráulico al cauce del Río.

Tabla II.10
Simultaneidad de escurrimientos
del "Río Guanajuato"--Afluentes

SISTEMA	AFLUENTE T_T (h)	AFLUENTE T_T (h)	DESFASAMIENTO T_i	DESFASAMIENTO T_p
"RIO GUANAJUATO" ARROYO "CARRIZALITO"	1.23	6.20	4.97	7.45
"RIO GUANAJUATO" ARROYO "SANTA RITA"	3.43	6.65	3.22	4.84

En la Figura II.8 "Simultaneidad de escurrimientos confluencia "Río Guanajuato-arroyo Carrizalito", se muestra de manera gráfica el desfase en la ocurrencia de los hidrogramas de las avenidas en la confluencia del arroyo "Carrizalito" al "Río Guanajuato", en ésta se puede observar que existe un desfase de 4.97 horas entre el inicio de los escurrimientos en cada uno de los cauces, y que el desfase entre los gastos máximos en el mismo sistema es de 7.45 horas, por lo que no existe posibilidad de que el gasto máximo del "Río Guanajuato" se incremente por la descarga del arroyo "Carrizalito".

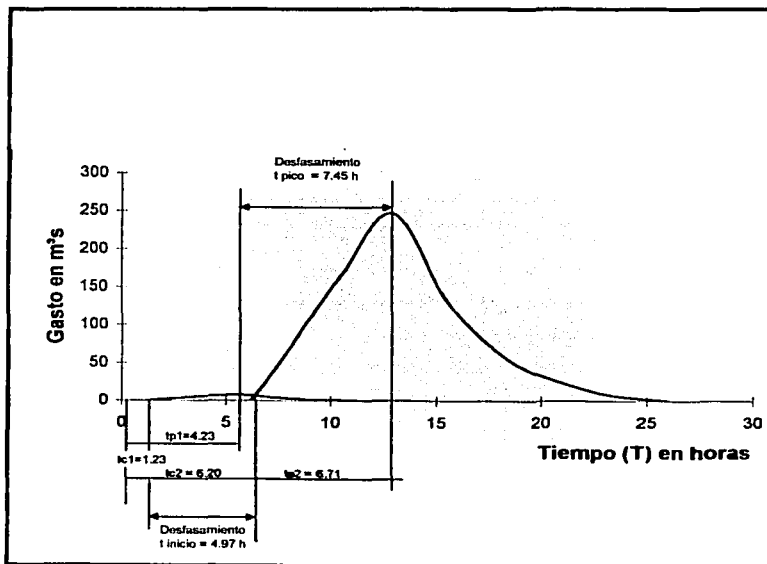
La misma información se presenta en la Figura II.9 "Simultaneidad de escurrimientos confluencia Río Guanajuato-arroyo Santa Rita" para el sistema "Río Guanajuato"--arroyo "Santa Rita". En este caso el desfase al inicio de

**PROYECTO A NIVEL EJECUTIVO DEL ENCAUZAMIENTO DEL "RÍO GUANAJUATO",
TRAMO PRESA "LA GARRIDA" — CIUDAD DE IRAPUATO; EN EL ESTADO DE
GUANAJUATO, MEXICO.**

los escurrimientos es de 3.22 horas y ante la presencia de los gastos máximos de 4.84 horas, por lo tanto se puede considerar la misma conclusión que en el caso anterior.

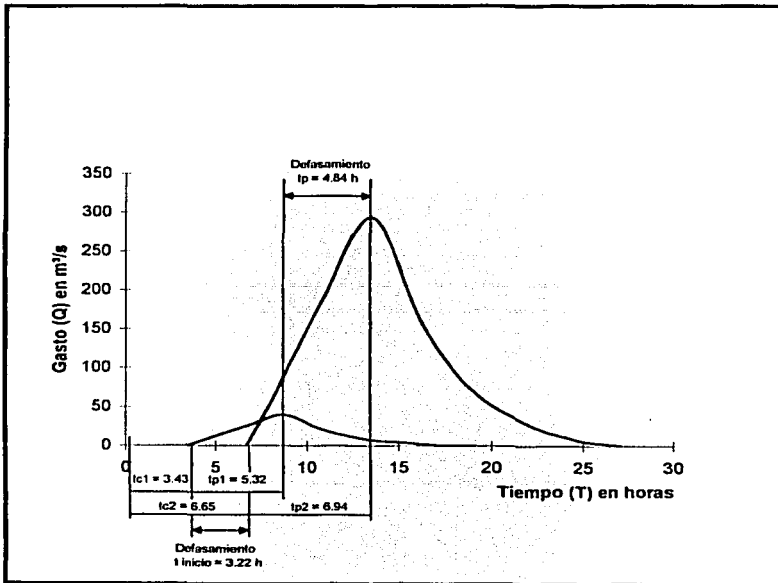
A continuación se presenta la gráfica obtenida a partir de los datos de la Tabla II.10 "Simultaneidad de escurrimientos del "Río Guanajuato"-Afluentes". Confluencia "Río Guanajuato"-Arroyo Carrizalito.

Figura II.8
Simultaneidad de escurrimientos, confluencia
del "Río Guanajuato" – arroyo "Carrizalito"



En la siguiente página esta la gráfica obtenida a partir de los datos de la Tabla II.10 "Simultaneidad de escurrimientos, confluencia del "Río Guanajuato"-Afluentes". Confluencia "Río Guanajuato"-Arroyo Santa Rita.

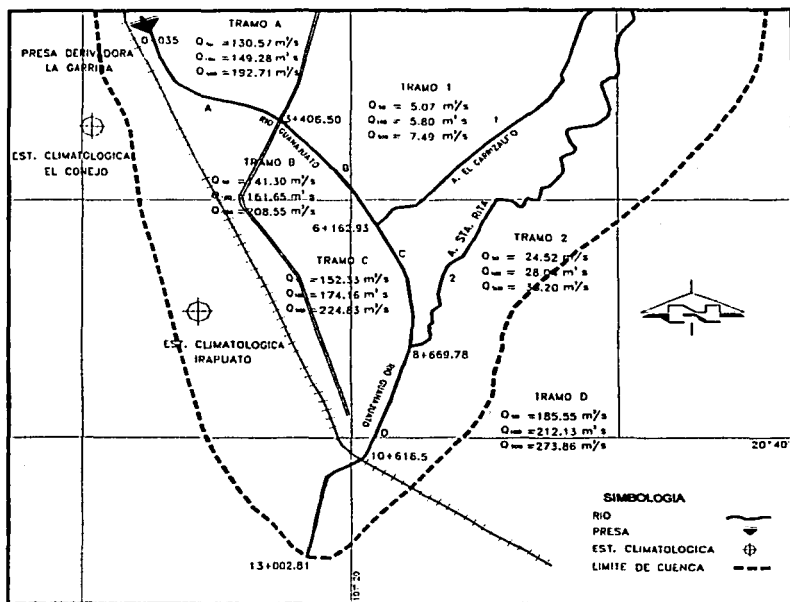
Figura II.9
Simultaneidad de escurrimientos, confluencia del "Río Guanajuato"- arroyo "Santa Rita"



**PROYECTO A NIVEL EJECUTIVO DEL ENCAUZAMIENTO DEL "RIO GUANAJUATO",
TRAMO PRESA "LA GARRIDA" — CIUDAD DE IRAPUATO; EN EL ESTADO DE
GUANAJUATO, MEXICO.**

Finalmente, en la Figura II.10 "Gastos de diseño por tramo de análisis para diferentes períodos de retorno", se presenta de manera gráfica la variación de gastos para los diferentes periodos de retorno analizados, en diversos tramos del sistema hidrográfico en estudio.

Figura II.10
Gastos de diseño por tramo de análisis para
diferentes períodos de retorno



**PROYECTO A NIVEL EJECUTIVO DEL ENCAUZAMIENTO DEL "RIO GUANAJUATO",
TRAMO PRESA "LA GARRIDA" - CIUDAD DE IRAPUATO; EN EL
ESTADO DE GUANAJUATO, MEXICO.**

CAPITULO III

ESTUDIO DE GEOTECNIA DE LA ZONA DEL "RIO GUANAJUATO"

CAPITULO III

ESTUDIO DE GEOTECNIA DE LA ZONA DEL "RÍO GUANAJUATO"

III.1 ESTUDIOS Y SONDEOS DE CAMPO

III.1.1 INTRODUCCION

Los trabajos de geotecnia consisten en realizar un estudio de mecánica de suelos para la adecuación del cauce del "Río Guanajuato" considerando sus afluentes, los arroyos "Santa Rita" y "Carrizalito" que descargan sobre su margen izquierda; la longitud aproximada del Río es de 13 kilómetros, mientras que a sus afluentes se les considera una longitud de estudio de dos kilómetros a cada uno de ellos.

Los trabajos de mecánica de suelos se complementarán con los estudios de bancos de materiales susceptibles de explotación, para la sobreelevación, reforzamiento y construcción de bordos y revestimiento de caminos.

Los trabajos de geotecnia también deberán ser complementados con el Estudio o Manifestación de Impacto Ambiental que en el presente trabajo no se incluye por requerir de un enfoque particularmente extenso.

Dentro de los trabajos efectuados para elaborar el estudio de geotecnia se encuentran los siguientes:

- 1) Recorrido a las zonas de trabajo, contemplándose dentro de éstas, las zonas donde se localizan los posibles bancos y las zonas en las que se pudiera encontrar material de calidad aledañas al cauce del "Río Guanajuato"
- 2) Investigación de las condiciones geológicas de la zona
- 3) Exploración mediante pozos a cielo abierto y sondeos semiprofundos en la trayectoria del cauce

**PROYECTO A NIVEL EJECUTIVO DEL ENCAUZAMIENTO DEL "RIO GUANAJUATO",
TRAMO PRESA "LA GARRIDA" — CIUDAD DE IRAPUATO; EN EL ESTADO DE
GUANAJUATO, MEXICO.**

- 4) Exploración preliminar de los bancos de material mediante la construcción de pozos a cielo abierto
- 5) Ejecución de pruebas de laboratorio; tanto en las zonas en las que se localizan materiales aptos para bancos de materiales como a lo largo del cauce del Río.

En este documento se presenta el reporte de las actividades de campo, laboratorio y gabinete así como las conclusiones y recomendaciones obtenidas, sin considerar lo referente al Estudio o manifestación de Impacto Ambiental, que como ya se mencionó anteriormente; no es motivo del presente trabajo.

III.1.2 ANTECEDENTES

El estado de Guanajuato se ubica en la zona centro de la República Mexicana y el municipio de Irapuato se localiza al Sur del Estado.

El municipio de Irapuato se ubica en la zona del Eje Neovolcánico. En esta provincia se detecta la presencia de rocas ígneas y sedimentarias del periodo terciario, así como los aluviones que han llenado valles y llanuras, originando los suelos de esas áreas que provienen del cuaternario.

La ciudad de Irapuato esta asentada en una gran llanura, interrumpida por pocas sierras volcánicas, mesetas lávicas y lomeríos. A las llanuras, sierritas, mesetas y lomeríos se asocian siete sistemas de topofomas que son: llanura de aluviones profundos, llanura con tepetate a poca profundidad, sierras de laderas tendidas, sierras de cumbres escarpadas, mesetas con lomeríos, lomeríos asociados con mesetas y lomeríos aislados.

Los suelos del municipio tienen una textura que va de franco arenoso a arcillo arenosa, con un Ph de 6 a 8.9 y de origen de inchú a aluvial.

La relación completa de rocas asociadas a las edades en que aparecieron en la se enlistan en el Tabla III.1 "Descripción de rocas encontradas en la zona de estudio" siguiente:

**Tabla III.1
Descripción de rocas encontradas en la zona de estudio**

PERIODO	EDAD	LITOLOGIA	CLAVE	UBICACION
CENOZOICO	(T) Terciario	Rocas ígneas extrusivas (andesita, riolita, toba, ígnea, basalto, brecha volcánica).	(Lge)	Al Occidente de la ciudad de Irapuato
	(T) Terciario	Calizas, Areniscas y Tobas	(Cl-Quim)	Al Norte de la ciudad de Irapuato
	(T) Terciario	Areniscas-Conglomerado y Tobas	(Cl)	Al Oriente de la ciudad de Irapuato
	(Q) Cuaternario	Rocas Ígneas Extrusivas Basaltos	(Lge)	Al Sur de la ciudad de Irapuato

La longitud aproximada del "Río Guanajuato" que afecta a la ciudad es de 12.5 kilómetros, y se encuentra en la margen oriente, teniendo como afluentes los arroyos "Santa Rita" y el "Carrizalito".

III.1.3 RECORRIDO PREVIO AL SITIO DEL PROYECTO

Se realizó por parte de los participantes en el presente trabajo, un recorrido a lo largo del cauce del Río y sus afluentes, durante el cual se efectuó una inspección visual del estado de los bordos, su altura, las pendientes que guardaban y el material de que están constituidos; del recorrido se desprenden las siguientes observaciones:

- 1) Se observó la presencia de abundante vegetación y basura en el cauce, indicativo del poco mantenimiento que se tiene. En el Estudio o Manifestación de Impacto Ambiental que por no ser motivo del presente

**PROYECTO A NIVEL EJECUTIVO DEL ENCAUZAMIENTO DEL "RIO GUANAJUATO",
TRAMO PRESA "LA GARRIDA" — CIUDAD DE IRAPUATO; EN EL ESTADO DE
GUANAJUATO, MEXICO.**

proyecto se deberá realizar de manera complementaria, se deberá tomar en cuenta esta observación hecha durante el recorrido.

- 2) Existen zonas en las que los bordos se encuentran altamente intemperizados, presentándose socavaciones en sus paredes.
- 3) Al final del tramo en estudio (se inició el recorrido en la presa derivadora "La Garrida") se observó superficialmente la presencia de materiales producto de demoliciones (cascajo), mismos que no se consideran adecuados en la construcción de una obra de esta índole.

III.1.4 TRABAJOS DE CAMPO

• EXPLORACION A LO LARGO DEL CAUCE DEL RIO

Considerando las características del proyecto, su ubicación y las especificaciones establecidas por la Comisión Nacional del Agua (CNA), la investigación de campo a lo largo del Río se realizó mediante la construcción de 41 pozos a cielo abierto a tres metros, en trece secciones (de la sección A a la sección N) de donde se obtuvieron muestras alteradas e inalteradas que debidamente protegidas se condujeron al laboratorio para su estudio.

Para determinar la ubicación de las secciones se consideraron una o más de las siguientes características:

- 1) Se requiere construir un paso peatonal
- 2) Se requiere construir o adecuar un paso vehicular
- 3) Se encuentra muy cerca a una zona habitacional
- 4) Se localiza el entronque del Río con sus afluentes

En el Plano III.1 "Ubicación de pozos a cielo abierto" (Ver Anexo C "Planos de ubicación de sondeos y bancos de material"), se presenta la ubicación de cada uno de los pozos.

La Tabla III.2 "Secciones de interés especial del cauce del Río y de sus afluentes", presenta un listado de las secciones y sus pozos respectivos construidos:

**Tabla III.2
Secciones de interés especial del cauce
del "Río Guanajuato" y de sus afluentes**

Sección	Pozos	Cauce	Kilómetro
A	3	"Río Guanajuato"	0+080
B	3		1+280
*C	6		2+760
D	2		3+900
E	3		4+760
*F	7		6+200
H	4		6+700
*I	3		7+900
J	3		8+700
K	—		9+285
*L	1		10+750
M	6		11+400
N	3		8+660 (0+280)
G	4		"Arroyo Carrizalito" 7+275 (1+100)

Las secciones marcadas con asterisco (*), corresponden a cuatro zonas identificadas como críticas o de interés especial, en estas zonas se efectuaron sondeos de tipo mixto a doce metros de profundidad respecto al nivel de terreno, además de dos sondeos en la zona de falla.

Los sondeos realizados se enlistan en la Tabla III.3 "Localización de los sondeos mixtos realizados".

Tabla III.3

Localización de los sondeos mixtos realizados

Sondeo Número	Profundidad (m)	Ubicación
SM-1	12	En la falla
SM-2	12	En la falla
SM-3	12	Km 2 + 760
SM-4	12	Km 6+200
SM-5	12	Km 7+900
SM-6	12	Km 10+750

En la ejecución de los sondeos se combinó el avance por percusión de la herramienta de penetración estándar con el muestreo inalterado. Los sondeos de penetración estándar se llevaron a cabo mediante el hincado de un tubo partido de 60 centímetros de longitud, por medio de un martillo de 67 kilogramos de peso, dejado caer desde una altura libre de 76 centímetros. Durante este proceso se obtienen muestras alteradas, llevándose además un registro del número de golpes necesarios para hacer penetrar dentro del suelo los 30 centímetros intermedios del penetrómetro. Este registro se correlaciona con experiencias anteriores para inferir la compacidad de los suelos granulares, teniendo además una idea de la resistencia de estos últimos, así como de la consistencia de los materiales finos.

Las muestras inalteradas de suelo se obtuvieron mediante el tubo de pared delgada o tubo Shelby de 4 pulgadas (10 cm) de diámetro hincado por medio de presión estática.

Mediante los resultados de los sondeos, fue posible determinar la estratigrafía del sitio en que cada una de ellos se realizó, además de inferir la compacidad y/o

consistencia de los estratos atravesados. Las muestras obtenidas en cada uno de los sondeos fueron empacadas y llevadas al laboratorio, para conocer las propiedades índice y mecánicas más relevantes.

• **INVESTIGACION DE LOS BANCOS DE MATERIALES**

Después de un reconocimiento realizado en la zona, se identificaron sitios que podrán servir como bancos potenciales de material en la formación de terraplenes de los bordos del Río, reforzamiento de los existentes o su recubrimiento, en el Plano III.2 "Ubicación de bancos de material" (Ver Anexo C "Planos de ubicación de sondeos y bancos material") se presentan los posibles bancos de material. En cada uno de los lugares identificados como posibles bancos de terraplén se efectuó la construcción de tres pozos a cielo abierto a tres metros de profundidad y los sitios destinados a ser utilizados como recubrimiento, los pozos llegaron a una profundidad de entre uno y dos metros.

A continuación se indica la ubicación de los bancos estudiados.

Banco 1 "EL Conejo"

Es un área ubicada en la ribera de la presa del mismo nombre, se encuentra a dos kilómetros de distancia de las compuertas de la presa derivadora "La Garrida" al final del cauce del canal "Tepalcates".

Banco 2 "Fonseca"

Se localiza al lado poniente del cauce del "Río Guanajuato", aproximadamente en el kilómetro 1+200 a partir de la presa derivadora "La Garrida" siguiendo el cauce del Río mencionado y motivo del estudio.

Banco 3 "Zeferino"

**PROYECTO A NIVEL EJECUTIVO DEL ENCAUZAMIENTO DEL "RÍO GUANAJUATO",
TRAMO PRESA "LA GARRIDA" — CIUDAD DE IRAPUATO; EN EL ESTADO DE
GUANAJUATO, MEXICO.**

Se ubica frente a la trituradora localizada a la margen izquierda del cauce del Río (en el kilómetro 2+200 a partir de la presa derivadora "La Garrida") aguas abajo sobre el cauce del "Río Guanajuato".

Banco 4 "Aldama"

Se encuentra en las instalaciones de la trituradora conocida con el mismo nombre, en el Poblado de Aldama, el material que se pretende utilizar es precisamente el producto del despalme de la planta trituradora, este sitio se localiza a 23 kilómetros del cauce, a 2.5 kilómetros (desviación derecha) de la carretera hacia León Guanajuato, México.

Banco 5 "Contreras":

Este banco se pretende utilizar en el revestimiento de los bordos, se ubica, al poniente del cauce del Río, aproximadamente a un kilómetro de la presa derivadora "La Garrida", lugar donde inicia el tramo en estudio sobre el "Río Guanajuato", y un kilómetro al poniente de la margen del Río.

Banco 6 "La Calera":

Se localiza a 300 metros de la Carretera Federal Irapuato-León, a cinco kilómetros aproximadamente del cauce del Río.

Banco 7 "El Gato".

Se localiza a cinco kilómetros de la carretera a La Piedad Michoacán, al final del tramo en estudio.

En la Tabla III. 4 "Posibles bancos de materiales", se presenta una relación de los pozos excavados en cada uno de los posibles sitios de explotación así como la propuesta para la utilización del material encontrado.

Tabla III. 4

Número de pozos excavados en los posibles bancos de materiales y su propuesta de utilización

Determinación del banco	Propuesta de utilización	Número de pozos excavados	Profundidad (m)
"El Conejo"	Terraplén	4	3.00
"Fonseca"		2	3.00
"Zeferino"		2	3.00
"Aldama"		2	3.00
"LaCalera"		2	3.00
"Zeferino"	Revestimiento	1	3.00
"Contreras"		1	3.00
"La Ladera"		2	3.00
"El Gato"		1	3.00

III.2 PRUEBAS DE LABORATORIO

Siguiendo los lineamientos establecidos por la Comisión Nacional del Agua (CNA), los ensayos de laboratorio efectuados a las muestras obtenidas fueron los siguientes:

• **EN BANCOS PARA TERRAPLEN**

- 1) Granulometría por mallas
- 2) Contenido natural de agua
- 3) Límites de consistencia (líquido y plástico)
- 4) Próctor
- 5) Densidad de sólidos
- 6) Compresión Triaxial no consolidada no drenada, en suelos finos, saturada al 100 %, con esfuerzos confinantes de 0.5, 1.0, 1.5 y 2.0 kg/cm²

**PROYECTO A NIVEL EJECUTIVO DEL ENCAUZAMIENTO DEL "RIO GUANAJUATO",
TRAMO PRESA "LA GARRIDA" — CIUDAD DE IRAPUATO; EN EL ESTADO DE
GUANAJUATO, MEXICO.**

- 7) Compresión Triaxial Consolidada Drenada CD (en suelos friccionantes). Se ensayaron 4 probetas con diámetro de 15 centímetros mínimo, elaboradas al 100 % de la densidad relativa, el grado de saturación que debería alcanzarse sería del 100 % y los esfuerzos confinantes de 0.5, 1.0, 1.5 y 2.0 kg/cm²
- 8) Consolidación Unidimensional (probetas reproducidas)

• **EN BANCOS PARA REVESTIMIENTO DE CAMINOS**

- 1) Granulometría por mallas
- 2) Límites de consistencia (líquido y plástico)
- 3) Densidad de sólidos
- 4) Próctor, con una energía de compactación de 7.5 kg/cm².

En la Tabla III.5 "Resultados obtenidos en los sondeos por medio de pozos a cielo abierto en los posibles bancos de material", se presenta la estratigrafía obtenida en cada uno de los pozos, así como la información obtenida a través de los ensayos de laboratorio.

• **MATERIALES OBTENIDOS EN EL TRAZO DEL PROYECTO DE ENCAUZAMIENTO**

Muestras alteradas procedentes de los pozos a cielo abierto.

- 1) Contenido natural de agua
- 2) Clasificación visual y al tacto
- 3) Determinación del contenido de finos por lavado
- 4) Límites de consistencia (líquido y plástico)

Además, en muestras inalteradas se les practicaron los siguientes ensayos:

- 5) Peso volumétrico natural
- 6) Consolidación Unidimensional, (saturación inicial o saturación en el último incremento de carga de 4 kg/cm²)

7) Compresión Triaxial no consolidada no drenada. Se realizó en 4 probetas con esfuerzos confinantes de 0.50, 1.00, 1.50 y 2.00 kg/cm², con un grado de saturación de 100 %.

- **EN LOS SONDEOS MIXTOS**

- **En muestras alteradas**

- 1) Contenido natural de agua
- 2) Clasificación visual y al tacto
- 3) Límites de consistencia (líquido y plástico)
- 4) Determinación del contenido de finos por lavado

- **En muestras inalteradas**

- 1) Peso volumétrico natural,
- 2) Consolidación Unidimensional (saturación inicial o saturación en el último incremento de carga de 4 kg/cm²),
- 3) Compresión Triaxial no consolidada UU. Se realizó en 4 probetas con esfuerzos confinantes de 0.50, 1.00, 1.50 y 2.00 kg/cm², con un grado de saturación de 100 %,
- 4) Densidad de sólidos

En la Tabla III.6 "Resultados obtenidos en los sondeos por medio de pozos a cielo abierto en a lo largo del cauce del "Río Guanajuato", se presenta la estratigrafía de cada uno de los pozos, así como la información obtenida a través de los ensayos de laboratorio.

En la Tabla III.7 "Resultados obtenidos en los sondeos mixtos a lo largo del cauce del "Río Guanajuato", se presenta la estratigrafía detectada en los sondeos y los resultados de las pruebas efectuadas en el laboratorio.

Tabla III.5

Resultados obtenidos en los sondeos por medio de pozos a cielo abierto en los posibles bancos de material

BANCO	PROFUNDIDAD EN METROS LINEALES	POZO A CIELO ABIERTO NUMERO	TIPO DE MATERIAL	CONTENIDO NATURAL DE AGUA PROMEDIO	CARACTERISTICAS DEL MATERIAL ENCONTRADO							Wop en %	CLASIFICACION SUCS (SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACION)	GRANULOMETRIA
					INDICES DE PLASTICIDAD			MATERIAL FINO (F) EN %	DENSIDAD DE SOLIDOS (Ss)	H _{max} en t/m ²				
					LMITE LIQUIDO (LL) en %	LMITE PLASTICO (LP) en %	IP en %							
"El Conejo"	De 0.00 a 3.00	1	Arena plastica color negro	53.00	82.00	35.07	46.63	96.82	sin informacion	1.03	42.00	CH	sin informacion	
	De 0.00 a 3.00	2	Arcilla limosa color negro	52.00	95.00	50.67	44.33	sin informacion	sin informacion	1.32	44.00	OH	sin informacion	
	De 0.00 a 3.00	3	Arcilla color gris claro con gravillas de hasta 3/4" de diametro	32.00	88.00	34.62	53.38	sin informacion	sin informacion	1.13	38.00	CH	sin informacion	
	De 0.00 a 3.00	4	Arcilla de alta plasticidad color negro con materia organica	47.00	sin informacion	sin informacion	sin informacion	sin informacion	sin informacion	De 1.11 a: De 36.0 a:	1.32	36.0	sin informacion	sin informacion
"La Calera"	De 0.00 a 3.00	1	Arcilla plastica color café obscuro	10.00	40.50	30.53	9.97	41.10	sin informacion	1.43	13.00	OL	Grava= 0 %, Arena=93.8% y Fino=6.2%	
	De 0.00 a 3.00	2	Arcilla plastica color café obscuro	8.00	45.00	32.15	12.85	38.00	sin informacion	1.38	16.00	OL	Grava= 0 %, Arena=97.68% y Fino=2.4%	
	De 0.00 a 3.00	3	Arcilla limosa	8.00	42.00	31.47	10.53	41.00	sin informacion	De 1.38 a: De 15.0 a:	1.41	29.0	CH	Grava= 0 %, Arena=93.9% y Fino=6.1%
"Aldama"	De 0.00 a 3.00	1	Arcilla plastica color café claro	18.00	26.40	16.26	10.14	sin informacion	sin informacion	1.30	36.00	CL	sin informacion	
	De 0.00 a 3.00	2	Arcilla plastica color rojizo con poca arena fina	15.30	sin informacion	sin informacion	sin informacion	sin informacion	sin informacion	1.16	35.00	sin informacion	sin informacion	
	De 0.00 a 3.00	3	Arcilla limosa color café claro	12.00	52.50	22.55	29.95	sin informacion	sin informacion	1.53	16.00	CH	sin informacion	
	De 0.00 a 3.00	4	Arcilla poco arenosa color café obscuro	18.00	sin informacion	sin informacion	sin informacion	sin informacion	sin informacion	1.63	20.00	sin informacion	sin informacion	
"Zafreño"	De 0.00 a 1.00	1	Arcilla color café con gravilla y arena fina	22.00	57.50	28.72	28.78	19.00	sin informacion	1.59	19.00	CH	sin informacion	
	De 0.00 a 2.00	2	Arcilla color café con gravilla y arena fina	22.00	sin informacion	sin informacion	sin informacion	sin informacion	sin informacion	De 1.23 a: De 24.0 a:	1.55	29.0	sin informacion	sin informacion
	De 0.00 a 3.00	3	Arcilla color gris claro con gravilla y arena fina	22.00	sin informacion	sin informacion	sin informacion	sin informacion	sin informacion	1.62	18.00	SP	Grava= 45 %, Arena=47% y Fino=8%	

PROYECTO A NIVEL EJECUTIVO DEL ENCAUZAMIENTO DEL "RIO GUANAJUATO".
TRAMO PRESA "LA GARRIDA" — CIUDAD DE IRAPUATO, EN EL ESTADO DE
GUANAJUATO, MEXICO.

Tabla III.5 (continúa)

Resultados obtenidos en los sondeos por medio de pozos a cielo abierto en los posibles bancos de material

BANCO	PROFUNDIDAD EN METROS LINEALES	POZO A CIELO ABIERTO NUMERO	TIPO DE MATERIAL	CARACTERÍSTICAS DEL MATERIAL ENCONTRADO									
				CONTENIDO NATURAL DE AGUA PROMEDIO	INDICES DE PLASTICIDAD			MATERIAL FINO (F) EN %	DENSIDAD DE SOLIDOS (Ss)	W _{max} en %	W _{op} en %	CLASIFICACION SUCS (SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACION	GRANULOMETRIA
					LIMITE LIQUIDO (LL) en %	LIMITE PLASTICO (LP) en %	IP en %						
"Fonteca"	De 0.00 a 3.00	1	Arcilla color gris claro con gravilla y arena fina	22.00	sin información	sin información	sin información	sin información	sin información	1.22	29.00	sin información	sin información
	De 1.00 a 3.00	2	Arcilla color gris claro con gravilla y arena fina	20.00	55.00	32.00	23.00	sin información	sin información	De 1.21 a 1.23	De 29.0 a 34.0	OH	sin información
"La Ladera"	De 0.00 a 3.00	1	Arena arcillosa con gravillas	sin información	64.30	30.79	33.51	41.10	sin información	De 1.54 a 1.62	De 13.0 a 18.0	CH	Grava= 68.6%, Arena=30.9% y Fino=0.5%
	De 0.00 a 3.00	2	Arena arcillosa con gravillas y bolos mayores de 7.5 cm	sin información	61.30	30.33	30.97	sin información	sin información	1.47	18.00	CH	Grava= 61.1%, Arena=38.6% y Fino=0.3%
	De 0.00 a 2.00	3	Arena arcillosa con poco limo y bolos	sin información	73.00	33.91	39.08	10.00	sin información	1.49	22.00	GP	Grava= 62.1%, Arena=19.3% y Fino=19.6%
"El Gallo"	De 0.00 a 3.00	1	Arcilla limosa color café obscuro	sin información	sin información	sin información	sin información	10.00	sin información	1.67	13.00	SP	Arena= 63.7% y Fino= 3%

Tabla III.6

Resultados obtenidos en los sondeos por medio de pozos a cielo abierto en a lo largo del cauce del "Río Guanajuato"

SECCION	PROFUNDIDAD EN METROS LINEALES	POZO A CIELO ABIERTO NUMERO	CARACTERISTICAS DEL MATERIAL ENCONTRADO										
			TIPO DE MATERIAL	CONTENIDO NATURAL DE AGUA PROMEDIO en %	INDICES DE PLASTICIDAD			MATERIAL FINO (F) en %	DENSIDAD DE SOLIDOS (Ss) %	U _{max} en t/m ³	W _p en %	CLASIFICACION SUCS (SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACION DE SUELOS)	PESO VOLUMETRICO NATURAL en t/m ³
					LIMITE LIQUIDO (LL) en %	LIMITE PLASTICO (LP) en %	IP en %						
A	De 0.00 a 0.50	1	Arena limosa color café claro	4.40	sin información	sin información	sin información	53.40	sin información	sin información	sin información	sin información	sin información
	De 0.51 a 2.00		Arena fina con gravillas color café claro	3.50	33.30	17.29	16.01	sin información	sin información	sin información	sin información	CL	sin información
	De 2.01 a 3.00		Arcilla limosa color café claro	3.40	sin información	sin información	sin información	De 46.4 a 47.0	sin información	sin información	sin información	sin información	sin información
	De 0.00 a 3.00	2	Limo arenoso color café claro	5.00	De 21.5 a 33.8	NP	De 21.5 a 33.8	De 42.0 a 56.5	sin información	sin información	sin información	CL	sin información
	De 0.00 a 3.00		3	Limo arenoso color café claro	7.30	sin información	sin información	sin información	sin información	sin información	sin información	sin información	sin información
B	De 0.00 a 3.00	1	Limo arenoso color café claro	5.00	31.00	NP	31.00	De 22.3 a 61.6	sin información	sin información	sin información	CL	sin información
	De 0.00 a 1.00		2	Limo arenoso color café claro con poca arcilla	3.00	27.50	NP	27.50	sin información	sin información	sin información	CL	sin información
	De 1.00 a 3.00	Limo arenoso color café claro		7.00	30.45	NP	30.45	34.00	sin información	sin información	sin información	CI	sin información
	De 0.00 a 1.00	3		Limo arenoso color café claro con gravillas	8.00	32.50	NP	32.50	70.20	sin información	sin información	sin información	CL
	De 1.00 a 3.00		Limo arenoso color café claro	8.00	27.20	NP	27.20	68.90	sin información	sin información	sin información	CL	sin información
C	De 0.00 a 1.00	1	Limo arenoso color café claro	6.00	sin información	sin información	sin información	sin información	sin información	sin información	sin información	sin información	sin información
	De 1.00 a 2.00		Limo arenoso color café claro	7.00	25.20	NP	25.20	41.00	2.81	sin información	sin información	CL	sin información
	De 2.00 a 3.00		Limo arenoso color café claro	8.00	30.50	NP	30.50	71.00	sin información	sin información	sin información	CL	sin información
	De 0.00 a 1.00	2	Arcilla plástica color negro	27.00	sin información	sin información	sin información	sin información	sin información	sin información	sin información	sin información	sin información
	De 1.00 a 3.00		Arcilla arenosa color gris claro con gravillas	25.00	73.00	33.40	39.50	86.40	sin información	sin información	sin información	CH	sin información
	De 0.00 a 1.00	3	Arcilla plástica color negro	40.00	65.00	25.24	39.76	75.00	sin información	sin información	sin información	CH	sin información
	De 1.00 a 2.00		Arcilla color café claro con gravillas	42.00	sin información	sin información	sin información	sin información	sin información	sin información	sin información	sin información	sin información
	De 2.00 a 3.00		Arcilla limosa color café claro con gravillas	45.00	sin información	sin información	sin información	sin información	sin información	sin información	sin información	sin información	sin información

PROYECTO A NIVEL EJECUTIVO DEL ENCAUZAMIENTO DEL "RÍO GUANAJUATO", TRAMO PRESA "LA GARRIDA" — CIUDAD DE IRAPUATO, EN EL ESTADO DE GUANAJUATO, MEXICO.

Tabla III.6 (continúa)

Resultados obtenidos en los sondeos por medio de pozos a cielo abierto en a lo largo del cauce del "Río Guanajuato"

SECCION	PROFUNDIDAD EN METROS LINEALES	POZO A CIELO ABIERTO NUMERO	CARACTERISTICAS DEL MATERIAL ENCONTRADO										
			TIPO DE MATERIAL	CONTENIDO NATURAL DE AGUA PROMEDIO en %	INDICES DE PLASTICIDAD			MATERIAL FINO (F) en %	DENSIDAD DE SOLIDOS (Ss)	W _{max} en Um ³	W _p en %	CLASIFICACION SUCS (SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACION DE SUELOS)	PESO VOLUMETRICO NATURAL en Um ³
					LIMITE LIQUIDO (LL) en %	LIMITE PLASTICO (LP) en %	IP en %						
C	De 0.00 a 3.00	4	Limo arenoso color café claro con materia orgánica	7.60	29.00	26.72	0.28	82.00	información	información	información	ML	información
	De 0.00 a 2.00	6	Arcilla limosa color café oscuro con arena y materia orgánica	26.30	43.84	24.49	19.35	información	información	información	información	CH	información
	De 2.00 a 3.00		Arcilla limosa color café claro con arena fina	4.80	información	información	información	24.10	información	información	información	información	información
	De 0.00 a 3.00	8	Limo arenoso color café claro	7.00	De 31.0 a 36.0	NP	De 31.0 a 36.0	información	información	información	información	CL	1.36
D	De 0.00 a 3.00	1	Limo arenoso color café oscuro con materia orgánica	8.00	30.30	NP	30.30	De 30.3 a 58.0	información	información	información	CL	información
	De 0.00 a 1.00	2	Arena limosa color café oscuro con materia orgánica	8.00	25.70	NP	25.70	información	información	información	información	CL	información
	De 1.00 a 3.00		Limo arenoso color café claro con materia orgánica	15.00	31.20	NP	31.20	información	información	información	información	CL	1.23
E	De 0.00 a 2.00	1	Limo arenoso color café claro	5.00	30.60	NP	30.60	76.40	información	información	información	CL	información
	De 2.00 a 3.00		Arena limosa color café claro	4.00	De 21.0 a 28.0	NP	De 21.0 a 28.0	información	información	información	información	CL	información
	De 0.00 a 1.00	2	Limo arenoso color café claro con materia orgánica	5.30	información	información	información	información	información	información	información	información	información
	De 1.00 a 2.00		Limo arenoso color café claro	6.00	31.60	NP	31.60	68.10	información	información	información	CL	información
	De 2.00 a 3.00		Limo arenoso color café claro	5.00	información	información	información	información	información	información	información	información	información
	De 0.00 a 3.00		Arena limosa color café oscuro con materia orgánica	6.00	30.70	30.70	30.70	55.60	información	información	información	CL	información
De 0.00 a 3.00	1	Limo arenoso color café claro	6.00	De 28.0 a 30.0	NP	De 28.0 a 30.0	De 64.0 a 66.0	2.51	información	información	CL	información	
De 0.00 a 3.00	2	Limo arenoso color café claro con materia orgánica	2.00	23.68	NP	23.68	De 75.0 a 79.0	información	información	información	CL	información	

Tabla III.6 (continúa)

Resultados obtenidos en los sondeos por medio de pozos a cielo abierto en a lo largo del cauce del "Río Guanajuato"

SECCION	PROFUNDIDAD EN METROS LINEALES	POZO A CIELO ABIERTO TIPO DE MATERIAL NUMERO	CARACTERISTICAS DEL MATERIAL ENCONTRADO										
			CONTENIDO NATURAL DE AGUA PROMEDIO en %	INDICES DE PLASTICIDAD			MATERIAL FINO (F) en %	DENSIDAD DE SOLIDOS (ρ_s) Um ³	U _{max} en Um ³	W _p en %	CLASIFICACION SUCS (SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACION DE SUELOS)	PESO VOLUMETRICO NATURAL en Um ³	
				LIMITE LIQUIDO (LL) en %	LIMITE PLASTICO (LP) en %	IP en %							
F	De 0.00 a 3.00	3	Limo arenoso color café claro con materia orgánica	6.00	42.80	NP	42.80	26.00	información	información	información	CL	información
	De 0.00 a 3.00	4	Arena limosa color café claro	5.00	De 28.4 a 30.0	NP	28.40	De 28.0 a 30.0	información	información	información	CL	1.42
	De 0.00 a 3.00	6	Limo arenoso color café claro	6.00	Del 20.0 al 29.0	NP	Del 20.0 al 29.0	54.00	información	información	información	CL	1.16
	De 0.00 a 3.00	6	Limo arenoso color café claro	6.00	De 22.0 a 29.0	NP	De 22.0 a 29.0	De 46.0 a 72.0	información	información	información	CL	1.18
G	De 0.00 a 3.00	1	Arcilla limosa color café obscuro	11.00	66.60	29.55	37.05	20.50	información	información	información	CH	información
	De 0.00 a 3.00	2	Arena color café obscuro	10.00	51.91	30.15	21.76	0.20	información	información	información	OL	información
	De 0.00 a 1.00	3	Arena limosa color café obscuro	10.00	información	información	información	información	información	información	información	información	información
	De 1.00 a 2.00		Limo arenoso color café obscuro con poca arcilla	13.00	información	información	información	información	información	información	información	información	información
	De 2.00 a 3.00		Arcilla color café claro	16.00	46.00	13.75	32.25	62.50	información	información	información	CH	información
	De 0.00 a 1.80	4	Limo arenoso color café obscuro	22.00	información	información	información	54.30	información	información	información	información	información
	De 1.80 a 3.00		Arcilla limosa color café obscuro con poca arena	26.00	información	información	información	información	información	información	información	información	información
H	De 0.00 a 2.00	1	Limo arenoso color café claro	10.00	De 16.5 a 33.0	NP	De 16.5 a 33.0	De 55.0 a 71.0	2.45	información	información	ML	2.45
	De 0.00 a 2.00	2	Limo arenoso color café claro con materia orgánica	12.00	25.80	NP	25.80	70.90	información	información	información	CL	información
	De 2.00 a 3.00		Arcilla limosa color café obscuro	13.00	44.00	NP	44.00	76.00	información	información	información	CL	información
	De 0.00 a 1.00	3	Limo arenoso color café claro	8.00	información	información	información	información	información	información	información	información	información
	De 1.00 a 2.30		Limo arcilloso color café obscuro	7.00	29.50	18.76	21.20	De 40.0 a 50.0	información	información	información	CL	1.27
	De 2.30 a 3.00		Arcilla limosa color café obscuro	13.00	De 28.5 a 35.6	NP	De 28.5 a 35.6	66.10	información	información	información	ML	información
	De 0.00 a 1.00	4	Arena limosa color café claro con materia orgánica	5.00	información	información	información	10.40	información	información	información	información	información

PROYECTO A NIVEL EJECUTIVO DEL ENCAUZAMIENTO DEL "RÍO GUANAJUATO".
TRAMO PRESA "LA GARRIDA" — CIUDAD DE IRAPUATO, EN EL ESTADO DE GUANAJUATO, MÉXICO.

Tabla III.6 (continúa)

Resultados obtenidos en los sondeos por medio de pozos a cielo abierto en a lo largo del cauce del "Río Guanajuato"

SECCION	PROFUNDIDAD EN METROS	POZO A CIELO ABIERTO LINEALES NUMERO	CARACTERISTICAS DEL MATERIAL ENCONTRADO										
			TIPO DE MATERIAL	CONTENIDO NATURAL DE AGUA PROMEDIO en %	INDICES DE PLASTICIDAD			MATERIAL FINO (F) en %	DENSIDAD DE SOLIDOS (Bs) t/m ³	W _{max} en t/m ³	W _p en %	CLASIFICACION SUCS (SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACION DE BUELOS)	PERO VOLUMETRICO NATURAL en t/m ³
					LIMITE LIQUIDO (LL) en %	LIMITE PLASTICO (LP) en %	IP en %						
H	De 1.00 a 3.00	4	Limo arenoso color café claro	4.00	sin información	sin información	sin información	3.00	sin información	sin información	sin información	sin información	sin información
I	De 0.00 a 0.50	1	Arcilla plástica color café obscuro	15.00	sin información	sin información	sin información	sin información	sin información	sin información	sin información	sin información	sin información
	De 0.50 a 2.00		Limo arenoso color café claro	12.00	24.70	NP	24.70	87.40	sin información	sin información	sin información	CL	sin información
	De 2.00 a 3.00		Limo arenoso color café claro	14.00	35.00	NP	35.00	81.00	sin información	sin información	sin información	CL	sin información
	De 0.00 a 1.00	2	Limo arenoso color café claro	sin información	sin información	sin información	sin información	sin información	sin información	sin información	sin información	sin información	sin información
	De 1.00 a 3.00		Arcilla limosa color café obscuro	18.00	66.30	28.89	37.41	83.00	2.70	sin información	sin información	CH	sin información
	De 0.00 a 2.00	3	Limo arenoso color café claro	12.00	32.00	NP	32.00	80.00	sin información	sin información	sin información	CL	sin información
	De 2.00 a 3.00		Arcilla limosa color café obscuro	18.00	43.00	NP	43.00	94.00	sin información	sin información	sin información	CL	sin información
	De 0.00 a 1.50	4	Limo arenoso color café claro	13.00	sin información	sin información	sin información	sin información	sin información	sin información	sin información	sin información	sin información
	De 1.50 a 3.00		Arcilla limosa color café claro	17.00	sin información	sin información	sin información	sin información	sin información	sin información	sin información	sin información	sin información
	J	De 0.00 a 1.50	1	Limo arenoso color café obscuro	9.00	35.80	NP	35.80	sin información	sin información	sin información	sin información	CL
De 1.50 a 3.00		Arcilla limosa color café obscuro		20.00	51.23	24.27	27.03	De 59.0 a 90.0	sin información	sin información	sin información	CH	sin información
De 0.00 a 3.00		2	Arcilla limosa color café claro	15.00	De 36.8 a 87.0	NP	De 36.8 a 87.0	92.00	sin información	sin información	sin información	CL y CH	sin información
De 0.00 a 2.00		3	Limo arenoso color café claro con materia orgánica	13.00	38.50	19.96	18.54	77.00	sin información	sin información	sin información	CL	sin información
De 2.00 a 3.00			Arcilla limosa color negro	15.00	sin información	sin información	sin información	sin información	sin información	sin información	sin información	sin información	sin información
K				sin información	sin información	sin información	sin información	sin información	sin información	sin información	sin información	sin información	
L	De 0.00 a 3.00	1	Limo arenoso color café claro	9.00	De 35.5 a 36.5	NP	De 35.5 a 36.5	sin información	sin información	sin información	sin información	CL	sin información
M	De 0.00 a 1.50	1	Arcilla limosa color café obscuro con arena y gravillas	12.00	sin información	sin información	sin información	38.00	sin información	sin información	sin información	sin información	sin información
	De 1.50 a 3.00		Limo arenoso color café obscuro	6.00	38.00	NP	38.00	sin información	sin información	sin información	sin información	CL	sin información

Tabla III.6 (continúa)

Resultados obtenidos en los sondeos por medio de pozos a cielo abierto en a lo largo del cauce del "Río Guanajuato"

SECCION	PROFUNDIDAD EN METROS LINEALES	POZO A CIELO ABIERTO NUMERO	CARACTERISTICAS DEL MATERIAL ENCONTRADO										
			TIPO DE MATERIAL	CONTENIDO NATURAL DE AGUA PROMEDIO en %	INDICES DE PLASTICIDAD			MATERIAL FINO (F) en %	DENSIDAD DE SOLIDOS (Ss) en t/m ³	Wop en %	CLASIFICACION SUCS (SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACION DE SUELOS)	PESO VOLUMETRICO NATURAL en t/m ³	
					LIMITE LIQUIDO (LL) en %	LIMITE PLASTICO (LP) en %	IP en %						
M	De 0.00 a 1.00	2	Limo arenoso color café oscuro con gravillas y materia orgánica	6.00	sin información	sin información	sin información	sin información	sin información	sin información	sin información	sin información	
	De 1.00 a 3.00		Limo arenoso color café claro con gravillas	15.00	16.00	NP	18.00	66.00	sin información	sin información	sin información	CL	sin información
	De 0.00 a 3.00	3	Arcilla plástica color negro	15.00	37.50	21.25	16.25	49.00	sin información	sin información	sin información	CL	sin información
	De 0.00 a 1.80		Limo arenoso color café claro	9.00	36.00	19.70	16.83	54.00	sin información	sin información	sin información	CL	sin información
	De 1.80 a 3.00	4	Arena limosa color café claro	13.00	sin información	sin información	sin información	sin información	sin información	sin información	sin información	sin información	sin información
	De 0.00 a 2.00		Limo arenoso color café claro	10.00	34.30	NP	34.30	64.00	sin información	sin información	sin información	CL	sin información
	De 2.00 a 3.00	6	Limo arenoso color café claro con materia orgánica	10.00	34.30	NP	34.30	64.00	sin información	sin información	sin información	CL	sin información
	De 0.00 a 0.50		Arcilla plástica color negro	7.00	sin información	sin información	sin información	sin información	sin información	sin información	sin información	sin información	sin información
	De 0.50 a 3.00	6	Limo arenoso color café claro	10.00	34.50	NP	34.50	39.00	sin información	sin información	sin información	CL	sin información
	N		De 0.00 a 1.70	1	Limo arcilloso color café claro con arena	8.00	sin información	sin información	sin información	sin información	sin información	sin información	sin información
De 1.70 a 2.40		Limo arcilloso color café claro	sin información		37.00	NP	37.00	sin información	sin información	sin información	sin información	CL	sin información
De 2.40 a		2	Arcilla limosa color café oscuro	sin información	sin información	sin información	sin información	92.00	sin información	sin información	sin información	sin información	
De 0.00 a 3.00			Limo arcilloso color café claro	13.00	46.00	22.33	23.67	96.40	sin información	sin información	sin información	CL	sin información

Tabla III.7

Resultados obtenidos en los sondeos mixtos a lo largo del cauce del "Río Guanajuato"

SONDEO	PROFUNDIDAD en metros	TIPO DE MATERIAL	CARACTERÍSTICAS DEL MATERIAL ENCONTRADO									
			CONTENIDO NATURAL DE AGUA PROMEDIO en %	INDICES DE PLASTICIDAD			MATERIAL FINO (F) en %	DENSIDAD DE SOLIDOS (Ss) t/m ³	W _{op} en %	CLASIFICACION SUCS (SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACION DE SUELOS)	PESO VOLUMETRICO NATURAL en t/m ³	
				LÍMITE LIQUIDO (LL) en %	LÍMITE PLASTICO (LP) en %	IP en %						
1-MS	De 0.00 a 3.00	Limo arenoso color café claro de compactad suelta	12.00	sin información	sin información	sin información	52.78	sin información	sin información	sin información	sin información	sin información
	De 3.00 a 6.00	Arcilla color café oscuro de consistencia media a dura	16.00	De 47.0 a 66.0	De 18.61 a 27.33	De 28.39 a 38.67	De 68.5 a 83.53	sin información	sin información	sin información	CH	1.74
	De 6.00 a 7.50	Arcilla limosa color café rosado de consistencia dura	20.00	De 42.3 a 53.0	De 22.74 a 23.86	De 19.56 a 29.14	a 44.43 a 87.24	2.42	sin información	sin información	CL	1.71
	De 7.50 a 8.10	Arcilla color café claro de consistencia dura	24.00	sin información	sin información	sin información	sin información	sin información	sin información	sin información	sin información	sin información
	De 8.10 a 10.00	Arena poco limosa color café de compactad media a densa	12.00	45.20	20.03	25.17	25.17	sin información	sin información	sin información	CL	sin información
	De 10.00 a 12.50	Arcilla poco limosa color café claro de consistencia dura	16.00	sin información	sin información	sin información	17.13	sin información	sin información	sin información	sin información	sin información
2-MS	De 0.00 a 1.20	Limo arenoso color café oscuro de compactad suelta con pedacita de tabique y materia orgánica (cascajo)	10.00	sin información	sin información	sin información	sin información	sin información	sin información	sin información	sin información	sin información
	De 1.20 a 6.00	Limo arenoso color café claro de compactad suelta	13.00	sin información	sin información	sin información	38.41	sin información	sin información	sin información	sin información	sin información
	De 6.00 a 6.60	Arcilla limosa color café claro de consistencia media	22.00	34.50	18.78	15.72	67.31	sin información	sin información	sin información	CL	sin información
	De 6.60 a 7.20	Limo arenoso color café claro de compactad suelta	22.00	sin información	sin información	sin información	sin información	sin información	sin información	sin información	sin información	sin información
	De 7.20 a 8.40	Arcilla limosa color café rosado de consistencia dura	24.00	sin información	sin información	sin información	sin información	sin información	sin información	sin información	sin información	sin información
	De 8.40 a 9.50	Arcilla arenosa color café claro de consistencia dura	10.00	57.50	39.35	17.94	88.59	2.39	sin información	sin información	OH	sin información

Tabla III.7 (continúa)

Resultados obtenidos en los sondeos mixtos a lo largo del cauce del "Río Guanajuato"

SONDEO	PROFUNDIDAD en metros	CARACTERÍSTICAS DEL MATERIAL ENCONTRADO										
		TIPO DE MATERIAL	CONTENIDO NATURAL DE AGUA PROMEDIO en %	INDICES DE PLASTICIDAD			MATERIAL FINO (F) en %	DENSIDAD DE SOLIDOS (ρ_s) t/m ³	M _{max} en t/m ³	W _{op} en %	CLASIFICACION SUCS (SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACION DE SUELOS)	PESO VOLUMETRICO NATURAL en t/m ³
				LIMITE LIQUIDO (LL) en %	LIMITE PLASTICO (LP) en %	IP en %						
SM-2	De 9.50 a 10.00	Arena poco limosa color café claro de compacidad densa	8.00	sin información	sin información	sin información	sin información	sin información	sin información	sin información	sin información	
	De 10.00 a 12.30	Arcilla limosa color café claro de consistencia dura	20.00	De 40.0 a 55.5	De 7.71 a 18.99	De 21.01 a 47.49	89.00	sin información	sin información	sin información	CL	sin información
SM-3	De 0.00 a 4.20	Limo arenoso color café claro de compacidad suelta a media	12.00	sin información	sin información	sin información	De 48.39 a 80.17	sin información	sin información	sin información	sin información	sin información
	De 4.20 a 5.50	Arcilla limosa color café oscuro de consistencia dura	22.00	sin información	sin información	sin información	88.46	sin información	sin información	sin información	sin información	sin información
	De 5.50 a 6.00	Limo arenoso color café claro de compacidad media densa	18.00	sin información	sin información	sin información	sin información	sin información	sin información	sin información	sin información	sin información
	De 6.00 a 8.60	Arcilla limosa color café rosado de consistencia dura	25.00	De 47.8 a 85.32	De 26.65 a 33.85	De 12.35 a 13.95	De 62.89 a 65.32	sin información	sin información	sin información	CH	1.60
	De 8.60 a 10.50	Arena limosa color café claro de compacidad densa	14.00	sin información	sin información	sin información	sin información	sin información	sin información	sin información	sin información	sin información
	De 10.50 a 11.80	Arcilla limosa color café claro de consistencia media	30.00	84.20	33.29	50.91	sin información	sin información	sin información	sin información	CH	sin información
	De 0.00 a 5.80	Limo arenoso color café claro de compacidad media	12.00	De 25.8 a 55.5	29.81	25.69	De 45.73 a 80.00	sin información	sin información	sin información	CL	sin información
De 5.80 a 10.90	Arcilla limosa color café oscuro de consistencia media a dura	8.00	De 32.0 a 55.5	De 20.18 a 29.81	De 11.82 a 25.69	De 55.92 a 87.36	sin información	sin información	sin información	CL	1.65	
De 10.90 a 11.50	Arena arcillosa color café grisáceo de compacidad densa a media	15.00	sin información	sin información	sin información	sin información	sin información	sin información	sin información	sin información	sin información	
De 11.50 a 12.10	Arcilla limosa color café grisáceo de consistencia dura	28.00	55.00	33.43	21.57	73.50	sin información	sin información	sin información	OH	sin información	

PROYECTO A NIVEL EJECUTIVO DEL ENCAUZAMIENTO DEL "RÍO GUANAJUATO", TRAMO PRESA "LA GARRIDA" — CIUDAD DE IRAPUATO, EN EL ESTADO DE GUANAJUATO, MEXICO.

Tabla III.7 (continúa)

Resultados obtenidos en los sondeos mixtos a lo largo del cauce del "Río Guanajuato"

SONDEO	CARACTERÍSTICAS DEL MATERIAL ENCONTRADO										
	PROFUNDIDAD en metros	TIPO DE MATERIAL	CONTENIDO NATURAL DE AGUA PROMEDIO en %	ÍNDICES DE PLASTICIDAD			MATERIAL FINO (F) en %	DENSIDAD DE SÓLIDOS (ρ_s) en t/m ³	W _{op} en %	CLASIFICACION SUCS (SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACION DE SUELOS)	PESO VOLUMETRICO NATURAL en t/m ³
				LÍMITE LÍQUIDO (LL) en %	LÍMITE PLÁSTICO (LP) en %	IP en %					
S-M-5	De 0.00 a 1.80	Arena fina limosa color café claro de compactad media	8.00	sin información	sin información	sin información	sin información	sin información	sin información	sin información	sin información
	De 1.80 a 3.00	Arena limosa fina decompactad media a suelta con grumos de arcilla color café claro	12.00	sin información	sin información	sin información	45.59	sin información	sin información	sin información	sin información
	De 3.00 a 3.50	Arena limosa fina color café amarillento de compactad suelta	10.00	sin información	sin información	sin información	sin información	sin información	sin información	sin información	sin información
	De 3.50 a 7.60	Limo arcilloso color café claro de consistencia media a dura	28.00	De 42.0 a 53.0	De 28.78 a 30.79	De 11.21 a 24.24	De 41.72 a 56.64	sin información	sin información	OL	1.66
	De 7.60 a 10.0	Arena mediana color café grisáceo de compactad densa	9.00	46.50	25.49	21.01	sin información	sin información	sin información	sin información	sin información
	De 10.00 a 11.70	Limo arcilloso color café claro de consistencia dura	25.00	45.00	18.38	26.62	62.40	2.53	sin información	sin información	CL
S-M-6	De 0.00 a 0.80	Arena fina limosa color café claro de compactad media	18.00	sin información	sin información	sin información	sin información	sin información	sin información	sin información	sin información
	De 0.80 a 1.80	Limo arenoso color café amarillento de compactad densa	12.00	sin información	sin información	sin información	63.09	sin información	sin información	sin información	sin información
	De 1.80 a 2.40	Arcilla plástica color café oscuro de consistencia dura	15.00	21.80	NP	21.80	sin información	sin información	sin información	CL	sin información
	De 2.40 a 3.00	Limo arenoso color café claro de compactad media	15.00	sin información	sin información	sin información	sin información	sin información	sin información	sin información	sin información
	De 3.00 a 3.60	Arcilla limosa color café claro de consistencia dura, con poca arena fina	18.00	sin información	sin información	sin información	65.90	sin información	sin información	sin información	sin información
	De 3.60 a 5.40	Arena gruesa color café claro de compactad media	6.00	sin información	sin información	sin información	sin información	sin información	sin información	sin información	sin información

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Tabla III.7 (continúa)

Resultados obtenidos en los sondeos mixtos a lo largo del cauce del "Río Guanajuato"

SONDEO	PROFUNDIDAD en metros	CARACTERÍSTICAS DEL MATERIAL ENCONTRADO										
		TIPO DE MATERIAL	CONTENIDO NATURAL DE AGUA PROMEDIO en %	INDICES DE PLASTICIDAD			MATERIAL FINO (F) en %	DENSIDAD DE SOLIDOS (Ss) %	W _p		CLASIFICACION SUCS (SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACION DE SUELOS)	PESO VOLUMETRICO NATURAL en t/m ³
				LIMITE LIQUIDO (LL) en %	LIMITE PLASTICO (LP) en %	IP en %			en	en		
S-105	De 5.40 a 6.50	Arcilla color gris de consistencia dura con pocas gravas	8.00	47.50	21.32	26.18	sin información	sin información	sin información	sin información	sin información	sin información
	De 6.50 a 9.50	Limo arcilloso color café claro de consistencia dura	10.00	De 35.0 a 48.0	De 20.94 a 34.41	De 11.59 a 14.06	63.18	sin información	sin información	sin información	CL	sin información
	De 9.50 a 10.70	Limo arcilloso color café claro de consistencia dura con vetas de arena fina	18.00	23.50	12.20	11.30	sin información	sin información	sin información	sin información	CL	sin información
	De 10.70 a 12.00	Limo arcilloso color café blanquizco de consistencia dura	22.00	sin información	sin información	sin información	sin información	sin información	sin información	sin información	sin información	sin información

III.3 INTERPRETACION DE RESULTADOS

Para contar con los elementos suficientes que permitan llevar a cabo una correcta interpretación de los resultados obtenidos de los estudios realizados, se procedió a ordenar los mismos de la manera siguiente:

III.3.1 ESTRATIGRAFIA Y PROPIEDADES

En este apartado se hace referencia a los resultados que se obtuvieron al realizar los distintos sondeos tanto en la zona cercana al cauce del Río como en los sitios donde se localizan los posibles bancos de materiales que se van a requerir.

III.3.1.1 BANCOS DE MATERIALES

En la tabla anterior (Tabla III.5 "Resultados obtenidos en los sondeos por medio de pozos a cielo abierto en los posibles bancos de material"), se reportan los resultados obtenidos de la exploración efectuada en los sitios que se consideraron para el estudio de bancos de materiales.

III.3.1.2 ESTRATIGRAFIA DETECTADA EN EL CAUCE DEL RIO

En las tablas anteriores (Tablas III.6 "Resultados obtenidos en los sondeos por medio de pozos a cielo abierto en a lo largo del cauce del "Río Guanajuato" y III.7 "Resultados obtenidos en los sondeos por medio de pozos a cielo abierto en los posibles bancos de material"), se describe la estratigrafía identificada en cada uno de los sondeos realizados en las secciones consideradas como críticas o de interés especial; incluyendo los sondeos mixtos.

En el Anexo C "Planos de ubicación de sondeos y bancos de material", se muestra el resumen de los parámetros más importantes obtenidos.

III.3.2 CONCLUSION DE LOS ESTUDIOS REALIZADOS EN LOS BANCOS DE MATERIALES

Revisando la información obtenida durante los trabajos efectuados en campo y en laboratorio para determinar los bancos de materiales que se emplearán en la readecuación del cauce del "Río Guanajuato" se obtuvieron los siguientes resultados:

De acuerdo con las observaciones y resultados obtenidos durante el proceso de identificar los posibles bancos de materiales, se tiene que la ciudad de Irapuato y sus alrededores se encuentran alojadas en una llanura, interrumpida por pocas sierras volcánicas, mesetas lávicas y lomeríos, los suelos que las constituyen tienen una textura que va de franco arenoso a arcilla arenosa.

En el caso de los terrenos de siembra (que en este Municipio son abundantes), se identificó una capa de arcilla plástica en espesores relativamente pequeños (de 0.40 a 1 metro de espesor) a la que subyacen potentes estratos de materiales arenosos, limo arenosos y en ocasiones boleos empacados en arcillas plásticas arenosas o limosas.

Considerando los resultados obtenidos de los ensayos efectuados a las muestras obtenidas durante los trabajos de exploración se comenta lo siguiente:

III.3.2.1 BANCOS CONSIDERADOS APTOS PARA LA FORMACION DE TERRAPLEN

El banco "El Conejo" se encuentra dentro del vaso de la presa del mismo nombre y esta constituido de una arcilla plástica de espesores que varían de uno a cuatro metros; el volumen que se considera aprovechable se estima superior al requerido de 750 mil metros cúbicos y se ubica a dos kilómetros de la presa derivadora "La Garrida" (sitio donde da inicio el tramo del Río en estudio) .

El banco llamado "La Calera", constituido de arcillas limosas de baja plasticidad, cuenta con un volumen aproximado de 150 mil metros cúbicos y se localiza a cinco kilómetros del cruce entre el "Río Guanajuato" y la carretera Irapuato-León (a 200 metros desviación derecha).

El banco "Aldama", se encuentra constituido por arcillas inorgánicas de baja y alta plasticidad, producto del despalme realizado por la trituradora "Aldama". Cuenta con un volumen aproximado de 400 mil metros cúbicos y se localiza a 19 kilómetros del cruce entre el "Río Guanajuato" y la carretera Irapuato-León (a 3.5 kilómetros desviación derecha), cabe señalar que el material en cuestión es considerado como un "estorbo" por los propietarios de la trituradora.

El banco "Zeferino"; está constituido por arcillas limosas de baja plasticidad; el espesor que se considera aprovechable es de dos a tres metros con un volumen aproximado de 100 mil metros cúbicos y se ubica a la margen izquierda del "Río Guanajuato", a unos mil 100 metros aproximadamente.

El banco "Fonseca", está formado de arcillas limosas, cuenta con un volumen aproximado de 50 mil metros cúbicos y se ubica a la margen derecha del "Río Guanajuato", a unos 50 metros.

III.3.2.2 BANCOS CONSIDERADOS APTOS PARA EL RECUBRIMIENTO DE LOS BORDOS

El banco "Zeferino", está constituido de arenas limosas con boleos, cuenta con un volumen aprovechable de 15 mil metros cúbicos, y se ubica a la margen izquierda del "Río Guanajuato" a unos 1,100 metros.

El banco "La Ladera", está constituido de gravas arenosas, se localiza en el cerro del mismo nombre a 6 kilómetros (desviación derecha) del libramiento a la ciudad de León Guanajuato, el volumen considerado aprovechable es superior al requerido por el proyecto (40 mil metros cúbicos).

**PROYECTO A NIVEL EJECUTIVO DEL ENCAUZAMIENTO DEL "RÍO GUANAJUATO",
TRAMO PRESA "LA GARRIDA" — CIUDAD DE IRAPUATO; EN EL ESTADO DE
GUANAJUATO, MEXICO.**

El banco "El Gato", está constituido de arenas limosas, se localiza a cinco kilómetros del final del tramo del Río en estudio, el volumen considerado aprovechable es de 40 mil metros cúbicos. Cabe señalar que el banco se encuentra actualmente en explotación.

Es importante mencionar que el material que se pretende emplear en la adecuación del encauzamiento del "Río Guanajuato", debe ser una arcilla plástica que garantice la impermeabilidad de los bordos.

Considerando lo expuesto en el presente capítulo y las necesidades de la obra tales como economía y calidad de los materiales a emplearse, se recomienda utilizar el material del banco "El Conejo" para el cuerpo del terraplén, ya que cumple con la calidad requerida y los terrenos que la constituyen están en trámite para ser adquiridos por parte de la Comisión Nacional del Agua (CNA), lo que representaría un ahorro importante en la adquisición del material.

En lo referente al material a emplearse en el revestimiento de los caminos, se recomienda emplear el del banco "Zeferino"; y si éste resulta escaso en cuanto a volumen para cubrir la demanda de la obra, se complementaría con material obtenido del banco "La Ladera".

III.3.3 ANALISIS DE LA ESTABILIDAD DE LOS TALUDES

Considerando los niveles de terminación de la corona de los bordos, los tirantes de agua obtenidos del estudio hidrológico, la topografía de los sitios en que se definieron las secciones críticas o de interés; se analizaron catorce secciones a lo largo del tramo del Río, respetando las secciones hidráulicas, pendientes de los bordos y alturas que arrojó en cada tramo el estudio correspondiente, además de los resultados de los ensayos índice y mecánicos de los materiales que actualmente constituyen los bordos y los propuestos en la adecuación.

En la revisión de la estabilidad de los taludes se tomó en cuenta que éstos ya están contruidos, las propiedades índice y mecánicas del material que actualmente los forman, y en caso de requerir el reforzamiento de las paredes, ésta se hará con material procedente de alguno de los bancos estudiados, o con materiales que al menos tengan las características de los analizados en el presente informe.

El análisis de estabilidad se llevó a cabo empleando el Método Sueco, que considera que la falla se deberá al deslizamiento por gravedad (y otras secciones externas en su caso), de una masa de suelo a lo largo de una superficie de deslizamiento circular crítica, por medio del cálculo de un factor de seguridad que determina la posibilidad de ocurrencia de falla, aplicando la siguiente Ecuación III.1:

$$F_s = \frac{M_R}{M_m} \qquad \text{Ecuación III.1}$$

Donde:

F_s = Factor de seguridad para la condición analizada.

M_R = Momento resistente que representa la oposición al deslizamiento de la masa de suelo dentro del círculo crítico, función de la resistencia al esfuerzo cortante del suelo en la línea de falla.

M_m = Momento motor, que provoca el movimiento del suelo debido al efecto de su propio peso y acciones adicionales.

En la Tabla III.8 "Factores de seguridad obtenidos en el análisis de estabilidad de los taludes del "Río Guanajuato", se presentan los resultados obtenidos del análisis de estabilidad y que se consideran aceptables.

PROYECTO A NIVEL EJECUTIVO DEL ENCAUZAMIENTO DEL "RIO GUANAJUATO",
TRAMO PRESA "LA GARRIDA" — CIUDAD DE IRAPUATO; EN EL ESTADO DE
GUANAJUATO, MEXICO.

Tabla III. 8

**Factores de seguridad obtenidos a través del Método Sueco en
el análisis de estabilidad de los taludes del "Río Guanajuato"**

Sección	Altura del bordo (m)	Angulo de reposo (°)	Radio ₁	Factor de seguridad F _s	Radio ₂	Factor de seguridad F _s	Radio ₃	Factor de seguridad F _s
A	8.00	30	18.60	4.59	16.40	2.72	15.60	4.57
B	7.00	30	17.60	2.53	16.00	4.00	15.20	4.68
C	6.00	30	11.80	3.97	20.70	6.00	15.80	6.29
D	6.00	30	15.60	7.22	11.40	8.28	13.80	25.00
E	6.30	30	15.80	6.68	15.00	5.90	16.40	9.70
F	7.00	30	14.20	4.79	9.20	2.22	14.60	8.69
G	8.00	28	13.40	11.50	16.40	11.56	19.00	6.15
H	6.00	28	18.20	5.84	14.20	14.51	19.60	9.46
I	7.00	31	19.80	27.00	11.00	28.29	14.80	26.30
J	7.00	36	19.00	4.91	11.00	3.00	12.40	3.88
K	2.50	28	12.80	5.00	13.40	4.24	8.00	4.14
L	7.00	36	11.40	1.80	10.80	3.11	11.50	4.90

**PROYECTO A NIVEL EJECUTIVO DEL ENCAUZAMIENTO DEL "RIO GUANAJUATO",
TRAMO PRESA "LA GARRIDA" - CIUDAD DE IRAPUATO; EN EL
ESTADO DE GUANAJUATO, MEXICO.**

CAPITULO IV

ESTUDIO HIDRAULICO DEL "RIO GUANAJUATO"

CAPITULO IV

ESTUDIO HIDRAULICO DEL "RIO GUANAJUATO"

IV.1 ANALISIS HIDRAULICO DEL "RIO GUANAJUATO" Y DE LOS ARROYOS "SANTA RITA" Y "CARRIZALITO"

A lo largo de este capítulo se analiza el comportamiento hidráulico del Río para tres diferentes períodos de retorno, tanto en condiciones naturales como para las distintas alternativas de solución al problema de desbordamiento. Se determina el comportamiento del perfil hidráulico para cada uno de los casos empleando para esto el método numérico que, de acuerdo a las condiciones particulares del flujo en el Río, determinará la o las soluciones más precisas en cuanto a su funcionamiento hidráulico para posteriormente evaluarlas económicamente y decidir cual es la mejor alternativa.

En la mayoría de los canales naturales a un nivel normal, el perfil del flujo en tramos cortos es muy próximo a aquel de un flujo uniforme, pero ligeramente modificado por la irregularidades del canal. Para el flujo variado gradualmente, como es el del "Río Guanajuato", una solución aproximada se puede obtener por el método de integración directa o por el método directo por pasos, suponiendo un canal prismático que tenga la características medias geométricas e hidráulicas del canal natural. Sin embargo para una solución practica y precisa se recomienda el "Método Estándar por Pasos" que es el más recomendado para canales naturales con frecuentes cambios de sección.

Para llevar a cabo el análisis hidráulico se utilizó un modelo matemático denominado Hydrologic Engineering Center's River Analysis System (HEC-RAS), programa que calcula los perfiles de la superficie del agua de una sección a otra del cauce resolviendo la ecuación de la energía con el procedimiento iterativo

**PROYECTO A NIVEL EJECUTIVO DEL ENCAUZAMIENTO DEL "RIO GUANAJUATO",
TRAMO PRESA "LA GARRIDA" — CIUDAD DE IRAPUATO; EN EL ESTADO DE
GUANAJUATO, MEXICO.**

llamado "Método Estándar por Pasos", dicho método se basa en la siguiente ecuación:

$$Y_2 + Z_2 + \frac{\alpha_2 V_2^2}{2g} = Y_1 + Z_1 + \frac{\alpha_1 V_1^2}{2g} + h_e \quad \text{Ecuación IV.1}$$

donde:

Y_1, Y_2 = Tirantes del agua en las secciones del cauce (m)

Z_1, Z_2 = Elevaciones de la plantilla del cauce (m)

V_1, V_2 = Promedio de velocidades (m/s)

α_1, α_2 = Coeficientes de distribución irregular de velocidades

g = Aceleración gravitacional (m^2/s)

h_e = Pérdida de energía (m)

La pérdida de energía comprende las pérdidas por fricción, mismas que se calculan a partir de la ecuación de Manning y pérdidas por contracción y expansión debido al aumento o disminución de la velocidad de una sección a otra, los valores de estos últimos coeficientes son establecidos de acuerdo al manual del HEC-RAS.

A partir de la Ecuación IV.1, el programa calcula los tirantes en cada una de las secciones, para esto se necesita establecer el tipo de régimen que se presenta en el cauce y una elevación conocida en la primera sección o condición de frontera, en donde se inicia el análisis. En caso de que la sección no tenga la capacidad suficiente para un determinado gasto el programa considera que los bordos de la sección se elevan en forma vertical para continuar el análisis.

Para calcular el perfil hidráulico de la capacidad máxima que puede conducir el "Río Guanajuato" sin presentar problemas de desbordamiento, se consideró un valor del coeficiente de rugosidad $n = 0.030$, una distancia entre cada sección transversal de 20 metros y se estableció el tipo de régimen.

IV.1.1 ANALISIS HIDRAULICO EN CONDICIONES NATURALES

Basándose en la comparación de los parámetros hidráulicos que se presentan en las secciones del Río, se estableció que el régimen a que está sujeto el flujo en el cauce en estudio corresponde a un régimen subcrítico, por lo tanto el análisis inicia en la primera estación aguas abajo del tramo en estudio, y ésta corresponde con la sección del puente vehicular que se localiza en la estación localizada en el km 13+002.81. Las elevaciones que corresponden a un gasto hidráulico diferente al determinado en dicha sección, se presentan en la Tabla IV.1 "Elevaciones correspondientes a gastos diferentes al de la sección del km 13+002.81", estas elevaciones fueron calculadas a partir de la sección transversal del puente y de las ecuaciones siguientes:

De continuidad:

$$Q = VA \qquad \text{Ecuación IV.2}$$

donde:

Q = Gasto (m³/s)

V = Velocidad del cauce (m/s)

A = Area hidráulica de la sección transversal (m²)

y de Manning:

$$V = \frac{(R_h^{2/3} S^{1/2})}{n} \qquad \text{Ecuación IV.3}$$

V = Velocidad (m/s)

R_h = Radio hidráulico (m)

S = Pendiente del cauce

N = Coeficientes de rugosidad

**PROYECTO A NIVEL EJECUTIVO DEL ENCAUZAMIENTO DEL "RIO GUANAJUATO",
TRAMO PRESA "LA GARRIDA" — CIUDAD DE IRAPUATO; EN EL ESTADO DE
GUANAJUATO, MEXICO.**

Tabla IV.1
Elevaciones correspondientes a gastos
diferentes al de la sección del km 13+002.81

Gasto (m³/s)	Elevación (m)
200	96.46
180	96.35
150	96.30
100	95.68
80	94.91
70	94.70

Una vez definidas las elevaciones para iniciar el cálculo, se propusieron diferentes gastos para cada tramo, los cuales fueron definidos por el incremento de gasto o bien debido a la presencia de estructuras de paso sobre el cauce del Río. La división de los tramos se muestra en la Tabla IV.2 "Definición de tramos para determinar la capacidad máxima en el "Río Guanajuato"

La tabla a la que se hace referencia en el párrafo anterior se presenta en la siguiente página con el objetivo de hacer más fácil el seguimiento de lo manifestado en este apartado del estudio.

Tabla IV.2
Definición de tramos para determinar la
capacidad máxima en el "Río Guanajuato"

Tramo	Inicia	Termina
A	Presas derivadora "La Garrida". (km 0+035)	Estación hidrométrica "Copallillo". (km 3+406.50)
B	Estación Hidrométrica "Copallillo". (km 3+406.50)	Confluencia con el arroyo "Carrizalito". (km 6+162.93)
C	Confluencia del arroyo "Carrizalito". (km 6+162.93)	Confluencia del arroyo "Santa Rita". (km 8+669.78)
D	Confluencia del arroyo "Santa Rita". (km 8+669.78)	Puente vehicular. (km 11+749.15)
E	Puente vehicular. (km 11+749.15)	Puente vehicular (km13+002.81)

Las elevaciones con las cuales se inició el análisis, son las que tienen un bordo libre mayor a 20 centímetros y corresponden a los gastos de 130, 100 y 80 m³/s.

La elección del gasto máximo de conducción del cauce del Río en condiciones naturales, estuvo regida principalmente por la capacidad máxima de las secciones transversales en las zonas donde se localizan las estructuras de cruce; una vez realizado el análisis con los gastos establecidos, se observó en los resultados que los puentes no tienen problemas de capacidad hidráulica, pero hay aproximadamente once secciones que sí los tienen, de las cuales, en nueve que se ubican en el tramo C y D se necesita aumentar uno de los bordos de 40 a 60 centímetros; y en las restantes; ubicadas en el tramo A, se deben aumentar los bordos de 1.5 a 2 metros. Lo anterior, considera un bordo libre mínimo del 5% del tirante en cada sección. Los gastos que puede conducir el "Río Guanajuato" sin problemas de desbordamiento, se presentan en la Tabla IV.3 "Gastos máximos sin desbordamiento para el "Río Guanajuato" en condiciones naturales".

Tabla IV.3
Gastos máximos sin desbordamiento para
el "Río Guanajuato" en condiciones naturales

Tramo	Gasto (m³/s)
A	211.42
B	200.00
C	80.00
D	100.00
E	80.00

Como se puede observar de la en la tabla anterior, los gastos que acepta el cauce en condición natural son pequeños en comparación con los de diseño; esto se debe a que la pendiente del lecho del Río es muy irregular y el área hidráulica de las secciones transversales aguas abajo del tramo en estudio es reducida, aunado a que existen tramos del cauce invadidos por vegetación; y en algunos

**PROYECTO A NIVEL EJECUTIVO DEL ENCAUZAMIENTO DEL "RÍO GUANAJUATO",
TRAMO PRESA "LA GARRIDA" — CIUDAD DE IRAPUATO; EN EL ESTADO DE
GUANAJUATO, MEXICO.**

casos, los bordos de ambas márgenes del río están destruidos; lo cual provoca el desbordamiento del mismo.

Para la determinación del gasto máximo de conducción en los arroyos, se consideraron los gastos de diseño asociados a cada período de retorno; y una vez obtenidos los resultados del análisis hidráulico, se observó que para el arroyo "Santa Rita", es capaz de conducir un gasto de 28.04 m³/s sin problemas de desbordamiento; este gasto corresponde al período de retorno de 100 años. Mientras que el arroyo "Carrizalito" es capaz de conducir un gasto de 8.21 m³/s, mayor a los 7.49 m³/s correspondientes al período de retorno de 500 años.

Los resultados del análisis hidráulico de los gastos máximos de conducción en condiciones naturales se presentan en el Anexo D "Características hidráulicas del "Río Guanajuato" de la siguiente manera: Tabla IV.4 "Características hidráulicas del "Río Guanajuato" en condiciones naturales para T = 500 años", Tabla IV.5 "Características hidráulicas del arroyo "Carrizalito" en condiciones naturales para T = 500 años", Tabla IV.6 "Características hidráulicas del arroyo "Santa Rita" en condiciones naturales para T = 500 años"; dichas tablas, contienen las características hidráulicas de las secciones transversales a cada 100 metros y de las secciones de las estructuras de cruce.

Para visualizar el comportamiento de la capacidad máxima del "Río Guanajuato", se elaboró un plano del perfil hidráulico: Plano IV.1 "Perfiles hidráulicos del "Río Guanajuato" para gastos asociados a periodos de retorno de 50, 100 y 500 años en condiciones naturales"; en el cual se muestra la plantilla del cauce, de los bordos, así como la elevación de la superficie del agua; considerando datos a cada 200 metros en puntos en donde se localizan los puentes vehiculares, el puente del ferrocarril y las confluencias de los arroyos. Dicho plano se encuentra también dentro del Anexo D "Características hidráulicas del "Río Guanajuato".

En el caso de los arroyos, se puede observar el funcionamiento del gasto máximo, en los planos en donde se trazaron los perfiles hidráulicos para cada uno de los gastos de diseño asociados a diferentes periodos de retorno: Plano IV.2 "Perfiles hidráulicos del arroyo "Carrizalito" para gastos asociados a periodos de retorno de 50, 100 y 500 años en condiciones naturales", Plano IV.3 "Perfiles hidráulicos del arroyo "Santa Rita" para gastos asociados a periodos de retorno de 50, 100 y 500 años en condiciones naturales". Se presentan datos a cada 100 metros y en las secciones de los puentes. Estos planos se encuentran integrados dentro el Anexo D "Características hidráulicas del "Río Guanajuato".

IV.1.2 ANALISIS HIDRAULICO PARA LAS ALTERNATIVAS DE SOLUCION

Para llevar a cabo éste análisis, se consideraron gastos asociados a periodos de retorno de 50, 100 y 500, tomando en cuenta diferentes opciones de rasante de rectificación y ancho de plantilla; tanto para el "Río Guanajuato" como para los arroyos "Santa Rita" y "Carrizalito".

El modelo matemático que se utilizó para analizar las alternativas de proyecto, es el que se utilizó en el punto anterior; por lo tanto, las consideraciones son las siguientes:

coeficientes de rugosidad de:

$n = 0.020$ en las estructuras de los puentes que cruzan al "Río Guanajuato" y

$n = 0.030$ en toda la longitud del tramo en estudio;

También se consideró un tipo de régimen subcrítico y el análisis hidráulico a cada 20 metros con el fin de obtener mejores resultados de aproximación en el cálculo de la superficie del agua. Las condiciones de frontera para las alternativas de

**PROYECTO A NIVEL EJECUTIVO DEL ENCAUZAMIENTO DEL "RÍO GUANAJUATO",
TRAMO PRESA "LA GARRIDA" — CIUDAD DE IRAPUATO; EN EL ESTADO DE
GUANAJUATO, MEXICO.**

proyecto son los tirantes críticos que se presentan en la sección del km 13+002.81 para cada uno de los gastos de diseño asociados a los diferentes períodos de retorno. El cálculo de los tirantes críticos se efectúa directamente en el programa denominado Hydrologic Engineering Center's River Analysis System (HEC-RAS).

Para el análisis del "Río Guanajuato" en condiciones de proyecto, se establecieron cuatro tramos a lo largo del cauce, esta división se basó en las aportaciones de gasto. En la Tabla IV.7 "Determinación de tramos para el análisis hidráulico del "Río Guanajuato" que se presenta en el Anexo D "Características Hidráulicas del "Río Guanajuato", se indican los límites de cada uno de ellos.

Para las alternativas de proyecto, se propusieron diferentes rectificaciones en el cauce que consisten en el cambio de pendiente y cambio de la sección transversal, se realizaron varias propuestas hasta encontrar las más apropiadas y en este informe se presentan los resultados del análisis hidráulico de tres alternativas, cada una de ellas como opción de solución.

Los resultados de la alternativa 1 se encuentran dentro del Anexo D "Características hidráulicas del "Río Guanajuato" de acuerdo a las siguientes tablas: Tabla IV.8 "Características hidráulicas del "Río Guanajuato", rectificación de plantilla y sección transversal, alternativa 1 para $T = 500$ años", Tabla IV.9 "Características hidráulicas del arroyo "Carrizalito", rectificación de plantilla y sección transversal, alternativa 1 para $T = 500$ años" y Tabla IV.10 "Características hidráulicas del arroyo "Santa Rita", rectificación de plantilla y sección transversal, alternativa 1 para $T = 500$ años".

Los resultados de la alternativa 2 se encuentran dentro del Anexo D "Características hidráulicas del "Río Guanajuato" de acuerdo a las siguientes tablas:

Tabla IV.11 "Características hidráulicas del "Río Guanajuato", rectificación de plantilla y sección transversal, alternativa 2 para $T = 500$ años", Tabla IV.12 "Características hidráulicas del arroyo "Carrizalito", rectificación de plantilla y sección transversal, alternativa 2 para $T = 500$ años" y Tabla IV.13 "Características hidráulicas del arroyo "Santa Rita", rectificación de plantilla y sección transversal, alternativa 2 para $T = 500$ años".

Los resultados de la alternativa 3 se encuentran dentro del Anexo D "Características hidráulicas del "Río Guanajuato" de acuerdo a las siguientes tablas:

Tabla IV.14 "Características hidráulicas del "Río Guanajuato", rectificación de plantilla y sección transversal, alternativa 3 para $T = 500$ años", Tabla IV.15 "Características hidráulicas del arroyo "Carrizalito", rectificación de plantilla y sección transversal, alternativa 3 para $T = 500$ años" y Tabla IV.16 "Características hidráulicas del arroyo "Santa Rita", rectificación de plantilla y sección transversal, alternativa 3 para $T = 500$ años".

IV.2 DETERMINACION DEL ARRASTRE DE SEDIMENTOS Y SOCAVACION DEL RIO

Este subcapítulo se abordará determinando primeramente el arrastre de sedimentos y posteriormente la socavación en el cauce del "Río Guanajuato".

IV.2.1 DETERMINACION DEL ARRASTRE DE SEDIMENTOS

Los sedimentos son transportados por un fluido, rodando sobre el fondo, saltando o en suspensión. Pueden ser transportados los que forman el fondo y orillas del cauce además de las partículas muy finas procedentes de los terrenos de la cuenca.

**PROYECTO A NIVEL EJECUTIVO DEL ENCAUZAMIENTO DEL "RÍO GUANAJUATO",
TRAMO PRESA "LA GARRIDA" — CIUDAD DE IRAPUATO; EN EL ESTADO DE
GUANAJUATO, MEXICO.**

Existe una gran cantidad de métodos para valuar el transporte de sedimentos. Los datos para aplicar las expresiones que permitan cuantificar el transporte de fondo son:

- a) Granulometría del material del fondo del cauce del Río
- b) Sección transversal del cauce del Río
- c) Elevación del agua o gasto líquido para los cuales se desea conocer el transporte de sedimentos
- d) Pendiente hidráulica media a lo largo del cauce del Río
- e) Temperatura del agua

Con los datos anteriores es necesario calcular primero, algunos de los siguientes valores:

- 1) Velocidad media de la corriente
- 2) Velocidad media crítica para el tirante dado
- 3) Velocidad de caída de algunos diámetros representativos
- 4) Rugosidad total del cauce y la debida a partículas

De acuerdo a los manuales de Diseño de Obra Civil de la Comisión Federal de Electricidad en su parte de Hidrotecnia el método utilizado para la determinación del gasto sólido para el "Río Guanajuato" y para los arroyos "Carrizalito" y "Santa Rita", fue el descrito por Meyer-Peter y Müller, el cual se utiliza tanto para materiales de cualquier peso específico, como para muestras de material uniforme o con granulometría extendida.

Debido a que este método es sumamente empleado en este tipo de problemas y debido principalmente a que se contó con todos los parámetros requeridos, se adoptó tal método para la realización de los cálculos.

La expresión para la obtención del gasto sólido es la siguiente:

$$g_{BT} = 8\gamma_s g^{1/2} \Delta^{1/2} D_m^{3/2} \left[\left(\frac{n}{n'} \right)^{1/2} \sigma_s - 0.047 \right]^{3/2} \quad \text{Ecuación IV.4}$$

donde :

g_{BT} = Transporte de sedimentos del fondo del cauce o transporte total de sedimentos del fondo del cauce

γ_s = Peso específico de las partículas

g = Aceleración de la gravedad de la tierra

Δ = Densidad relativa sumergida de las partículas

γ = Peso específico del agua

D_m = Diámetro medio de la partícula

n = Rugosidad total del cauce

n' = Rugosidad debida a la partícula

σ_s = Parámetro adimensional de Shields, el cual consiste en:

$$\sigma_s = \frac{R_h S}{\Delta D_{90}} \quad \text{Ecuación IV.5}$$

R_h = Radio hidráulico

La rugosidad debida a la partícula (n') se calculó mediante la expresión sugerida por Meyer-Peter y Müller:

$$n' = \frac{(D_{90})^{1/6}}{26} \quad \text{Ecuación IV.6}$$

Donde:

D_{90} = Tamaño de la partícula tal, que el 90% en peso, del suelo, sea igual o menor.

$D_{90} = 0.0011 \text{ m}$

El método anteriormente descrito se aplicará una vez seleccionada la mejor alternativa de solución de acuerdo a los parámetros hidráulicos y económicos.

IV.2.2 DETERMINACION DE LAS CARACTERISTICAS ESTABLES DEL RIO

Existen varios métodos para analizar la estabilidad de cauces, pero considerando que el material predominante de la zona en estudio es cohesivo, se reduce a un solo método: el método desarrollado por Blench.

Este método está basado en la teoría de régimen, la cual fue iniciada por Kennedy en 1895 cuando propuso la primera relación, para encontrar la velocidad media en un canal en función del gasto, que mantuviera estable la sección sin erosiones ni depósitos.

Las tres ecuaciones propuestas por Blench, para obtener las características geométricas y la pendiente de un canal estable son:

$$B = 1.81 \left(\frac{QF_b}{F_s} \right)^{1/2} \quad \text{Ecuación IV.7}$$

$$d = 1.02 \left(\frac{QF_s}{F_b^2} \right)^{1/3} \quad \text{Ecuación IV.8}$$

$$S = \frac{0.56F_b^{5/6} F_s^{1/12}}{\left(1 + \frac{C_s}{2330} \right) KQ^{1/6}} \quad \text{Ecuación IV.9}$$

donde:

B = Ancho del espejo del agua

D = Tirante hidráulico

S = Pendiente de la plantilla del cauce

F_b = Factor de fondo, cuyos valores promedios son: 0.8 para material fino y
1.2 para material grueso

- F_s** = Factor de orilla, cuyos valores son: 0.1 para materiales sueltos, 0.2 para materiales ligeramente cohesivos y 0.3 para materiales cohesivos
- C_s** = Concentración del sedimento arrastrado del fondo del cauce, en partes por millón en peso
- K** = Factor climatológico, el cual toma el valor de 1800 para clima frío y de 2000 para clima caliente

Este método se aplicará una vez seleccionada la mejor alternativa de solución de acuerdo a los parámetros hidráulicos y económicos.

IV.2.3 DETERMINACION DE LAS VELOCIDADES PERMISIBLES

Las velocidades medias críticas a la cual inicia la erosión tanto en suelos cohesivos como no cohesivos, se calcularon mediante el método de Lischvan-Levediev, el cual está en función del diámetro medio de las partículas, del peso volumétrico seco del material y del tirante.

Las velocidades fueron obtenidas basándose en la tabla de resultados que arroja este método, dicha tabla se obtuvo del Manual de Diseño de Obras Civiles (Hidrotecnia) de la Comisión Federal de Electricidad del Gobierno Mexicano (CFE) y se muestra en el Anexo D "Características hidráulicas del "Río Guanajuato" con el título Tabla IV.17 "Velocidades medias de la corriente del agua que son admisibles (no erosivas) en suelos cohesivos, en m/s".

IV.2.4 DETERMINACION DE LA SOCAVACION GENERAL Y LOCAL

En éste subcapítulo se aborda lo relacionado a la socavación, tratándose de manera separada la general y la local.

IV.2.4.1 SOCAVACION GENERAL

La socavación general obedece al descenso del fondo durante una avenida como consecuencia de la mayor capacidad que tiene la corriente para transportar sedimentos del fondo en suspensión. La socavación general se determinó mediante el método de Lischvan-Levediev, el cual se basa en determinar la condición de equilibrio entre la velocidad media de la corriente y la velocidad media del flujo que se requiere para erosionar un material de diámetro y densidad conocidos. Este método es aplicable en casos que se cuente con una distribución del material homogénea como heterogénea.

La condición de equilibrio esta dada por:

$$U_* = U_r \quad \text{Ecuación IV.10}$$

donde:

U_* = Velocidad media que debe tener la corriente para erosionar el material del fondo del cauce (inicio de arrastre), en m/s

U_r = Velocidad media real de la corriente, en m/s

Para la obtención de la velocidad media real de la corriente (U_r) se considera la hipótesis que consiste en suponer que el gasto unitario que pasa por cualquier franja de la sección permanece constante mientras dura el proceso de erosión.

Esta velocidad se obtuvo mediante la siguiente expresión:

$$U_r = \frac{a d_o^{5/3}}{d_s} \quad \text{Ecuación IV.11}$$

donde:

d_o = Profundidad inicial que existe en una determinada vertical de la sección entre el nivel del agua al pasar la avenida y el nivel del fondo obtenido durante el estiaje, en m

d_s = Profundidad después de producirse la socavación del fondo. Se mide desde el nivel del agua al pasar la avenida hasta el nivel del fondo erosionado, en m

α = Coeficiente que se deduce a través de los datos, mediante la expresión:

$$\alpha = \frac{Q_d}{d_m^{5/3} B_o \mu} \quad \text{Ecuación IV.12}$$

donde:

B_o = Ancho efectivo de la sección, descontando todos los obstáculos, es decir, se traza una línea perpendicular a las líneas de corriente, y sobre esta línea se proyectan todos los obstáculos y B_o es la suma de todos los espacios libres

d_m = Tirante medio de la sección; el cual se obtiene al dividir el área hidráulica entre el ancho efectivo, en m

μ = Coeficiente que toma en cuenta el efecto de contracción producido por las pilas en caso de existir un puente; los valores de μ están en función del claro del puente y de la velocidad

Para la obtención de la velocidad mínima necesaria (U_c) para arrastrar los materiales depende de la naturaleza de los mismos:

Para suelos cohesivos:

$$U_c = 0.60 \gamma_s^{1.18} \beta J_s^x \quad \text{Ecuación IV.13}$$

donde:

β = Coeficiente que toma en cuenta el período de retorno con que se presenta el gasto de diseño, sus valores son de 0.97, 1.00 y 1.05, asociados a períodos de retorno de 50, 100 y 500 años, respectivamente.

x = Exponente variable que tiene diferente valor en cada una de las fórmulas. En la fórmula para suelos cohesivos, x depende del peso

**PROYECTO A NIVEL EJECUTIVO DEL ENCAUZAMIENTO DEL "RÍO GUANAJUATO",
TRAMO PRESA "LA GARRIDA" — CIUDAD DE IRAPUATO; EN EL ESTADO DE
GUANAJUATO, MÉXICO.**

volumétrico seco, y su valor se obtuvo de la Tabla IV.18 "Valores de x y $1/(1+x)$, para suelos cohesivos y no cohesivos", dicha tabla se encuentra en el Anexo D "Características hidráulicas del "Río Guanajuato" y se obtuvo del "Manual de Diseño de Obras Civiles" (Hidrotecnia) de la CFE del Gobierno de México.

Para el cálculo de la socavación d_s , para suelos homogéneos. Una vez conocido el tipo de suelo que existe en el sitio y suponiendo que la rugosidad es constante en toda la sección, la profundidad hasta la que llegará la socavación se obtiene al igualar los valores de U_o y U_c , y se obtiene la siguiente expresión para suelos cohesivos:

$$d_s = \left(\frac{\alpha d_o^{5/3}}{0.60 \gamma_s^{1.18} \beta} \right)^{1/(1+x)} \quad \text{Ecuación IV.14}$$

La socavación general se calculará para la alternativa seleccionada de acuerdo a los parámetros hidráulicos y económicos.

IV.4.4.2 SOCACION LOCAL

La erosión local que interesa conocer es, por un lado, aquella que se produce al pie de obstáculos rodeados por la corriente, y por otro aquella producida por obstáculos que solo desvían la corriente, pero que están ligados a la orilla. En el primer caso se pueden incluir las pilas de puente y en el segundo los espigones y estribos.

La socavación local al pie de las pilas de un puente se calculó mediante el método expuesto por Maza-Sánchez, el cual está basado en tres gráficas, de acuerdo a la configuración geométrica de las pilas.

En estas gráficas se obtiene la socavación local en función de la relación ancho de la pila y tirante y el número de Froude al cuadrado de la corriente; dichas

gráficas se integran en el Anexo D "Características hidráulicas del Río Guanajuato": Gráfica IV.1 "Cálculo de la socavación local al pie de una pila rectangular. Método de Maza Sánchez", Gráfica IV.2 "Cálculo de la socavación local al pie de una pila redondeada. Método de Maza Sánchez", Gráfica IV.3 "Cálculo de la socavación local al pie de una pila circular. Método de Maza Sánchez"

La socavación local en espigones y estribos. Para valuarla se utilizó el método de Artamonov, el cual se basa en la siguiente expresión:

$$S_r = P_a P_q P_k d_o \quad \text{Ecuación IV.15}$$

donde:

- S_r = Profundidad máxima de la socavación medida desde la superficie libre del agua, en metros
- P_a = Coeficiente, depende de α , su valor está en función del ángulo que forma el eje del espigón con la corriente, y su valor se obtiene de la Tabla IV.19 "Valores del coeficiente correctivo P_a en función de α "
- P_q = Coeficiente que depende de la relación Q_1/Q , donde Q_1 corresponde al gasto teórico que podría pasar por el lugar ocupado por el estribo si este no existiera, y Q representa el gasto total que escurre por el río, y su valor se obtiene de la Tabla IV.20 "Valores del coeficiente P_q en función de Q_1 / Q "
- P_k = Coeficiente que toma en cuenta el talud, k , que tienen los lados del estribo o espigón; y su valor se obtiene de la Tabla IV.21 "Valores del coeficiente P_k en función de k "
- d_o = Tirante inicial aguas arriba del estribo en una zona donde no hay socavación, en metros

**PROYECTO A NIVEL EJECUTIVO DEL ENCAUZAMIENTO DEL "RIO GUANAJUATO",
TRAMO PRESA "LA GARRIDA" — CIUDAD DE IRAPUATO; EN EL ESTADO DE
GUANAJUATO, MEXICO.**

Tabla IV.19

Valores del coeficiente correctivo P_{α} en función de α

α	30°	60°	90°	120°	150°
P_{α}	0.84	0.94	1.00	1.07	1.188

Tabla IV.20

Valores del coeficiente P_q en función de Q_1 / Q

Q_1/Q	0.10	0.20	0.30	0.40	0.50	0.60	0.70	0.80
P_q	2.00	2.65	3.22	3.45	3.67	3.87	4.06	4.20

Tabla IV.21

Valores del coeficiente P_k en función de K

Talud k	0	0.5	1.0	1.5	2.0	3.0
P_k	1.0	0.91	0.85	0.83	0.61	0.50

Tomando en consideración los resultados obtenidos en el presente capítulo se propusieron diferentes alternativas de solución para determinar el resultado final del proyecto, mismas que se analizan en el capítulo siguiente.

CAPITULO V

ALTERNATIVAS DE SOLUCION PARA EL ENCAUZAMIENTO DEL "RIO GUANAJUATO"

CAPITULO V

ALTERNATIVAS DE SOLUCION PARA EL ENCAUZAMIENTO DEL "RIO GUANAJUATO"

Para la solución del desbordamiento del "Río Guanajuato" y los arroyos "Carrizalito" y "Santa Rita" se presentan las alternativas de solución a la falta de capacidad hidráulica que presenta cada uno de los cauces en estudio, buscando siempre el adecuado funcionamiento hidráulico, pero sin perder de vista que el proyecto de encauzamiento a realizar sea adapte cabalmente a las necesidades y condicionantes propias del lugar.

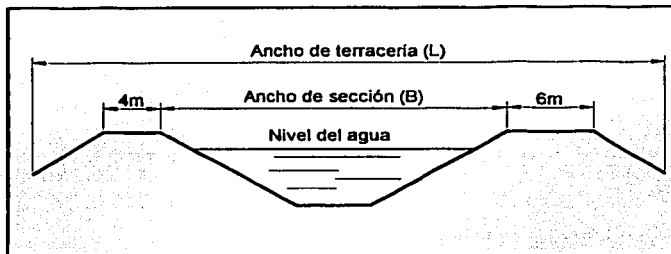
V.1 DESCRIPCION DE LAS ALTERNATIVAS

La propuesta de alternativas para solucionar la problemática que se tiene a lo largo de los cauces del "Río Guanajuato" y los arroyos "Carrizalito" y "Santa Rita", consiste básicamente en rectificar la rasante del fondo del cauce, es decir, adecuar la pendiente de la plantilla, así como diseñar secciones transversales que tengan la capacidad hidráulica suficiente para transportar el gasto de diseño, las dimensiones de las secciones se proponen en función del ancho de terracería que se tiene disponible para desarrollar los trabajos de rectificación lo largo del cauce.

En la Figura V.1 "Sección transversal del cauce del "Río Guanajuato", se muestran los componentes de dicha sección, tales como las dimensiones mínimas de los anchos de corona para trabajos de mantenimiento y los anchos para el desarrollo de los taludes para los casos en que sea necesario aumentar bordos, destacando que el talud para la formación de los bordos está en función del ángulo de reposo del material a utilizar y se adaptará de acuerdo a la sección requerida para el correcto funcionamiento hidráulico.

**PROYECTO A NIVEL EJECUTIVO DEL ENCAUZAMIENTO DEL "RÍO GUANAJUATO",
TRAMO PRESA "LA GARRIDA" — CIUDAD DE IRAPUATO; EN EL ESTADO DE
GUANAJUATO, MEXICO.**

Figura V.1
Sección transversal del cauce del "Río Guanajuato"



Con respecto a la forma de la cubeta, se tiene un ancho de sección (B) que esta en función del ancho de la terracería (L) obtenido en las secciones transversales, proporcionadas por la Gerencia Estatal de la Comisión Nacional del Agua en el Estado de Guanajuato. Para obtener la longitud B, se estableció un ancho de corona del bordo izquierdo y derecho de 4.0 y 6.0 metros respectivamente.

En la Tabla V.1 "Anchos de la sección transversal para el "Río Guanajuato", se muestran las dimensiones del ancho de sección máximo que se puede tener para cada tramo en dicho Río.

Tabla V.1
Anchos de la sección transversal para el "Río Guanajuato"

Tramo	Ancho de la sección (B) en metros
Del km 0+020 al km 3+380	26
Del km 3+440 al km 5+660	28
Del km 5+680 al km 7+080	30
Del km 7+100 al km 11+740	32
Del km 11+800 al km 13+002.81	30

A continuación se describen cada una de las alternativas de solución para el encauzamiento de los cauces en estudio:

V.1.1 ALTERNATIVA 1

La alternativa 1 para el "Río Guanajuato", consiste en el cambio de sección transversal y cambio de pendiente de la plantilla del cauce; conforme se analizaron las diferentes propuestas de rectificación, se observó que existen problemas de capacidad hidráulica en las estructuras de paso, principalmente en el puente del ferrocarril; con el fin de resolver este problema se propuso bajar el nivel de plantilla 1.00 m en la parte baja del río; es decir, la cota original de 91.85 en la sección del puente vehicular km 13+002.81 quedó en 90.85. Los resultados de los funcionamientos hidráulicos para el "Río Guanajuato" se presentan en la Tabla IV.8 "Características hidráulicas del "Río Guanajuato" rectificación de plantilla y sección transversal alternativa 1 para T = 500 años" del Anexo D "Características hidráulicas del "Río Guanajuato".

Con respecto a las secciones transversales de los puentes, fue necesario ampliar el ancho del claro en tres de ellos y aumentar la altura debido a la profundización de la plantilla del cauce, esto quiere decir que la cimentación de los puentes tiene que ser reforzada.

En los arroyos también se propuso un cambio de pendiente, aún cuando el comportamiento de conducción de los gastos de diseño asociados a diferentes periodos de retorno en condiciones naturales no presenta graves problemas de desbordamiento en comparación con el "Río Guanajuato". Para ambos arroyos no existen problemas de capacidad hidráulica en los puentes vehiculares, pero sí en el resto del tramo, sobre todo en el arroyo "Santa Rita". En el arroyo "Carrizalito" solo existe una sección que necesita que se incremente la altura del bordo derecho y en el arroyo "Santa Rita" hay un tramo de 280 metros que requiere aumentar la altura de uno de los bordos entre 20 y 50 centímetros.

**PROYECTO A NIVEL EJECUTIVO DEL ENCAUZAMIENTO DEL "RÍO GUANAJUATO",
TRAMO PRESA "LA GARRIDA" — CIUDAD DE IRAPUATO; EN EL ESTADO DE
GUANAJUATO, MEXICO.**

Los resultados de las características hidráulicas para cada uno de los arroyos con sus respectivos gastos de diseño, se muestran de la Tabla IV.9 "Características hidráulicas del arroyo "Carrizalito" rectificación de plantilla y sección transversal alternativa 1 para T = 500 años" y la Tabla IV.10 "Características hidráulicas del arroyo "Santa Rita" rectificación de plantilla y sección transversal alternativa 1 para T = 500 años" del Anexo D "Características hidráulicas del "Río Guanajuato".

V.1.2 ALTERNATIVA 2

En esta alternativa para el "Río Guanajuato", se propone cambiar la pendiente de la plantilla en todo el cauce y cambiar a una sección transversal trapecial de la estación km 6+940 a la estación km 13+002.81 y del tramo km 0+020 al km 5+700 se conservará la sección existente, ya que no existen problemas de desbordamiento como en la parte baja del Río.

En la rectificación de la rasante de la plantilla, se proponen diferentes pendientes a lo largo del cauce con respecto a la geometría de las secciones transversales. Se determinó el ancho a partir de la Figura V.1 "Sección transversal del cauce" proponiendo un valor medio de talud de 1.5 y una altura de 5.8 a 7 metros. El valor del talud, disminuye en los tramos donde existen puentes debido a las transiciones.

La rasante de la plantilla se trató de apegar a la plantilla original para evitar volúmenes excesivos de corte y terraplén, en esta alternativa también se consideró la profundización de la plantilla en la parte baja del Río; es decir, la cota original de 91.85 en la estación km 13+002.81 llegó a la cota 91.00.

Lo anterior, con el fin de evitar los problemas de insuficiente capacidad hidráulica en los puentes vehiculares y del ferrocarril. En el puente localizado en el km 13+002.81, fue necesario aumentar el claro de 12.50 a 16 metros para obtener una sección transversal aceptable.

CAPITULO V
ALTERNATIVAS DE SOLUCION PARA
EL ENCAUZAMIENTO DEL "RIO GUANAJUATO"

Para el análisis hidráulico, se consideró como condición de frontera la elevación del tirante en la primera estación de aguas abajo (km 13+002.81), la cual es de 96.03 y a partir de este valor, se inició el cálculo hidráulico de aguas abajo hacia aguas arriba. Los coeficientes de rugosidad de Manning de proyecto se consideraron de $n = 0.030$ para un material limpio intemperizado en el cauce y en las estructuras de los puentes se consideró de 0.020 para mampostería con aplanado de mortero de cemento. Cabe señalar que para la rectificación en esta alternativa se consideró como gasto máximo de diseño el correspondiente al periodo de retorno de 500 años, debido a que se considera una avenida máxima considerable para rectificar el cauce del "Río Guanajuato" y de los arroyos "Carrizalito" y "Santa Rita".

En el caso de los arroyos "Santa Rita" y "Carrizalito" para la alternativa 2, la rectificación consiste en establecer una pendiente de la plantilla a lo largo del cauce de $s = 0.0015$ para el arroyo "Santa Rita" y de $s = 0.001$ para el arroyo "Carrizalito".

También se aumentó la altura de los bordos en las secciones que no tienen capacidad hidráulica suficiente para conducir el gasto máximo de diseño asociado al periodo de retorno de 500 años.

Los resultados del funcionamiento hidráulico para el "Río Guanajuato" y los arroyos se presentan de la Tabla IV.11 "Características hidráulicas del "Río Guanajuato" rectificación de plantilla y sección transversal alternativa 2 para $T = 500$ años", Tabla IV.12 "Características hidráulicas del arroyo "Carrizalito" rectificación de plantilla y sección transversal alternativa 2 para $T = 500$ años" y la Tabla IV.13 "Características hidráulicas del arroyo "Santa Rita" rectificación de plantilla y sección transversal alternativa 2 para $T = 500$ años" del Anexo D "Características hidráulicas del "Río Guanajuato".

V.1.3 ALTERNATIVA 3

Para el "Río Guanajuato", esta alternativa consistió en establecer una rasante del cauce basada en las cotas de la plantilla actual de los puentes existentes sobre el Río, considerando que se puede llevar a cabo un desazolve de 20 a 40 centímetros sin afectar la cimentación de las estructuras. También se propone formar una sección transversal geométrica del km 4+920.00 al km 13+002.81; debido a que en este tramo los problemas de insuficiente capacidad hidráulica son mayores con respecto a la parte alta del río, ya que la Zona Federal ha sido invadida por la urbanización. Del km 0+020 al 4+920, solo se propone aumentar la altura de los bordos que se desplantará a partir del talud existente. La rectificación del cauce considera un metro de bordo libre.

Cabe señalar que las secciones de los puentes no tienen la capacidad requerida para la avenida de diseño a excepción del puente que se localiza en el km 3+406.50.

La alternativa 3 para los arroyos (al igual que en el "Río Guanajuato"), consiste en proponer una rasante de plantilla regida por la elevación actual de los puentes que se encuentran sobre el cauce de los arroyos. Para cumplir con la capacidad hidráulica requerida para el gasto de diseño, se propone aumentar la altura de los bordos que se desplantará a partir del talud existente de la sección transversal; la cual considera 0.50 m de bordo libre a partir de la elevación del agua.

Los resultados se presentan en las siguientes tablas: Tabla IV.14 "Características hidráulicas del "Río Guanajuato" rectificación de plantilla y sección transversal alternativa 3 para T = 500 años", Tabla IV.15 "Características hidráulicas del arroyo "Carrizalito" rectificación de plantilla y sección transversal alternativa 3 para T = 500 años" y la Tabla IV.16 "Características hidráulicas del arroyo

"Santa Rita" rectificación de plantilla y sección transversal alternativa 3 para T = 500 años" del Anexo D "Características hidráulicas del Río Guanajuato".

V.2 EVALUACION DE LAS ALTERNATIVAS

En general las alternativas que se presentan se basan principalmente en la rectificación de la pendiente de la plantilla como sucede en la alternativa 1 para el "Río Guanajuato" y los arroyos correspondientes. En la alternativa 2, se suma a ello la formación de una sección trapezoidal a lo largo del cauce y en la alternativa 3, se propone rectificar la pendiente de la plantilla y cambiar la sección transversal actual a una sección trapezoidal uniforme en aproximadamente 5,980 metros contemplados en la parte baja del "Río Guanajuato".

Sin embargo aún cuando las tres alternativas garantizan el funcionamiento del cauce en el caso de una avenida extraordinaria para un período de retorno de 500 años, las dos primeras alternativas tienen el inconveniente de depender de alguna u otra forma de acciones que deberán ejecutarse para su correcto funcionamiento: por un lado se llega a una plantilla en una cota más baja dependiendo de un encauzamiento aguas abajo de la zona de estudio o bien la ampliación de la sección de algunos cruces implicando esto un costo mucho más elevado que la misma formación de la cubeta del canal.

V.3 SELECCION DE LA MEJOR ALTERNATIVA

Antes de tomar cualquier decisión referente a la alternativa a elegir deberá considerarse el Impacto Ambiental: se debe entender como impacto ambiental la alteración favorable o desfavorable que experimenta el ambiente como resultado de la actividad humana o de la misma naturaleza.

La ejecución de una obra de ingeniería, cualquiera que sea, puede modificar el ambiente físico de muchas maneras, pero para poder comprender los cambios,

**PROYECTO A NIVEL EJECUTIVO DEL ENCAUZAMIENTO DEL "RIO GUANAJUATO",
TRAMO PRESA "LA GARRIDA" — CIUDAD DE IRAPUATO; EN EL ESTADO DE
GUANAJUATO, MEXICO.**

es necesario tratar de predecir las condiciones que se tendrían en el lugar de no construirse la obra. Ya que aunque dichas obras son proyectadas naturalmente para beneficio de la sociedad adicionalmente se generan impactos en el ambiente.

Partiendo de la base que las tres alternativas presentarían un proceso constructivo muy similar se puede resumir que en términos generales, cualquiera que sea la alternativa elegida, los efectos de este proyecto constan de tres etapas:

- 1) Durante la preparación del sitio de los trabajos y su construcción el ambiente es perturbado por la maquinaria pesada empleada en el movimiento de tierras, campamentos y caminos de acceso temporales. En esta etapa la calidad de vida de los habitantes locales es degradada por la generación de polvo, ruido y disposición inadecuada de desechos. Sin embargo para minimizar al máximo los impactos potenciales del proyecto se aprovecha íntegramente las márgenes del cauce original del Río. Por otro lado lo que pareciera un impacto negativo al destruir parte de la vegetación que actualmente se encuentra en el cauce del Río generara un beneficio al permitir el libre flujo del agua eliminando los focos de infección que representa el agua estancada y con esto los mosquitos transmisores de enfermedades.

- 2) Una vez concluidos los trabajos en el cauce del Río se tendrá un cambio en el entorno natural: rectificación del cauce, creación de caminos sobre ambas márgenes, reubicación de los cruces peatonales, disminución del uso del agua como vehículo de desechos contaminantes y áreas no restituidas utilizadas como banco de material.

CAPITULO V
ALTERNATIVAS DE SOLUCION PARA
EL ENCAUZAMIENTO DEL "RIO GUANAJUATO"

- 3) Después de un cierto periodo de funcionamiento de la obra, al ver la seguridad que esta ofrece a los asentamientos ubicados en las márgenes del Río, puede atraer industria secundaria lo que podría provocar un aumento significativo de la población y generar una serie de actividades humanas inesperadas, lo que acarrearía como consecuencia que en un periodo no muy grande el problema de la infraestructura urbana y sus servicios correspondientes sea más significativo que el existente.

De lo anterior se puede concluir que la mayoría de los impactos que se presentan como consecuencia de la ejecución del proyecto son no significativos y sí mitigables.

Lo anterior permite concluir también; que dado el beneficio social que generará esta obra, el Impacto Ambiental no es un aspecto determinante en la elección de la mejor alternativa; pero deberá llevarse a cabo el Estudio correspondiente, mismo que no se aborda en este trabajo por requerirse de una mayor profundidad en el tema.

A continuación se presenta la comparativa de costos para las alternativas 1, 2 y 3 que tienen la capacidad hidráulica suficiente para conducir el gasto máximo de diseño asociado a un periodo de retorno de 500 años.

La comparativa a que se hace referencia, se obtiene a partir de las Tablas V.2 "Presupuesto de obra para la alternativa 1", Tabla V.3 "Presupuesto de obra para la alternativa 2", Tablas V.4 "Presupuesto de obra para la alternativa 3", que se presentan enseguida.

A manera de resumen, se elaboró la Tabla V.5 "Comparativa de costos para las tres alternativas", que también se presenta.

**PROYECTO A NIVEL EJECUTIVO DEL ENCAUZAMIENTO DEL "RIO GUANAJUATO",
TRAMO PRESA "LA GARRIDA" — CIUDAD DE IRAPUATO; EN EL ESTADO DE
GUANAJUATO, MEXICO.**

Tabla V.2
Presupuesto de obra para la alternativa 1

Número	Descripción de los conceptos de trabajo	Cantidad	Unidad	Precio Unitario	Importe
	PRELIMINARES				
1	DESMONTE EN AREAS DESTINADAS A LA CONSTRUCCION	60.80	ha	\$3,561.78	\$216,656.22
2	DEMOLICIONES DE ESTRUCTURAS DE MAMPOSTERIA	385.50	m ³	\$142.10	\$54,778.55
	TERRACERIAS				
3	DESPLANTE EN AREAS DESTINADAS PARA DESPLANTE DE TERRAPLENES	126,800.00	m ³	\$10.87	\$1,378,316.00
4	EXCAVACIONES A CIELO ABIERTO EN MATERIAL COMUN	38,610.50	m ³	\$16.60	\$640,934.30
5	FORMACION DE BORDOS Y TERRAPLENES COMPACTADOS (AL 95% PROCTOR DE LA PRUEBA C.N.A. ACARREOS)	117,040.75	m ²	\$21.61	\$2,529,250.61
6	CARGA Y ACARREO EN CAMION 1er. km DEL MATERIAL PRODUCTO DE LA EXCAVACION	165,410.50	m ³	\$6.21	\$1,027,199.21
7	ACARREO EN CAMION kms. SUBS. DE MATERIAL PRODUCTO DE LA EXCAVACION	496,231.50	m ³	\$2.28	\$1,131,407.82
8	CARGA Y ACARREO EN CAMION 1er. km DEL MATERIAL PARA RELLENO Y FORMACION DE BORDOS Y TERRAPLENES (COMPACTADOS)	117,040.75	m ³ -km	\$2.50	\$292,601.88
9	ACARREO EN CAMION kms. SUBS. DE MATERIAL PARA RELLENO Y FORMACION DE BORDOS Y TERRAPLENES	1,053,366.75	m ³ -km	\$2.93	\$3,086,364.58
10	CARGA Y ACARREO EN CAMION 1er. km. DE ARENA	112.00	m ³	\$6.34	\$710.08
11	ACARREO EN CAMION KMS. SUBS. DE ARENA	112.00	m ³ -km	\$2.23	\$249.76
12	CARGA Y ACARREO EN CAMION 1er. km DE PIEDRA PARA MAMPOSTERIA	608.88	m ³	\$7.84	\$4,773.62
13	ACARREO EN CAMION kms. SUBS. DE PIEDRA PARA MAMPOSTERIA	6,697.68	m ³ -km	\$3.31	\$22,169.32
14	CARGA Y ACARREO EN CAMION 1er. km DE PIEDRA PARA GAVIONES	5,251.85	m ³	\$7.84	\$41,174.50
15	ACARREO EN CAMION kms. SUBS. DE PIEDRA PARA GAVIONES	57,770.35	m ³ -km	\$3.31	\$191,219.86
	DREÑES Y ELEMENTOS ESTRUCTURALES				
16	FABRICACION Y COLOCACION DE CONCRETO COMUN DE Fc = 210 kg/cm ² , INCLUYE SUMINISTRO DE AGREGADOS, CEMENTO, DE AGREGADOS, CEMENTO, AGUA, ADITIVOS, CURADO Y Cimbra	336.00	m ³	\$1,271.26	\$427,143.36
17	FABRICACION DE MAMPOSTERIA CON MORTERO DE CEMENTO ARENA DE Fc = 140 kg/cm ² , INCLUYE SUMINISTRO DE CEMENTO, AGUA Y CURADO	608.88	m ³	\$581.89	\$354,301.18
	DREÑES Y FILTROS DE ESTRUCTURAS				
18	FORMACION DE FLORADEROS CON TUBO DE FIERRO GALVANIZADO DE 63.5 mm (2 1/2") DE DIAMETRO Y RELLENO DE GRAVA	96.00	pza.	\$94.88	\$9,108.48
19	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA DE PVC DE 24" DE DIAMETRO CLASE C-5	532.00	ml	\$569.84	\$303,154.88
	LETREROS DE SEÑALAMIENTO				
20	FABRICACION E INSTALACION DE LETRERO DE SEÑALAMIENTO DE 4.00 x 2.50 m	7.00	pza.	\$11,878.32	\$83,148.24
21	FABRICACION E INSTALACION DE LETREROS DE SEÑALAMIENTO DE 3.00 x 1.50 m	26.00	pza.	\$9,087.51	\$236,275.26
22	CONSTRUCCION DE GAVION RECTANGULAR LEMAC DE 2.00 x 1.00 x 0.30 MTS. EN MALLA METALICA DE TRIPLE TORSION CLASE III CALIBRE No. 12 CON CLASE III CALIBRE No. 12 CON ESCUADRA DE 6 x 6 cm	6,000.00	pza.	\$165.32	\$1,322,560.00
23	CONSTRUCCION DE GAVION RECTANGULAR LEMAC DE 3.00 x 1.00 x 0.30 MTS. EN MALLA METALICA DE TRIPLE TORSION CLASE III CALIBRE No. 12 CON ESCUADRA DE 6 x 6 cm	500.00	pza.	\$236.04	\$118,020.00
24	SUMINISTRO Y COLOCACION DE GEOTEXTIL PAVITEX 350 PRESENTADA EN ROLLO DE 2.38 x 100 m	17,500.00	m ²	\$7.47	\$130,725.00
TOTAL ACUMULADO					\$13,602,143.71

CAPITULO V
ALTERNATIVAS DE SOLUCION PARA
EL ENCAUZAMIENTO DEL "RIO GUANAJUATO"

Tabla V.3
Presupuesto de obra para la alternativa 2

Número	Descripción de los conceptos de trabajo	Cantidad	Unidad	Precio Unitario	Importe
PRELIMINARES					
1	DESMONTE EN ÁREAS DESTINADAS A LA CONSTRUCCION	60.80	ha.	\$3,561.78	\$216,556.22
2	DEMOLICIONES DE ESTRUCTURAS DE MAPOSTERIA	253.50	m ³	\$142.10	\$36,022.35
TERRACERIAS					
3	DESPLANTE EN ÁREAS DESTINADAS PARA DESPLANTE DE TERRAPLENES	126,800.00	m ³	\$10.87	\$1,378,316.00
4	EXCAVACIONES A CIELO ABIERTO EN MATERIAL COMUN	32,175.50	m ³	\$18.60	\$534,113.30
5	FORMACION DE BORDOS Y TERRAPLENES COMPACTADOS	126,744.75	m ³	\$21.61	\$2,782,174.05
) AL 95% PROCTOR DE LA PRUEBA C.N.A.					
ACARREOS					
6	CARGA Y ACARREO EN CAMION 1er. km DEL MATERIAL PRODUCTO DE LA EXCAVACION	158,975.50	m ³	\$6.21	\$987,237.66
7	ACARREO EN CAMION kms. SUBS. DE MATERIAL PRODUCTO DE LA EXCAVACION	478,926.50	m ³	\$2.28	\$1,087,392.42
8	CARGA Y ACARREO EN CAMION 1er. km DEL MATERIAL PARA RELLENO Y FORMACION DE BORDOS Y TERRAPLENES (COMPACTADOS)	128,744.75	m ³ .km	\$2.50	\$321,861.88
9	ACARREO EN CAMION kms. SUBS. DE MATERIAL PARA RELLENO Y FORMACION DE BORDOS Y TERRAPLENES	1,158,702.75	m ³ .km	\$2.93	\$3,394,999.06
10	CARGA Y ACARREO EN CAMION 1er. km. DE ARENA	112.00	m ³	\$6.34	\$710.08
11	ACARREO EN CAMION KMS. SUBS. DE ARENA	112.00	m ³ .km	\$2.23	\$249.76
12	CARGA Y ACARREO EN CAMION 1er. km DE PIEDRA PARA MAPOSTERIA	476.88	m ³	\$7.84	\$3,738.74
13	ACARREO EN CAMION kms. SUBS. DE PIEDRA PARA MAPOSTERIA	5,246.68	m ³ .km	\$3.31	\$17,363.20
14	CARGA Y ACARREO EN CAMION 1er. km DE PIEDRA PARA GAVIONES	5,251.85	m ³	\$7.84	\$41,174.50
15	ACARREO EN CAMION kms. SUBS. DE PIEDRA PARA GAVIONES	57,770.35	m ³ .km	\$3.31	\$191,219.88
DRENAJES Y ELEMENTOS ESTRUCTURALES					
16	FABRICACION Y COLOCACION DE CONCRETO COMUN DE Fc = 210 kg/cm ² . INCLUYE SUMINISTRO DE AGREGADOS, CEMENTO, DE AGREGADOS, CEMENTO, AGUA, ADITIVOS, CURADO	336.00	m ³	\$1,271.26	\$427,143.36
17	FABRICACION DE MAPOSTERIA CON MORTERO DE CEMENTO ARENA DE Fc = 140 kg/cm ² . INCLUYE SUMINISTRO DE CEMENTO, AGUA Y CURADO	476.88	m ³	\$581.69	\$277,491.70
DRENAJES Y FILTROS DE ESTRUCTURAS					
18	FORMACION DE LLORADEROS CON TUBO DE FIERRO GALVANIZADO DE 63.5 mm (2 1/2") DE DIAMETRO Y RELLENO DE GRAVA	96.00	pza.	\$94.88	\$9,108.48
19	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA DE PVC DE 24" DE DIAMETRO CLASE C-5	532.00	ml	\$569.84	\$303,154.88
LETREROS DE SEÑALAMIENTO					
20	FABRICACION E INSTALACION DE LETRERO DE SEÑALAMIENTO DE 4.00 x 2.50 m	7.00	pza.	\$11,878.32	\$83,148.24
21	FABRICACION E INSTALACION DE LETREROS DE SEÑALAMIENTO DE 3.00 x 1.50 m	26.00	pza.	\$9,087.51	\$236,275.26
22	CONSTRUCCION DE GAVION RECTANGULAR LEMAC DE 2.00 x 1.00 = 0.30 MTS. EN MALLA METALICA DE TRIPLE TORSION CLASE III CALIBRE No. 12 CON CLASE III CALIBRE No. 12 CON ESCUADRA DE 6 x 6 cm	8,000.00	pza.	\$165.32	\$1,322,560.00
23	CONSTRUCCION DE GAVION RECTANGULAR LEMAC DE 3.00 x 1.00 = 0.30 MTS. EN MALLA METALICA DE TRIPLE TORSION CLASE III CALIBRE No. 12 CON ESCUADRA DE 6 x 6 cm	500.00	pza.	\$238.04	\$118,020.00
24	SUMINISTRO Y COLOCACION DE GEOTEXTIL PAVITEX - 350 PRESENTADA EN ROLLO DE 2.38 x 100 m	17,500.00	m ²	\$7.47	\$130,725.00
TOTAL ACUMULADO					\$13,900,756.20

PROYECTO A NIVEL EJECUTIVO DEL ENCAUZAMIENTO DEL "RIO GUANAJUATO",
TRAMO PRESA "LA GARRIDA" — CIUDAD DE IRAPUATO; EN EL ESTADO DE
GUANAJUATO, MEXICO.

Tabla V.4
Presupuesto de obra para la alternativa 3

Número	Descripción de los conceptos de trabajo	Cantidad	Unidad	Precio Unitario	Importe
	PRELIMINARES				
1	DEMOLICIÓN EN ÁREAS DESTINADAS A LA	60.80	ha	\$3,561.78	\$218,556.22
2	TERRACERÍAS	187.50	m ³	\$142.10	\$26,643.75
3	DESPLANTE EN ÁREAS DESTINADAS PARA DESPLANTE DE TERRAPLENES	126,800.00	m ³	\$10.87	\$1,378,316.00
4	EXCAVACIONES A CIELO ABIERTO EN MATERIAL FORMACION DE BORDOS Y TERRAPLENES	13,728.50	m ³	\$16.60	\$227,893.10
5	COMPACTADOS DE BORDOS Y TERRAPLENES (COMPACTADOS) AL 95% PROCTOR DE LA PRUEBA, ACARREOS	95,095.75	m ³	\$21.61	\$2,055,019.16
6	CARGA Y ACARREO EN CAMION 1er. km DEL MATERIAL PRODUCTO DE LA EXCAVACION	140,528.50	m ³	\$6.21	\$872,681.99
7	ACARREO EN CAMION kms. SUBS. DE MATERIAL PRODUCTO DE LA EXCAVACION	421,585.50	m ³	\$2.28	\$961,214.94
8	CARGA Y ACARREO EN CAMION 1er. km DEL MATERIAL PARA RELLENO Y FORMACION DE BORDOS Y TERRAPLENES (COMPACTADOS)	95,095.75	m ³ -km	\$2.50	\$237,739.38
9	ACARREO EN CAMION kms. SUBS. DE MATERIAL PARA RELLENO Y FORMACION DE BORDOS Y TERRAPLENES (COMPACTADOS)	855,861.75	m ³ -km	\$2.93	\$2,507,674.93
10	CARGA Y ACARREO EN CAMION 1er. km. DE ARENA	112.00	m ³	\$6.34	\$710.08
11	ACARREO EN CAMION kms. SUBS. DE ARENA	112.00	m ³ -km	\$2.23	\$249.76
12	CARGA Y ACARREO EN CAMION 1er. km DE PIEDRA PARA MAMPOSTERIA	598.38	m ³	\$7.84	\$4,691.30
13	ACARREO EN CAMION kms. SUBS. DE PIEDRA PARA MAMPOSTERIA	6,562.18	m ³ -km	\$3.31	\$21,787.02
14	CARGA Y ACARREO EN CAMION 1er. km DE PIEDRA PARA GAVIONES	5,251.85	m ³	\$7.84	\$41,174.50
15	ACARREO EN CAMION kms. SUBS. DE PIEDRA PARA GAVIONES	57,770.35	m ³ -km	\$3.31	\$191,219.86
	DREÑES Y ELEMENTOS ESTRUCTURALES				
16	FABRICACION Y COLOCACION DE CONCRETO COMUN DE f'c = 210 kg/cm ² , INCLUYE SUMINISTRO DE AGREGADOS, CEMENTO, DE AGREGADOS, CEMENTO, AGUA, ADITIVOS, CURADO Y CUBRERA	336.00	m ³	\$1,271.26	\$427,143.36
17	FABRICACION DE MAMPOSTERIA CON MORTERO DE CEMENTO ARENA DE f'c= 140 kg/cm ² , INCLUYE SUMINISTRO DE CEMENTO, AGUA Y CURADO	598.38	m ³	\$581.89	\$348,191.34
	DREÑES Y FILTROS DE ESTRUCTURAS				
18	FORMACION DE LLORADEROS CON TUBO DE FIERRO GALVANIZADO DE 83.5 mm (2 1/2") DE DIAMETRO Y RELLENO DE GRAVA	96.00	pza.	\$94.88	\$9,108.48
19	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA DE PVC DE 24" DE DIAMETRO CLASE C-5	532.00	ml	\$569.84	\$303,154.88
20	LETREROS DE SEÑALAMIENTO	7.00	pza.	\$11,878.32	\$83,148.24
21	FABRICACION E INSTALACION DE LETREROS DE SEÑALAMIENTO DE 3.00 x 1.50 m	26.00	pza.	\$9,087.51	\$236,275.26
22	CONSTRUCCION DE GAVION RECTANGULAR LEMAC DE 2.00 x 1.00 x 0.30 MTS. EN MALLA METALICA DE TRIPLE TORSION CLASE III CALIBRE No. 12 CON CLASE III CALIBRE No. 12 CON ESCUADRA DE 6 x 6 cm	8,000.00	pza.	\$165.32	\$1,322,560.00
23	CONSTRUCCION DE GAVION RECTANGULAR LEMAC DE 3.00 x 1.00 x 0.30 MTS. EN MALLA METALICA DE TRIPLE TORSION CLASE III CAL. No. 12 CON ESCUADRA DE 6 x 6 cm	500.00	pza.	\$236.04	\$118,020.00
24	SUMINISTRO Y COLOCACION DE GEOTEXTIL PAVITEX 350 PRESENTADA EN ROLLO DE 2.38 x 100 m	17,500.00	m ²	\$7.47	\$130,725.00
TOTAL ACUMULADO					\$11,721,898.55

Tabla V.5
Comparativa de costos
para las tres alternativas

Alternativa	Costo
1	\$ 13,602,143.71
2	\$ 13,900,756.20
3	\$ 11,721,898.55

De acuerdo al monto de cada alternativa se puede observar que tanto en el aspecto económico como en el aspecto técnico la alternativa 3 es la más conveniente ya que no se necesita reconstruir ninguna estructura de paso, además cabe mencionar que en esta alternativa se tiene el menor movimiento de tierras reduciendo de esta forma los riesgos inherentes a dicha actividad, por encontrarse dentro de la zona urbana, y disminuyendo el tiempo de ejecución repercutiendo de manera directa en el presupuesto necesario para la llevar a cabo los trabajos.

Dado que la alternativa seleccionada es la alternativa 3, a continuación se realizarán los análisis correspondientes a la determinación del arrastre de sedimentos y socavación del río para la alternativa seleccionada, con el fin de garantizar que el encauzamiento propuesto cumplirá con todas las especificaciones requeridas para este tipo de proyectos por la Dependencia responsable.

V.3.1 CALCULO DEL ARRASTRE DE SEDIMENTOS Y SOCAVACION DEL RIO

Una vez que se ha seleccionado la mejor alternativa se calcula el arrastre de sedimento y socavación del Río de acuerdo al gasto de diseño, para T=500 años, y las características geométricas de la alternativa elegida.

**PROYECTO A NIVEL EJECUTIVO DEL ENCAUZAMIENTO DEL "RÍO GUANAJUATO",
TRAMO PRESA "LA GARRIDA" — CIUDAD DE IRAPUATO; EN EL ESTADO DE
GUANAJUATO, MEXICO.**

Para el logro de este fin, se emplean los métodos descritos en el subcapítulo IV.2 "Determinación del arrastre de sedimentos y socavación del Río".

V.3.1.1 CALCULO DEL ARRASTRE DE SEDIMENTOS

Aplicando el método descrito en el subcapítulo IV.2.1 "Determinación del arrastre de sedimentos" para cada uno de los cauces en estudio, se analizó para el gasto de diseño y se obtuvieron los resultados que se presentan en las tablas contenidas en el Anexo E "Tablas de cálculo de arrastre y socavación" y que se mencionan a continuación:

En la Tabla V.6 "Determinación del transporte de sedimentos para el "Río Guanajuato", se presentan los resultados del "Río Guanajuato" para el gasto de diseño $Q = 274.00 \text{ m}^3/\text{s}$ asociado al período de retorno de 500 años.

En la Tabla V.7 "Determinación del transporte de sedimentos para el arroyo "Carrizalito", se presentan los resultados del arroyo "Carrizalito" para el gasto de diseño $Q = 7.49 \text{ m}^3/\text{s}$ asociado al período de retorno de 500 años.

En la Tabla V.8 "Determinación del transporte de sedimentos para el arroyo "Santa Rita", se presentan los resultados del arroyo "Santa Rita" para el gasto de diseño $Q = 36.20 \text{ m}^3/\text{s}$ asociado al período de retorno de 500 años.

De acuerdo a los resultados arrojados en las tablas presentadas de la alternativa seleccionada, se puede observar que los gastos sólidos obtenidos son aceptables, de acuerdo a una comparativa del porcentaje entre el gasto líquido anual y el gasto sólido anual del cauce. Solo se recomienda utilizar algún dispositivo como una sonda turbimétrica o un muestreador de Carl para cuantificar y así controlar el arrastre de material.

V.3.1.2 CALCULO DE LAS CARACTERISTICAS ESTABLES DEL RIO

Para calcular las características estables del Río se empleará el método de Bloench, que ha sido descrito en el apartado IV.2.2 "Determinación de las características estables del Río"

Cabe mencionar que se consideraron los siguientes valores para todos los casos del análisis de este punto:

$$F_b = 0.90$$

$$F_s = 0.30$$

$$K = 1900$$

Además se considera el valor fijo de $\Delta_D=0.27$, obtenido en el cálculo de arrastre de sedimentos, para calcular el parámetro adimensional de Shields, el cual está en función de R_h , S , y D_m , al igual que en este punto.

El análisis de estabilidad se realizó mediante tramos, los cuales están basados en el estudio hidrológico y las características geométricas de los mismos. Analizando cada uno de los cauces en estudio para el gasto de diseño se obtienen los resultados que se presentan en el Anexo E "Tablas de cálculo de arrastre y socavación" de acuerdo a las siguientes tablas:

En la Tabla V.9 "Determinación de las características estables del "Río Guanajuato", se presentan los resultados del "Río Guanajuato" para el gasto de diseño $Q = 274.00 \text{ m}^3/\text{s}$ asociado al período de retorno de 500 años.

En la Tabla V.10 "Determinación de las características estables del arroyo "Carrizalito", se presentan los resultados del arroyo "Carrizalito" para el gasto de diseño $Q = 7.49 \text{ m}^3/\text{s}$ asociado al período de retorno de 500 años.

**PROYECTO A NIVEL EJECUTIVO DEL ENCAUZAMIENTO DEL "RIO GUANAJUATO",
TRAMO PRESA "LA GARRIDA" — CIUDAD DE IRAPUATO; EN EL ESTADO DE
GUANAJUATO, MEXICO.**

En la Tabla V.11 "Determinación de las características estables del arroyo "Santa Rita", se presentan los resultados de éste arroyo para el gasto de diseño $Q = 36.20 \text{ m}^3/\text{s}$ asociado al periodo de retorno de 500 años.

De acuerdo a los resultados arrojados se puede observar que las dimensiones obtenidas están muy por encima de las características geométricas actuales y debido a que las características físicas y económicas de la zona de estudio no permite tomar estos valores, se selecciona la geometría propuesta ya que presenta resultados aceptables respecto al arrastre y sedimentación de partículas.

V.3.1.3 CALCULO DE LAS VELOCIDADES PERMISIBLES

Para determinar las velocidades medias críticas a la cual inicia la erosión se emplea el método de Lischvan-Levediev, descrito en el apartado IV.2.4.1 "Determinación de las velocidades permisibles".

Las velocidades fueron obtenidas basándose en la tabla de resultados que arroja este método, dicha tabla se obtuvo del Manual de Diseño de Obras Civiles (Hidrotecnia) de la Comisión Federal de Electricidad del Gobierno Mexicano (CFE) y se muestra en el Anexo D "Características hidráulicas del "Río Guanajuato" con el titulo Tabla IV.17 "Velocidades medias de la corriente del agua que son admisibles (no erosivas) en suelos cohesivos, en m/s".

Aplicando éste método para cada uno de los cauces en estudio, se analizó para el gasto de diseño y se obtuvieron los resultados que se presentan en el Anexo E "Tablas de cálculo de arrastre y socavación" de acuerdo a las siguientes tablas:

En la Tabla V.12 "Cálculo de velocidades permisibles en el "Río Guanajuato", se presentan los resultados del Río para el gasto de diseño $Q = 274.00 \text{ m}^3/\text{s}$ asociado al período de retorno de 500 años.

En la Tabla V.13 "Cálculo de velocidades permisibles en el arroyo "Carrizalito", se presentan los resultados de dicho arroyo para el gasto de diseño $Q = 7.49 \text{ m}^3/\text{s}$ asociado al período de retorno de 500 años.

En la Tabla V.14 "Cálculo de velocidades permisibles en el arroyo "Santa Rita", se presentan los resultados del arroyo mencionado para el gasto de diseño $Q = 6.20 \text{ m}^3/\text{s}$ asociado al período de retorno de 500 años.

V.3.1.4 CALCULO DE LA SOCAVACION GENERAL Y LOCAL

En éste subcapítulo se aborda lo relacionado a la socavación, tratándose de manera separada la general y la local.

V.3.1.4.1 CALCULO DE LA SOCAVACION GENERAL

La socavación general se determinó mediante el método de Lischtván–Levediev, descrito en el apartado IV.2.4.1 "Socavación general" del Capítulo IV.

Basándose en la Ecuación IV.14 se calculó la socavación general y los resultados obtenidos para cada uno de los cauces en estudio y para su respectivo período de retorno, los resultados se presentan en el Anexo E "Tablas de cálculo de arrastre y socavación" de acuerdo a las siguientes tablas:

En la Tabla V.15 "Cálculo de la socavación general en el "Río Guanajuato", se presentan los resultados obtenidos para éste, considerando un gasto de diseño $Q = 274.00 \text{ m}^3/\text{s}$ asociado al periodo de retorno de 500 años.

**PROYECTO A NIVEL EJECUTIVO DEL ENCAUZAMIENTO DEL "RÍO GUANAJUATO",
TRAMO PRESA "LA GARRIDA" — CIUDAD DE IRAPUATO; EN EL ESTADO DE
GUANAJUATO, MEXICO.**

En la Tabla V.16 "Cálculo de la socavación general en el arroyo "Carrizalito", se presentan los resultados obtenidos para dicho arroyo, tomando en cuenta un gasto de diseño $Q = 7.49 \text{ m}^3/\text{s}$ asociado al período de retorno de 500 años.

En la Tabla V.17 "Cálculo de la socavación general en el arroyo "Santa Rita", se presentan los resultados del arroyo referido para un gasto de diseño $Q = 36.20 \text{ m}^3/\text{s}$ asociado al período de retorno de 500 años.

De acuerdo a los resultados arrojados por este método para la socavación general, se puede observar que los valores del tirante socavado son muy pequeños respecto al tirante medio, por lo que de acuerdo a las características geométricas y mecánicas de los suelos, no se tiene una socavación considerable que afecte significativamente a las paredes y plantilla de los cauces.

V.3.1.4.2 CALCULO DE SOCAVACION LOCAL

La socavación local al pie de las pilas de un puente se calculó mediante el método expuesto por Maza-Sánchez, el cual está basado en tres gráficas, de acuerdo a la configuración geométrica de las pilas.

El método referido es expuesto en el apartado IV.4.4.2 "Estudio de socavación local" del Capítulo IV.

Cabe mencionar que para el proyecto solo se analizó un puente con estas características, los resultados se presentan en la Tabla V.18 "Cálculo de la socavación local del "Río Guanajuato".

Tabla V.18
Cálculo de la socavación
local del "Río Guanajuato"

Cadenamiento	Periodo de retorno (T) (años)	Gastos (m ³ /s)	Velocidad (m/s)	Tirante (d) (m)	d/b (m ³ /s)	Fr ²	S _T /b ₁	S _T (m)
6+816.77	50	152.33	1.93	2.60	5.20	0.146	7.50	3.75
	100	174.16	2.02	2.73	5.46	0.152	8.00	4.00
	500	224.83	2.13	3.00	6.00	0.154	8.50	4.25

Donde:

F_r = Número de Froude

S_T = Tirante hidráulico con socavación en la ubicación de la pila

b₁ = Valor de la proyección de la pila sobre un plano perpendicular al flujo

Cabe mencionar que para los puentes que no cuentan con una estructura de pilas, se propone revestir la plantilla con concreto, por lo tanto no es necesario el cálculo de socavación local.

CAPITULO VI

PROYECTO DE LA OBRA CIVIL DEL ENCAUZAMIENTO DEL "RIO GUANAJUATO"

**PROYECTO A NIVEL EJECUTIVO DEL ENCAUZAMIENTO DEL "RIO GUANAJUATO",
TRAMO PRESA "LA GARRIDA" - CIUDAD DE IRAPUATO; EN EL
ESTADO DE GUANAJUATO, MEXICO.**

CAPITULO VI

**PROYECTO DE LA OBRA CIVIL DEL
ENCAUZAMIENTO DEL "RIO GUANAJUATO"**

VI.1 ESPECIFICACIONES DE CONSTRUCCION

Para llegar a la definición de las especificaciones de construcción que los distintos conceptos de la obra requieren, se considera importante iniciar con la precisión los siguientes términos:

VI.1.1 CARACTERISTICAS GEOMETRICAS

Las características geométricas que soportan el análisis hidráulico de la alternativa elegida para el "Río Guanajuato" se presentan en la Tabla VI.1 "Características geométricas para el "Río Guanajuato" alternativa 3".

Tabla VI.1
Características geométricas para
el "Río Guanajuato" alternativa 3

Cadenamiento		Gasto (Q) (m ³ /s)	Pendiente (S) Proyecto	Anchos		Coeficiente de Manning (n)	k	Altura (h) (m)
Inicial	Final			B (m)	b (m)			
0+020	0+440	192.71	0.00	40.00	7.00	0.03	1.94	8.50
0+440	1+960	192.71	0.00	35.00	6.00	0.03	1.61	9.00
1+960	3+406.50	192.71	0.01	35.00	6.00	0.03	1.81	8.00
3+406.50 Puente Vehicular		192.71	0.01	35.40	0.00	0.03	0.00	6.48
3+406.50	4+720	208.55	0.00	35.00	6.00	0.03	1.81	8.00
4+720	4+900	208.55	0.00	35.00	4.00	0.03	1.94	8.00
4+920	6+590.77	208.55	0.00	33.00	3.00	0.03	1.90	7.90
6+616.77 Puente Vehicular		208.55	0.00	20.00	0.00	0.03	0.00	5.60
6+642.77	7+020	224.83	0.00	33.00	3.00	0.03	1.90	7.90
7+020	7+720	224.83	0.00	33.00	3.00	0.03	1.81	8.30
7+720	7+440	224.83	0.00	33.00	3.00	0.03	1.81	8.30
7+480	9+480	224.83	0.00	33.00	3.00	0.03	1.70	8.82
9+500	10+108.30	224.83	0.00	30.00	3.00	0.03	1.70	7.94

PROYECTO A NIVEL EJECUTIVO DEL ENCAUZAMIENTO DEL "RIO GUANAJUATO",
TRAMO PRESA "LA GARRIDA" — CIUDAD DE IRAPUATO; EN EL ESTADO DE
GUANAJUATO, MEXICO.

Tabla VI.1 (continúa)
Características geométricas para
el "Río Guanajuato" alternativa 3

Cadenamiento		Gasto (Q) (m ³ /s)	Pendiente (S) Proyecto	Anchos		Coeficiente de Manning (n)	k	Altura (h) (m)
Inicial	Final			B	b			
				(m)	(m)			
10+141.30 Puente Vehicular		274.00	0.00	13.60	0.00	0.03	0.00	4.60
10+174.30	10+383.36	274.00	0.01	30.00	3.00	0.03	1.70	7.94
10+383.36 Puente Vehicular		274.00	0.01	22.40	0.00	0.03	0.00	5.70
10+413.36	10+599.50	274.00	0.00	30.00	3.00	0.03	1.70	7.94
10+636.50 Puente de F.F.C.C.		274.00	0.00	11.70	0.00	0.03	0.00	4.35
10+673.50	10+773.84	274.00	0.00	30.00	3.00	0.03	1.61	8.40
10+799.84 Puente Vehicular		274.00	0.00	17.00	0.00	0.03	0.00	6.08
Inicia tramo de gaviones								
10+799.84	11+300	274.00	0.00	30.00	3.00	0.03	1.61	8.40
Termina tramo de gaviones								
11+300	11+500	274.00	0.00	30.00	3.00	0.03	1.61	8.40
11+520	11+714.15	274.00	0.00	30.00	3.00	0.03	1.61	8.40
11+749.15 Puente Vehicular		274.00	0.00	17.00	0.00	0.03	1.63	5.20
11+784.15	12+432.71	274.00	0.00	30.00	3.00	0.03	1.70	7.94
12+467.71 Puente Vehicular		274.00	0.00	12.80	0.00	0.03	1.23	5.20
12+523.71	12+957.81	274.00	0.00	30.00	3.00	0.03	1.80	7.50
13+002.81 Puente Vehicular		274.00	0.00	12.50	0.00	0.03	0.00	4.45

NOTA: Los valores de la altura "h" y los anchos "B" y "b" de las secciones transversales del km 0+020 al km 4+900, es un promedio aproximado de estas, debido a que se trata de secciones irregulares.

Las características geométricas de los arroyos "Carrizalito" y "Santa Rita" de la alternativa elegida se presentan en la Tabla VI.2 "Características geométricas para los arroyos "Carrizalito" y "Santa Rita" alternativa 3".

Tabla VI.2
Características geométricas para los arroyos
"Carrizalito" y "Santa Rita" alternativa 3

Cadenamiento		Pendiente (S) Proyecto	Anchos		Coeficiente de Manning (n)	k	Altura (h) (m)
Inicial	Final		B (m)	b (m)			
Arroyo "Carrizalito"							
0+000	0+980	0.00150	12.50	3.0	0.030	2.20	2.0 a 2.80
0+980	1+200	0.00100	12.50	3.0	0.030	2.20	2.0 a 2.80
1+163.69	Alcantarilla	0.00100	2.50	2.5	0.025	-	1.71
1+200	1+300	0.00300	13.00	3.0	0.030	1.40	2.0 a 3.6
1+300	1+660	0.00150	13.00	3.0	0.030	1.40	2.0 a 3.6
1+629.66	Puente Vehicular	0.00150	8.90	4.4	0.025	-	3.22
1+660	2+153.45	0.00300	12.00	3.0	0.030	1.10	2.90 a 4.40
2+153.45	2+195.45	0.01480	18.00	3.0	0.033	1.10	6.75 a 7.73
Arroyo "Santa Rita"							
0+000	0+220	0.00400	20.00	3.0	0.030	1.70	5.0
0+220	1+960	0.00150	20.00	3.0	0.030	1.70	5.0
1+916.72	Puente Vehicular	0.00150	6.70	6.4	0.025	-	3.18
1+960	2+153.85	0.00250	20.00	3.0	0.030	1.70	5
2+153.85	2+173.85	0.02015	20.00	3.0	0.033	1.03	8.25

NOTA: Los valores de la altura "h" y los anchos "B" y "b" de las secciones transversales del km 0+000 al km 2+153.85, es un promedio aproximado de estas, debido a que se trata de secciones irregulares.

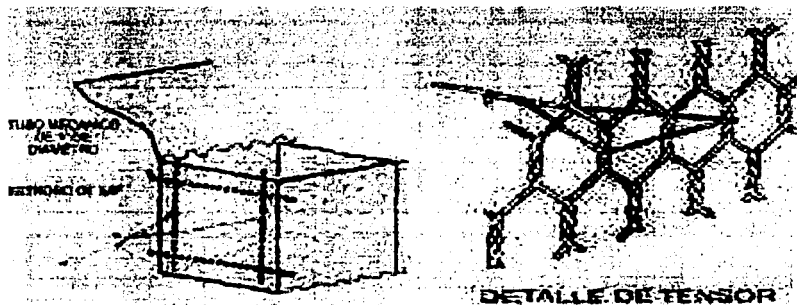
VI.1.2 DISEÑO DE GAVIONES

- DEFINICION DE GAVION

Gaviones: Los gaviones son cajas de forma prismática regular, fabricados con malla metálica de triple torsión, de alambre galvanizado clase III, que rellenos con piedra y unidos entre sí con fuertes ligaduras de alambre forman obras de drenaje y contención de suelos. El gavión está formado por alambre de acero bajo carbono galvanizado clase III con o sin recubrimiento de PVC clase 2ª; según se puede apreciar en la Figura VI.1 "Esquema tipo de un gavión".

Las ventajas de utilizar gaviones: flexible, permeable, monolíticas, económicas, se aplican en presencia de agua o en bajas temperaturas y rápidas de construir.

Figura VI.1
Esquema tipo de un gavión



En las canalizaciones el uso de gaviones representa grandes ventajas con respecto a los diferentes tipos de materiales que comúnmente se utilizan, ya que los gaviones pueden absorber asentamientos diferenciales y continúan trabajando normalmente.

Por otra parte, el usar este tipo de revestimiento tiene la enorme ventaja de ser reparado rápidamente y con un costo mínimo en el caso de que una malla se rompa, ya que solo bastará con coser la malla averiada con alambre del mismo calibre; otra ventaja que presentan los gaviones es que todos están unidos entre sí formando un solo elemento.

• DEFINICION DE COLCHONETA

Se la llama colchonetas a los gaviones que tienen una altura inferior a los 30 centímetros de alto, este producto se utiliza para construir plantillas en cauces de

Los gaviones tipo "colchonetas", se usan para canalizar una corriente o bien para el revestimiento de las orillas y fondo de un canal.

Debido a la falla que se presenta en el "Río Guanajuato", se propone la colocación de gaviones a lo largo y ancho del tramo comprendido entre el km 10+799.84 al km 11+300 para su estabilidad.

• DISEÑO Y CALCULO DE GAVIONES

A continuación se presenta el cálculo del espesor de los gaviones y el tamaño de la roca que se requiere para su llenado.

En este caso lo que se presenta es el problema de la estabilidad de los elementos, para ello se utilizó el procedimiento que se describe a continuación.

- 1) Son datos la forma y ancho de la sección (rectangular, trapecial, etc.), el gasto, la curva granulométrica, peso específico de la roca que se usa para el llenado de los gaviones y la pendiente S.
- 2) Se calcula el coeficiente de rugosidad con ayuda de la Tabla VI.3 "Valores del coeficiente de rugosidad "n" de Manning para diferentes acabados" o bien con la Ecuación VI.1 "Manning" siguiente:

$$n = \frac{(D_{90})^{1/6}}{26} \quad \text{Ecuación VI.1}$$

Donde:

D_{90} = diámetro que se obtiene de la curva granulométrica, en metros

- 3) Se calcula el área, el perímetro mojado, el radio hidráulico, ancho de superficie libre en función del tirante (A, P, R_H y B).
- 4) Se usa la ecuación de Manning para calcular el tirante usando la ecuación siguiente:

$$\frac{Qn}{S^{1/2}} = AR_H^{2/3} \quad \text{Ecuación VI.2}$$

Donde:

el valor de A y R son función del ancho y del tirante, como el ancho se conoce se calcula el tirante por iteraciones

- 5) Conocido el tirante se calcula la velocidad del flujo con

$$V = \frac{1}{n} R_H^{2/3} S^{1/2} \quad \text{Ecuación VI.3}$$

Con la velocidad del flujo y el tipo de suelo sobre el que va a colocarse el gavión y con ayuda de la Tabla VI.4 "Espesor recomendado para las colchonetas, según Kinori y Mevorach" se selecciona el espesor de la colchoneta.

- 6) Se calcula el número de Froude a través de la siguiente expresión:

$$Fr = \frac{V}{\sqrt{gY}} \quad \text{Ecuación VI.4}$$

Donde:

Fr = Número de Froude

Y = es el tirante hidráulico e igual a A/B

A = es el área hidráulica y

B = es el ancho de superficie libre

Si el $Fr > 1$ la corriente es rápida y si el $Fr < 1$ la corriente es lenta.

- 7) Conocido el Fr y el D_m (diámetro medio de las partículas de relleno que se obtiene de la curva granulométrica) se usa la Figura VI.2 "Velocidad crítica" para obtener la velocidad crítica V_c con la cual se inicia el movimiento; luego se compara con la que lleva el escurrimiento.

Si $V < V_c$ no hay movimiento de las piedras y si $V > V_c$ hay que cambiar el espesor del gavión tipo colchoneta.

- 8) Se calculan los esfuerzos cortantes sobre el fondo que provoca el escurrimiento τ_b y el critico τ_c dados por:

$$\tau_b = \gamma_w R_H S \quad \text{Ecuación VI.5}$$

y por:

$$\tau_{bc} = \tau_c (\gamma_s - \gamma_w) D_m \quad \text{Ecuación VI.6}$$

Donde:

- τ_c = es el coeficiente de Shields para inicio del movimiento de las partículas y vale 0.047 para enrocamiento y 0.10 para colchonetas;
- γ_s = peso específico de las partículas con que se rellenan los gaviones, en kg/m^3

Tabla VI.3
Valores del coeficiente de rugosidad "n" en la fórmula de Manning para diferentes acabados

Concepto	n
1) Concreto, en conductos cerrados, funcionando parcialmente llenos	
a) cimbra de acero, sin acabado	0.013
b) cimbra de madera, sin acabado	0.014
2) Concreto, en canales excavados a cielo abierto	
a) acabado con llana metálica	0.013
b) acabado con llana de madera	0.015
c) sin acabar	0.017
3) Fondo de concreto, acabado con llana de madera y taludes	
a) mampostería junteada y aplanada con mortero	0.020
b) mampostería seca o a volteo	0.030
4) Fondo y taludes de mampostería	
a) junteada con mortero	0.025
b) sin juntear	0.032
5) Canales revestidos con gaviones tipo colchoneta rellenos con material bien seleccionado y puestos en obra con mucho cuidado	0.0222
6) Canales revestidos con gaviones tipo colchoneta rellenos con material bien	0.0250

PROYECTO A NIVEL EJECUTIVO DEL ENCAUZAMIENTO DEL "RIO GUANAJUATO",
TRAMO PRESA "LA GARRIDA" — CIUDAD DE IRAPUATO; EN EL ESTADO DE
GUANAJUATO, MEXICO.

seleccionado y puestos en obra sin mucho cuidado

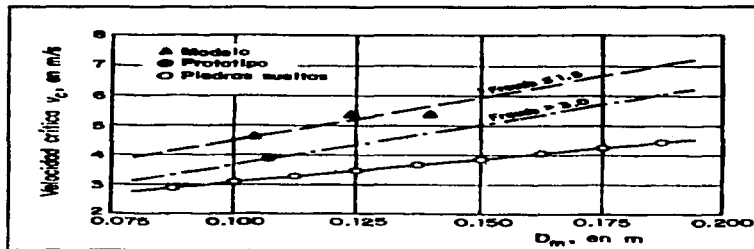
Tabla VI.3 (continúa)
Valores del coeficiente de rugosidad "n" en la
fórmula de Manning para diferentes acabados

Concepto	n
7) Canales revestidos con gaviones tipo colchoneta rellenos con material de cantera no seleccionado y colocado a volteo	0.0330
8) Canales revestidos con gaviones rellenos con material bien seleccionado y puesto en obra muy cuidadosamente	0.0260
9) Canales revestidos con gaviones rellenos con material no seleccionado y puesto en obra sin mucho cuidado	0.0285
10) Canales en tierra en malas condiciones de mantenimiento: presencia de vegetación en el fondo y en las orillas, o depósitos irregulares de piedras y de grava, o profundas erosiones irregulares. Canales en tierra realizados con excavadoras y sin mantenimiento	0.0303

Tabla VI.4
Espesor recomendado para las
colchonetas, según Kinori y Mevorach

Tipo de suelo	Velocidad del flujo, en m/s	Espesor de la colchoneta, en m				
		2	3	4.5	5	6
Arcilla, suelo cohesivo duro	0.17	0.23	0.30	sin dato	sin dato	
Limo, arena fina	0.23	0.30	sin dato	sin dato	sin dato	
Guijaros con gravas	0.17	0.17	0.20	0.23	0.30	

Figura VI.2
Velocidad crítica



- 9) Se calculan los esfuerzos cortantes sobre las orillas el escurrimiento y el crítico dados por:

$$\tau_s = 0.75 \gamma_w R_H S \quad \text{Ecuación VI.7}$$

$$\tau_{sc} = \tau_{bc} \sqrt{1 - \frac{\text{sen}^2 \theta}{\text{sen}^2 \varphi}} \quad \text{Ecuación VI.8}$$

- 10) Si $\tau_b < \tau_{bc}$ y $\tau_s < \tau_{sc}$ el revestimiento es estable y no hay deformación. Si $\tau_{bc} < \tau_b < 1.2 \tau_c$ y si $\tau_{sc} < \tau_s \leq 1.2 \tau_{sc}$ en el revestimiento se produce una deformación aceptable, la cual debe ser verificada.

- 11) Se calcula el parámetro $\Delta z/D_m$ para ver el grado de deformación, para ello se utilizan las dos expresiones siguientes:

Para el fondo

$$\tau' = \frac{\tau_b - \tau_{bc}}{(\gamma_s - \gamma_w) D_m} \quad \text{Ecuación VI.9}$$

Para la orilla

$$\tau'' = \frac{\tau_s - \tau_{sc}}{(\gamma_s - \gamma_w) D_m} \quad \text{Ecuación VI.10}$$

Con ayuda de la Figura VI.3 "Valores del coeficiente de Shields" y de τ' y de τ'' se obtiene $\Delta z/D_m$ y se dice que la deformación es aceptable si se cumple que:

$$\frac{\Delta z}{D_m} \leq 2 \left(\frac{e}{D_m} - 1 \right) \quad \text{Ecuación VI.11}$$

Donde:

e = espesor del gavión.

En caso contrario, la deformación es excesiva y se tiene que volver a

**PROYECTO A NIVEL EJECUTIVO DEL ENCAUZAMIENTO DEL "RIO GUANAJUATO",
TRAMO PRESA "LA GARRIDA" — CIUDAD DE IRAPUATO; EN EL ESTADO DE
GUANAJUATO, MEXICO.**

empezar el cálculo aumentando el espesor del gavión tipo colchoneta, y el tamaño de las piedras.

12) Si $\tau_b > 1.2 \tau_{bc}$ y $\tau_s > 1.2 \tau_{sc}$ el revestimiento no es apto y se debe comenzar nuevamente el cálculo aumentando el espesor del colchón y el tamaño de la piedra.

13) Se calcula la velocidad que se tiene por debajo del colchón con la ecuación siguiente:

$$V_b = \frac{1}{n_r} \left(\frac{D_m}{2} \right)^{2/3} S^{1/2} \quad \text{Ecuación VI.12}$$

Donde:

n_r = coeficiente de rugosidad del fondo donde se asienta la colchoneta (ver Tabla VI.4 "Espesor recomendado para las colchonetas, según Kinori y Mevorach")

14) Se calcula la velocidad que resisten las partículas del fondo

- Para material no cohesivo se tiene que

$$V_o = 16.1(D_{50})^{1/2} \quad \text{Ecuación VI.13}$$

Donde:

D_{50} = corresponde al material del fondo.

- Para suelos cohesivos se usa la Figura VI.4 "Velocidad máxima permisible" y se necesita conocer el valor de la relación de vacíos e .

15) Se hace una comparación entre V_b y V_o .

Si $V_b > V_o$ se necesita disminuir el tamaño de las piedras del colchón o bien colocar un filtro, el cual se puede hacer por ejemplo con un geotextil. Este filtro debe tener por lo menos un espesor de 15 a 20 centímetros y de todas maneras debe ser mayor o igual que

$$e' = \frac{D_v}{f} \left[1 - \left(\frac{V_o}{V_b} \right)^2 \right]$$

Ecuación VI.14

Donde:

f es el coeficiente de Darcy—Weisbach, que para el caso de gaviones es igual a 0.05;

D_v diámetro equivalente de los vacíos.

- **CONSIDERACIONES DE DISEÑO PARA LAS COLCHONETAS DE GAVIONES EN EL TRAMO DE GEOTEXTIL, DEL km 10+799.84 AL km 11+300.00**

n = 0.033

q = 32.01°

A promedio = 107.5 m²

f = 35.00°

Pm promedio = 30.48 m

e = 0.2286 m

Rh promedio = 3.53 m

nf = 0.025

B promedio = 26.14 m

γ_w = 1000 kg / m³

V promedio = 2.55 m / s

S = 0.00150

Y promedio = 4.11 m

γ_s = 1800 kg / m³

Dm = 0.15 m

- 1) Con estos datos, se calculó el espesor de la colchoneta, de acuerdo a la Tabla VI.4 "Espesor recomendado para las colchonetas, según Kinori y Mevorach" el cual corresponde a un espesor de 0.23 metros (9"), ya que se tienen velocidades del orden de los 2.5 a 3 m/s y el tipo de suelo es arcilla.

- 2) Calculando el número de Froude:

Fr = 0.40

El régimen de trabajo es subcrítico

PROYECTO A NIVEL EJECUTIVO DEL ENCAUZAMIENTO DEL "RIO GUANAJUATO",
TRAMO PRESA "LA GARRIDA" — CIUDAD DE IRAPUATO; EN EL ESTADO DE
GUANAJUATO, MEXICO.

- 3) De la Figura VI.2 "Velocidad crítica" se obtiene la velocidad crítica, la cual está basada en el número de Froude y en el D_m (diámetro medio de las partículas de relleno que se obtiene de la curva granulométrica) del material.

$V_c = 6 \text{ m/s}$

No hay movimiento de las piedras

Figura VI.3
Valores del coeficiente de Shields

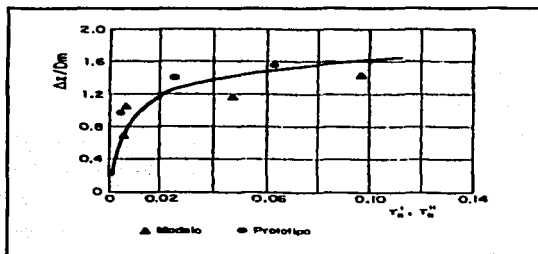
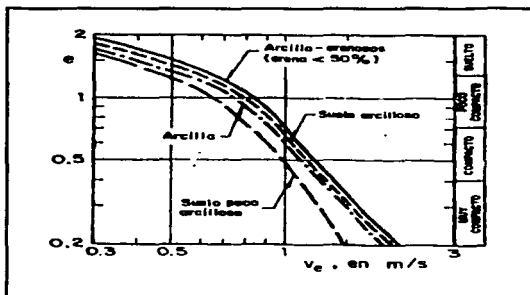


Figura VI.4
Velocidad máxima permisible



- 4) Los esfuerzos cortantes sobre el fondo producido por el escurrimiento y el crítico.

$$\tau_b = \gamma_w * Rh * S = 5.29 \text{ kg/m}^2$$

$$\tau_{bc} = \tau * (\gamma_s - \gamma_w) * D_m = 12.00 \text{ kg/m}^2$$

- 5) Los esfuerzos cortantes sobre las orillas y el crítico, debido al escurrimiento.

$$\tau_s = 0.75 * \gamma_w * Rh * S = 3.97 \text{ kg/m}^2$$

$$\tau_{sc} = \tau_{bc} (1 - (\sin^2 \theta / \sin^2 \phi))^{0.5} = 4.59 \text{ kg/m}^2$$

- 6) Si $\tau_b < \tau_{bc}$ y $\tau_s < \tau_{sc}$ el revestimiento es estable y no hay deformación. Si $\tau_{bc} < \tau_b \leq 1.2 \tau_c$ y $\tau_{sc} < \tau_s \leq 1.2 \tau_{sc}$ en el revestimiento se produce una deformación aceptable, la cual deberá ser verificada.

De acuerdo a los resultados obtenidos el revestimiento es estable y no hay deformación

- 7) Se calcula el parámetro $\Delta z/D_m$ para ver el grado de deformación, para ellos se utilizan las 2 expresiones siguientes:

Para el fondo: $\tau' = (\tau_b - \tau_{bc}) / (\gamma_s - \gamma_w) D_m = -0.06$

Para la orilla: $\tau'' = (\tau_s - \tau_{sc}) / (\gamma_s - \gamma_w) D_m = -0.01$

De acuerdo a estos valores y con la ayuda de la Figura VI.3 "Valores del coeficiente de Shields" se obtiene que:

Para el fondo: $\Delta z/D_m = 0.00$

Para la orilla: $\Delta z/D_m = 0.00$

Se dice que la deformación es aceptable si se cumple que:

$$\Delta z/D_m \leq 2 (e/D_m - 1)$$

$$0 \leq 1.05$$

**PROYECTO A NIVEL EJECUTIVO DEL ENCAUZAMIENTO DEL "RIO GUANAJUATO",
TRAMO PRESA "LA GARRIDA" — CIUDAD DE IRAPUATO; EN EL ESTADO DE
GUANAJUATO, MEXICO.**

Por lo que se concluye que:

Para el fondo: La deformación es aceptable

Para la orilla: La deformación es aceptable

- 8) Si $\tau_b > 1.2 \tau_{bc}$ y $\tau_s > 1.2 \tau_{sc}$ el revestimiento no es apto y se debe comenzar el cálculo de nuevo.

$$\tau_b = 5.29 \text{ kg/m}^2$$

$$\tau_{bc} = 12 \text{ kg/m}^2$$

$$\tau_s = 3.97 \text{ kg/m}^2$$

$$\tau_{sc} = 4.59 \text{ kg/m}^2$$

de donde se concluye que el revestimiento es apto

- 9) Se calcula la velocidad que se tiene por debajo del colchón con la ecuación siguiente:

$$V_b = (1/n_f) (Dm/2)^{2/3} S^{1/2}$$

$$V_b = 0.28 \text{ m/s}$$

- 10) Se calcula la velocidad que resisten las partículas del fondo

De la Figura VI.4 "Velocidad máxima permisible" se obtiene la velocidad que resisten las partículas de fondo V_e , conociendo la relación de vacíos.

La relación de vacíos es: $e = 1$

Por lo que: $V_e = 0.80 \text{ m/s}$

- 11) Se hace una comparación entre V_b y V_e . Si $V_b > V_e$ se necesita disminuir el tamaño de las piedras del colchón o bien colocar un filtro, el cual se puede hacer con un geotextil.

Este filtro deberá tener por lo menos un espesor de 15 a 20 centímetros.

$$V_b = 0.28 \text{ m/s}$$

$V_e = 0.80 \text{ m/s}$

Por lo que se concluye que las dimensiones de las piedras y el colchón son adecuadas.

VI.1.3 ESPECIFICACIONES DE LOS CONCEPTOS DE OBRA

La solución a la problemática que representa la insuficiencia del cauce del "Río Guanajuato" en el tramo en estudio es responsabilidad de la Comisión Nacional del Agua (CNA) del Gobierno de la República Mexicana, razón por la cual dicha Comisión encargó la elaboración del presente proyecto.

Las presentes especificaciones se elaboran con el propósito de cumplir con lo previsto en el tercer párrafo del artículo 24 de la "Ley de Obras Públicas y Servicios Relacionados con las Mismas" (Ley que norma la ejecución de las Obras Públicas en todo el país cuando éstas se ejecutan con recursos económicos aportados por el gobierno federal) que establece que "Para la realización de obras publicas se requerirá contar con los estudios y proyectos, especificaciones de construcción, normas de calidad y el programa de ejecución totalmente terminados, o bien, con un avance en su desarrollo que permita a los licitantes preparar una propuesta solvente y ejecutar ininterrumpidamente los trabajos hasta su conclusión".

Se contempla para la elaboración de éstas especificaciones, las que rigen para la Comisión Nacional del Agua (CNA) que se encuentran plasmadas en las "Normas y Especificaciones de Obra Publica de esa Dependencia, y debido a lo extenso de las mismas se presenta solo un resumen de las características de los principales Conceptos de Obra.

1) DESMONTE EN AREAS DESTINADAS A LA CONSTRUCCION

Consiste en eliminar de acuerdo con lo señalado en el proyecto, toda la vegetación existente en las áreas destinadas a la construcción de las obras. Comprende la ejecución de cualesquiera de las operaciones siguientes.

Tala: Que comprende en cortar los árboles y arbustos

Roza: Que consiste en quitar la maleza, hierba, zacate o residuos de las siembras.

Desenraice: Consiste en sacar los troncos o tocones con raíces o cortando estas, hasta una profundidad de 60 centímetros.

Limpia y quema: Que consiste en retirar el producto del desmonte al lugar que se le indique a "El Contratista", estibarlo y quemar lo no utilizable, procurando no incurrir en violaciones a las normas ambientales vigentes en el lugar.

El desmonte se efectuará en la totalidad ó en partes de las áreas destinadas a la construcción de las obras.

Las operaciones del desmonte, deberán efectuarse en forma previa a los trabajos de construcción, con la anticipación necesaria para no entorpecer el desarrollo de éstos.

Todo material producto del desmonte, tendrá un acarreo libre de cien (100) metros, contados a partir de las líneas que marque los límites de las zonas de construcción.

Cuando las operaciones a efectuarse comprendan únicamente deshierbe y limpia del terreno (roza), y ésta se realice conjuntamente con la excavación o con el despalme, no será motivo de medición ni pago por separado y no se considerará cargo alguno por esta actividad.

2) DEMOLICION DE ESTRUCTURAS DE CONCRETO Y ESTRUCTURAS DE MAMPOSTERIA

Son los trabajos que se ejecutan con el objeto de deshacer parcial o totalmente una estructura de concreto y/o mampostería por necesidad del proyecto, retirando los escombros de acuerdo con lo que fija el proyecto o lo ordenado por "El Supervisor".

La demolición de las estructuras de concreto y/o mampostería deberán efectuarse dentro de las líneas y niveles que señala el proyecto o indique "El Supervisor".

Todos los materiales producto de las demoliciones tendrán un acarreo libre de cien (100) metros, el cual no será objeto de medición y pago separado.

Cuando los materiales producto del despalme deban depositarse a una distancia mayor de la fijada como acarreo libre, se medirá y pagará a "El Contratista" el acarreo de acuerdo a lo que corresponda en el Capítulo 3.01.02.033 "Acarreos" de las "Normas y Especificaciones de la Obra Publica de la CNA".

Los sitios de depósito de los escombros serán indicados por "La Dependencia" y se localizarán de tal forma que no interfieran con el desarrollo normal de los trabajos que deban realizarse a continuación.

3) DESPALME EN AREAS DESTINADAS PARA DESPLANTE DE TERRAPLENES

Se entenderá por despalme a la actividad que se tendrá que efectuar para eliminar (de acuerdo con lo señalado en el proyecto) las capas superficiales de terreno natural; que por sus características, no sean adecuadas para cimentar o desplantar una estructura o un terraplén; o bien, que el material que forma dicha capa no sea el adecuado para utilizarse en la construcción de la obra.

**PROYECTO A NIVEL EJECUTIVO DEL ENCAUZAMIENTO DEL "RIO GUANAJUATO",
TRAMO PRESA "LA GARRIDA" — CIUDAD DE IRAPUATO; EN EL ESTADO DE
GUANAJUATO, MEXICO.**

El material producto de despalme se clasificará como material común, según la especificación 3.01.02.012, "Excavaciones a Cielo Abierto" de las "Normas y Especificaciones de la Obra Pública de la Comisión Nacional del Agua (CNA)".

El trabajo de despalme comprende las siguientes operaciones:

- Remoción y extracción del material
- Carga y descarga
- Acarreo libre de hasta 60 metros
- Depósito del producto en los sitios que ordene "El Supervisor"

El despalme será de un espesor de 20 centímetros y se iniciará después de que se haya seccionado la superficie probable de ataque.

"El Contratista" deberá tomar las precauciones necesarias para que durante el despalme no se alteren ni modifiquen las referencias y Bancos de Nivel del seccionamiento.

Una vez efectuado el despalme, se seccionará nuevamente la superficie antes de proceder a la formación de las terracerías.

Todo el material producto del despalme, tendrá un acarreo libre de hasta sesenta (60) metros; medidos a partir de las líneas que marquen los límites de las áreas de la excavación, de la cimentación ó bien del desplante de bordos, terraplenes y estructuras.

Cuando los materiales producto del despalme deban depositarse a una distancia mayor de la fijada como acarreo libre, se medirá y pagará a "El Contratista" el acarreo de acuerdo a lo que corresponda en el capítulo 3.01.02.033 "Acarreos" de "Normas y Especificaciones de la Obra Pública de la Comisión Nacional del Agua (CNA)".

El material producto de despalme se depositará en los sitios que señale el proyecto o las ordenes de "El Supervisor"; descopetando y emparejando hasta dejar una superficie uniforme en los bancos de desperdicio, sin que cause daños a terceros y en forma tal que no interfieran con el desarrollo normal de los trabajos.

4) EXCAVACION A CIELO ABIERTO EN MATERIAL COMUN PARA FORMAR LA CUBETA DEL DREN

Operaciones que consisten en el afloje, extracción, remoción y traspaleo si se requiere de materiales, que se ejecuten a cielo abierto, de acuerdo con lo fijado en el proyecto para construir, desplantar, alojar o que formen parte de las obras que tiene a su cargo "La Dependencia" o para obtener materiales naturales para la ejecución de las mismas.

Dentro de estas obras quedan comprendidas las siguientes: canales, drenes, cunetas, contra cunetas, tajos y estructuras en general.

El material producto de las excavaciones se clasificará tomando como base material común.

- **Material común**

Es el material constituido por la combinación de los materiales I y II, sin importar los porcentajes en que intervengan estos.

Esta clasificación se utiliza en sustitución de los materiales I y II sin importar el hecho de que en algunos tramos y en cualquier longitud de excavación en los mismos, el total de la sección este constituida con material I o por material II.

- **Material I**

Son los materiales fácilmente excavables con pala de mano y sin necesidad de emplear zapapico (aunque éste se use para aumentar los rendimientos). También

**PROYECTO A NIVEL EJECUTIVO DEL ENCAUZAMIENTO DEL "RIO GUANAJUATO",
TRAMO PRESA "LA GARRIDA" — CIUDAD DE IRAPUATO; EN EL ESTADO DE
GUANAJUATO, MEXICO.**

los que son fácilmente excavables con equipo mecánico ligero, como draga de arrastre, cargador frontal o retroexcavadora montados en tractores de orugas con cuchillas angulables o arado desgarrador para aflojar el material (aun cuando "El Contratista" los utilice para aumentar sus rendimientos).

• **Material II**

Son los materiales de dureza y contextura tal que no pueden ser económicamente atacados con solo el empleo de pala de mano, pero sí lo son con ayuda de zapapico o con equipo mecánico sin el uso previo de explosivos.

Los trabajos de excavación comprenderán las operaciones siguientes:

- Afloje previo
- Extracción, remoción, traspaleo, carga y descarga
- Acarreo libre de hasta cien (100) metros
- Amacice de taludes y plantillas
- Afines

Disposiciones generales

Toda la excavación practicada fuera de los límites teóricos fijados en el proyecto se considerará como "sobre excavación". Los volúmenes de materiales que, fuera de los límites se derrumben, aflojen o alteren por causas imputables a "El Contratista", o para facilitar sus operaciones, serán de su responsabilidad.

Las excavaciones se ejecutarán siguiendo un sistema de ataque que facilite el drenaje natural de las mismas, por lo que procurará "El Contratista" que éstas se efectúen siempre en seco, es decir sin tirante de agua.

En los casos que no pueda drenarse la excavación por el sistema de ataque en la misma operación de excavación, el agua podrá eliminarse mediante:

- Excavaciones adicionales fuera del área para captar y eliminar el exceso de agua por gravedad.
- Mediante la excavación de cárcamos para la instalación de bombas.

Los materiales producto de las excavaciones deberán colocarse en los sitios y con la disposición que indique el proyecto o señale "El Supervisor".

El material producto de las excavaciones deberá clasificarse como "material aprovechable" y "material no aprovechable".

Los materiales aprovechables se utilizarán directamente en la misma obra en forma coordinada con la excavación ó se depositarán en bancos de almacenamiento para su utilización posterior.

Los materiales no aprovechables se depositarán en las áreas de desperdicio que se indican en el proyecto, en tal forma que no interfieran con el desarrollo normal de los trabajos, las cuales serán descopetadas con tractor para permitir el tránsito de los vehículos cuantas veces se requiera.

Cuando exista "Material aprovechable", "El Contratista" no podrá utilizarlo sin previo consentimiento de "La Dependencia".

Todas las sobre excavaciones serán responsabilidad de "El Contratista", por lo que todos los materiales y mano de obra que se requieran para restituir la sección al proyecto original serán a su cargo.

5) FORMACION DE BORDOS Y TERRAPLENES COMPACTADOS AL 95% DE LA PRUEBA PROCTOR ESTANDAR

Construcción de terraplenes con la sección y demás características señaladas en el proyecto o las ordenadas por "El Supervisor", empleando materiales naturales adecuados, producto de excavaciones previas.

**PROYECTO A NIVEL EJECUTIVO DEL ENCAUZAMIENTO DEL "RIO GUANAJUATO",
TRAMO PRESA "LA GARRIDA" — CIUDAD DE IRAPUATO; EN EL ESTADO DE
GUANAJUATO, MEXICO.**

- **Materiales**

Los materiales que se emplearán en la formación de terraplenes compactados serán producto excavaciones previas.

- **Obtención de materiales producto de excavaciones previas**

Los materiales resultantes de las excavaciones previas que deban aprovecharse en la construcción de los bordos y terraplenes, "El Contratista" deberá tomar las precauciones necesarias para evitar que los materiales sean contaminados.

Cuando los materiales producto de excavaciones sean aprovechables, se deberán combinar los trabajos de extracción y su colocación en los bordos y terraplenes. Cuando esta operación no sea posible, previa aprobación de "El Supervisor", el material aprovechable se depositará en bancos de almacenamiento para su utilización posterior.

- **Formación de Terraplenes Compactados**

En la construcción, los terraplenes se compactarán al 95 por ciento de la Prueba Próctor Estándar, con humedad 2 por ciento más de la humedad óptima dentro de las líneas y niveles que fije el proyecto.

Antes de iniciar la colocación del material, la superficie de desplante de los bordos y terraplenes compactados, deberá tratarse conforme el procedimiento que se indica a continuación: escarificación superficial y riego de agua en la superficie a fin de lograr una buena liga con la primera capa que se coloque para formar el bordo y terraplén compactado.

Todos los materiales indeseables tales como ramas, raíces, hierbas y piedras de dimensiones mayores de 7.6 centímetros; serán retirados, ya sea en el sitio de extracción o en el de colocación antes de iniciar la compactación y se removerán a los sitios y con la disposición que ordene "El Supervisor".

**CAPITULO VI
PROYECTO DE LA OBRA CIVIL DEL
ENCAUZAMIENTO DEL "RIO GUANAJUATO"**

Los terraplenes compactados se construirán colocando el material en capas sensiblemente horizontales con espesor de 20 centímetros.

La primera capa se formará con un espesor igual a la mitad del espesor de la subsecuentes, para lograr una mejor liga con la superficie de desplante.

El equipo que se utilice será el adecuado para garantizar la compactación uniforme de cada capa en toda la sección del proyecto.

El espesor de las capas sueltas será de 20 centímetros hasta obtener uniformemente en toda la sección el 95 por ciento de compactación SRH fijado en el proyecto, para lo que se dará al material la humedad necesaria, aplicándose el agua en el sitio de obtención o en el de colocación del material.

Cuando el contenido de humedad sea mayor que el óptimo se eliminará el agua excedente por el procedimiento que proponga "El Contratista" y acepte "La Dependencia".

Cuando una capa compactada no reúna las condiciones necesarias para ligarlas con la siguiente, se escarificará superficialmente y se humedecerá antes de extender el material que conforme la siguiente capa.

Cualquier material que sea colocado deficientemente, por causas imputables a "El Contratista", deberá ser retirado y repuesto a sus expensas.

Para dar por terminado la colocación de materiales para la formación de terraplenes compactados, la corona y taludes serán afinados a líneas y niveles que fije el proyecto.

**PROYECTO A NIVEL EJECUTIVO DEL ENCAUZAMIENTO DEL "RIO GUANAJUATO",
TRAMO PRESA "LA GARRIDA" — CIUDAD DE IRAPUATO; EN EL ESTADO DE
GUANAJUATO, MEXICO.**

**6) ACARREOS EN PRIMER KILOMETRO Y KILOMETROS
SUBSECUENTES DE MATERIAL PRODUCTO DE EXCAVACION,
PRODUCTO DE DEMOLICIONES, RELLENOS, REVESTIMIENTOS,
ARENA Y PIEDRA.**

Transporte de materiales naturales dentro de la zona de las obras objeto del contrato, efectuado de acuerdo a lo señalado en el proyecto; entendiéndose por zona de la obra el área ocupada por la obra en sí, los bancos de préstamo, de depósito temporal de materiales y desperdicios.

• **Materiales correspondientes a terracerías**

Para efecto de esta norma, se considerarán los siguientes:

El producto de demoliciones, desmontes, excavaciones, material de revestimiento para desplantar, alojar o que formen parte del dren. El de bancos de almacenamiento para la formación de terraplenes o depósitos para desperdicios.

El equipo de acarreo podrá ser:

- El que se considera propiedad de "El Contratista".
- El uso y manejo del que es propiedad de las Uniones de Transportistas de la localidad en que se ejecuten las obras.

Cuando "El Contratista" pretenda emplear equipo de las Uniones de Transportistas, deberá presentar a "La Dependencia" el convenio celebrado entre la Cámara Mexicana de la Industria de la Construcción y dichas uniones, el cual debe contemplar las tarifas zonales autorizadas y tendrá la vigencia que en el mismo se haya establecido de común acuerdo entre las partes celebrantes, su omisión será motivo de descalificación.

CAPITULO VI
PROYECTO DE LA OBRA CIVIL DEL
ENCAUZAMIENTO DEL "RIO GUANAJUATO"

Los acarrees se efectuarán entre los sitios indicados en el proyecto o los ordenados por "El Supervisor", y se realizarán siempre siguiendo la ruta transitable más corta y conveniente.

Los materiales a que se refiere esta norma, tendrán el acarreo libre que se fije en el texto de los capítulos relacionados a este capítulo en las especificaciones del contrato.

7) FABRICACION DE CONCRETO HIDRAULICO $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$

Es el producto resultante de la combinación y mezcla de cemento Portland en sus distintos tipos, agregados pétreos y agua en proporciones adecuadas.

• **Materiales**

Los materiales que intervienen en la fabricación y colocación del concreto hidráulico son:

- Cemento Portland tipo I
- Arena (agregado fino)
- Grava (agregado grueso), grava número 1, (de malla número 4 a $\frac{3}{4}$ ") y grava número 2 (de malla $\frac{3}{4}$ " a $1 \frac{1}{2}$ ").
- Cimbra
- Obra falsa y
- Agua

El cemento será proporcionado por "El Contratista" y en el precio unitario deberá incluir el valor de adquisición, cargas, transporte total, descargas, almacenaje y demás maniobras que se hagan para el manejo de este material; incluyendo mermas y desperdicio.

**PROYECTO A NIVEL EJECUTIVO DEL ENCAUZAMIENTO DEL "RIO GUANAJUATO",
TRAMO PRESA "LA GARRIDA" — CIUDAD DE IRAPUATO; EN EL ESTADO DE
GUANAJUATO, MEXICO.**

• **Bancos de préstamo y bancos de almacenamiento**

Los bancos de préstamo para obtener los agregados, así como los sitios para su almacenamiento serán fijados por "El Contratista".

El almacenamiento y manejo de los agregados se hará de manera que no se altere su granulometría, ni se mezclen con materias indeseables.

• **Dosificación del concreto**

"El Contratista" suministrará o contratará el equipo de dosificación de los materiales que intervienen en la elaboración de concreto, mismo que será de capacidad suficiente de acuerdo al volumen que deba fabricar según el programa.

Se determinará regularmente el contenido de humedad de los agregados, para que la cantidad de agua empleada en la mezcla pueda ajustarse de manera de no alterar la relación agua-cemento fijada en cada caso, para obtener las resistencias establecidas en el proyecto.

• **Mezclado del concreto**

La proporción base de los materiales para obtener las resistencias requeridas y revenimientos que deba tener el concreto para su manejo serán las que establezca "El Contratista", a satisfacción de "La Dependencia".

• **Colocación del concreto**

La colocación del concreto se ejecutará empleando el equipo y procedimientos adecuados, evitando la segregación de los elementos que constituyen el concreto.

CAPITULO VI
PROYECTO DE LA OBRA CIVIL DEL
ENCAUZAMIENTO DEL "RIO GUANAJUATO"

El concreto se colocará dentro de las líneas y niveles del proyecto e invariablemente se hará en presencia de un representante de "La Dependencia".

Todas las superficies sobre las que se vaya a vaciar el concreto deberán estar libres de piedras sueltas, raíces, pedacería de madera y en general de materiales indeseables.

Antes de iniciar la colocación del concreto, se deberá comprobar que todo el acero de refuerzo, las formas y los moldes estén limpios y se encuentren en las líneas y niveles y en condiciones tales que, para todas las caras visibles del concreto, se produzca la calidad de acabados.

A su juicio, "El Supervisor" podrá ordenar y "El Contratista" se obliga a corregir, o reponer a sus expensas, los defectos observados en los concretos que no presenten un acabado satisfactorio.

No se vaciará concreto hasta que toda el agua que se encuentre en la superficie que vaya a ser cubierta por el concreto haya sido desalojada.

El vaciado del concreto se hará desde la menor altura posible, para evitar la segregación debiéndose tomar las precauciones necesarias para evitar que éste choque contra el refuerzo y las paredes de los moldes en su caso. El colado se hará por frentes continuos, cubriendo toda la sección del elemento. El colado deberá ser continuo hasta las juntas de construcción que fije "El Supervisor".

Si por causas de fuerza mayor se interrumpe el colado, se formará una junta fría que deberá terminarse en un plano inclinado a 45 grados, limitándolo con un tapón o cimbra en forma transversal.

**PROYECTO A NIVEL EJECUTIVO DEL ENCAUZAMIENTO DEL "RIO GUANAJUATO",
TRAMO PRESA "LA GARRIDA" — CIUDAD DE IRAPUATO; EN EL ESTADO DE
GUANAJUATO, MEXICO.**

El equipo de mezclado de concreto debe ser de una capacidad tal que evite que el tiempo del colado se prolongue indebidamente, o se interrumpa la continuidad de los mismos y se formen juntas frías irregulares.

Cuando se presenten juntas frías, antes de continuar el colado se les dará el tratamiento que ordene "La Dependencia", para asegurar una correcta liga con los siguientes colados.

• **Curado del concreto**

Una vez que se haya colocado el concreto, deberá curarse para lograr un fraguado y endurecimiento correcto. Dicho curado se obtendrá conservando la humedad superficial mediante alguno de los procedimientos siguientes:

- Con membrana
- Con agua
- Con costalera o arena húmeda

El curado con membrana se hará con el compuesto o producto que llene las especificaciones que indique "La Dependencia". La cantidad utilizada y procedimiento de aplicación serán tales que permitan la formación de una membrana impermeable que impida la evaporación del agua contenida en la masa del concreto. "El Contratista" deberá tomar todas las precauciones para evitar que la película impermeable sea dañada durante el tiempo de fraguado, por lo que todos los desperfectos imputables a "El Contratista" por este motivo, serán reparados a su cargo.

El curado con agua se hará aplicando riegos periódicos en los moldes o superficies de concreto expuestas, para mantenerlos siempre húmedos durante un tiempo no menor de 7 días.

El curado con arena o costalera húmeda, se hará cubriendo las superficies expuestas con estos materiales y mojándolos periódicamente hasta que el concreto haya fraguado.

- **Acabado de las superficies de concreto**

Se dará este acabado a todas las superficies no formadas con cimbras que queden expuestas a la vista.

- **Acabado de superficies formadas con moldes**

El acabado común que dejen los moldes se aceptará en todas aquellas superficies que no estarán expuestas a la vista, reparando los defectos del concreto y corrigiendo las depresiones mayores, relleno los agujeros dejados por los pasadores empleados para sujetar las cimbras, lo que será con cargo a "El Contratista".

El acabado aparente será obligatorio para todas las superficies que quedarán permanentemente expuestas a la vista.

8) FABRICACION DE MAMPOSTERIA DE PIEDRA DE TERCERA CLASE

Colocación de fragmentos de roca (piedra), asentadas y debidamente acomodadas para formar volúmenes estructurales que fije el proyecto.

La mampostería de tercera clase es la que se construye con piedra bruta y empacada con mortero de cemento y partículas menores de la misma piedra (rajuelas). La dosificación del mortero será en proporción 1:3.

- **Materiales**

Los materiales que se emplean para la fabricación de las mamposterías son:

- **Piedra**

**PROYECTO A NIVEL EJECUTIVO DEL ENCAUZAMIENTO DEL "RIO GUANAJUATO",
TRAMO PRESA "LA GARRIDA" — CIUDAD DE IRAPUATO; EN EL ESTADO DE
GUANAJUATO, MEXICO.**

- Cemento
- Arena
- Agua

Las mamposterías se construirán dentro de las líneas y niveles señalados en el proyecto o las modificaciones autorizadas.

• **Elaboración de mortero**

Para la elaboración del mortero de cemento será dosificación en peso de un kilogramo de cemento por tres kilogramos de arena.

• **Obtención de piedra y arena de bancos de préstamo**

Si durante la explotación del banco de pepena se encuentran materiales que no reúnan las características fijadas por "La Dependencia", se desecharán depositándolos en los sitios y en forma que ordene "El Supervisor".

"El Contratista" deberá efectuar todas las operaciones de obtención, carga, acarreo, depósito de bancos de almacenamiento temporal si se requiere y descarga del material hasta el sitio de utilización, evitando que se contamine o inutilice.

La arena será suministrada por "El Contratista" y ésta deberá cumplir con todos los requisitos que fije "La Dependencia".

En la fabricación de mampostería de tercera clase, las piedras se colocarán a manera de llenar lo mejor posible el hueco formado por las piedras contiguas; las mejores caras de las piedras se aprovecharán para los paramentos visibles.

Los vacíos que resulten deberán rellenarse totalmente con mortero y rajuela.

Las piedras se juntarán con mortero de cemento con la proporción 1:3, llenando completamente los huecos que queden entre las piedras contiguas.

En los paramentos visibles, no se admitirán con relación a las líneas de proyecto, salientes mayores de 4 centímetros. Las juntas de los paramentos visibles se terminarán entallándolas "a punta de cuchara" con mortero fresco de la misma proporción empleada en el junteo.

• **Disposiciones generales**

Las piedras de mayor tamaño se colocarán en el desplante de la mampostería, asentándose sobre una capa de mortero, debiendo cuatrarse horizontal y verticalmente para un mejor amarre, debiendo estar húmedas todas las superficies de las piedras que queden en contacto con el mortero.

Las juntas de mortero no deben ser menores a 2 centímetros ni mayores a 4 centímetros.

La superficie expuesta de los paramentos debe conservarse húmeda durante 3 días después de terminado el junteo.

La corona de los muros de mampostería que quede expuesta a la intemperie debe cubrirse con una capa de mortero de cemento de 2 centímetros de espesor.

Cuando se suspenda la fabricación de mamposterías, deben dejarse piedras sobresalientes para asegurar una buena liga con las siguientes cuando se reanude la obra.

**9) FORMACION DE LLORADEROS CON TUBO DE FIERRO
GALVANIZADO DE 2.5" (6 cm) DE DIAMETRO Y RELLENO DE GRAVA**

Son instalaciones anexas a una estructura para captar, y desalojar el agua que se acumula en el terreno en contacto de la misma, para liberarla de subpresiones hidrostáticas.

• **Materiales**

Los materiales que se emplean para la fabricación de éstas estructuras son:

- Tubería de fierro galvanizado.
- Grava

Los conceptos de trabajo a que refiere este concepto comprenden las operaciones siguientes:

Los lloraderos son entubamientos hechos a través de los pisos, muros o paredes de una estructura para permitir el libre escurrimiento del agua que se pretenda eliminar.

Los lloraderos se colocarán en los sitios, con la pendiente, dimensiones y demás características que fije el proyecto.

La tubería de fierro galvanizado será suministrada por "El Contratista". La tubería deberá ser nueva sin rupturas ni grietas y se colocará utilizando el equipo y accesorios para que en la maniobra no se dañen los tubos.

**10) SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA DE PVC DE 24" (61 cm) DE
DIAMETRO CLASE C-5**

Son conductos cilíndricos huecos y piezas especiales (codos, coples, reducciones, etc.) fabricados de distintos materiales, utilizados para la conducción y distribución de agua.

- **Materiales**

Tubería de PVC de 24" (61 cm) de diámetro clase C-5

Las tuberías y piezas especiales de PVC deberán cumplir con las características que fije "La Dependencia", previa inspección y aprobación de las mismas.

Los conceptos de trabajo a que refiere este concepto comprenden las operaciones siguientes:

La tubería comercial de PVC será suministrada por "El Contratista". La tubería deberá ser nueva sin rupturas ni grietas y se colocará dentro de la zanja utilizando el equipo y accesorios para que en la maniobra no se dañen los tubos, evitando que sufran esfuerzos de flexión o de aplastamiento.

La tubería colocada dentro de la zanja, deberá alinearse tanto horizontal como verticalmente, dejándola apoyada en toda su longitud, no se permitirá colocar los tramos de tubería apoyados sobre piedras, calzas de madera o soportes provisionales de cualquier otra índole no autorizado.

**11) FABRICACION E INSTALACION DE LETREROS DE SEÑALAMIENTOS
DE 3.00 x 1.50 m Y 4.00 x 2.50 m**

Elementos a base de lámina de acero y acero estructural, que se utilizan para indicar la localización de obras que ejecuta la Comisión Nacional del Agua (CNA).

- **Materiales**

Los materiales que se emplean en la fabricación y colocación de letreros de señalamiento son los siguientes:

- Perfil Montén de 5MT10 (5" x 2" calibre 10)
- Angulo de 2"x2"x1/4"

**PROYECTO A NIVEL EJECUTIVO DEL ENCAUZAMIENTO DEL "RIO GUANAJUATO",
TRAMO PRESA "LA GARRIDA" — CIUDAD DE IRAPUATO; EN EL ESTADO DE
GUANAJUATO, MEXICO.**

- Lámina de acero calibre 12
- Angulo de 2"x2"x3/8"
- Soldadura
- Solera de 2"x3/8"
- Tornillos
- Lámina de acero calibre 16
- Pintura (esmalte anticorrosivo)
- Pintura cromato de zinc
- Concreto hidráulico ó similar

Los materiales que se empleen en la fabricación de letreros de señalamiento deberán ser nuevos y cumplir con los requerimientos que fije "La Dependencia" previa inspección y aprobación de los mismos.

• Fabricación e instalación

Los conceptos de trabajo referentes a la fabricación e instalación de letreros de señalamiento comprenderán:

- Habilitado de material comercial
- Armado de las partes que forman los letreros
- Pintura de los letreros
- Colocación en el sitio que indique "El Supervisor".

Todos los trabajos que se requieran, tanto de taller como de campo para la fabricación e instalación deberán ser realizados por personal especializado y calificado.

"La Dependencia" proporcionará a "El Contratista" el anexo del proyecto, con las dimensiones y características.

Las uniones de las piezas que forman el letrero de señalamiento deberán quedar con un acabado correcto, libres de rebaba, escoria y otras irregularidades.

Previo a la recepción de los letreros se verificarán sus dimensiones, forma, acabado y alineamiento de acuerdo a lo fijado en el proyecto.

Los letreros se pintarán con esmalte anticorrosivo, de colores y tipografía señalados en el anexo.

Los alcances, criterios de medición y base de pago para cada concepto se pueden consultar en las "Normas y Especificaciones de Obra Pública de la Comisión Nacional del Agua (CNA)"

VI.2 CRUZAMIENTOS ESPECIALES

Para poder entender mejor el contenido de éste capítulo, es necesario definir los siguientes conceptos:

VI.2.1 TRANSICIONES EN LAS ESTRUCTURAS DE PASO

Para realizar el cambio de una sección transversal trapecial a una sección de un puente vehicular en el cauce del "Río Guanajuato" se hizo a través de una transición gradual, basándose en la siguiente expresión para obtener la longitud de desarrollo en la transición.

$$\Delta x = 2(B_2 - B_1) \qquad \text{Ecuación VI.15}$$

Donde

Δx = longitud de desarrollo de la transición

B_2 = ancho de la sección transversal

B_1 = ancho de la sección del puente

**PROYECTO A NIVEL EJECUTIVO DEL ENCAUZAMIENTO DEL "RÍO GUANAJUATO",
TRAMO PRESA "LA GARRIDA" — CIUDAD DE IRAPUATO; EN EL ESTADO DE
GUANAJUATO, MEXICO.**

En el puente ubicado en la estación del km 3+406.50, no se calculó la longitud de desarrollo debido a que las secciones transversales que se encuentran aguas abajo y aguas arriba de cada puente no se modificaron a una sección trapecial, solo cambió la rasante del cauce.

Para desalojar el agua de drenaje agrícola o la acumulada en la orilla del cauce debido a la topografía del terreno, se propone construir drenes laterales sobre las márgenes del "Río Guanajuato" y de los Arroyos "Carrizalito" y "Santa Rita", el esquema de dicho dren se presenta en el Plano VI.1 "Esquema dren lateral" (Ver Anexo F "Esquemas de estructuras").

Con respecto a las incorporaciones que existen en el "Río Guanajuato", se propone revestir de mampostería cada una de ellas, con una longitud de revestimiento de 42 metros, a partir de la margen izquierda del Río para el arroyo "Carrizalito". Este dato se determinó basándose en la longitud de curva que se generó al unir las poligonales del eje de encauzamiento de los dos cauces.

La longitud de revestimiento también se aplica sobre el "Río Guanajuato". Aplicando el mismo procedimiento para el arroyo "Santa Rita", se obtuvo una longitud de revestimiento de 20 metros. En los Planos VI.2 "Confluencia arroyo Carrizalito" y VI.3 "Confluencia arroyo Santa Rita" (Ver Anexo F "Esquemas de estructuras") se representan de manera esquemática las confluencias para cada uno de los arroyos.

Los esquemas en los que se presentan las secciones de las estructuras de paso se han definido como:

- Plano VI.4 "Puente Autopista León — Irapuato en la estación km 3 + 406.5"
- Plano VI.5 "Puente localidad del "Carrizalito" en la estación km 6 + 616.7"
- Plano VI.6 "Puente entrada de la autopista Querétaro — Irapuato en la estación km 10 + 141.3"

CAPITULO VI
PROYECTO DE LA OBRA CIVIL DEL
ENCAUZAMIENTO DEL "RIO GUANAJUATO"

- Plano VI.7 "Puente sobre la Calzada Guadalupe en la estación km 10+398.35"
Plano VI.8 "Puente de la vía del ferrocarril en la estación km 10+636.5"
Plano VI.9 "Puente sobre la calle Teresa Vara en la estación km 10+799.84"
Plano VI.10 "Puente en la estación km 11+749.15"
Plano VI.11 Puente Autopista Salamanca — León en la estación km 12+488.71"
Plano VI.12 "Puente en la estación km 13+002.81"

Los esquemas referidos se presentan en el Anexo F "Esquemas de estructuras".

VI.3 PROGRAMA DE OBRA Y DE INSUMOS

Una vez definidos los conceptos de obra que será necesario ejecutar se conformó el catálogo de conceptos de las tres alternativas como se puede observar en el Capítulo V "Alternativas de solución para el encauzamiento del "Río Guanajuato" donde se eligió la alternativa 3, como la mejor desde el punto de vista técnico, económico y social.

Los datos contenidos en la Tabla Vi. 5 "Presupuesto de obra para la alternativa 3" que se presenta en la siguiente página, sirvieron de base para generar los programas siguientes:

- Programa de obra en cantidad,
- Programa de materiales en monto y cantidad,
- Programa de mano de obra en montos y en cantidad y;
- Programa de herramienta, maquinaria y equipo de instalación permanente en monto y en cantidad

A continuación se presenta la Tabla VI.5 "Presupuesto de obra para la alternativa 3".

PROYECTO A NIVEL EJECUTIVO DEL ENCAUZAMIENTO DEL "RIO GUANAJUATO",
TRAMO PRESA "LA GARRIDA" — CIUDAD DE IRAPUATO; EN EL ESTADO DE
GUANAJUATO, MEXICO.

Tabla VI.5
Presupuesto de obra para la alternativa 3

Número	Descripción de los conceptos de trabajo	Cantidad	Unidad	Precio Unitario	Importe
	Preliminares				
1	Desmante en áreas destinadas a la construcción	60.80	Ha	\$ 3,561.78	\$ 216,556.22
2	Demoliciones de estructuras de mampostería	187.50	m ³	\$ 142.10	\$ 26,643.75
	Terracerías				
3	Despalme en áreas destinadas para despalte de terraplenes	126,800.00	m ³	\$ 10.87	\$ 1,378,316.00
4	Excavaciones a cielo abierto en material común	13,728.50	m ³	\$ 16.60	\$ 227,893.10
	Formación de bordos y terraplenes compactados				
5	Formación de bordos y terraplenes (compactados) al 95% Próctor de la prueba C.N.A.	95,095.75	m ³	\$ 21.61	\$ 2,055,019.16
	Acarreos				
6	Carga y acarreo en camión 1er. Km. Del material producto de la excavación	140,528.50	m ³	\$ 6.21	\$ 872,681.99
7	Acarreo en camión kilómetros subsecuentes, de material producto de la excavación	421,585.50	m ³	\$ 2.28	\$ 961,214.94
8	Carga y acarreo en camión 1er. km. del material para relleno y formación de bordos y terraplenes (compactados)	95,095.75	m ³ -km	\$ 2.50	\$ 237,739.38
9	Acarreo en camión kilómetros subsecuentes, de material para relleno y formación de bordos y terraplenes (compactados)	855,861.75	m ³ -km	\$ 2.93	\$ 2,507,674.93

Tabla VI.5(continúa)
Presupuesto de obra para la alternativa 3

Número	Descripción de los conceptos de trabajo	Cantidad	Unidad	Precio Unitario	Importe
10	Carga y acarreo en camión 1er. Kilómetro de arena	112.00	m ³	\$ 6.34	\$ 710.08
11	Acarreo en camión kilómetros subsecuentes de arena	112.00	m ³ -km	\$ 2.23	\$ 249.76
12	Carga y acarreo en camión 1er. kilómetro de piedra para mampostería	598.38	m ³	\$ 7.84	\$ 4,691.30
13	Acarreo en camión kilómetros subsecuentes de piedra para mampostería	6,582.18	m ³ -km	\$ 3.31	\$ 21,787.02
14	Carga y acarreo en camión 1er. kilómetro de piedra para gaviones	5,251.85	m ³	\$ 7.84	\$ 41,174.50
15	Acarreo en camión kilómetros subsecuentes de piedra para gaviones	57,770.35	m ³ -km	\$ 3.31	\$ 191,219.86
Drenes y elementos estructurales					
16	Fabricación y colocación de concreto común de 210 kg/cm ² ., incluye suministro de agregados, cemento, de agregados, cemento, agua, aditivos, curado y cimbra	336.00	m ³	\$ 1,271.26	\$ 427,143.38
17	Fabricación de mampostería con mortero de cemento arena de f'c = 140 kg/cm ² , incluye suministro de cemento, agua y curado	598.38	m ³	\$ 581.89	\$ 348,191.34
Drenes y filtros de estructuras					
18	Formación de lloraderos con tubo de fierro galvanizado de 63.5 mm. (2 1/2") de diámetro y relleno de grava	96.00	Pza.	\$ 94.88	\$ 9,108.48

**PROYECTO A NIVEL EJECUTIVO DEL ENCAUZAMIENTO DEL "RIO GUANAJUATO",
TRAMO PRESA "LA GARRIDA" — CIUDAD DE IRAPUATO; EN EL ESTADO DE
GUANAJUATO, MEXICO.**

**Tabla VI.5(continúa)
Presupuesto de obra para la alternativa 3**

Número	Descripción de los conceptos de trabajo	Cantidad	Unidad	Precio Unitario	Importe
19	Suministro e instalación de tubería de PVC de 24" de diámetro clase C-5	532.00	M	\$ 569.84	\$ 303,154.88
	Letreros de señalamiento				
20	Fabricación e instalación de letrero de señalamiento de 4.00 x 2.50 m	7.00	Pza.	\$ 11,878.32	\$ 83,148.24
21	Fabricación e instalación de letreros de señalamiento de 3.00 x 1.50 m	26.00	Pza.	\$ 9,087.51	\$ 236,275.26
	Gaviones				
22	Construcción de gavión rectangular Lemac de 2.00 x 1.00 x 0.30 m, en malla metálica de triple torsión clase III calibre 12 con escuadras de 6 x 6 cm	8,000.00	Pza.	\$ 165.32	\$ 1,322,560.00
23	Construcción de gavión rectangular Lemac de 3.00 x 1.00 x 0.30 m, en malla metálica de triple torsión clase III calibre número 12 con escuadra de 6 x 6 cm	500.00	Pza.	\$ 236.04	\$ 118,020.00
	Geotextil				
24	Suministro y colocación de malla geotextil tipo Pavitex - 350 presentada en rollo de 2.38 x 100 m	17,500.00	m²	\$ 7.47	\$ 130,725.00
	Total acumulado				\$ 11,721,898.55

Como se puede observar en los programas que se mencionan anteriormente, el tiempo total estimado para la ejecución de los trabajos se ha calculado en 20 meses a partir de la fecha de inicio de los mismos; considerando los rendimientos previstos en los análisis de costo realizados para cada uno de los conceptos que van a llevarse a cabo. Dichos programas se presentan a continuación.

PROGRAMA DE OBRA EN PESOS

Concepto	Descripción	Total	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6	Mes 7	Mes 8	Mes 9	Mes 10	Mes 11	Mes 12	Mes 13	Mes 14	Mes 15	Mes 16	Mes 17	Mes 18	Mes 19	Mes 20	
1	DESMONTE EN AREAS DESTINADAS A LA CONSTRUCCION DE MAMPUESTERIA	216,558.22	72,186.41	72,186.41	72,186.41																		
2	DESMONTE EN AREAS DESTINADAS PARA DESPLANTE DE TERRAPLENES Y EXCAVACIONES A CIERTO ABRILLO EN MATERIAL COMUN	2,088,919.18	408,438.67	408,438.67	408,438.67	37,882.18	37,882.18	37,882.18	37,882.18	37,882.18	37,882.18	37,882.18	37,882.18	37,882.18	37,882.18	37,882.18	37,882.18	37,882.18	37,882.18	37,882.18	37,882.18	37,882.18	37,882.18
3	FORMACION DE BORDOS Y TERRAPLENES (COMPACTADOS) AL 15% PROCTOR DE LA PIEDRA PARA MAMPUESTERIA	2,088,919.18				128,438.70	128,438.70	128,438.70	128,438.70	128,438.70	128,438.70	128,438.70	128,438.70	128,438.70	128,438.70	128,438.70	128,438.70	128,438.70	128,438.70	128,438.70	128,438.70	128,438.70	128,438.70
4	CARGA Y ACARREO EN CAMION POR KM DEL MATERIAL PRODUCTO DE LA EXCAVACION ACARREO EN CAMION KMS SUBS DE MATERIAL PRODUCTO DE LA EXCAVACION	872,881.88		174,536.40	174,536.40	174,536.40	174,536.40	174,536.40	174,536.40	174,536.40	174,536.40	174,536.40	174,536.40	174,536.40	174,536.40	174,536.40	174,536.40	174,536.40	174,536.40	174,536.40	174,536.40	174,536.40	174,536.40
5	CARGA Y ACARREO EN CAMION POR KM DEL MATERIAL PARA RELENO Y FORMACION DE BORDOS Y TERRAPLENES (COMPACTADOS)	881,214.94		182,342.88	182,342.88	182,342.88	182,342.88	182,342.88	182,342.88	182,342.88	182,342.88	182,342.88	182,342.88	182,342.88	182,342.88	182,342.88	182,342.88	182,342.88	182,342.88	182,342.88	182,342.88	182,342.88	182,342.88
6	CARGA Y ACARREO EN CAMION POR KM DE ARENA PARA MAMPUESTERIA	237,738.38				19,811.82	19,811.82	19,811.82	19,811.82	19,811.82	19,811.82	19,811.82	19,811.82	19,811.82	19,811.82	19,811.82	19,811.82	19,811.82	19,811.82	19,811.82	19,811.82	19,811.82	19,811.82
7	ACARREO EN CAMION KMS SUBS DE PIEDRA PARA MAMPUESTERIA	2,887,874.83				288,972.91	288,972.91	288,972.91	288,972.91	288,972.91	288,972.91	288,972.91	288,972.91	288,972.91	288,972.91	288,972.91	288,972.91	288,972.91	288,972.91	288,972.91	288,972.91	288,972.91	288,972.91
8	CARGA Y ACARREO EN CAMION POR KM DE ARENA	710.00								365.04	365.04												
9	ACARREO EN CAMION KMS SUBS DE ARENA	249.76								124.88	124.88												
10	CARGA Y ACARREO EN CAMION POR KM DE PIEDRA PARA MAMPUESTERIA	4,881.30								2,345.85	2,345.85												
11	ACARREO EN CAMION KMS SUBS DE PIEDRA PARA MAMPUESTERIA	21,787.02								10,888.81	10,888.81												
12	CARGA Y ACARREO EN CAMION POR KM DE PIEDRA PARA MAMPUESTERIA	41,174.88								8,234.88	8,234.88	8,234.88	8,234.88	8,234.88	8,234.88	8,234.88	8,234.88	8,234.88	8,234.88	8,234.88	8,234.88	8,234.88	8,234.88
13	ACARREO EN CAMION KMS SUBS DE PIEDRA PARA MAMPUESTERIA	191,218.88								38,243.97	38,243.97	38,243.97	38,243.97	38,243.97	38,243.97	38,243.97	38,243.97	38,243.97	38,243.97	38,243.97	38,243.97	38,243.97	38,243.97
14	FABRICACION Y COLOCACION DE CONCRETO COMUN DE 210 KG/CM2 - INCLUYE SUMINISTRO DE AGRE, CENIZAS, CEMENTO, AGUA, ADHIVOS, CURADO Y CUBIERTA	427,143.38																			213,571.69	213,571.69	
15	FABRICACION DE MAMPUESTERIA CON MORTERO DE CEMENTO ARENA DE F.C. + 140 KG/CM2 - INCLUYE SUMINISTRO DE CEMENTO, AGUA Y CURADO	348,181.34																			174,090.67	174,090.67	
16	FORMACION DE TORADEROS CON TUBO DE FIERRO GALVANIZADO DE 63.5 MM (2 1/2") DE DIAMETRO Y RELENO DE GRAVA	8,108.48																			3,038.16	3,038.16	3,038.16
17	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA DE PVC DE 24" DE DIAMETRO CLASE C-5	383,154.88																			151,577.44	151,577.44	
18	FABRICACION E INSTALACION DE LETRERO DE SEÑALAMIENTO DE 4.00 x 2.50 M	83,148.24	41,574.12	41,574.12																			
19	FABRICACION E INSTALACION DE FIERROS DE SEÑALAMIENTO DE 3.00 x 1.50 M	238,275.28	119,137.63	119,137.63																			
20	CONSTRUCCION DE GAVION RECTANGULAR 1.50 x 2.00 x 0.30 MTS. EN MALLA METALICA DE TRIPLE TORSION CLASE III CALIBRE No. 12 CON CLASE III CALIBRE No. 12 CON ESCUADRA DE 6 x 6 CMS	1,322,880.00								330,720.00	330,720.00	330,720.00	330,720.00	330,720.00	330,720.00	330,720.00	330,720.00	330,720.00	330,720.00	330,720.00	330,720.00	330,720.00	
21	CONSTRUCCION DE GAVION RECTANGULAR 1.50 x 2.00 x 0.30 MTS. EN MALLA METALICA DE TRIPLE TORSION CLASE III CALIBRE No. 12 CON CLASE III CALIBRE No. 12 CON ESCUADRA DE 6 x 6 CMS	118,820.88								29,705.22	29,705.22	29,705.22	29,705.22	29,705.22	29,705.22	29,705.22	29,705.22	29,705.22	29,705.22	29,705.22	29,705.22	29,705.22	
22	SUMINISTRO Y COLOCACION DE GOTEROS TIPO PAVITEX 350 PRESENTADA EN ROLLO DE 2.38 x 100 M	138,725.88															28,145.88	28,145.88	28,145.88	28,145.88	28,145.88	28,145.88	
23	TOTAL PARCIAL	11,721,888.56	601,335.82	1,109,419.27	1,489,707.52	633,589.10	761,884.79	761,884.79	380,205.41	777,746.18	777,746.18	763,847.10	763,847.10	403,702.10	357,723.22	467,723.22	343,769.22	114,981.70	154,583.70	157,619.86	666,894.65	870,719.85	
24	TOTAL ACUMULADO		691,335.82	1,800,755.09	2,750,462.81	3,384,051.91	4,145,936.70	4,907,821.49	5,388,026.90	6,165,772.58	6,943,518.76	7,707,365.86	8,471,212.96	9,235,060.10	10,000,000.00	10,764,823.22	11,529,646.44	12,294,470.14	13,059,293.84	13,824,117.54	14,588,941.19	15,353,765.04	

TESIS CON
FALLA DE CUBEN

PROGRAMA DE OBRA EN CANTIDAD

Concepto	Descripción	Cantidad	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6	Mes 7	Mes 8	Mes 9	Mes 10	Mes 11	Mes 12	Mes 13	Mes 14	Mes 15	Mes 16	Mes 17	Mes 18	Mes 19	Mes 20
1	DESMONTE EN AREAS DESTINADAS A LA CONSTRUCCION	46.78																				
2	DEMOLICIONES DE ESTRUCTURAS DE MAMPOSTERIA	138.00																				
3	DESPLANTE EN AREAS DESTINADAS PARA DESPLANTE DE TERRAPLENES	67,224.00																				
4	EXCAVACIONES A CIELO ABIERTO EN MATERIAL COMUN	33,054.50																				
5	FORMACION DE BORDOS Y TERRAPLENES (COMPACTADOS) AL 95% PROCTOR DE LA PRUEBA C.N.A	136,312.40																				
6	CARGA Y ACARREO EN CAMION 1er. KM DEL MATERIAL PRODUCTO DE LA EXCAVACION	36,291.94																				
7	ACARREO EN CAMION KMS. SUBS. DE MATERIAL PRODUCTO DE LA EXCAVACION	36,291.94																				
8	CARGA Y ACARREO EN CAMION 1er. KM DEL MATERIAL PARA RELLENO Y FORMACION DE BORDOS Y TERRAPLENES (COMPACTADOS)	149,978.45																				
9	ACARREO EN CAMION KMS. SUBS. DE MATERIAL PARA RELLENO Y FORMACION DE BORDOS Y TERRAPLENES (COMPACTADOS)	149,978.45																				
10	CARGA Y ACARREO EN CAMION 1er. Km DE ARENA	112.00																				
11	ACARREO EN CAMION KMS. SUBS. DE ARENA	112.00																				
12	CARGA Y ACARREO EN CAMION 1er. KM. DE PIEDRA PARA MAMPOSTERIA	3,158.22																				
13	ACARREO EN CAMION KMS. SUBS. DE PIEDRA PARA MAMPOSTERIA	3,158.22																				
14	CARGA Y ACARREO EN CAMION 1er. KM. DE PIEDRA PARA GAVIONES	5,251.85																				
15	ACARREO EN CAMION KMS. SUBS. DE PIEDRA PARA GAVIONES	5,251.85																				
16	FABRICACION Y COLOCACION DE CONCRETO COMUN DE 210 KG/CM2, INCLUYE SUMINISTRO DE AGREGADOS, CEMENTO, DE AGREGADOS, CEMENTO, AGUA, ADITIVOS, CURADO Y CANGRA	336.00																				
17	FABRICACION DE MAMPOSTERIA CON MORTERO DE CEMENTO ARENA DE F' C = 140 KG/CM2, INCLUYE SUMINISTRO DE CEMENTO, AGUA Y CURADO	2,869.29																				
18	FORMACION DE LLORADEROS CON TUBO DE FIERRO GALVANIZADO DE 83.5 MM (2 1/2") DE DIAMETRO Y RELLENO DE GRAVA	96.00																				
19	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA DE PVC DE 24" DE DIAMETRO CLASE C-5	532.00																				
20	FABRICACION E INSTALACION DE LETRERO DE SEÑALAMIENTO DE 4.00 x 2.50 M	7.00																				
21	FABRICACION E INSTALACION DE LETREROS DE SEÑALAMIENTO DE 3.00 x 1.50 M	20.00																				
22	CONSTRUCCION DE GAVION RECTANGULAR LEMAC DE 2.00 x 1.00 = 0.30 MTS. EN MALLA METALICA DE TRIPLE TORSION CLASE III CALIBRE No. 12 CON CLASE III CALIBRE No. 12 CON ESCUADRA DE 6 x 6 CMS	8,000.00																				
23	CONSTRUCCION DE GAVION RECTANGULAR LEMAC DE 3.00 x 1.00 = 0.30 MTS. EN MALLA METALICA DE TRIPLE TORSION CLASE III CALIBRE No. 12 CON ESCUADRA DE 6 x 6 CMS	500.00																				
24	SUMINISTRO Y COLOCACION DE GEOTEXTIL PAVITEX - 350 PRESENTADA EN ROLLO DE 2.38 x 100 M	17,500.00																				

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

PROGRAMA DE MATERIALES EN PESOS

Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	P.U.	Total	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6	Mes 7	Mes 8	Mes 9	Mes 10	Mes 11	Mes 12	Mes 13	Mes 14	Mes 15	Mes 16	Mes 17	Mes 18	Mes 19	Mes 20	
1	Arena de banco	m3	1,362.23	75.00	102,166.88																			51,083.44	51,083.44	
2	Grava triturada de 1 1/2"	m3	257.19	115.00	29,576.99																				14,788.50	14,788.50
3	Agua	m3	27,099.28	10.00	270,992.84					16,937.05	16,937.05	16,937.05	16,937.05	16,937.05	16,937.05	16,937.05	16,937.05	16,937.05	16,937.05	16,937.05	16,937.05	16,937.05	16,937.05	16,937.05	16,937.05	16,937.05
4	Cemento normal	ton	443.88	1,400.00	621,428.40																			310,714.20	310,714.20	
5	Grava triturada de 3/4" (19 mm)	m3	6.02	170.00	1,022.94																		340.98	340.98	340.98	
6	Geotextil PAVITEX - 350	m2	18,375.00	3.51	64,496.25															12,899.25	12,899.25	12,899.25	12,899.25	12,899.25		
7	Malla metálica de triple torsión Clase III Cal 12 de 6 x 6 cms	m2	62,475.00	6.50	406,087.50							101,521.88	101,521.88	101,521.88	101,521.88											
8	Letrero de 4.00 x 2.50 m	pza	7.00	8,522.30	59,656.10	29,828.05	29,828.05																			
9	Letrero de 3.00 x 1.50 m	pza	20.00	6,296.78	125,935.60	62,967.80	62,967.80																			
10	Tubo galvanizado 40 de 63 mm	ml	96.00	65.00	6,240.00																		2,080.00	2,080.00	2,080.00	
11	Tubería de PVC de 24" de diam. clase C 5	ml	558.60	350.00	195,510.00																			97,755.00	97,755.00	
1,883,113.50																										
TOTAL PARCIAL						92,795.85	92,795.85			16,937.05	16,937.05	16,937.05	118,458.93	118,458.93	118,458.93	118,458.93	16,937.05	16,937.05	16,937.05	29,836.30	29,836.30	29,836.30	32,257.28	506,548.42	493,699.17	
TOTAL ACUMULADO						92,795.85	185,591.70	185,591.70	185,591.70	202,528.75	219,465.81	236,402.86	354,861.79	473,320.71	591,779.64	710,238.57	727,175.62	744,112.67	761,049.73	790,886.03	820,722.33	850,558.63	882,815.92	1,389,414.33	1,883,113.50	

PROGRAMA DE MATERIALES EN CANTIDAD

Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	P.U.	Total	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6	Mes 7	Mes 8	Mes 9	Mes 10	Mes 11	Mes 12	Mes 13	Mes 14	Mes 15	Mes 16	Mes 17	Mes 18	Mes 19	Mes 20
1	Arena de banco	m3	1,362.23	75.00	102,166.88																			681.12	681.12
2	Grava triturada de 1 1/2"	m3	257.19	115.00	29,576.99																			128.77	128.77
3	Agua	m3	27,099.28	10.00	270,992.84					1,730.58	1,730.58	1,730.58	1,730.58	1,730.58	1,730.58	1,730.58	1,730.58	1,730.58	1,730.58	1,730.58	1,730.58	1,730.58	1,730.58	1,730.58	1,730.58
4	Cemento normal	ton	443.72	1,400.00	621,428.40																			221.36	221.36
5	Grava triturada de 3/4" (19 mm)	m3	6.02	170.00	1,022.94																		1.92	1.92	1.92
6	Geotextil PAVITEX - 350	m2	18,375.00	3.51	64,496.25															3,875.00	3,875.00	3,875.00	3,875.00	3,875.00	
7	Malla metálica de triple torsión Clase III Cal 12 de 6 x 6 cms	m2	62,475.00	6.50	406,087.50							15,818.75	15,818.75	15,818.75	15,818.75										
8	Letrero de 4.00 x 2.50 m	pza	7.00	8,522.30	59,656.10	3.50	3.50																		
9	Letrero de 3.00 x 1.50 m	pza	20.00	6,296.78	125,935.60	10.00	10.00																		
10	Tubo galvanizado 40 de 63 mm	ml	96.00	65.00	6,240.00																		32.00	32.00	32.00
11	Tubería de PVC de 24" de diam. clase C 5	ml	558.60	350.00	195,510.00																			279.30	279.30
1,883,113.50																									

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

PROGRAMA DE MANO DE OBRA EN PESOS

Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	P.U.	Total	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6	Mes 7	Mes 8	Mes 9	Mes 10	Mes 11	Mes 12	Mes 13	Mes 14	Mes 15	Mes 16	Mes 17	Mes 18	Mes 19	Mes 20		
1	Peon	por	6,404.08	125.29	802,367.04	80,151.89	80,151.89	80,151.89					80,151.89	80,151.89	80,151.89	80,151.89									80,151.89	80,151.89	
2	Oficial de terracerías	por	272.62	278.93	76,043.24	8,449.25	8,449.25	8,449.25					8,449.25	8,449.25	8,449.25	8,449.25									8,449.25	8,449.25	
3	Sobrestante	(%)mo	0.10	1,839,110.32	191,230.69	21,247.86	21,247.86	21,247.86					21,247.86	21,247.86	21,247.86	21,247.86									21,247.86	21,247.86	
4	Oficial Albañil	por	1,824.50	278.93	508,609.07																			294,294.66	294,294.66		
5	Ayudante clase "A"	por	13.44	155.37	2,088.17																			1,044.09	1,044.09		
6	Ayudante clase "B"	por	1,018.38	155.37	158,224.97	18,778.12	18,778.12						18,778.12	18,778.12	18,778.12	18,778.12								18,778.12	18,778.12		
7	Pintor	por	27.00	278.93	7,531.11	3,786.86	3,786.86																				
8	Herrero	por	27.00	278.93	7,531.11	3,786.86	3,786.86																				
9	Colocador	por	946.19	278.93	263,920.78								86,986.29	86,986.29	86,986.29	86,986.29											
10	Tubero de 1a	por	52.32	278.93	14,592.75																			7,296.38	7,296.38		
11	Laborantista	por	13.44	278.93	3,748.82																			1,874.41	1,874.41		
					2,036,187.75																						
TOTAL PARCIAL													204,607.31	204,607.31	204,607.31	204,607.31									403,296.52	403,296.52	
TOTAL ACUMULADO						146,158.23	292,316.46	411,165.45	411,165.45	411,165.45	411,165.45	411,165.45	411,165.45	615,772.77	820,380.08	1,024,987.39	1,229,594.70	1,229,594.70	1,229,594.70	1,229,594.70	1,229,594.70	1,229,594.70	1,229,594.70	1,229,594.70	1,229,594.70	1,632,891.23	2,036,187.75

PROGRAMA DE MANO DE OBRA EN CANTIDAD

Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	P.U.	Total	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6	Mes 7	Mes 8	Mes 9	Mes 10	Mes 11	Mes 12	Mes 13	Mes 14	Mes 15	Mes 16	Mes 17	Mes 18	Mes 19	Mes 20	
1	Peon	por	6,404.08	125.29	802,367.04	711.56	711.56	711.56					711.56	711.56	711.56	711.56									711.56	711.56
2	Oficial de terracerías	por	272.62	278.93	76,043.24	30.29	30.29	30.29					30.29	30.29	30.29	30.29									30.29	30.29
3	Sobrestante	(%)mo	0.10	1,839,110.32	191,230.69	0.01	0.01	0.01					0.01	0.01	0.01	0.01									0.01	0.01
4	Oficial Albañil	por	1,824.50	278.93	508,609.07																			812.25	812.25	
5	Ayudante clase "A"	por	13.44	155.37	2,088.17																			6.72	6.72	
6	Ayudante clase "B"	por	1,018.38	155.37	158,224.97	127.30	127.30						127.30	127.30	127.30	127.30								127.30	127.30	
7	Pintor	por	27.00	278.93	7,531.11	13.50	13.50																			
8	Herrero	por	27.00	278.93	7,531.11	13.50	13.50																			
9	Colocador	por	946.19	278.93	263,920.78								236.55	236.55	236.55	236.55										
10	Tubero de 1a	por	52.32	278.93	14,592.75																			26.16	26.16	
11	Laborantista	por	13.44	278.93	3,748.82																			6.72	6.72	
					2,036,187.75																					

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

PROGRAMA DE HERRAMIENTA Y EQUIPO EN PESOS

Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	P.U.	Total	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6	Mes 7	Mes 8	Mes 9	Mes 10	Mes 11	Mes 12	Mes 13	Mes 14	Mes 15	Mes 16	Mes 17	Mes 18	Mes 19	Mes 20			
1	Herramienta menor	(%)mo	0.03	2,036,187.74	67,082.52	8,385.32	8,385.32						8,385.32	8,385.32	8,385.32	8,385.32										8,385.32	8,385.32	
2	Equipo de Laboratorio de campo	(%)mo	0.05	5,836.99	291.85																					145.83	145.83	
3	Hervidor de 1 saco	hora	354.75	18.13	6,431.54																					3,215.77	3,215.77	
4	Vibrador para concreto	hora	338.42	9.73	3,292.80																					1,848.40	1,848.40	
5	Camión de volteo de 7.00 m3	hora	2,732.39	256.23	700,121.25		50,008.86	50,008.86	50,008.86	50,008.86	50,008.86	50,008.86	50,008.86	50,008.86	50,008.86	50,008.86	50,008.86	50,008.86	50,008.86	50,008.86	50,008.86	50,008.86	50,008.86	50,008.86	50,008.86	50,008.86	50,008.86	50,008.86
6	Camión pipa de 10 000 lts de	hora	1,965.05	245.09	481,613.19					30,100.82	30,100.82	30,100.82	30,100.82	30,100.82	30,100.82	30,100.82	30,100.82	30,100.82	30,100.82	30,100.82	30,100.82	30,100.82	30,100.82	30,100.82	30,100.82	30,100.82	30,100.82	30,100.82
7	Tractor sobre orugas D 6	hora	3,876.19	292.68	1,134,482.40	182,088.92	182,088.92	182,088.92	182,088.92	182,088.92	182,088.92	182,088.92	182,088.92															
8	Moldeconformadora Cat 12G	hora	2,022.03	347.83	703,324.22					43,957.76	43,957.76	43,957.76	43,957.76	43,957.76	43,957.76	43,957.76	43,957.76	43,957.76	43,957.76	43,957.76	43,957.76	43,957.76	43,957.76	43,957.76	43,957.76	43,957.76	43,957.76	43,957.76
9	Válio compactadora VAP 70P	hora	1,987.94	288.73	573,976.57					35,873.54	35,873.54	35,873.54	35,873.54	35,873.54	35,873.54	35,873.54	35,873.54	35,873.54	35,873.54	35,873.54	35,873.54	35,873.54	35,873.54	35,873.54	35,873.54	35,873.54	35,873.54	35,873.54
10	Cargador frontal sobre neumáticos	hora	819.38	328.52	269,182.95		26,918.30	26,918.30	26,918.30	26,918.30	26,918.30	26,918.30	26,918.30	26,918.30	26,918.30	26,918.30	26,918.30	26,918.30	26,918.30	26,918.30	26,918.30	26,918.30	26,918.30	26,918.30	26,918.30	26,918.30	26,918.30	26,918.30
11	Retros excavadora con martillo	hora	38.30	359.45	13,768.62		8,884.31	8,884.31																				
TOTAL PARCIAL																												
TOTAL ACUMULADO																												

PROGRAMA DE HERRAMIENTA Y EQUIPO EN CANTIDAD

Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	P.U.	Total	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6	Mes 7	Mes 8	Mes 9	Mes 10	Mes 11	Mes 12	Mes 13	Mes 14	Mes 15	Mes 16	Mes 17	Mes 18	Mes 19	Mes 20				
1	Herramienta menor	(%)mo	0.03	2,036,187.74	67,082.52	0.004	0.004	0.004					0.004	0.004	0.004	0.004											0.004	0.004	
2	Equipo de Laboratorio de campo	(%)mo	0.05	5,836.99	291.85																						0.03	0.03	
3	Hervidor de 1 saco	hora	354.75	18.13	6,431.54																						177.37	177.37	
4	Vibrador para concreto	hora	338.42	9.73	3,292.80																						168.21	168.21	
5	Camión de volteo de 7.00 m3	hora	2,732.39	256.23	700,121.25		195.17	195.17	195.17	195.17	195.17	195.17	195.17	195.17	195.17	195.17	195.17	195.17	195.17	195.17	195.17	195.17	195.17	195.17	195.17	195.17	195.17	195.17	
6	Camión pipa de 10 000 lts de	hora	1,965.05	245.09	481,613.19					122.82	122.82	122.82	122.82	122.82	122.82	122.82	122.82	122.82	122.82	122.82	122.82	122.82	122.82	122.82	122.82	122.82	122.82	122.82	
7	Tractor sobre orugas D 6	hora	3,876.19	292.68	1,134,482.40	553.74	553.74	553.74	553.74	553.74	553.74	553.74	553.74																
8	Moldeconformadora Cat 12G	hora	2,022.03	347.83	703,324.22					128.38	128.38	128.38	128.38	128.38	128.38	128.38	128.38	128.38	128.38	128.38	128.38	128.38	128.38	128.38	128.38	128.38	128.38	128.38	
9	Válio compactadora VAP 70P	hora	1,987.94	288.73	573,976.57					124.25	124.25	124.25	124.25	124.25	124.25	124.25	124.25	124.25	124.25	124.25	124.25	124.25	124.25	124.25	124.25	124.25	124.25	124.25	
10	Cargador frontal sobre neumáticos	hora	819.38	328.52	269,182.95		81.94	81.94	81.94	81.94	81.94	81.94	81.94	81.94	81.94	81.94	81.94	81.94	81.94	81.94	81.94	81.94	81.94	81.94	81.94	81.94	81.94	81.94	81.94
11	Retros excavadora con martillo	hora	38.30	359.45	13,768.62		18.18	18.18																					
TOTAL PARCIAL																													
TOTAL ACUMULADO																													

TESIS CON
FALLA DE REGISTRO

**CAPITULO VI
PROYECTO DE LA OBRA CIVIL DEL
ENCAUZAMIENTO DEL "RIO GUANAJUATO"**

En la siguiente Tabla VI.6 "Explosión de Insumos", se presenta la relación de los materiales, herramienta, maquinaria y equipo que serán utilizados durante la ejecución de los trabajos; así como la cantidad de ellos totalizada.

**Tabla VI.6
Explosión de Insumos**

Número	Descripción	Unidad	Cantidad	P. U.	Monto	%
Materiales						
1	Arena de banco	m³	1,362.23	\$75.00	\$102,166.88	1.30
2	Grava triturada de 1 1/2"	m³	257.19	\$115.00	\$29,576.99	0.38
3	Agua	m³	27,099.28	\$10.00	\$270,992.84	3.44
4	Cemento normal	ton	443.88	\$1,400.00	\$621,428.40	7.89
5	Grava triturada de 3/4" (19 mm.)	m³	6.02	\$170.00	\$1,022.94	0.01
6	Geotextil Pavitex – 350	m²	18,375.00	\$3.51	\$64,496.25	0.82
7	Malla metálica de triple torsión Clase III calibre número 12 de 6 × 6 cm	m²	62,475.00	\$6.50	\$406,087.50	5.16
8	Letrero de 4.00 × 2.50 m.	pza	7.00	\$8,522.30	\$59,656.10	0.76
9	Letrero de 3.00 × 1.50 m.	pza	20.00	\$6,296.78	\$125,935.60	1.60
10	Tubo galvanizado de cédula 40 de 63 mm	ml	96.00	\$65.00	\$6,240.00	0.08
11	Tubería de PVC de 24" de diámetro clase C-5	ml	558.60	\$350.00	\$195,510.00	2.48
Total de Materiales					\$1,883,113.49	23.92
Mano de Obra						
1	Peón	jor	6,404.08	\$125.29	\$802,367.04	10.19
2	Oficial de terracerías	Jor	272.62	\$278.93	\$76,043.24	0.97
3	Sobrestante	(%)mo	0.10	\$1,839,110.32	\$191,230.69	2.43
4	Oficial Albañil	jor	1,824.50	\$278.93	\$508,909.07	6.46
5	Ayudante clase "A"	jor	13.44	\$155.37	\$2,088.17	0.03
6	Ayudante clase "B"	Jor	1,018.38	\$155.37	\$158,224.97	2.01
7	Pintor	jor	27.00	\$278.93	\$7,531.11	0.10
8	Herrero	jor	27.00	\$278.93	\$7,531.11	0.10
9	Colocador	jor	946.19	\$278.93	\$263,920.78	3.35
10	Tubero de 1a.	jor	52.32	\$278.93	\$14,592.75	0.19

**PROYECTO A NIVEL EJECUTIVO DEL ENCAUZAMIENTO DEL "RIO GUANAJUATO",
TRAMO PRESA "LA GARRIDA" — CIUDAD DE IRAPUATO; EN EL ESTADO DE
GUANAJUATO, MEXICO.**

**Tabla VI.6 (continúa)
Explosión de Insumos**

Número	Descripción	Unidad	Cantidad	P. U.	Monto	%
11	Laboratorista	jor	13.44	\$278.93	\$3,748.82	0.05
Total de Mano de Obra					\$2,036,187.74	25.86
Herramienta						
1	Herramienta menor	(%)mo	0.03	\$2,036,187.74	\$67,275.64	0.85
2	Equipo de Laboratorio de campo	(%)mo	0.05	\$5,836.99	\$291.85	0.00
Total de Herramienta					\$67,567.49	0.86
Equipo						
1	Revolvedora de 1 saco	hora	352.80	\$18.23	\$6,431.54	0.08
2	Vibrador para concreto	hora	336.00	\$9.80	\$3,292.80	0.04
3	Camión de volteo de 7.00 m ³	hora	2,747.73	\$254.80	\$700,121.25	8.89
4	Camión pipa de 10,000 litros de capacidad	hora	1,946.54	\$247.42	\$481,613.19	6.12
5	Tractor sobre orugas D-6	hora	3,895.09	\$291.26	\$1,134,482.46	14.41
6	Motoconformadora Caterpillar 120 - G	hora	1,946.54	\$361.32	\$703,324.22	8.93
7	Vibro compactador VAP 70	hora	1,946.54	\$294.87	\$573,976.57	7.29
8	Cargador frontal sobre neumáticos de 95 hp.	hora	788.84	\$341.24	\$269,182.95	3.42
9	Retroexcavadora con martillo	hora	38.58	\$356.93	\$13,768.62	0.17
Total de Equipo					\$3,886,193.61	49.36
TOTAL DEL REPORTE					\$7,873,062.34	100.00

VI.4 PRESUPUESTO DE OBRA

La determinación del presupuesto de la obra coincide con la evaluación de las alternativas, ya que al hacer la comparativa entre ellas desde el punto de vista económico, se concluye que la alternativa 3 es la que mejor se ajusta a las condiciones que sirvieron de base para realizar dicha evaluación. El presupuesto definitivo para la obra que se propone ejecutar como resultado del presente proyecto, se presenta en la Tabla VI.5 "Presupuesto de obra para la alternativa 3" que se incluye en el anterior subcapítulo.

PROYECTO A NIVEL EJECUTIVO DEL ENCAUZAMIENTO DEL "RIO GUANAJUATO",
TRAMO PRESA "LA GARRIDA" - CIUDAD DE IRAPUATO; EN EL
ESTADO DE GUANAJUATO, MEXICO.

CONCLUSIONES

Y

RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

• CONCLUSIONES

La problemática que representa la insuficiencia del cauce del "Río Guanajuato" en la parte sur de la ciudad de Irapuato, ha llegado a provocar inundaciones en los últimos años del siglo pasado y mantiene en riesgo a los habitantes asentados en las zonas aledañas al cauce en cada periodo de lluvias, se debe principalmente a la proliferación de una abundante flora compuesta principalmente por carrizales en el tramo comprendido entre la presa derivadora "La Garrida" y la confluencia del Río con el arroyo "Carrizalito".

Adicionalmente; se observan derrumbes del material que conforma los taludes debido a la socavación y al intemperismo. Además, existe el problema que representan las secciones del cauce en los cruces de las vías de comunicación (carreteras y vías férreas), debido a que se disminuyen de forma tal que el gasto aumenta, situación que genera un alto riesgo resulta preocupante en época de lluvias.

La situación anteriormente descrita se agrava debido a la problemática social que representan los asentamientos irregulares en las márgenes del cauce del Río ya que éste es utilizado como tiradero de basura, principalmente desechos de tipo inorgánico tales como bolsas y botellas de plástico, reduciendo la sección de conducción y creando focos de infección. El Estudio o Manifestación de Impacto Ambiental deberá realizarse de manera paralela al presente trabajo, ya que su importancia requiere de un manejo particular que no es motivo del proyecto que por ahora se desarrolla.

**PROYECTO A NIVEL EJECUTIVO DEL ENCAUZAMIENTO DEL "RIO GUANAJUATO",
TRAMO PRESA "LA GARRIDA" — CIUDAD DE IRAPUATO; EN EL ESTADO DE
GUANAJUATO, MEXICO.**

Por otro lado la falta de planeación de la traza urbana ha propiciado que los habitantes generen sus propios cruces, mismos que sólo pueden ser utilizados en época de estiaje, cortando los bordos que conforman las márgenes, debilitando de manera importante los taludes, creando el riesgo de una ruptura en los puntos de cruce, ya que nadie se preocupa por corregirlos una vez que se acerca la época de lluvias.

Un factor de riesgo adicional a los ya mencionados, lo representa el inminente desprendimiento del material geotextil, como resultado de la corriente de agua (aun cuando se tratara de una avenida normal), lo cual podría provocar que el cauce fuera obstruido en el siguiente punto de cruce con la autopista federal Salamanca—León (ya que en este punto de cruce se disminuye sensiblemente la sección del cauce), provocando una represa y hasta un desbordamiento en este punto y aguas arriba del mismo.

La posible ocurrencia de la situación referida sin duda alguna ocasionaría importantes daños a la carretera Salamanca—León a la que se ha hecho referencia; así como a la zona habitacional que se localiza entre este punto de cruce y hasta por lo menos el cruce con el ferrocarril que se localiza aproximadamente a un kilómetro atrás, incluyendo un plantel escolar.

Debido a todo lo anterior, es que se propone el conjunto de soluciones que han sido planteadas, mismas que además de considerar las características particulares de los cauces, aprovechar al máximo la infraestructura existente; obteniendo así la mejor solución desde el punto de vista técnico y también la más económica en cuanto a monto de obra se refiere.

Sin embargo, se concluye que la solución integral a este problema no está sólo en la ejecución de los trabajos de encauzamiento, sino también, en una serie de

acciones que deberán ejecutarse de manera conjunta entre todas las dependencias gubernamentales (federales, estatales y municipales) correspondientes, mismas que deberán incluir la participación ciudadana. Sobre éste particular, a continuación se proponen las siguientes:

• **RECOMENDACIONES**

Es importante que la Comisión Nacional del Agua (CNA) tome las medidas necesarias para que a corto plazo se realicen los trabajos de adecuación del cauce del "Río Guanajuato" que como resultado del presente proyecto se han definido, tales como la rectificación de la plantilla y la elevación de los márgenes en los puntos indicados, a fin de estar en condiciones de evitar que en el próximo periodo de lluvias se vuelva a presentar una situación de riesgo para los habitantes de la zona que en años pasados fue afectada en sus pertenencias y su salud, debido a la presencia de lluvias extraordinarias cuya precipitación supere las expectativas para las cuales se tienen previsiones actualmente.

Parte de las medidas que deben tomarse, es la construcción de puentes peatonales, para vehículos ligeros y para el paso de animales en los puntos que la misma población ha definido de una manera práctica. Después, deben adoptarse medidas para evitar que los habitantes asentados cerca del cauce del Río sigan arrojando desechos sólidos y líquidos de una manera descontrolada, ya que esta situación provoca como ya se mencionó antes, que la sección transversal del Río se vea disminuida de manera importante, principalmente en los puntos donde existen cruces de vías de comunicación.

Es también importante que se tomen medidas inmediatas en la zona donde se presenta la falla geológica para estabilizar el talud, ya que el recubrimiento a base de material geotextil que actualmente se encuentra colocado en el sitio está severamente dañado y existe el riesgo de que ante la presencia de una avenida

**PROYECTO A NIVEL EJECUTIVO DEL ENCAUZAMIENTO DEL "RÍO GUANAJUATO",
TRAMO PRESA "LA GARRIDA" — CIUDAD DE IRAPUATO; EN EL ESTADO DE
GUANAJUATO, MEXICO.**

extraordinaria el bordo del Río se rompa en este punto y el caudal inunde la zona habitacional que se localiza en las cercanías de este punto, zona en la que se localiza una escuela primaria. (precisamente sobre la línea de falla y junto al cauce del Río).

Es urgente también se realicen los trabajos relativos a la limpieza de la maleza que actualmente invade una importante sección del cauce del río en una longitud considerable del mismo, ya que este es un elemento importante que impide una buena conducción de las aguas que a través de él se canalizan, elemento que sumado a los desechos sólidos y líquidos que son arrojados por la población, hace que la sección del cauce se reduzca de manera importante y se facilite el desbordamiento en los puntos con una altura de bordo mas baja.

En resumen, las acciones que se recomienda iniciar de manera inmediata son las siguientes:

- a) Limpieza del cauce de flora y maleza nociva a la brevedad posible, ya sea dentro de los trabajos definidos por éste proyecto o de manera independiente.
- b) Limpieza de la sección del cauce a lo largo de todo el tramo en estudio, incluyendo los afluentes del mismo (arroyos "Carrizalito" y "Santa Rita"), retirando todos los desechos sólidos (orgánicos e inorgánicos) e instrumentar algún programa que impida que esta situación se siga presentando.
- c) Saneamiento del cauce del río en lo que se refiere a los escurrimientos o descargas de aguas negras que actualmente se pueden apreciar, dado que

éstas se están efectuando de una manera irregular y sin cubrir los requisitos ambientales mínimos.

- d) Cambio del material geotextil que actualmente se encuentra colocado en la zona de falla para evitar que éste sea arrastrado por el agua o bien que se pudiera provocar una ruptura de los bordos en este tramo y se causen daños a los habitantes de la zona y a la población escolar del plantel que ahí se ubica.

- e) Efectuar también trabajos de limpieza y desazolve sobre el canal "Tepalcates" para incrementar su capacidad de conducción, ya que aunque está fuera del tramo en estudio; su capacidad es un factor importante que interviene en la solución del problema motivo de este proyecto.

- f) Es urgente Implementar medidas inmediatas que impidan el pastoreo de ganado sobre los bordos del Río (posiblemente con cercas de alambre de púas o malla ciclónica), ya que independientemente del riesgo que para los pastores y los propios animales esto representa, el constante tránsito de los mismos sobre bordos y taludes genera que los mismos se erosionen de una manera muy rápida y el cauce reciba parte del material que se desprende debido a ésta situación.

- g) Es de suma importancia también colocar elementos que permitan brindar seguridad a los transeúntes, al ganado, a los vehículos etc. que transitan en las cercanías de las estructuras de cruce sobre el cauce del Río (puentes vehiculares, puentes de ferrocarril, etc.), ya que en cada uno de ellos existe el riesgo permanente de que se presente un accidente de fatales consecuencias y propicia el tiro de desechos sólidos sobre el cauce por parte de quienes transitan en la zona.

**PROYECTO A NIVEL EJECUTIVO DEL ENCAUZAMIENTO DEL "RIO GUANAJUATO",
TRAMO PRESA "LA GARRIDA" - CIUDAD DE IRAPUATO; EN EL
ESTADO DE GUANAJUATO, MEXICO.**

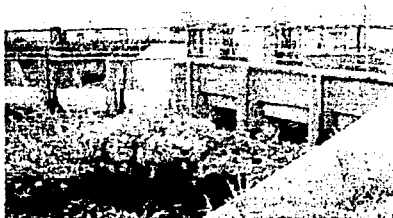
ANEXOS

**PROYECTO A NIVEL EJECUTIVO DEL ENCAUZAMIENTO DEL "RIO GUANAJUATO",
TRAMO PRESA "LA GARRIDA" - CIUDAD DE IRAPUATO; EN EL
ESTADO DE GUANAJUATO, MEXICO.**

ANEXO A

INFORME FOTOGRAFICO DE LA ZONA DEL "RIO GUANAJUATO"

PROYECTO A NIVEL EJECUTIVO DEL ENCAUZAMIENTO DEL "RIO GUANAJUATO",
TRAMO PRESA "LA GARRIDA" - CIUDAD DE IRAPUATO; EN EL
ESTADO DE GUANAJUATO, MEXICO.



Presia derivadora "La Garrida" punto de inicio del tramo en estudio - vista de aguas arriba del "Rio Guanajuato" 35 m antes del Km 0 + 000



Presia derivadora "La Garrida", derivacion al Canal Tepalcates", 35 m antes del Km 0 + 000



Presia derivadora "La Garrida" derivacion al "Rio Guanajuato" 35 m antes del Km 0 + 000



"Rio Guanajuato" vista aguas arriba desde la Presia derivadora "La Garrida" 35 m antes del Km 0+000

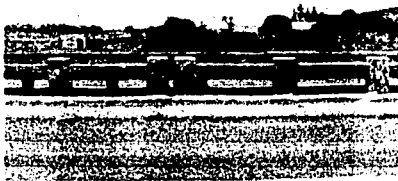
PROYECTO A NIVEL EJECUTIVO DEL ENCAUZAMIENTO DEL "RIO GUANAJUATO",
TRAMO PRESA "LA GARRIDA" - CIUDAD DE IRAPUATO; EN EL ESTADO DE
GUANAJUATO, MEXICO.



Presas derivadora 'La Garrida', vista desde
aguas abajo sobre el 'Rio Guanajuato'
Km 0+100



Rio Guanajuato' vista hacia aguas abajo
desde la presa derivadora 'La Garrida'
15 m antes del Km 0+000



Puente vehicular sobre el 'Rio Guanajuato',
vista hacia la estacion hidrometrica 'Copalera'
Km 3+380



Puente vehicular carretera federal Irapuato
Salamanca vista desde aguas abajo del
'Rio Guanajuato' Km 3+480

TERMINOS CON
FALTA DE ORIGEN



Confluencia del "Rio Guanajuato" con el arroyo
"Carrizalito" Km. 6+000



Arroyo "Carrizalito" Km. 2+100
(sobre el arroyo)



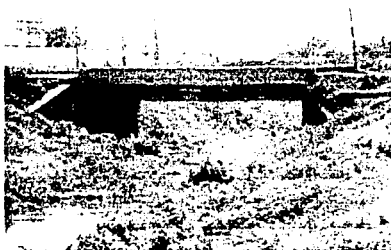
Puente vehicular local sobre el "Rio
Guanajuato
Km. 6+600



"Rio Guanajuato" vista hacia aguas abajo
desde un puente peatonal
Km. 7+800

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

PROYECTO A NIVEL EJECUTIVO DEL ENCAUZAMIENTO DEL "RIO GUANAJUATO",
TRAMO PRESA "LA GARRIDA" - CIUDAD DE IRAPUATO; EN EL ESTADO DE
GUANAJUATO, MEXICO.



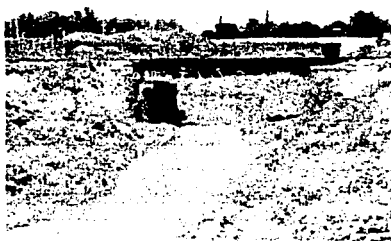
Puente vehicular sobre el "Rio Guanajuato"

Km 10+140



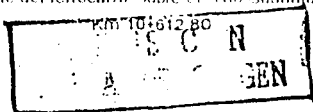
Puente vehicular sobre el "Rio Guanajuato"

Km 10+380



Puente del ferrocarril sobre el "Rio Guanajuato"

Km 10+612.80



Puente vehicular sobre el "Rio Guanajuato"

Km 10+776

ANEXO A
INFORME FOTOGRAFICO DE LA
ZONA DEL "RIO GUANAJUATO"



"Rio Guanajuato" tramo con recubrimiento de geotextil Km 10+799-Km 11+300



Puente vehicular sobre el "Rio Guanajuato"
Km 11+760



Puente vehicular sobre el "Rio Guanajuato"
Km 12+479



Aspecto del cauce pasando el puente vehicular sobre la carretera federal Irapuato-Salamanca vista desde aguas abajo del "Rio Guanajuato"
Km 3+480

ANEXO B

HIDROGRAMAS DE LAS AVENIDAS DE DISEÑO DEL "RIO GUANAJUATO" Y SUS AFLUENTES

**PROYECTO A NIVEL EJECUTIVO DEL ENCAUZAMIENTO DEL "RIO GUANAJUATO",
TRAMO PRESA "LA GARRIDA" - CIUDAD DE IRAPUATO; EN EL
ESTADO DE GUANAJUATO, MEXICO.**

Tabla B.1

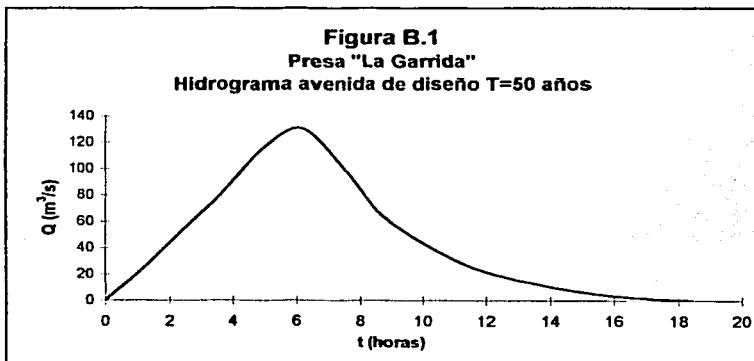
Datos para la construcción de hidrogramas, presa "La Garrida"

Hidrograma
Unitario
Adimensional

$Q_p = 130.57 \text{ m}^3/\text{s}$
 $t_p = 6.14 \text{ horas}$
Hidrograma, Av. de diseño, $T = 50$ años

t / t_p	Q / Q_p
0.0	0.0000
0.2	0.2000
0.4	0.4156
0.6	0.6296
0.8	0.8719
1.0	1.0000
1.2	0.7963
1.4	0.5200
1.6	0.3556
1.8	0.2333
2.0	0.1519
2.2	0.0978
2.4	0.0555
2.6	0.0259
2.8	0.0111
3.0	0.0000

t (hrs)	Q (m ³ /s)
0.00	0.00
1.23	26.11
2.46	54.26
3.68	82.21
4.91	113.84
6.14	130.57
7.37	103.97
8.60	67.90
9.82	46.43
11.05	30.46
12.28	19.83
13.51	12.77
14.74	7.25
15.96	3.38
17.19	1.45
18.42	0.00



PROYECTO A NIVEL EJECUTIVO DEL ENCAUZAMIENTO DEL "RIO GUANAJUATO",
 TRAMO PRESA "LA GARRIDA" - CIUDAD DE IRAPUATO; EN EL ESTADO DE
 GUANAJUATO, MEXICO.

Tabla B.2

Datos para la construcción de hidrogramas, presa "La Garrida"

Hidrograma
 Unitario
 Adimensional

$Q_p = 149.28$ m³/s
 $t_p = 6.14$ horas

Hidrograma, Av. de diseño, T = 100 años

t / t _p	Q / Q _p
0.0	0.0000
0.2	0.2000
0.4	0.4156
0.6	0.6296
0.8	0.8719
1.0	1.0000
1.2	0.7963
1.4	0.5200
1.6	0.3556
1.8	0.2333
2.0	0.1519
2.2	0.0978
2.4	0.0555
2.6	0.0259
2.8	0.0111
3.0	0.0000

t (hrs)	Q (m ³ /s)
0.00	0.00
1.23	29.86
2.46	62.04
3.68	93.99
4.91	130.16
6.14	149.28
7.37	118.87
8.60	77.63
9.82	53.08
11.05	34.83
12.28	22.68
13.51	14.60
14.74	8.29
15.96	3.87
17.19	1.66
18.42	0.00

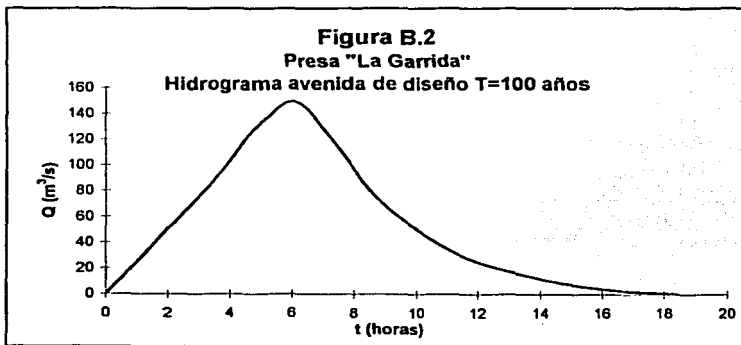


Tabla B.3

Datos para la construcción de hidrogramas, presa "La Garrida"

Hidrograma
 Unitario
 Adimensional

$Q_p = 192.71 \text{ m}^3/\text{s}$
 $t_p = 6.14 \text{ horas}$
 Hidrograma, Av. de diseño, $T = 500 \text{ años}$

t / t _p	Q / Q _p
0.0	0.0000
0.2	0.2000
0.4	0.4156
0.6	0.6296
0.8	0.8719
1.0	1.0000
1.2	0.7963
1.4	0.5200
1.6	0.3556
1.8	0.2333
2.0	0.1519
2.2	0.0978
2.4	0.0555
2.6	0.0259
2.8	0.0111
3.0	0.0000

t (hrs)	Q (m ³ /s)
0.00	0.00
1.23	38.54
2.46	80.09
3.68	121.33
4.91	168.02
6.14	192.71
7.37	153.45
8.60	100.21
9.82	68.53
11.05	44.96
12.28	29.27
13.51	18.85
14.74	10.70
15.96	4.99
17.19	2.14
18.42	0.00

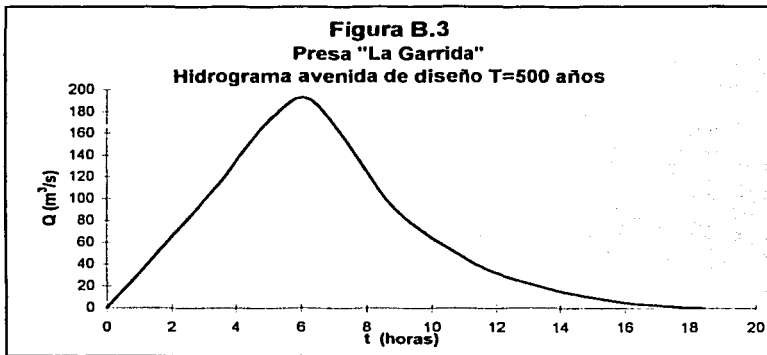


Tabla B.4
 Datos para la construcción de hidrogramas;
 estación hidrométrica "Copalillo"

Hidrograma
 Unitario
 Adimensional

$Q_p = 141.30$ m³/s
 $t_p = 6.42$ horas
 Hidrograma, Av. de diseño, T = 50 años

t / t _p	Q / Q _p
0.0	0.0000
0.2	0.2000
0.4	0.4156
0.6	0.6296
0.8	0.8719
1.0	1.0000
1.2	0.7963
1.4	0.5200
1.6	0.3556
1.8	0.2333
2.0	0.1519
2.2	0.0978
2.4	0.0555
2.6	0.0259
2.8	0.0111
3.0	0.0000

t (hrs)	Q (m ³ /s)
0.00	0.00
1.28	28.26
2.57	58.72
3.85	88.96
5.14	123.20
6.42	141.30
7.70	112.52
8.99	73.48
10.27	50.25
11.56	32.97
12.84	21.46
14.12	13.82
15.41	7.84
16.69	3.66
17.98	1.57
19.26	0.00

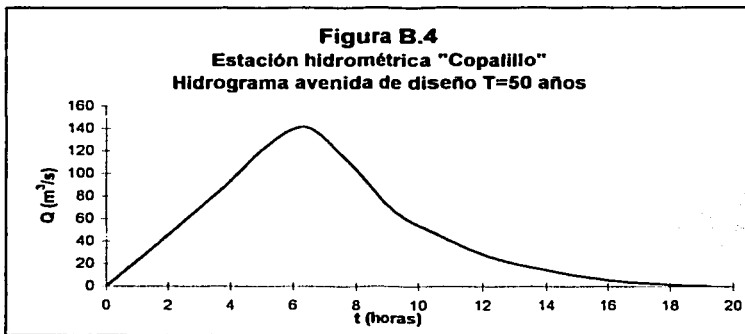


Tabla B.5
 Datos para la construcción de hidrogramas;
 estación hidrométrica "Copalillo"

Hidrograma
 Unitario
 Adimensional

$Q_p = 161.55 \text{ m}^3/\text{s}$
 $t_p = 6.42 \text{ horas}$

Hidrograma, Av. de diseño, $T = 100$ años

t/t_p	Q/Q_p
0.0	0.0000
0.2	0.2000
0.4	0.4156
0.6	0.6296
0.8	0.8719
1.0	1.0000
1.2	0.7963
1.4	0.5200
1.6	0.3556
1.8	0.2333
2.0	0.1519
2.2	0.0978
2.4	0.0555
2.6	0.0259
2.8	0.0111
3.0	0.0000

$t \text{ (hrs)}$	$Q \text{ (m}^3/\text{s)}$
0.00	0.00
1.28	32.31
2.57	67.14
3.85	101.71
5.14	140.86
6.42	161.55
7.70	128.64
8.99	84.01
10.27	57.45
11.56	37.69
12.84	24.54
14.12	15.80
15.41	8.97
16.69	4.18
17.98	1.79
19.26	0.00

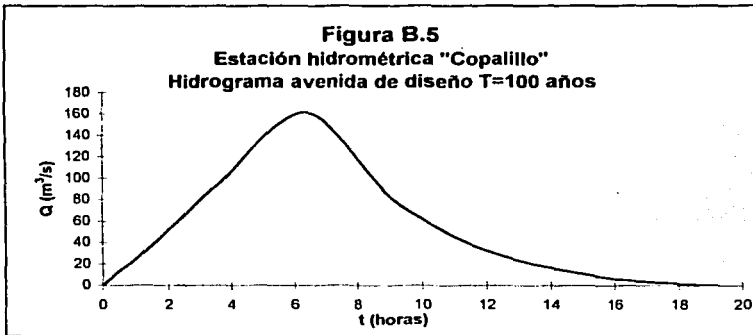


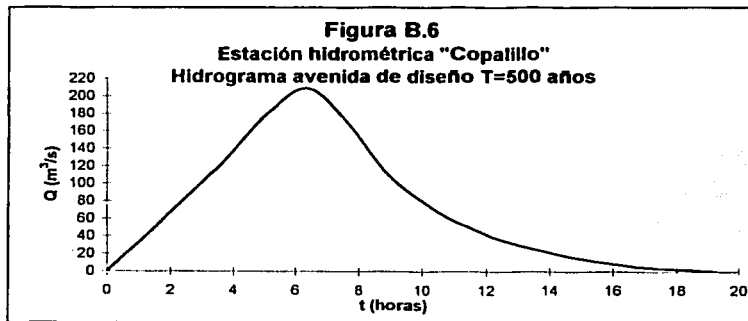
Tabla B.6
Datos para la construcción de hidrogramas;
estación hidrométrica "Copalillo"

Hidrograma
 Unitario
 Adimensional

$Q_p = 208.55$ m³/s
 $t_p = 6.42$ horas
 Hidrograma, Av. de diseño, T = 500 años

t / t _p	Q / Q _p
0.0	0.0000
0.2	0.2000
0.4	0.4156
0.6	0.6296
0.8	0.8719
1.0	1.0000
1.2	0.7963
1.4	0.5200
1.6	0.3556
1.8	0.2333
2.0	0.1519
2.2	0.0978
2.4	0.0555
2.6	0.0259
2.8	0.0111
3.0	0.0000

t (hrs)	Q (m ³ /s)
0.00	0.00
1.28	41.71
2.57	86.67
3.85	131.30
5.14	181.83
6.42	208.55
7.70	166.07
8.99	108.45
10.27	74.16
11.56	48.65
12.84	31.68
14.12	20.40
15.41	11.57
16.69	5.40
17.98	2.31
19.26	0.00



ANEXO B
HIDROGRAMAS DELAS AVENIDAS DE DISEÑO
DEL "RIO GUANAJUATO" Y SUS AFLUENTES

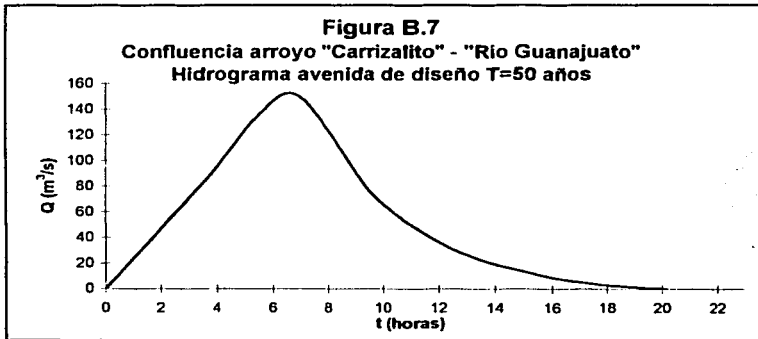
Tabla B.7
Datos para la construcción de hidrogramas confluencia
arroyo "Carrizalito" - "Río Guanajuato".

Hidrograma
 Unitario
 Adimensional

t / tp	Q / Qp
0.0	0.0000
0.2	0.2000
0.4	0.4156
0.6	0.6296
0.8	0.8719
1.0	1.0000
1.2	0.7963
1.4	0.5200
1.6	0.3556
1.8	0.2333
2.0	0.1519
2.2	0.0978
2.4	0.0555
2.6	0.0259
2.8	0.0111
3.0	0.0000

Qp = 152.33 m³/s
 tp = 6.71 horas
 Hidrograma, Av. de diseño, T = 50 años

t (hrs)	Q (m ³ /s)
0.00	0.00
1.34	30.47
2.68	63.31
4.03	95.91
5.37	132.82
6.71	152.33
8.05	121.30
9.39	79.21
10.74	54.17
12.08	35.54
13.42	23.14
14.76	14.90
16.10	8.45
17.45	3.95
18.79	1.69
20.13	0.00



**PROYECTO A NIVEL EJECUTIVO DEL ENCAUZAMIENTO DEL "RÍO GUANAJUATO",
TRAMO PRESA "LA GARRIDA" - CIUDAD DE IRAPUATO; EN EL ESTADO DE
GUANAJUATO, MEXICO.**

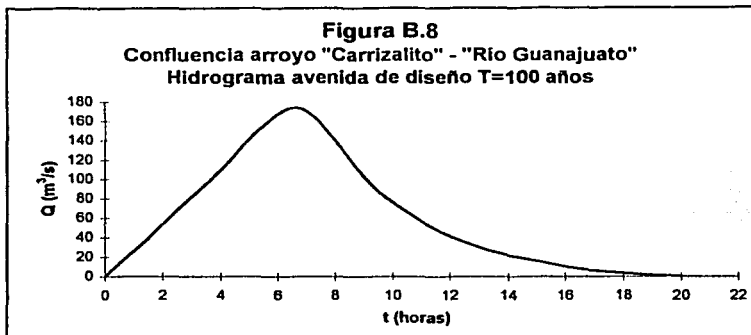
Tabla B.8
Datos para la construcción de hidrogramas confluencia
arroyo "Carrizalito" - "Río Guanajuato".

Hidrograma
 Unitario
 Adimensional

$Q_p = 174.16$ m³/s
 $t_p = 6.71$ horas
 Hidrograma, Av. de diseño, T = 100 años

t / t _p	Q / Q _p
0.0	0.0000
0.2	0.2000
0.4	0.4156
0.6	0.6296
0.8	0.8719
1.0	1.0000
1.2	0.7963
1.4	0.5200
1.6	0.3556
1.8	0.2333
2.0	0.1519
2.2	0.0978
2.4	0.0555
2.6	0.0259
2.8	0.0111
3.0	0.0000

t (hrs)	Q (m ³ /s)
0.00	0.00
1.34	34.83
2.68	72.38
4.03	109.65
5.37	151.85
6.71	174.16
8.05	138.68
9.39	90.56
10.74	61.93
12.08	40.63
13.42	26.45
14.76	17.03
16.10	9.67
17.45	4.51
18.79	1.93
20.13	0.00



ANEXO B
HIDROGRAMAS DELAS AVENIDAS DE DISEÑO
DEL "RIO GUANAJUATO" Y SUS AFLUENTES

Tabla B.9
Datos para la construcción de hidrogramas confluencia
arroyo "Carrizalito" - "Río Guanajuato".

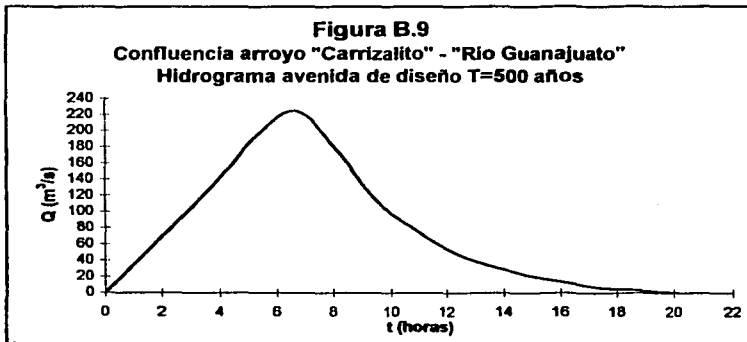
Hidrograma
Unitario
Adimensional

$Q_p = 224.83 \text{ m}^3/\text{s}$
 $t_p = 6.71 \text{ horas}$

Hidrograma, Av. de diseño, T = 500 años

t / tp	Q / Qp
0.0	0.0000
0.2	0.2000
0.4	0.4156
0.6	0.6296
0.8	0.8719
1.0	1.0000
1.2	0.7963
1.4	0.5200
1.6	0.3556
1.8	0.2333
2.0	0.1519
2.2	0.0978
2.4	0.0555
2.6	0.0259
2.8	0.0111
3.0	0.0000

t (hrs)	Q (m ³ /s)
0.00	0.00
1.34	44.97
2.68	93.44
4.03	141.55
5.37	196.03
6.71	224.83
8.05	179.03
9.39	116.91
10.74	79.95
12.08	52.45
13.42	34.15
14.76	21.99
16.10	12.48
17.45	5.82
18.79	2.50
20.13	0.00



**PROYECTO A NIVEL EJECUTIVO DEL ENCAUZAMIENTO DEL "RIO GUANAJUATO",
TRAMO PRESA "LA GARRIDA" - CIUDAD DE IRAPUATO; EN EL ESTADO DE
GUANAJUATO, MEXICO.**

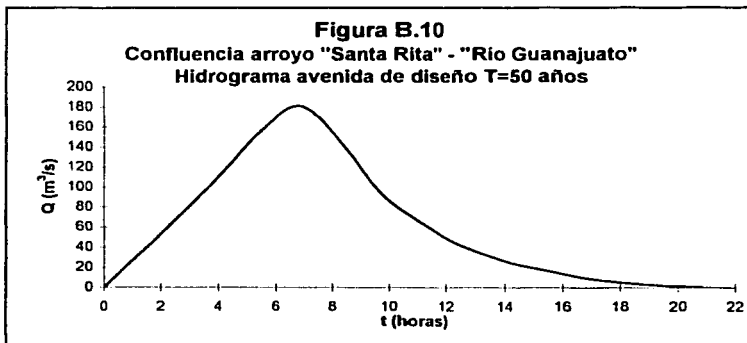
Tabla B.10
Datos para la construcción de hidrogramas confluencia
arroyo "Santa Rita" - "Río Guanajuato".

Hidrograma
Unitario
Dimensional

$Q_p = 180.92$ m³/s
 $t_p = 6.94$ horas
Hidrograma, Av. de diseño, T = 50 años

t / t _p	Q / Q _p
0.0	0.0000
0.2	0.2000
0.4	0.4156
0.6	0.6296
0.8	0.8719
1.0	1.0000
1.2	0.7963
1.4	0.5200
1.6	0.3556
1.8	0.2333
2.0	0.1519
2.2	0.0978
2.4	0.0555
2.6	0.0259
2.8	0.0111
3.0	0.0000

t (hrs)	Q (m ³ /s)
0.00	0.00
1.39	36.18
2.78	75.19
4.16	113.91
5.55	157.74
6.94	180.92
8.33	144.07
9.72	94.08
11.10	64.34
12.49	42.21
13.88	27.48
15.27	17.69
16.66	10.04
18.04	4.69
19.43	2.01
20.82	0.00



ANEXO B
HIDROGRAMAS DELAS AVENIDAS DE DISEÑO
DEL "RÍO GUANAJUATO" Y SUS AFLUENTES

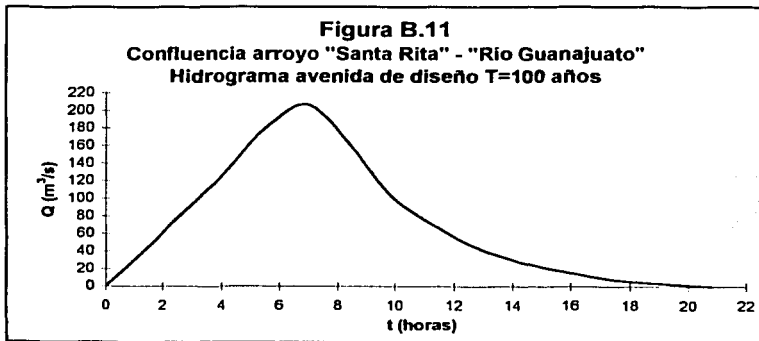
Tabla B.11
Datos para la construcción de hidrogramas confluencia
arroyo "Santa Rita" - "Río Guanajuato".

Hidrograma
 Unitario
 Adimensional

$Q_p = 206.84$ m³/s
 $t_p = 6.94$ horas
 Hidrograma, Av. de diseño, T = 100 años

t / t _p	Q / Q _p
0.0	0.0000
0.2	0.2000
0.4	0.4156
0.6	0.6296
0.8	0.8719
1.0	1.0000
1.2	0.7963
1.4	0.5200
1.6	0.3556
1.8	0.2333
2.0	0.1519
2.2	0.0978
2.4	0.0555
2.6	0.0259
2.8	0.0111
3.0	0.0000

t (hrs)	Q (m ³ /s)
0.00	0.00
1.39	41.37
2.78	85.96
4.16	130.23
5.55	180.34
6.94	206.84
8.33	164.71
9.72	107.56
11.10	73.55
12.49	48.26
13.88	31.42
15.27	20.23
16.66	11.48
18.04	5.36
19.43	2.30
20.82	0.00



**PROYECTO A NIVEL EJECUTIVO DEL ENCAUZAMIENTO DEL "RIO GUANAJUATO",
TRAMO PRESA "LA GARRIDA" - CIUDAD DE IRAPUATO; EN EL ESTADO DE
GUANAJUATO, MEXICO.**

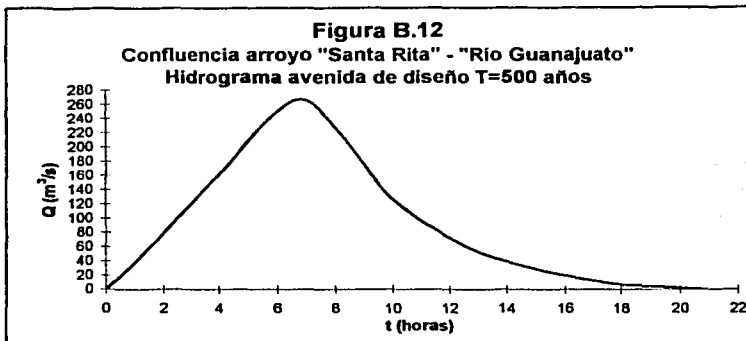
Tabla B.12
Datos para la construcción de hidrogramas confluencia
arroyo "Santa Rita" - "Río Guanajuato".

Hidrograma
 Unitario
 Adimensional

$Q_p = 267.03$ m³/s
 $t_p = 6.94$ horas
 Hidrograma, Av. de diseño, T = 500 años

t / t _p	Q / Q _p
0.0	0.0000
0.2	0.2000
0.4	0.4156
0.6	0.6296
0.8	0.8719
1.0	1.0000
1.2	0.7963
1.4	0.5200
1.6	0.3556
1.8	0.2333
2.0	0.1519
2.2	0.0978
2.4	0.0555
2.6	0.0259
2.8	0.0111
3.0	0.0000

t (hrs)	Q (m ³ /s)
0.00	0.00
1.39	53.41
2.78	110.98
4.16	168.12
5.55	232.82
6.94	267.03
8.33	212.64
9.72	138.86
11.10	94.96
12.49	62.30
13.88	40.56
15.27	26.12
16.66	14.82
18.04	6.92
19.43	2.96
20.82	0.00



ANEXO B
HIDROGRAMAS DELAS AVENIDAS DE DISEÑO
DEL "RÍO GUANAJUATO" Y SUS AFLUENTES

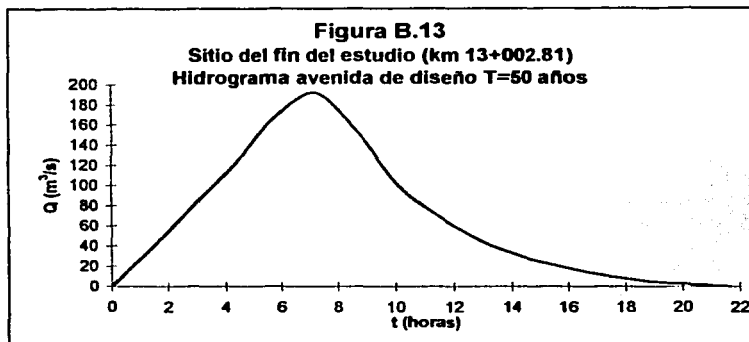
Tabla B.13
Datos para la construcción de hidrogramas
en el sitio del fin del estudio (km 13+002.81)

Hidrograma
 Unitario
 Adimensional

$Q_p = 192.07 \text{ m}^3/\text{s}$
 $t_p = 7.22 \text{ horas}$
 Hidrograma, Av. de diseño, $T = 50 \text{ años}$

t / t_p	Q / Q_p
0.0	0.0000
0.2	0.2000
0.4	0.4156
0.6	0.6296
0.8	0.8719
1.0	1.0000
1.2	0.7963
1.4	0.5200
1.6	0.3556
1.8	0.2333
2.0	0.1519
2.2	0.0978
2.4	0.0555
2.6	0.0259
2.8	0.0111
3.0	0.0000

t (hrs)	Q (m ³ /s)
0.00	0.00
1.44	38.41
2.89	79.82
4.33	120.93
5.78	167.47
7.22	192.07
8.66	152.95
10.11	99.88
11.55	68.30
13.00	44.81
14.44	29.18
15.88	18.78
17.33	10.66
18.77	4.97
20.22	2.13
21.66	0.00



**PROYECTO A NIVEL EJECUTIVO DEL ENCAUZAMIENTO DEL "RIO GUANAJUATO",
TRAMO PRESA "LA GARRIDA" - CIUDAD DE IRAPUATO; EN EL ESTADO DE
GUANAJUATO, MEXICO.**

Tabla B.14
Datos para la construcción de hidrogramas
en el sitio del fin del estudio (km 13+002.81)

Hidrograma
Unitario
Adimensional

$Q_p = 219.58$ m³/s
 $t_p = 7.22$ horas

Hidrograma, Av. de diseño, T = 100 años

t / t _p	Q / Q _p
0.0	0.0000
0.2	0.2000
0.4	0.4156
0.6	0.6296
0.8	0.8719
1.0	1.0000
1.2	0.7963
1.4	0.5200
1.6	0.3556
1.8	0.2333
2.0	0.1519
2.2	0.0978
2.4	0.0555
2.6	0.0259
2.8	0.0111
3.0	0.0000

t (hrs)	Q (m ³ /s)
0.00	0.00
1.44	43.92
2.89	91.26
4.33	138.25
5.78	191.45
7.22	219.58
8.66	174.85
10.11	114.18
11.55	78.08
13.00	51.23
14.44	33.35
15.88	21.47
17.33	12.19
18.77	5.69
20.22	2.44
21.66	0.00

Figura B.14
Sitio del fin del estudio (km 13+002.81)
Hidrograma avenida de diseño T=100 años

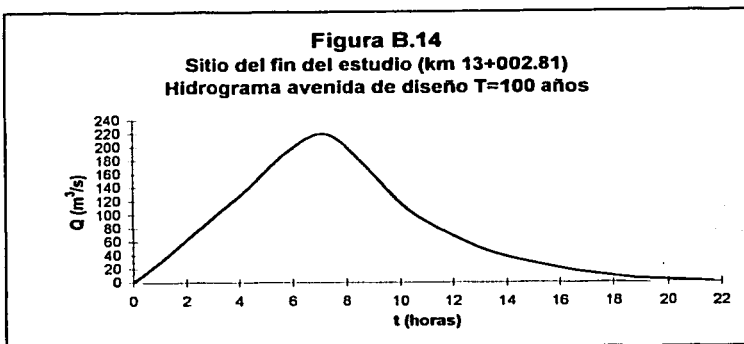


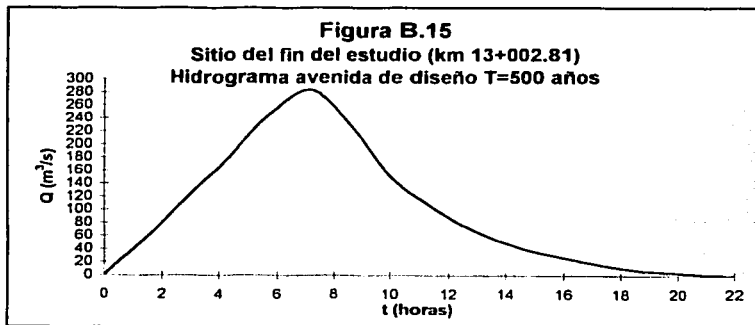
Tabla B.15
Datos para la construcción de hidrogramas
en el sitio del fin del estudio (km 13+002.81)

Hidrograma
Unitario
Adimensional

$Q_p = 283.48 \text{ m}^3/\text{s}$
 $t_p = 7.22 \text{ horas}$
Hidrograma, Av. de diseño, $T = 500 \text{ años}$

t / t_p	Q / Q_p
0.0	0.0000
0.2	0.2000
0.4	0.4156
0.6	0.6296
0.8	0.8719
1.0	1.0000
1.2	0.7963
1.4	0.5200
1.6	0.3556
1.8	0.2333
2.0	0.1519
2.2	0.0978
2.4	0.0555
2.6	0.0259
2.8	0.0111
3.0	0.0000

t (hrs)	Q (m^3/s)
0.00	0.00
1.44	56.70
2.89	117.81
4.33	178.48
5.78	247.17
7.22	283.48
8.66	225.74
10.11	147.41
11.55	100.81
13.00	66.14
14.44	43.06
15.88	27.72
17.33	15.73
18.77	7.34
20.22	3.15
21.66	0.00



**PROYECTO A NIVEL EJECUTIVO DEL ENCAUZAMIENTO DEL "RIO GUANAJUATO",
TRAMO PRESA "LA GARRIDA" - CIUDAD DE IRAPUATO; EN EL ESTADO DE
GUANAJUATO, MEXICO.**

Tabla B.16

Datos para la construccion de hidrogramas arroyo "Carrizalito"

Hidrograma
Unitario
Adimensional

$Q_p = 5.07$ m³/s
 $t_p = 4.23$ horas
Hidrograma, Av. de diseño, T = 50 años

t / t _p	Q / Q _p
0.0	0.0000
0.2	0.2000
0.4	0.4156
0.6	0.6296
0.8	0.8719
1.0	1.0000
1.2	0.7963
1.4	0.5200
1.6	0.3556
1.8	0.2333
2.0	0.1519
2.2	0.0978
2.4	0.0555
2.6	0.0259
2.8	0.0111
3.0	0.0000

t (hrs)	Q (m ³ /s)
0.00	0.00
0.85	1.01
1.69	2.11
2.54	3.19
3.38	4.42
4.23	5.07
5.08	4.04
5.92	2.64
6.77	1.80
7.61	1.18
8.46	0.77
9.31	0.50
10.15	0.28
11.00	0.13
11.84	0.06
12.69	0.00

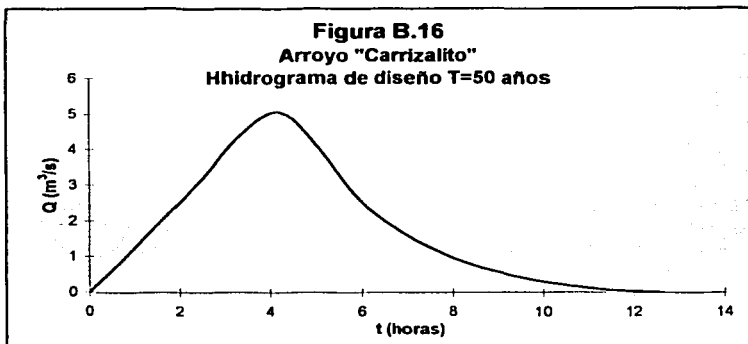


Tabla B.17

Datos para la construccion de hidrogramas arroyo "Carrizalito"

Hidrograma
Unitario
Adimensional

$Q_p = 5.80 \text{ m}^3/\text{s}$
 $tp = 4.23 \text{ horas}$
Hidrograma, Av. de diseño, T = 100 años

t / tp	Q / Qp
0.0	0.0000
0.2	0.2000
0.4	0.4156
0.6	0.6296
0.8	0.8719
1.0	1.0000
1.2	0.7963
1.4	0.5200
1.6	0.3556
1.8	0.2333
2.0	0.1519
2.2	0.0978
2.4	0.0555
2.6	0.0259
2.8	0.0111
3.0	0.0000

t (hrs)	Q (m ³ /s)
0.00	0.00
0.85	1.16
1.69	2.41
2.54	3.65
3.38	5.06
4.23	5.80
5.08	4.62
5.92	3.02
6.77	2.06
7.61	1.35
8.46	0.88
9.31	0.57
10.15	0.32
11.00	0.15
11.84	0.06
12.69	0.00

Figura B.17
Arroyo "Carrizalito"
Hhidrograma de diseño T=100 años

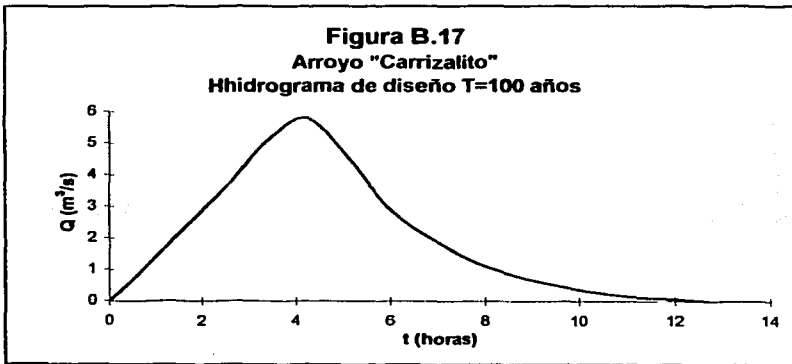


Tabla B.18

Datos para la construccion de hidrogramas arroyo "Carrizalito"

Hidrograma
 Unitario
 Dimensional

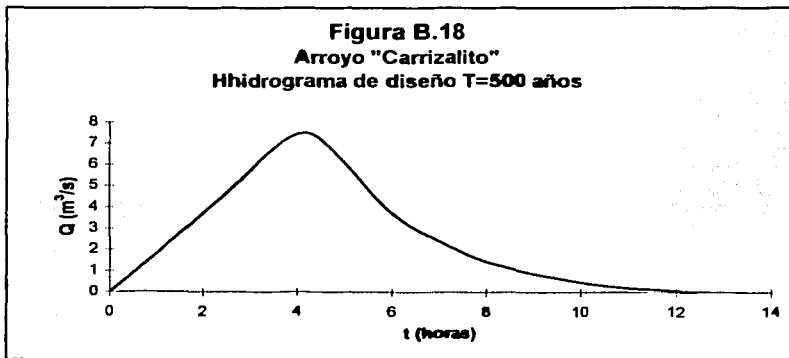
$Q_p = 7.49 \text{ m}^3/\text{s}$
 $t_p = 4.23 \text{ horas}$

Hidrograma, Av. de diseño, $T = 500 \text{ años}$

t / t_p	Q / Q_p
0.0	0.0000
0.2	0.2000
0.4	0.4156
0.6	0.6296
0.8	0.8719
1.0	1.0000
1.2	0.7963
1.4	0.5200
1.6	0.3556
1.8	0.2333
2.0	0.1519
2.2	0.0978
2.4	0.0555
2.6	0.0259
2.8	0.0111
3.0	0.0000

t (hrs)	Q (m^3/s)
0.00	0.00
0.85	1.50
1.69	3.11
2.54	4.72
3.38	6.53
4.23	7.49
5.08	5.96
5.92	3.89
6.77	2.66
7.61	1.75
8.46	1.14
9.31	0.73
10.15	0.42
11.00	0.19
11.84	0.08
12.69	0.00

Figura B.18
 Arroyo "Carrizalito"
 Hhidrograma de diseño $T=500 \text{ años}$



ANEXO B
HIDROGRAMAS DELAS AVENIDAS DE DISEÑO
DEL "RIO GUANAJUATO" Y SUS AFLUENTES

Tabla B.19
Datos para la construcción de hidrogramas arroyo "Santa Rita"

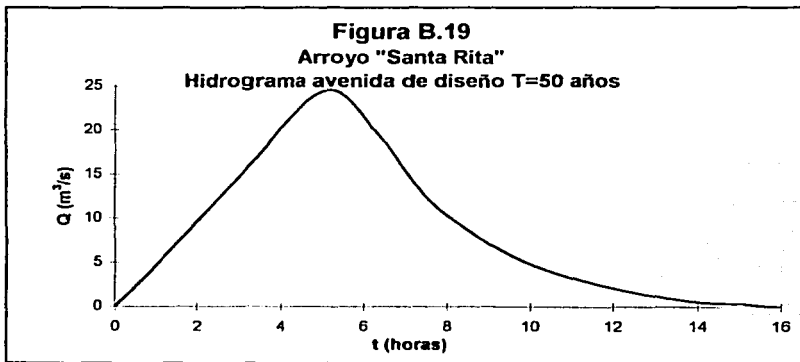
Hidrograma
 Unitario
 Adimensional

$Q_p = 24.52 \text{ m}^3/\text{s}$
 $t_p = 5.32 \text{ horas}$

Hidrograma, Av. de diseño, $T = 50$ años

t / t_p	Q / Q_p
0.0	0.0000
0.2	0.2000
0.4	0.4156
0.6	0.6296
0.8	0.8719
1.0	1.0000
1.2	0.7963
1.4	0.5200
1.6	0.3556
1.8	0.2333
2.0	0.1519
2.2	0.0978
2.4	0.0555
2.6	0.0259
2.8	0.0111
3.0	0.0000

t (hrs)	Q (m^3/s)
0.00	0.00
1.06	4.90
2.13	10.19
3.19	15.44
4.26	21.38
5.32	24.52
6.38	19.53
7.45	12.75
8.51	8.72
9.58	5.72
10.64	3.72
11.70	2.40
12.77	1.36
13.83	0.64
14.90	0.27
15.96	0.00



PROYECTO A NIVEL EJECUTIVO DEL ENCAUZAMIENTO DEL "RIO GUANAJUATO",
 TRAMO PRESA "LA GARRIDA" - CIUDAD DE IRAPUATO; EN EL ESTADO DE
 GUANAJUATO, MEXICO.

Tabla B.20
 Datos para la construcción de hidrogramas arroyo "Santa Rita"

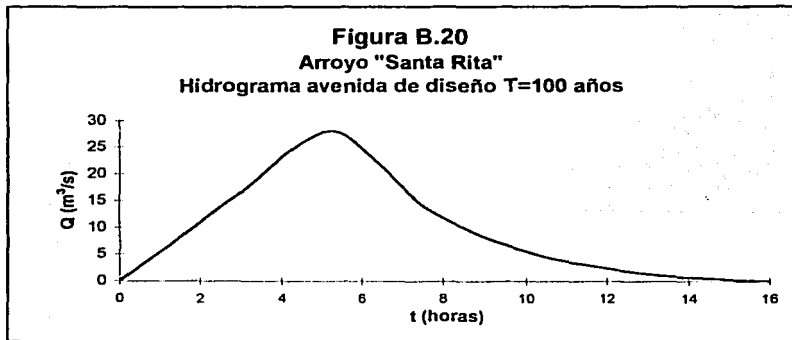
Hidrograma
 Unitario
 Adimensional

$Q_p = 28.04$ m³/s
 $t_p = 5.32$ horas
 Hidrograma, Av. de diseño, T = 100 años

t / t _p	Q / Q _p
0.0	0.0000
0.2	0.2000
0.4	0.4156
0.6	0.6296
0.8	0.8719
1.0	1.0000
1.2	0.7963
1.4	0.5200
1.6	0.3556
1.8	0.2333
2.0	0.1519
2.2	0.0978
2.4	0.0555
2.6	0.0259
2.8	0.0111
3.0	0.0000

t (hrs)	Q (m ³ /s)
0.00	0.00
1.06	5.61
2.13	11.65
3.19	17.65
4.26	24.45
5.32	28.04
6.38	22.33
7.45	14.58
8.51	9.97
9.58	6.54
10.64	4.26
11.70	2.74
12.77	1.56
13.83	0.73
14.90	0.31
15.96	0.00

Figura B.20
 Arroyo "Santa Rita"
 Hidrograma avenida de diseño T=100 años



ANEXO B
HIDROGRAMAS DELAS AVENIDAS DE DISEÑO
DEL "RIO GUANAJUATO" Y SUS AFLUENTES

Tabla B.21
Datos para la construcción de hidrogramas arroyo "Santa Rita"

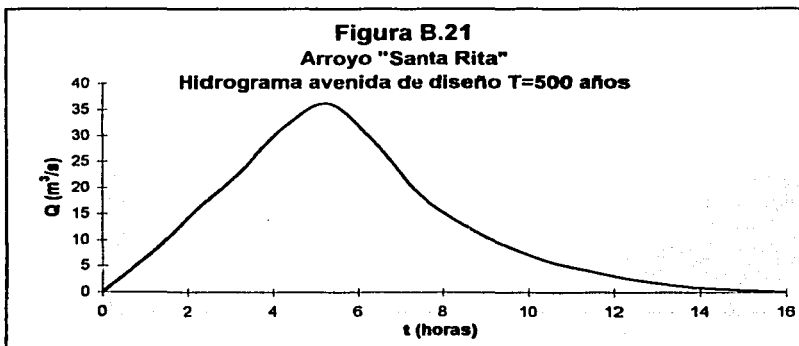
Hidrograma
 Unitario
 Adimensional

$Q_p = 36.20 \text{ m}^3/\text{s}$
 $t_p = 5.32 \text{ horas}$

Hidrograma, Av. de diseño, $T = 500$ años

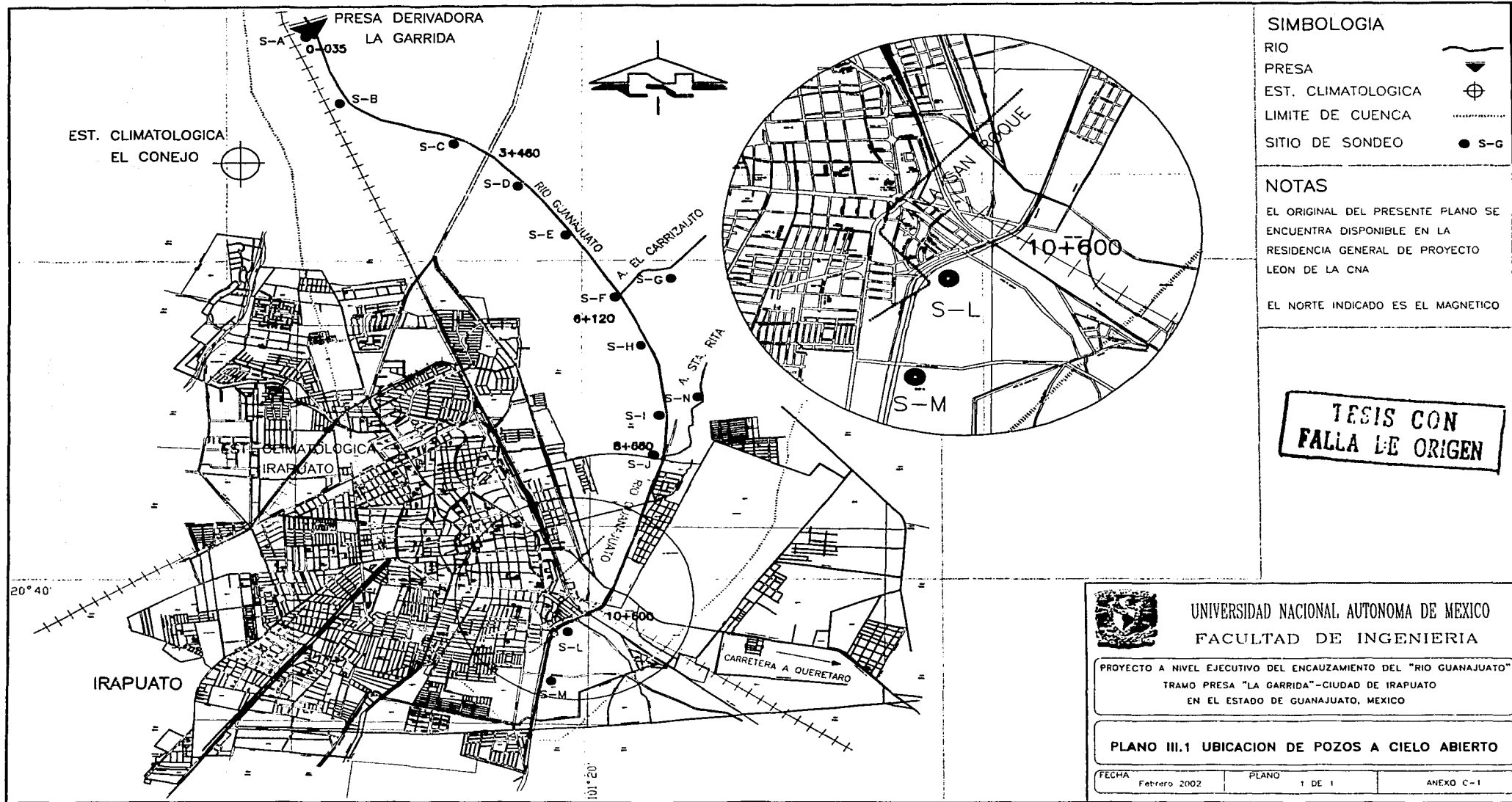
t / t_p	Q / Q_p
0.0	0.0000
0.2	0.2000
0.4	0.4156
0.6	0.6296
0.8	0.8719
1.0	1.0000
1.2	0.7963
1.4	0.5200
1.6	0.3556
1.8	0.2333
2.0	0.1519
2.2	0.0978
2.4	0.0555
2.6	0.0259
2.8	0.0111
3.0	0.0000

t (hrs)	Q (m^3/s)
0.00	0.00
1.06	7.24
2.13	15.04
3.19	22.79
4.26	31.56
5.32	36.20
6.38	28.83
7.45	18.82
8.51	12.87
9.58	8.45
10.64	5.50
11.70	3.54
12.77	2.01
13.83	0.94
14.90	0.40
15.96	0.00



ANEXO C

PLANOS DE UBICACION DE SONDEOS Y BANCOS DE MATERIAL



SIMBOLOGIA

- RIO
- PRESA
- EST. CLIMATOLOGICA
- LIMITE DE CUENCA
- SITIO DE SONDEO S-G

NOTAS

EL ORIGINAL DEL PRESENTE PLANO SE ENCUENTRA DISPONIBLE EN LA RESIDENCIA GENERAL DE PROYECTO LEON DE LA CNA
 EL NORTE INDICADO ES EL MAGNETICO

TESIS CON FALLA LE ORIGEN

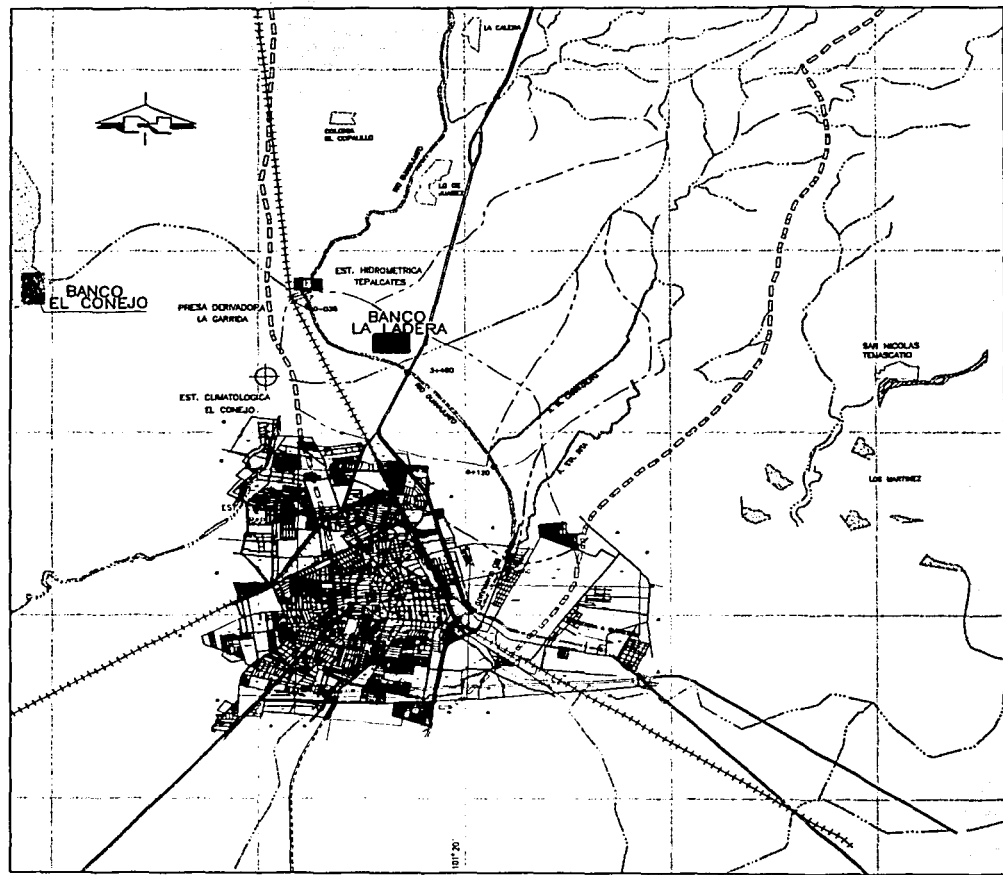


UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
 FACULTAD DE INGENIERIA

PROYECTO A NIVEL EJECUTIVO DEL ENCAUZAMIENTO DEL "RIO GUANAJUATO"
 TRAMO PRESA "LA GARRIDA"-CIUDAD DE IRAPUATO
 EN EL ESTADO DE GUANAJUATO, MEXICO

PLANO III.1 UBICACION DE POZOS A CIELO ABIERTO

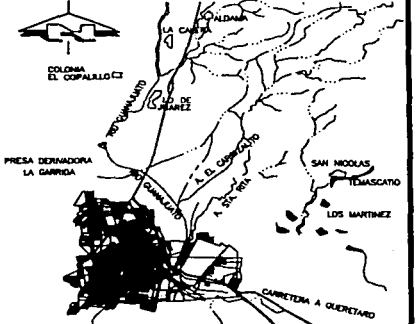
FECHA Febrero 2002	PLANO 1 DE 1	ANEXO C-1
-----------------------	-----------------	-----------



MATERIAL IMPERMEABLE					
BANCO	LIMITE LIQUIDO %	LIMITE PLASTICO %	HUMEDAD NATURAL	HUMEDAD OPTIMA	PCSO VOLUMETRICO PROCTOR
EL CONEJO	84.35	30.15	35.7	32.3	1115
LA LADERA	65.6	31.7	19.2	13.4	1494

MATERIAL PERMEABLE		
CARACTERISTICAS DEL MATERIAL	BANCO LA LADERA	
PORCENTAJE RETENIDO ACUMULADO EN MALLA	3"	-
	1 1/2"	18.84
	3/4"	4.27
	No. 4	7.41
PORCENTAJE QUE PASA LA MALLA	No. 4	31.37
	No. 20	12.74
	No. 200	0.45

DATOS GENERALES							
BANCO	EMPLEO	REGALIAS	ESPESOR		VOLUMEN (M3)	DISTANCIA AL EJE (KM)	TRATAMIENTO PROBABLE
			DESPLAME	APROVECHABLE (m)			
EL CONEJO	FORMACION TERRAPLEN	ZONA FEDERAL	0	3	SUFICIENTE	3.5	ADICION DE HUMEDAD
LA LADERA	REVESTIMIENTO	PROPIEDAD PRIVADA	0	-	SUFICIENTE	0.2	2.0



CROQUIS DE LOCALIZACION

NOTAS

- EL ORIGINAL DEL PRESENTE PLANO SE ENCUENTRA DISPONIBLE EN LA RESIDENCIA GENERAL DE PROYECTO LEON DE LA OVA
- EL NORTE INDICADO ES EL MAGNETICO.



SIMBOLOGIA

RIO

PRESA

EST. CLIMATOLOGICA

LIMITE DE CUENCA

SITIO DE SONDEO

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE INGENIERIA

PROYECTO A NIVEL EJECUTIVO DEL ENCAUZAMIENTO DEL "RIO GUANAJUATO" TRAMO PRESA "LA GARRIDA"-CIUDAD DE IRAPUATO EN EL ESTADO DE GUANAJUATO, MEXICO

PLANO III.2 UBICACION DE BANCOS DE MATERIAL

FECHA Febrero 2002 PLANO 1 DE 1 AREA C-2

FICIS CUN
 FALLA DE ORIGEN

PROYECTO A NIVEL EJECUTIVO DEL ENCAUZAMIENTO DEL "RIO GUANAJUATO",
TRAMO PRESA "LA GARRIDA" - CIUDAD DE IRAPUATO; EN EL
ESTADO DE GUANAJUATO, MEXICO.

ANEXO D

CARACTERISTICAS HIDRAULICAS DEL "RIO GUANAJUATO"

**PROYECTO A NIVEL EJECUTIVO DEL ENCAUZAMIENTO DEL "RIO GUANAJUATO",
TRAMO PRESA "LA GARRIDA" - CIUDAD DE IRAPUATO; EN EL
ESTADO DE GUANAJUATO, MEXICO.**

**Tabla IV.4
Características hidráulicas del "Río Guanajuato"
en condiciones naturales para T=500 años**

Cadenamiento	Gasto Q (m³/s)	Tirante Y (m)	Area Hidráulica (m²)	Perímetro mojado (m)	Velocidad V (m/s)	Ancho del agua (m)
0+020	192.71	4.77	119.83	36.67	1.61	34.25
0+100	192.71	5.84	114.60	36.46	1.68	33.11
0+200	192.71	5.63	115.86	35.70	1.66	33.10
0+300	192.71	6.13	106.13	31.20	1.82	25.84
0+400	192.71	6.29	119.80	34.47	1.61	31.35
0+500	192.71	6.14	104.05	32.15	1.85	29.19
0+600	192.71	6.35	124.26	36.14	1.55	33.05
0+700	192.71	6.09	117.92	35.01	1.63	31.66
0+800	192.71	6.64	104.05	30.96	1.85	27.03
0+900	192.71	6.37	86.47	27.93	2.23	23.43
1+000	192.71	6.11	116.05	33.44	1.66	30.37
1+100	192.71	6.53	77.09	26.87	2.50	22.52
1+200	192.71	6.37	80.92	26.89	2.38	21.61
1+300	192.71	6.12	88.74	29.52	2.17	26.47
1+400	192.71	6.12	89.21	32.28	2.21	27.25
1+500	192.71	5.99	67.38	26.12	2.89	20.89
1+600	192.71	6.13	81.44	31.59	2.43	26.75
1+700	192.71	6.32	94.45	37.51	2.13	30.83
1+800	192.71	6.24	98.86	31.25	1.95	27.75
1+900	192.71	6.37	103.07	31.57	1.87	28.05
2+000	192.71	6.12	101.82	33.27	1.89	30.01
2+100	192.71	5.86	82.28	33.08	2.34	29.59
2+200	192.71	5.81	81.49	26.97	2.36	23.94
2+300	192.71	5.53	80.21	25.80	2.40	22.16
2+400	192.71	5.21	77.22	24.97	2.50	21.07
2+500	192.71	5.41	81.42	26.65	2.37	22.84
2+600	192.71	5.36	72.33	24.11	2.66	20.84
2+700	192.71	5.60	80.20	32.38	2.40	28.68
2+800	192.71	5.37	88.33	30.17	2.18	27.43
2+900	192.71	5.30	98.25	30.74	1.96	27.71
3+000	192.71	4.84	60.63	24.81	3.18	22.28
3+100	192.71	4.86	63.64	24.38	3.03	22.03
3+200	192.71	5.06	88.19	29.27	2.19	26.56
3+300	192.71	5.30	92.82	30.28	2.08	26.46
3+380	192.71	4.35	72.68	26.98	2.65	23.68
3+420	192.71	4.29	63.41	29.01	3.04	26.65
3+460	208.55	4.39	77.62	30.38	2.69	28.07
3+500	208.55	4.43	82.11	34.35	2.54	31.28
3+600	208.55	4.79	91.57	32.25	2.28	30.07
3+700	208.55	4.49	81.67	28.90	2.55	26.48
3+800	208.55	4.90	82.83	27.80	2.52	24.10

**PROYECTO A NIVEL EJECUTIVO DEL ENCAUZAMIENTO DEL "RIO GUANAJUATO",
TRAMO PRESA "LA GARRIDA" - CRUDAD DE IRAPUATO; EN EL ESTADO DE
GUANAJUATO, MEXICO.**

Tabla IV.4 (continúa)
Características hidráulicas del "Río Guanajuato"
en condiciones naturales para T=500 años

Cadenamiento	Gasto Q (m³/s)	Tirante Y (m)	Area Hidráulica (m²)	Perimetro mojado (m)	Velocidad V (m/s)	Ancho del agua (m)
3+900	208.55	3.93	72.83	27.47	2.86	25.48
4+000	208.55	3.68	56.11	23.19	3.72	20.73
4+100	208.55	3.85	76.65	28.31	2.72	26.04
4+200	208.55	5.05	87.31	28.05	2.39	24.98
4+300	208.55	4.96	88.37	28.09	2.36	24.65
4+400	208.55	5.28	101.74	33.83	2.05	30.98
4+500	208.55	5.77	112.96	40.14	1.85	37.13
4+600	208.55	6.01	108.26	32.28	1.93	28.58
4+700	208.55	6.87	112.44	37.55	1.85	33.88
4+800	208.55	6.68	109.00	34.99	1.91	30.99
4+900	208.55	6.78	118.63	37.62	1.76	33.51
5+000	208.55	7.15	118.61	36.28	1.76	30.94
5+100	208.55	7.13	99.83	31.90	2.09	27.51
5+340	208.55	6.05	106.00	39.60	1.97	36.36
5+400	208.55	6.17	100.46	30.36	2.08	26.57
5+500	208.55	6.21	93.73	29.01	2.23	24.88
5+600	208.55	6.08	94.37	38.62	2.21	35.20
5+700	208.55	7.15	114.28	31.35	1.82	26.78
5+800	208.55	6.93	119.40	42.67	1.75	37.70
5+900	208.55	6.30	99.03	29.61	2.11	25.65
6+000	208.55	6.59	111.03	31.42	1.88	27.10
6+100	208.55	6.17	111.60	30.93	1.87	26.97
6+140	208.55	6.45	114.49	33.55	1.96	29.29
6+200	224.83	6.49	109.61	32.88	2.05	28.41
6+300	224.83	6.56	110.02	34.74	2.04	30.19
6+400	224.83	6.47	106.51	29.59	2.11	25.28
6+500	224.83	6.44	118.37	32.45	1.90	27.48
6+600	224.83	6.40	121.76	36.73	1.85	32.59
6+700	224.83	6.07	111.01	39.03	2.03	35.38
6+800	224.83	6.27	144.31	41.19	1.56	37.49
6+900	224.83	6.33	155.64	47.45	1.44	44.25
7+000	224.83	6.43	123.18	31.63	1.83	26.81
7+100	224.83	6.46	137.04	37.58	1.64	33.03
7+200	224.83	7.05	141.43	36.87	1.59	31.90
7+300	224.83	6.86	133.22	39.35	1.69	33.50
7+400	224.83	6.70	138.56	33.96	1.62	27.78
7+500	224.83	6.82	128.03	32.59	1.76	27.10
7+600	224.83	6.73	124.74	36.19	1.80	29.31
7+700	224.83	7.18	140.59	35.05	1.60	27.05
7+800	224.83	6.82	124.59	34.36	1.80	26.50
7+900	224.83	6.68	154.81	35.12	1.45	28.59

ANEXO D
CARACTERISTICAS
HIDRAULICAS DEL "RIO GUANAJUATO"

Tabla IV.4 (continúa)
Características hidráulicas del "Río Guanajuato"
en condiciones naturales para T=500 años

Cadenamiento	Gasto Q (m³/s)	Tirante Y (m)	Area Hidráulica (m²)	Perimetro mojado (m)	Velocidad V (m/s)	Ancho del agua (m)
8+000	224.83	7.46	137.41	34.11	1.64	26.50
8+100	224.83	7.22	120.40	29.51	1.87	21.25
8+200	224.83	7.07	135.04	36.64	1.66	29.40
8+300	224.83	7.25	152.64	34.63	1.47	27.20
8+400	224.83	7.13	168.38	37.93	1.34	31.30
8+500	224.83	7.20	141.75	34.17	1.59	26.60
8+600	224.83	6.99	133.01	31.61	1.69	24.80
8+660	273.86	7.24	247.14	52.96	1.11	44.10
8+700	273.86	7.14	159.60	40.82	1.72	33.70
8+800	273.86	7.16	148.79	41.82	1.84	36.50
8+900	273.86	6.71	163.14	38.06	1.68	32.00
9+000	273.86	7.13	132.79	32.45	2.06	26.40
9+100	273.86	7.09	146.51	36.21	1.87	29.80
9+200	273.86	6.86	143.06	35.89	1.91	31.00
9+300	273.86	6.92	151.05	40.40	1.81	35.50
9+400	273.86	6.82	132.10	36.19	2.07	30.80
9+500	273.86	6.73	129.78	35.90	2.11	31.30
9+600	273.86	6.70	120.53	31.63	2.27	26.30
9+700	273.86	6.74	130.19	37.12	2.10	31.90
9+800	273.86	6.54	119.90	31.37	2.28	26.47
9+900	273.86	6.76	128.56	32.89	2.13	27.50
10+000	273.86	6.53	118.65	34.97	2.31	30.40
10+100	273.86	6.20	114.10	31.64	2.40	27.30
10+140	273.86	6.20	83.82	25.89	3.27	13.60
10+200	273.86	7.11	114.21	31.33	2.40	25.00
10+300	273.86	7.39	103.81	29.38	2.64	23.30
10+380	273.86	7.45	150.04	36.64	1.83	22.40
10+400	273.86	7.22	140.41	34.09	1.95	28.10
10+500	273.86	7.58	160.77	39.52	1.70	31.70
10+600	273.86	7.45	119.52	30.81	2.29	23.40
10+700	273.86	6.86	119.54	35.80	2.29	30.00
10+776	273.86	7.49	95.05	25.57	2.88	17.10
10+800	273.86	7.42	100.03	27.38	2.74	20.90
10+900	273.86	7.71	121.32	30.58	2.26	24.10
11+000	273.86	7.96	130.32	32.19	2.10	26.00
11+100	273.86	7.97	129.99	32.02	2.11	25.70
11+200	273.86	8.02	139.24	37.57	1.97	31.20
11+300	273.86	8.03	131.29	32.03	2.09	25.50
11+400	273.86	8.08	135.35	32.60	2.02	26.10
11+500	273.86	8.15	152.30	42.60	1.80	35.90
11+600	273.86	8.15	136.89	32.58	2.00	25.80

**PROYECTO A NIVEL EJECUTIVO DEL ENCAUZAMIENTO DEL "RÍO GUANAJUATO",
TRAMO PRESA "LA GARRIDA" - CIUDAD DE IRAPUATO; EN EL ESTADO DE
GUANAJUATO, MEXICO.**

**Tabla IV.4 (continúa)
Características hidráulicas del "Río Guanajuato"
en condiciones naturales para T=500 años**

Cadenamiento	Gasto Q (m³/s)	Tirante Y (m)	Area Hidráulica (m²)	Perimetro mojado (m)	Velocidad V (m/s)	Ancho del agua (m)
11+700	273.86	8.18	134.56	32.18	2.04	25.30
11+760	273.86	8.10	111.49	37.36	2.46	25.00
11+780	273.86	8.33	112.50	30.20	2.43	21.50
11+860	273.86	8.24	133.76	36.15	2.05	27.70
11+960	273.86	8.22	114.14	31.11	2.40	22.60
12+060	273.86	8.27	132.80	38.01	2.06	29.30
12+160	273.86	8.19	113.82	30.49	2.41	21.90
12+260	273.86	8.35	117.18	31.33	2.34	22.30
12+360	273.86	8.23	124.12	31.45	2.21	22.60
12+460	273.86	8.17	164.15	38.52	1.67	30.00
12+479	273.86	6.67	78.58	23.85	3.49	12.80
12+500	273.86	6.61	77.80	23.73	3.52	12.80
12+560	273.86	7.68	118.20	32.65	2.32	26.00
12+660	273.86	7.09	111.41	32.05	2.46	26.00
12+760	273.86	7.14	106.52	29.78	2.57	24.10
12+860	273.86	7.03	97.91	29.35	2.80	24.00
12+960	273.86	6.37	83.76	26.75	3.27	24.08
13+014.30	273.86	5.03	46.58	18.60	5.88	13.27

Tabla IV.5
Características hidráulicas del arroyo "Carrizalito"
en condiciones naturales para T=500 años

Cadenamiento	Gasto Q (m³/s)	Tirante Y (m)	Area Hidráulica (m²)	Perimetro mojado (m)	Velocidad V (m/s)	Ancho del agua (m)
0+000	7.49	1.50	7.36	8.92	1.02	8.07
0+100	7.49	1.29	6.49	8.29	1.15	7.56
0+200	7.49	1.37	6.69	7.63	1.12	6.67
0+300	7.49	1.38	6.41	7.95	1.17	6.95
0+400	7.49	1.47	5.78	9.80	1.30	8.96
0+500	7.49	1.48	8.58	9.65	0.87	8.98
0+600	7.49	1.47	10.31	10.36	0.73	8.81
0+700	7.49	1.48	9.73	10.17	0.77	9.26
0+800	7.49	1.39	8.48	9.94	0.88	9.18
0+900	7.49	1.46	8.46	9.48	0.89	8.69
1+000	7.49	1.39	7.20	8.50	1.04	7.65
1+100	7.49	1.13	4.70	7.10	1.59	6.59
1+200	7.49	1.42	7.70	8.49	0.97	7.62
1+300	7.49	1.59	8.46	8.86	0.89	7.88
1+400	7.49	1.50	7.74	8.29	0.97	7.30
1+500	7.49	1.47	6.85	8.02	1.09	6.93
1+600	7.49	1.45	7.41	8.48	1.01	7.52
1+700	7.49	1.50	7.77	8.57	0.96	7.71
1+800	7.49	1.55	8.88	9.16	0.84	8.12
1+900	7.49	1.48	7.68	8.59	0.98	7.59
2+000	7.49	1.43	7.58	8.40	0.99	7.49
2+100	7.49	1.30	5.30	8.01	1.41	7.25
2+160	7.49	0.66	3.06	5.79	2.45	5.07

**PROYECTO A NIVEL EJECUTIVO DEL ENCAUZAMIENTO DEL "RIO GUANAJUATO",
TRAMO PRESA "LA GARRIDA" - CIUDAD DE IRAPUATO; EN EL ESTADO DE
GUANAJUATO, MEXICO.**

Tabla IV.6
Características hidráulicas del arroyo "Santa Rita"
en condiciones naturales para T=500 años

Cadenamiento	Gasto Q (m³/s)	Tirante Y (m)	Area Hidráulica (m²)	Perímetro mojado (m)	Velocidad V (m/s)	Ancho del agua (m)
0+000	36.20	3.14	24.86	15.32	1.46	11.82
0+100	36.20	3.38	31.40	19.31	1.15	15.97
0+200	36.20	3.55	26.43	14.90	1.37	11.59
0+300	36.20	3.58	24.77	16.09	1.46	12.66
0+400	36.20	3.45	23.77	14.27	1.52	11.69
0+500	36.20	3.65	24.36	13.54	1.49	9.64
0+600	36.20	3.69	28.05	21.65	1.29	18.42
0+700	36.20	3.39	20.87	12.88	1.73	9.98
0+800	36.20	3.51	22.67	17.08	1.60	14.16
0+900	36.20	3.14	18.32	12.07	1.98	9.53
1+000	36.20	3.24	18.43	11.86	1.96	8.76
1+100	36.20	3.56	25.47	15.55	1.42	12.87
1+180	36.20	3.56	25.22	14.25	1.44	11.66
1+300	36.20	3.18	16.45	11.54	2.20	9.52
1+400	36.20	2.72	19.21	14.45	1.88	12.91
1+500	36.20	3.35	24.96	21.71	1.45	18.16
1+600	36.20	2.93	24.89	15.04	1.45	13.24
1+700	36.20	2.10	14.27	10.71	2.54	8.04
1+800	36.20	2.10	16.84	13.53	2.15	12.28
1+900	36.20	2.20	19.99	13.58	1.81	11.75
1+914	36.20	2.26	14.74	10.93	2.46	6.64
2+000	36.20	2.58	26.57	15.18	1.36	13.19
2+100	36.20	1.84	11.24	11.81	3.22	10.88
2+180	36.20	0.95	14.97	25.36	2.42	25.19

Tabla IV.7
Determinación de tramos para el análisis hidráulico del
"Río Guanajuato"

Tramo	Inicia	Termina
A	Presas derivadora "La Garrida". (km 0-035)	Estación hidrométrica "Copalillo".
B	Estación hidrométrica "Copalillo". (km 3+406.50)	Confluencia con el arroyo "Carrizalito". (km 6+162.93)
C	Confluencia del arroyo "Carrizalito". (km 6+162.93)	Confluencia del arroyo "Santa Rita". (km 8+669.78)
D	Confluencia del arroyo "Santa Rita". (km 8+669.78)	Puente vehicular. (km 13+002.81)

ANEXO D
CARACTERÍSTICAS
HIDRAULICAS DEL "RIO GUANAJUATO"

Tabla IV.8
Características hidráulicas del "Río Guanajuato"
rectificación de plantilla y sección transversal
alternativa 1 para T = 500 años

Cadenamiento	Gasto Q (m ³ /s)	Tirante Y (m)	Area Hidráulica (A) (m ²)	Perimetro mojado (P) (m)	Velocidad V (m/s)	Ancho del agua (m)
0+020	192 71	5 11	74 26	25 88	2 60	23 04
0+100	192 71	5 13	74 56	25 93	2 58	23 09
0+200	192 71	5 13	74 66	25 94	2 58	23 10
0+300	192 71	5 13	74 73	25 96	2 58	23 11
0+400	192 71	5 14	74 84	25 98	2 58	23 13
0+500	192 71	5 14	74 93	25 99	2 57	23 14
0+600	192 71	5 15	75 08	26 01	2 57	23 16
0+700	192 71	5 15	75 21	26 04	2 56	23 18
0+800	192 71	5 16	75 35	26 06	2 56	23 20
0+900	192 71	5 16	75 21	26 04	2 56	23 18
1+000	192 71	5 16	75 38	26 07	2 56	23 21
1+100	192 71	5 16	75 25	26 05	2 56	23 19
1+200	192 71	5 15	75 06	26 01	2 57	23 16
1+300	192 71	5 14	74 89	25 98	2 57	23 13
1+400	192 71	5 15	75 02	26 01	2 57	23 16
1+500	192 71	5 14	74 82	25 97	2 58	23 13
1+600	192 71	5 13	74 58	25 93	2 58	23 09
1+700	192 71	5 13	74 67	25 95	2 58	23 11
1+800	192 71	5 12	74 44	25 91	2 59	23 07
1+900	192 71	5 11	74 18	25 87	2 60	23 04
2+000	192 71	5 11	74 19	25 87	2 60	23 04
2+100	192 71	5 11	74 20	25 87	2 60	23 04
2+200	192 71	5 11	74 25	25 88	2 60	23 04
2+300	192 71	5 11	74 27	25 88	2 59	23 04
2+400	192 71	5 12	74 32	25 89	2 59	23 05
2+500	192 71	5 10	73 85	25 78	2 61	22 95
2+600	192 71	5 09	73 68	25 78	2 62	22 96
2+700	192 71	5 09	73 65	25 78	2 62	22 96
2+800	192 71	5 07	73 27	25 71	2 63	22 90
2+900	192 71	5 05	72 84	25 64	2 65	22 84
3+000	192 71	5 04	72 65	25 61	2 65	22 81
3+100	192 71	5 02	72 08	25 51	2 67	22 73
3+200	192 71	4 99	71 45	25 40	2 70	22 64
3+300	192 71	4 97	71 05	25 33	2 71	22 58
3+380	192 71	5 07	96 09	33 15	2 01	30 24
3+420	192 71	5 10	95 59	33 03	2 02	30 07
3+460	208 55	4 96	80 60	27 27	2 59	24 52
3+500	208 55	4 96	80 65	27 28	2 59	24 53
3+600	208 55	4 95	80 55	27 26	2 59	24 52
3+700	208 55	4 96	80 74	27 29	2 58	24 54
3+800	208 55	4 95	80 65	27 28	2 59	24 53
3+900	208 55	4 95	80 53	27 26	2 59	24 51
4+000	208 55	4 96	80 73	27 29	2 58	24 54
4+100	208 55	4 96	80 64	27 27	2 59	24 53
4+200	208 55	4 95	80 54	27 26	2 59	24 52
4+300	208 55	4 96	80 77	27 29	2 58	24 54
4+400	208 55	4 96	80 63	27 27	2 59	24 53
4+500	208 55	4 95	80 54	27 26	2 59	24 52
4+600	208 55	4 96	80 78	27 29	2 58	24 54
4+700	208 55	4 96	80 66	27 28	2 59	24 53

**PROYECTO A NIVEL EJECUTIVO DEL ENCAUZAMIENTO DEL "RIO GUANAJUATO",
TRAMO PRESA "LA GARRIDA" - CIUDAD DE IRAPUATO; EN EL ESTADO DE
GUANAJUATO, MEXICO.**

Tabla IV.8 (continúa)
Características hidráulicas del "Rio Guanajuato"
rectificación de plantilla y sección transversal
alternativa 1 para T = 500 años

Cadenamiento	Gasto Q (m ³ /s)	Tirante Y (m)	Area Hidráulica (A) (m ²)	Perímetro mojado (P) (m)	Velocidad V (m/s)	Ancho del agua (m)
4+800	208.55	4.95	80.52	27.26	2.59	24.51
4+900	208.55	4.96	80.75	27.29	2.58	24.54
5+000	208.55	4.96	80.63	27.27	2.59	24.52
5+100	208.55	4.95	80.53	27.25	2.59	24.51
5+340	208.55	4.96	80.76	27.29	2.58	24.55
5+400	208.55	4.96	80.61	27.27	2.59	24.52
5+500	208.55	4.95	80.52	27.25	2.59	24.51
5+600	208.55	4.96	80.70	27.28	2.58	24.53
5+700	208.55	4.99	85.54	28.84	2.44	26.29
5+800	208.55	5.01	85.99	28.91	2.43	26.35
5+900	208.55	5.00	85.83	28.88	2.43	26.33
6+000	208.55	5.02	86.31	28.96	2.42	26.40
6+100	208.55	5.05	87.16	29.10	2.39	26.52
6+140	208.55	5.05	87.25	29.11	2.39	26.53
6+200	224.83	4.99	85.51	28.83	2.63	26.29
6+300	224.83	4.98	85.22	28.78	2.64	26.25
6+400	224.83	4.97	84.97	28.74	2.65	26.21
6+500	224.83	4.97	85.02	28.76	2.64	26.22
6+600	224.83	4.96	84.71	28.71	2.65	26.18
6+700	224.83	4.93	83.99	28.59	2.68	26.07
6+800	224.83	4.85	81.97	28.26	2.74	25.79
6+900	224.83	4.82	81.09	28.12	2.77	25.67
7+000	224.83	4.79	80.52	28.03	2.78	25.58
7+100	224.83	4.80	87.44	29.76	2.57	27.41
7+200	224.83	4.80	87.35	29.75	2.57	27.40
7+300	224.83	4.81	87.56	29.78	2.57	27.43
7+400	224.83	4.80	87.44	29.76	2.57	27.41
7+500	224.83	4.80	87.34	29.75	2.57	27.39
7+600	224.83	4.81	87.55	29.78	2.57	27.42
7+700	224.83	4.80	87.43	29.76	2.57	27.41
7+800	224.83	4.80	87.34	29.75	2.57	27.39
7+900	224.83	4.79	87.24	29.73	2.58	27.38
8+000	224.83	4.80	87.44	29.76	2.57	27.41
8+100	224.83	4.80	87.32	29.75	2.57	27.39
8+200	224.83	4.79	87.22	29.73	2.58	27.38
8+300	224.83	4.80	87.43	29.76	2.57	27.41
8+400	224.83	4.80	87.31	29.74	2.58	27.39
8+500	224.83	4.79	87.21	29.73	2.58	27.38
8+600	224.83	4.80	87.41	29.76	2.57	27.40
8+660	273.86	4.50	79.23	28.45	3.46	26.24
8+700	273.86	4.50	79.20	28.44	3.46	26.24
8+800	273.86	4.51	79.44	28.48	3.45	26.27
8+900	273.86	4.52	79.87	28.55	3.43	26.34
9+000	273.86	4.55	80.74	28.69	3.39	26.46
9+100	273.86	4.58	81.50	28.82	3.36	26.57
9+200	273.86	4.62	82.59	28.99	3.32	26.72
9+300	273.86	4.68	84.02	29.22	3.26	26.93
9+400	273.86	4.74	85.88	29.51	3.19	27.19
9+500	273.86	4.83	88.23	29.89	3.10	27.52
9+600	273.86	4.94	91.10	30.34	3.01	27.92

ANEXO D
CARACTERISTICAS
HIDRAULICAS DEL "RIO GUANAJUATO"

Tabla IV.8 (continúa)
Características hidráulicas del "Río Guanajuato"
rectificación de plantilla y sección transversal
alternativa 1 para T = 500 años

Cadenamiento	Gasto Q (m ³ /s)	Tirante Y (m)	Area Hidráulica (A) (m ²)	Perimetro mojado (P) (m)	Velocidad V (m/s)	Ancho del agua (m)
9+700	273.86	5.06	94.65	30.89	2.89	28.40
9+800	273.86	5.21	98.84	31.52	2.77	28.97
9+900	273.86	5.37	102.36	31.79	2.66	29.10
10+000	273.86	5.54	106.60	31.97	2.59	29.13
10+100	273.86	5.72	109.24	32.22	2.51	29.20
10+140	273.86	5.85	128.74	33.70	2.13	22.00
10+200	273.86	5.80	111.69	32.57	2.45	29.52
10+300	273.86	5.85	113.24	32.78	2.42	29.70
10+380	273.86	5.95	133.33	34.30	2.05	22.40
10+400	273.86	5.88	114.12	32.90	2.40	29.81
10+500	273.86	5.94	115.92	33.15	2.36	30.03
10+600	273.86	5.14	60.15	21.98	4.55	11.70
10+700	273.86	5.62	106.41	31.83	2.57	28.88
10+776	273.86	5.78	161.86	39.56	1.89	23.00
10+800	273.86	5.57	104.97	31.83	2.81	28.70
10+900	273.86	5.60	105.85	31.76	2.59	28.81
11+000	273.86	5.63	106.79	31.89	2.56	28.93
11+100	273.86	5.67	107.89	32.04	2.54	29.06
11+200	273.86	5.71	109.05	32.20	2.51	29.20
11+300	273.86	5.75	110.35	32.38	2.48	29.36
11+400	273.86	5.80	111.81	32.59	2.45	29.54
11+500	273.86	5.86	113.27	32.78	2.42	29.69
11+600	273.86	5.91	114.47	32.86	2.39	29.72
11+700	273.86	5.97	115.72	32.96	2.37	29.77
11+760	273.86	6.02	120.37	32.04	2.28	20.00
11+780	273.86	6.02	117.74	31.94	2.33	28.14
11+860	273.86	5.99	117.17	31.92	2.34	28.15
11+960	273.86	5.94	116.45	31.88	2.35	28.17
12+060	273.86	5.90	115.58	31.84	2.37	28.17
12+160	273.86	5.85	114.44	31.73	2.39	28.11
12+260	273.86	5.80	113.01	31.55	2.42	27.96
12+360	273.86	5.74	111.38	31.34	2.46	27.79
12+460	273.86	5.68	109.65	31.12	2.50	27.60
12+479	273.86	5.73	126.00	33.46	2.17	22.00
12+500	273.86	5.72	125.86	33.44	2.18	22.00
12+560	273.86	5.59	107.14	30.80	2.56	27.34
12+600	273.86	5.51	105.00	30.52	2.61	27.11
12+760	273.86	5.42	102.53	30.19	2.67	26.84
12+860	273.86	5.32	99.77	29.83	2.74	26.54
12+960	273.86	5.20	96.66	29.41	2.83	26.19
13+014.30	273.86	3.60	46.07	20.00	5.94	12.80

**PROYECTO A NIVEL EJECUTIVO DEL ENCAUZAMIENTO DEL "RIO GUANAJUATO",
TRAMO PRESA "LA GARRIDA" - CIUDAD DE IRAPUATO; EN EL ESTADO DE
GUANAJUATO, MEXICO.**

Tabla IV.9
Características hidráulicas del arroyo "Carrizalito"
rectificación de plantilla y sección transversal
alternativa 1 para T = 500 años

Cadenamiento	Gasto Q (m ³ /s)	Tirante Y (m)	Area Hidráulica (A) (m ²)	Perimetro mojado (P) (m)	Velocidad V (m/s)	Ancho del agua (m)
0+000	7.49	1.04	8.40	10.64	0.89	10.15
0+100	7.49	1.04	8.39	10.65	0.89	10.16
0+200	7.49	1.04	8.42	10.66	0.89	10.17
0+300	7.49	1.05	8.46	10.68	0.89	10.18
0+400	7.49	1.05	8.51	10.70	0.88	10.20
0+500	7.49	1.06	8.56	10.72	0.87	10.22
0+600	7.49	1.05	8.51	10.70	0.88	10.20
0+700	7.49	1.06	8.59	10.73	0.87	10.23
0+800	7.49	1.07	8.69	10.78	0.86	10.28
0+900	7.49	1.08	8.84	10.84	0.85	10.33
1+000	7.49	1.10	9.04	10.93	0.83	10.41
1+100	7.49	1.12	9.23	11.01	0.81	10.48
1+193.69	7.49	1.07	5.95	9.73	1.26	5.70
1+200	7.49	1.03	5.73	9.58	1.31	5.69
1+300	7.49	1.06	8.63	10.75	0.87	10.25
1+400	7.49	1.07	8.75	10.80	0.86	10.30
1+500	7.49	1.09	8.92	10.88	0.84	10.36
1+600	7.49	1.11	9.14	10.97	0.82	10.45
1+629.66	7.49	1.11	8.13	9.47	0.92	8.66
1+633.66	7.49	1.12	9.13	11.69	0.82	11.30
1+700	7.49	1.14	9.32	11.79	0.80	11.39
1+800	7.49	1.16	9.61	11.94	0.78	11.54
1+900	7.49	1.19	9.99	12.13	0.75	11.72
2+000	7.49	1.21	9.62	13.15	0.78	12.86
2+100	7.49	1.00	4.36	6.38	1.72	5.73
2+190	7.49	0.78	3.03	5.45	2.48	4.91

ANEXO D
CARACTERÍSTICAS
HIDRAULICAS DEL "RIO GUANAJUATO"

Tabla IV.10
Características hidráulicas del arroyo "Santa Rita"
rectificación de plantilla y sección transversal
alternativa 1 para T = 500 años

Cadenamiento	Gasto Q (m ³ /s)	Tirante Y (m)	Area Hidráulica (A) (m ²)	Perímetro mojado (P) (m)	Velocidad V (m/s)	Ancho del agua (m)
0+000	36.20	2.11	22.58	16.29	1.60	15.38
0+100	36.20	2.11	22.59	16.30	1.60	15.39
0+200	36.20	2.11	22.62	16.30	1.60	15.40
0+300	36.20	2.11	22.62	16.31	1.60	15.40
0+400	36.20	2.11	22.63	16.31	1.60	15.40
0+500	36.20	2.12	22.64	16.31	1.60	15.40
0+600	36.20	2.12	22.67	16.33	1.60	15.42
0+700	36.20	2.12	22.73	16.34	1.59	15.43
0+800	36.20	2.12	22.77	16.35	1.59	15.44
0+900	36.20	2.13	22.82	16.37	1.59	15.46
1+000	36.20	2.13	22.90	16.39	1.58	15.48
1+100	36.20	2.14	23.02	16.44	1.57	15.52
1+200	36.20	2.15	23.24	16.50	1.56	15.57
1+300	36.20	2.16	23.39	16.55	1.55	15.62
1+400	36.20	2.18	23.65	16.63	1.53	15.69
1+500	36.20	2.20	23.99	16.73	1.51	15.79
1+600	36.20	2.23	24.49	16.89	1.48	15.93
1+700	36.20	2.27	25.06	17.06	1.44	16.08
1+800	36.20	2.31	25.78	17.28	1.40	16.28
1+900	36.20	2.37	26.68	17.54	1.36	16.53
1+914	36.20	2.08	13.56	10.56	2.67	6.66
2+000	36.20	2.29	25.34	17.14	1.43	16.16
2+100	36.20	2.34	26.13	17.38	1.39	16.38
2+180	36.20	1.67	10.41	9.57	3.48	8.46

**PROYECTO A NIVEL EJECUTIVO DEL ENCAUZAMIENTO DEL "RÍO GUANAJUATO",
TRAMO PRESA "LA GARRIDA" - CIUDAD DE IRAPUATO; EN EL ESTADO DE
GUANAJUATO, MEXICO.**

Tabla IV.11
Características hidráulicas del "Río Guanajuato"
rectificación de plantilla y sección transversal
alternativa 2 para T = 500 años

Cadenamiento	Gasto Q (m ³ /s)	Pendiente S	Tirante Y (m)	Area Hidráulica (m ²)	Perímetro Mojado (m)	Velocidad V (m/s)	Ancho del Agua (m)
0+020	192.71	0.0015	5.59	131.67	37.20	1.46	34.19
0+100	192.71	0.0015	5.62	113.16	36.23	1.70	32.95
0+200	192.71	0.0015	5.70	116.13	35.58	1.66	32.95
0+300	192.71	0.0015	5.75	104.80	30.78	1.84	25.76
0+400	192.71	0.0015	5.63	119.78	34.27	1.61	31.43
0+500	192.71	0.0015	5.66	103.29	32.00	1.87	29.26
0+600	192.71	0.0015	5.79	123.20	35.99	1.56	33.10
0+700	192.71	0.0015	5.82	117.09	34.02	1.65	31.71
0+800	192.71	0.0015	5.78	100.62	30.35	1.92	27.05
0+900	192.71	0.0015	5.75	82.33	27.08	2.34	23.37
1+000	192.71	0.0015	5.91	116.02	33.35	1.66	30.39
1+100	192.71	0.0015	5.73	73.03	26.02	2.64	22.40
1+200	192.71	0.0015	5.68	76.22	26.85	2.46	23.32
1+300	192.71	0.0015	5.71	86.82	29.03	2.22	26.30
1+400	192.71	0.0015	5.73	87.90	31.92	2.24	27.01
1+500	192.71	0.0015	5.53	64.84	25.02	2.99	20.47
1+600	192.71	0.0015	5.63	78.23	30.64	2.52	26.28
1+700	192.71	0.0015	5.64	89.97	35.52	2.23	29.93
1+800	192.71	0.0015	5.68	93.36	30.38	2.06	27.33
1+900	192.71	0.0015	5.72	96.35	30.69	2.00	27.75
2+000	192.71	0.0015	5.72	96.71	32.62	1.99	29.58
2+100	192.71	0.0015	5.57	76.00	29.06	2.54	25.76
2+200	192.71	0.0015	5.55	79.02	28.54	2.44	23.43
2+300	192.71	0.0015	5.54	78.53	25.66	2.45	21.82
2+400	192.71	0.0015	5.52	78.11	25.00	2.47	20.70
2+500	192.71	0.0015	5.49	80.09	26.32	2.41	22.51
2+600	192.71	0.0015	5.41	73.47	24.42	2.62	20.64
2+700	192.71	0.0015	5.35	76.24	29.32	2.53	25.72
2+800	192.71	0.0015	5.40	87.96	29.82	2.19	27.17
2+880	192.71	0.0015	5.42	97.83	30.49	1.97	27.34
3+000	192.71	0.0015	5.08	60.26	24.75	3.20	21.95
3+100	192.71	0.0015	4.84	61.69	23.93	3.13	21.53
3+200	192.71	0.0015	4.97	86.94	28.79	2.22	26.11
3+300	192.71	0.0015	4.91	86.25	29.16	2.23	26.63
3+380	192.71	0.0015	4.72	73.06	26.80	2.64	23.15
3+420	192.71	0.0015	4.47	58.56	27.34	3.29	24.78
CAMBIO DE PENDIENTE							
3+500	208.55	0.0020	4.73	96.11	33.35	2.17	31.02
3+600	208.55	0.0020	4.74	84.35	31.53	2.47	29.29
3+700	208.55	0.0020	4.70	82.12	28.29	2.54	25.81
CAMBIO DE PENDIENTE							
3+800	208.55	0.0030	4.65	75.66	26.93	2.76	23.33
3+900	208.55	0.0030	4.45	73.34	26.79	2.84	24.46
4+000	208.55	0.0030	4.28	59.98	22.50	3.48	19.81
4+100	208.55	0.0030	4.48	77.36	27.83	2.70	25.40
4+200	208.55	0.0030	4.47	74.51	26.16	2.80	23.44
4+300	208.55	0.0030	4.59	79.13	26.31	2.64	23.27
4+400	208.55	0.0030	4.78	88.08	31.98	2.37	29.37
4+500	208.55	0.0030	4.98	93.42	31.97	2.23	29.51
4+600	208.55	0.0030	5.17	90.50	30.39	2.30	27.42

ANEXO D
CARACTERISTICAS
HIDRAULICAS DEL "RIO GUANAJUATO"

Tabla IV.11(continúa)
Características hidráulicas del "Río Guanajuato"
rectificación de plantilla y sección transversal
alternativa 2 para T = 500 años

Cadenamiento	Gasto Q (m ³ /s)	Pendiente S	Tirante Y (m)	Area Hidráulica (m ²)	Perímetro Mojado (m)	Velocidad V (m/s)	Ancho del Agua (m)
CAMBIO DE PENDIENTE							
4+700	208.55	0.0025	5.32	87.55	33.52	2.38	31.26
4+800	208.55	0.0025	5.46	87.59	31.83	2.38	29.05
4+900	208.55	0.0025	5.65	95.53	34.15	2.18	31.22
5+000	208.55	0.0025	5.82	97.07	31.59	2.15	27.80
CAMBIO DE PENDIENTE							
5+100	208.55	0.0015	5.66	76.48	27.60	2.73	24.72
5+400	208.55	0.0015	5.88	86.64	28.24	2.40	24.45
CAMBIO DE PENDIENTE							
5+500	208.55	0.0010	5.81	79.61	26.60	2.62	22.73
5+600	208.55	0.0010	5.73	75.72	25.10	2.75	21.76
5+700	208.55	0.0010	5.82	94.03	28.92	2.22	25.04
5+800	208.55	0.0010	5.77	91.34	26.34	2.28	22.25
5+900	208.55	0.0010	5.59	79.20	27.02	2.63	23.65
6+000	208.55	0.0010	5.61	85.81	28.04	2.43	24.89
6+100	208.55	0.0010	5.64	93.13	28.59	2.24	25.23
6+140	224.83	0.0010	5.57	87.94	30.23	2.56	26.99
6+200	224.83	0.0010	5.54	86.73	29.15	2.56	25.45
6+300	224.83	0.0010	5.45	80.71	27.45	2.79	24.40
6+400	224.83	0.0010	5.38	79.88	26.28	2.81	23.16
6+500	224.83	0.0010	5.38	88.80	29.34	2.53	25.56
6+600	224.83	0.0010	5.30	85.56	27.94	2.63	25.01
6+640	224.83	0.0010	5.29	103.94	30.14	2.16	22.95
6+700	224.83	0.0010	4.93	68.34	25.05	3.29	22.41
6+800	224.83	0.0010	5.10	100.98	31.11	2.23	28.42
6+900	224.83	0.0010	5.06	104.70	35.09	2.15	32.65
7+000	224.83	0.0010	4.98	89.62	29.58	2.51	27.02
7+100	224.83	0.0010	4.89	89.95	29.64	2.50	27.06
7+200	224.83	0.0010	5.00	90.31	29.69	2.48	27.11
7+300	224.83	0.0010	5.01	90.70	29.75	2.48	27.16
7+400	224.83	0.0010	5.03	91.02	29.80	2.47	27.21
7+500	224.83	0.0010	5.05	91.47	29.87	2.46	27.26
7+600	224.83	0.0010	5.06	91.85	29.94	2.45	27.33
7+700	224.83	0.0010	5.08	92.46	30.02	2.43	27.40
7+800	224.83	0.0010	5.10	93.01	30.10	2.42	27.47
7+900	224.83	0.0010	5.12	93.54	30.18	2.40	27.54
8+000	224.83	0.0010	5.14	94.14	30.27	2.39	27.62
8+100	224.83	0.0010	5.17	94.81	30.37	2.37	27.70
8+200	224.83	0.0010	5.19	95.54	30.48	2.35	27.80
8+300	224.83	0.0010	5.22	96.32	30.59	2.33	27.90
8+400	224.83	0.0010	5.25	97.09	30.71	2.32	28.01
8+500	224.83	0.0010	5.28	97.94	30.83	2.30	28.11
8+600	224.83	0.0010	5.31	98.88	30.97	2.27	28.23
8+640	224.83	0.0010	5.33	99.26	31.03	2.27	28.28
8+700	273.86	0.0010	5.16	94.61	30.34	2.89	27.68
8+800	273.86	0.0010	5.14	94.14	30.27	2.91	27.62
8+900	273.86	0.0010	5.12	93.61	30.19	2.93	27.55
9+000	273.86	0.0010	5.10	92.91	30.08	2.95	27.46
9+100	273.86	0.0010	5.07	92.19	29.97	2.97	27.36
9+200	273.86	0.0010	5.04	91.30	29.84	3.00	27.24

**PROYECTO A NIVEL EJECUTIVO DEL ENCAUZAMIENTO DEL "RIO GUANAJUATO",
TRAMO PRESA "LA GARRIDA" - CIUDAD DE IRAPUATO; EN EL ESTADO DE
GUANAJUATO, MEXICO.**

Tabla IV.11(continúa)
Características hidráulicas del "Río Guanajuato"
rectificación de plantilla y sección transversal
alternativa 2 para T = 500 años

Cadenamiento	Gasto Q (m ³ /s)	Pendiente S	Tirante Y (m)	Area Hidráulica (m ²)	Perimetro Mojado (m)	Velocidad V (m/s)	Ancho de Agua (m)
CAMBIO DE PENDIENTE							
9+300	273.86	0.0015	5.06	91.54	29.80	2.99	27.17
9+400	273.86	0.0015	5.09	91.83	29.77	2.98	27.11
CAMBIO DE PENDIENTE							
9+500	273.86	0.0025	5.24	95.26	30.13	2.87	27.35
9+600	273.86	0.0025	5.41	99.03	30.54	2.77	27.62
9+700	273.86	0.0025	5.59	103.11	30.97	2.65	27.92
9+800	273.86	0.0025	5.77	107.29	31.39	2.55	28.18
9+900	273.86	0.0025	5.85	106.48	29.30	2.84	25.99
10+000	273.86	0.0025	6.02	99.62	29.58	2.75	26.10
10+100	273.86	0.0025	6.20	103.33	29.96	2.65	26.32
10+120	273.86	0.0025	6.23	103.83	30.01	2.64	26.35
10+140	273.86	0.0025	6.03	82.05	25.67	3.34	13.60
10+160	273.86	0.0025	6.22	103.27	29.88	2.65	26.21
10+200	273.86	0.0025	6.28	104.56	30.01	2.62	26.27
10+260	273.86	0.0025	6.40	107.03	30.28	2.56	26.45
CAMBIO DE PENDIENTE							
10+300	273.86	0.0015	6.42	107.67	30.38	2.54	26.54
10+360	273.86	0.0015	6.48	109.21	30.59	2.51	26.72
10+380	273.86	0.0015	6.60	147.78	35.59	1.85	22.40
10+400	273.86	0.0015	6.45	108.32	30.47	2.53	26.61
10+500	273.86	0.0015	6.54	110.88	30.82	2.47	26.90
10+560	273.86	0.0015	6.60	111.62	30.81	2.45	26.81
10+590	273.86	0.0015	6.49	95.21	26.18	2.88	20.14
10+613	273.86	0.0015	5.89	62.74	20.71	4.36	11.50
10+640	273.86	0.0015	6.37	109.17	30.55	2.51	26.70
10+700	273.86	0.0015	6.40	110.19	30.69	2.49	26.81
10+760	273.86	0.0015	6.44	111.23	30.83	2.46	26.93
10+776	273.86	0.0015	6.06	75.50	22.78	3.63	16.07
10+800	273.86	0.0015	6.32	107.96	30.39	2.54	26.56
10+900	273.86	0.0015	6.41	110.28	30.70	2.48	26.82
CAMBIO DE PENDIENTE							
11+000	273.86	0.0008	6.41	110.45	30.72	2.48	26.84
11+100	273.86	0.0008	6.42	110.63	30.75	2.48	26.86
11+200	273.86	0.0008	6.42	110.73	30.76	2.47	26.87
11+300	273.86	0.0008	6.43	110.92	30.79	2.47	26.89
11+400	273.86	0.0008	6.43	111.04	30.80	2.47	26.91
11+500	273.86	0.0008	6.44	111.24	30.83	2.46	26.93
11+600	273.86	0.0008	6.46	111.45	30.86	2.46	26.95
11+700	273.86	0.0008	6.46	111.59	30.88	2.45	26.97
11+740	273.86	0.0008	6.46	111.67	30.89	2.45	26.98
11+760	273.86	0.0008	6.04	74.94	24.49	3.65	12.40
11+780	273.86	0.0008	6.13	90.44	28.04	3.03	24.51
11+800	273.86	0.0008	6.13	90.30	28.02	3.03	24.49
11+900	273.86	0.0008	6.06	88.58	27.75	3.09	24.26
12+000	273.86	0.0008	5.97	86.69	27.46	3.16	24.02
12+100	273.86	0.0008	5.90	85.70	27.41	3.20	24.06
12+200	273.86	0.0008	5.89	93.55	28.32	2.93	24.76
12+300	273.86	0.0008	5.84	92.40	28.15	2.96	24.62
12+400	273.86	0.0008	5.80	91.12	27.96	3.01	24.47
12+460	273.86	0.0008	5.76	90.41	27.85	3.03	24.38
12+480	273.86	0.0008	5.27	65.46	22.67	4.18	12.72

ANEXO D
CARACTERÍSTICAS
HIDRAULICAS DEL "RIO GUANAJUATO"

Tabla IV.11(continúa)
Características hidráulicas del "Río Guanajuato"
rectificación de plantilla y sección transversal
alternativa 2 para T = 500 años

Cadenamiento	Gasto Q (m ³ /s)	Pendiente S	Tirante Y (m)	Area Hidráulica (m ²)	Perímetro Mojado (m)	Velocidad V (m/s)	Ancho del Agua (m)
12+500	273.86	0.0008	5.24	65.02	22.60	4.21	12.71
12+520	273.86	0.0008	5.52	89.94	27.91	3.05	24.57
12+600	273.86	0.0008	5.48	88.73	27.73	3.09	24.42
12+700	273.86	0.0008	5.39	86.78	27.45	3.16	24.18
12+800	273.86	0.0008	5.31	84.53	27.11	3.24	23.90
12+900	273.86	0.0008	5.19	81.84	26.70	3.35	23.56
12+940	273.86	0.0008	5.13	80.50	26.50	3.40	23.39
CAMBIO DE PENDIENTE							
13+000	273.86	0.0010	5.07	79.07	26.27	3.46	23.21
13+014	273.86	0.0010	5.08	81.24	26.15	3.37	16.00

Tabla IV.12
Características hidráulicas del arroyo "Carrizalito"
rectificación de plantilla y sección transversal
alternativa 2 para T = 500 años

Cadenamiento	Gasto Q (m ³ /s)	Pendiente S	Tirante Y (m)	Area Hidráulica (m ²)	Perímetro Mojado (m)	Velocidad V (m/s)	Ancho del Agua (m)
0+000	7.49	0.0015	1.37	6.95	8.62	1.08	7.82
0+100	7.49	0.0015	1.37	6.90	8.31	1.08	7.44
0+200	7.49	0.0015	1.37	7.14	8.28	1.05	7.40
0+300	7.49	0.0015	1.34	6.10	7.76	1.23	6.80
0+400	7.49	0.0015	1.25	6.99	9.95	1.07	9.15
0+500	7.49	0.0015	1.26	7.25	9.06	1.03	8.48
0+600	7.49	0.0015	1.29	10.13	10.36	0.74	8.73
0+700	7.49	0.0015	1.28	8.41	9.51	0.89	8.70
0+800	7.49	0.0015	1.29	7.36	9.06	1.02	8.23
0+900	7.49	0.0015	1.33	7.49	8.68	1.00	7.81
1+000	7.49	0.0015	1.30	6.01	7.53	1.25	6.55
1+100	7.49	0.0015	1.24	5.35	7.12	1.40	6.42
Cambio de Pendiente							
1+163.69	7.49	0.0020	1.32	6.76	10.30	1.11	5.22
1+193.69	7.49	0.0020	1.31	6.69	10.25	1.12	5.21
1+200	7.49	0.0020	1.32	6.72	7.74	1.11	6.87
1+300	7.49	0.0020	1.32	6.64	7.83	1.13	6.92
1+400	7.49	0.0020	1.37	6.37	7.35	1.18	6.27
1+500	7.49	0.0020	1.31	5.52	6.63	1.36	5.30
1+600	7.49	0.0020	1.25	5.32	6.65	1.41	5.42
1+629.66	7.49	0.0020	1.27	7.44	8.29	1.01	7.35
1+633.66	7.49	0.0020	1.27	7.47	8.30	1.00	7.35
1+700	7.49	0.0020	1.27	5.88	7.05	1.27	6.02
1+800	7.49	0.0020	1.24	5.66	6.92	1.32	5.67
1+900	7.49	0.0020	1.24	5.68	6.94	1.32	5.57
2+000	7.49	0.0020	1.24	5.77	6.92	1.30	5.62
2+100	7.49	0.0020	1.21	5.43	6.87	1.38	6.04
2+190	7.49	0.0020	1.03	5.72	7.38	1.31	5.91

PROYECTO A NIVEL EJECUTIVO DEL ENCAUZAMIENTO DEL "RIO GUANAJUATO",
TRAMO PRESA "LA GARRIDA" - CIUDAD DE IRAPUATO; EN EL ESTADO DE
GUANAJUATO, MEXICO.

Tabla IV.13
Características hidráulicas del arroyo "Santa Rita"
rectificación de plantilla y sección transversal
alternativa 2 para T = 500 años

Cadenamiento	Gasto Q (m ³ /s)	Pendiente S	Tirante Y (m)	Area Hidráulica (m ²)	Perímetro Mojado (m)	Velocidad V (m/s)	Ancho del Agua (m)
0+000	36.20	0.0015	3.20	25.54	15.95	1.42	12.41
0+100	36.20	0.0015	3.24	31.23	19.37	1.16	16.18
0+200	36.20	0.0015	3.25	25.04	14.85	1.45	11.83
0+300	36.20	0.0015	3.27	24.24	16.18	1.49	13.34
0+400	36.20	0.0015	3.29	23.25	14.34	1.56	12.04
0+500	36.20	0.0015	3.33	23.40	13.21	1.55	9.66
0+600	36.20	0.0015	3.38	26.58	16.03	1.36	15.35
0+700	36.20	0.0015	3.33	21.31	13.58	1.70	10.83
0+800	36.20	0.0015	3.31	23.10	17.31	1.57	14.66
0+900	36.20	0.0015	3.21	19.37	13.06	1.87	10.52
1+000	36.20	0.0015	3.09	18.02	11.73	2.01	8.91
1+100	36.20	0.0015	3.13	24.79	14.91	1.46	13.17
1+220	36.20	0.0015	3.08	20.19	13.64	1.79	11.46
1+300	36.20	0.0015	3.01	17.87	11.87	2.03	9.56
1+400	36.20	0.0015	2.90	20.67	14.80	1.75	13.08
1+500	36.20	0.0015	2.96	22.49	20.10	1.61	17.28
Cambio de Pendiente							
1+600	36.20	0.0020	2.86	22.25	14.33	1.63	12.74
1+700	36.20	0.0020	2.67	16.31	11.23	2.22	7.95
1+800	36.20	0.0020	2.34	14.54	12.90	2.49	11.20
1+896.05	36.20	0.0020	2.17	11.88	10.06	3.05	6.60
2+000	36.20	0.0020	1.83	18.17	13.66	1.99	12.43
2+100	36.20	0.0020	1.93	16.11	13.18	2.25	12.23
2+180	36.20	0.0020	1.80	27.37	32.79	1.32	32.56

ANEXO D
CARACTERISTICAS
HIDRAULICAS DEL "RIO GUANAJUATO"

Tabla IV.14
Características hidráulicas del "Río Guanajuato"
rectificación de plantilla y sección transversal
alternativa 3 para T = 500 años

Cadenamiento	Gasto Q (m ³ /s)	Pendiente S	Tirante Y (m)	Area Hidráulica (m ²)	Perímetro Mojado (m)	Velocidad V (m/s)	Ancho del Agua (m)
0+020	192.71	0.0046	4.32	106.63	34.91	1.81	32.73
0+100	192.71	0.0046	4.58	94.69	33.53	2.04	31.09
0+200	192.71	0.0046	5.14	101.62	33.57	1.90	31.12
0+300	192.71	0.0046	5.34	84.87	27.51	2.27	24.05
0+400	192.71	0.0046	5.70	110.62	33.08	1.74	29.46
0+440	192.71	0.0046	5.83	103.58	32.11	1.86	28.45
CAMBIO DE PENDIENTE EN LA RASANTE DE RECTIFICACION EN EL KM 0+440							
0+500	192.71	0.0018	5.85	97.53	30.75	1.98	27.73
0+600	192.71	0.0018	6.03	131.18	35.89	1.47	32.72
0+700	192.71	0.0018	6.08	111.74	33.91	1.72	30.15
0+800	192.71	0.0018	6.09	101.99	29.78	1.89	25.89
0+900	192.71	0.0018	6.13	91.98	27.73	2.10	22.87
1+000	192.71	0.0018	6.25	120.63	33.85	1.60	30.25
1+100	192.71	0.0018	6.07	70.38	25.88	2.74	21.13
1+200	192.71	0.0018	5.95	76.24	26.48	2.53	22.25
1+300	192.71	0.0018	6.02	94.30	29.12	2.04	24.75
1+400	192.71	0.0018	6.05	84.36	29.32	2.31	24.40
1+500	192.71	0.0018	5.98	70.55	24.09	2.73	18.59
1+600	192.71	0.0018	6.04	77.26	28.93	2.52	23.90
1+700	192.71	0.0018	6.14	95.21	34.13	2.08	27.97
1+800	192.71	0.0018	6.19	94.11	30.20	2.05	26.16
1+900	192.71	0.0018	6.27	96.08	30.31	2.01	26.53
1+980	192.71	0.0018	6.32	102.98	32.22	1.87	28.14
CAMBIO DE PENDIENTE EN LA RASANTE DE RECTIFICACION EN EL KM 1+980							
2+000	192.71	0.0009	6.31	96.95	32.46	1.99	28.55
2+100	192.71	0.0009	6.13	74.53	26.29	2.59	21.95
2+200	192.71	0.0009	6.10	82.17	27.19	2.35	22.65
2+300	192.71	0.0009	6.02	78.49	26.11	2.46	21.34
2+400	192.71	0.0009	5.98	81.85	25.47	2.36	20.08
2+500	192.71	0.0009	5.88	82.90	26.44	2.33	21.91
2+600	192.71	0.0009	5.73	72.67	24.47	2.65	20.14
2+700	192.71	0.0009	5.72	83.74	26.05	2.30	23.61
2+800	192.71	0.0009	5.73	93.16	29.93	2.07	26.84
2+920	192.71	0.0009	5.67	106.05	32.82	1.82	29.96
3+000	192.71	0.0009	5.27	61.78	25.12	3.12	21.37
3+100	192.71	0.0009	4.96	65.60	24.14	2.94	21.02
3+200	192.71	0.0009	4.86	81.85	28.23	2.35	25.47
3+300	192.71	0.0009	4.84	79.79	27.53	2.42	24.77
PUNTE DE LA AUTOPISTA LEON-IRAPUATO							
3+386.80	192.71	0.0009	4.45	58.54	26.89	3.29	24.04
3+406.80	192.71	0.0009	4.40	56.38	26.35	3.42	23.48
CAMBIO DE PENDIENTE EN LA RASANTE DE RECTIFICACION EN EL KM 3+406.5							
3+500	208.55	0.0035	4.79	80.54	32.48	2.30	30.36
3+600	208.55	0.0035	5.03	91.99	31.18	2.27	28.89
3+700	208.55	0.0035	5.08	87.05	28.15	2.40	25.25
3+800	208.55	0.0035	5.12	78.79	27.42	2.72	22.78
3+900	208.55	0.0035	4.98	75.63	26.71	2.76	23.84
4+000	208.55	0.0035	4.96	64.62	22.78	3.23	19.50
4+100	208.55	0.0035	5.26	83.40	28.34	2.50	25.24
4+200	208.55	0.0035	5.37	80.70	27.21	2.58	23.38
4+300	208.55	0.0035	5.61	88.56	27.03	2.35	23.41
4+400	208.55	0.0035	5.88	99.79	33.52	2.09	29.62

**PROYECTO A NIVEL EJECUTIVO DEL ENCAUZAMIENTO DEL "RIO GUANAJUATO",
TRAMO PRESA "LA GARRIDA" - CIUDAD DE IRAPUATO; EN EL ESTADO DE
GUANAJUATO, MEXICO.**

Tabla IV.14 (continúa)
Características hidráulicas del "Río Guanajuato"
rectificación de plantilla y sección transversal
alternativa 3 para T = 500 años

Cadenamiento	Gasto Q (m ³ /s)	Pendiente S	Tirante Y (m)	Area Hidráulica (m ²)	Perímetro Mojado (m)	Velocidad V (m/s)	Ancho del Agua (m)
4+500	208.55	0.0035	6.17	104.08	33.46	2.00	29.78
4+600	208.55	0.0035	6.40	100.60	32.19	2.07	27.64
4+700	208.55	0.0035	6.63	96.83	35.56	2.15	31.71
4+720	208.55	0.0035	6.68	96.81	36.39	2.15	30.86
CAMBIO DE PENDIENTE EN LA RASANTE DE RECTIFICACION EN EL KM 4+720							
4+800	208.55	0.0008	6.64	93.77	33.87	2.22	29.29
4+900	208.55	0.0008	6.64	102.07	36.09	2.04	31.47
5+000	208.55	0.0008	6.65	103.85	31.53	2.01	28.25
5+100	208.55	0.0008	6.66	104.07	31.66	2.00	28.27
5+400	208.55	0.0008	6.68	104.67	31.66	1.99	28.36
5+500	208.55	0.0008	6.69	104.93	31.69	1.99	28.39
5+600	208.55	0.0008	6.70	105.14	31.73	1.98	28.42
5+700	208.55	0.0008	6.70	105.37	31.76	1.98	28.45
5+800	208.55	0.0008	6.71	105.65	31.81	1.97	28.49
5+900	208.55	0.0008	6.72	105.96	31.85	1.97	28.53
6+000	208.55	0.0008	6.73	106.23	31.89	1.96	28.56
6+100	208.55	0.0008	6.74	106.52	31.93	1.96	28.60
CONFLUENCIA DEL ARROYO CARRIZALITO CON EL RIO GUANAJUATO							
6+200	224.83	0.0008	6.74	108.44	31.93	2.11	28.59
6+300	224.83	0.0008	6.74	106.45	31.92	2.11	28.59
6+400	224.83	0.0008	6.74	106.41	31.92	2.11	28.58
6+500	224.83	0.0008	6.74	106.37	31.91	2.11	28.58
6+600	224.83	0.0008	6.74	106.36	31.91	2.11	28.58
PUENTE VEHICULAR							
8+616.77	224.83	0.0008	6.81	139.74	34.25	1.61	25.00
CAMBIO DE PENDIENTE EN LA RASANTE DE RECTIFICACION EN EL KM 8+617.77							
6+700	224.83	0.0015	6.76	107.11	32.02	2.10	28.69
6+800	224.83	0.0015	6.84	109.38	32.36	2.06	28.98
6+900	224.83	0.0015	6.93	111.84	32.73	2.01	29.30
7+000	224.83	0.0015	7.01	114.46	33.10	1.96	28.64
7+100	224.83	0.0015	7.08	111.88	32.25	2.01	28.60
7+200	224.83	0.0015	7.17	114.43	32.62	1.96	28.92
7+300	224.83	0.0015	7.26	117.12	33.00	1.92	29.25
7+400	224.83	0.0015	7.36	120.00	33.40	1.87	29.60
7+500	224.83	0.0015	7.44	116.41	32.35	1.93	28.30
7+600	224.83	0.0015	7.53	119.15	32.73	1.89	28.63
7+700	224.83	0.0015	7.63	122.22	33.12	1.84	28.97
7+720	224.83	0.0015	7.66	122.53	33.20	1.83	29.04
CAMBIO DE PENDIENTE EN LA RASANTE DE RECTIFICACION EN EL KM 7+720							
7+800	224.83	0.0005	7.65	122.55	33.19	1.83	29.03
7+900	224.83	0.0005	7.65	122.51	33.19	1.84	29.02
8+000	224.83	0.0005	7.65	122.38	33.17	1.84	29.01
8+100	224.83	0.0005	7.64	122.28	33.16	1.84	29.00
8+200	224.83	0.0005	7.64	122.20	33.15	1.84	28.99
8+300	224.83	0.0005	7.64	122.06	33.13	1.84	28.97
8+400	224.83	0.0005	7.63	122.00	33.12	1.84	28.96
8+500	224.83	0.0005	7.63	121.85	33.10	1.85	28.94
8+600	224.83	0.0005	7.62	121.73	33.09	1.85	28.94
CONFLUENCIA DEL ARROYO SANTA RITA CON EL RIO GUANAJUATO							
8+700	274.00	0.0005	7.51	118.47	32.63	2.31	28.54
8+800	274.00	0.0005	7.47	117.19	32.46	2.34	28.39
8+900	274.00	0.0005	7.42	115.93	32.28	2.36	28.24

ANEXO D
CARACTERÍSTICAS
HIDRAULICAS DEL "RIO GUANAJUATO"

Tabla IV.14 (continúa)
Características hidráulicas del "Río Guanajuato"
rectificación de plantilla y sección transversal
alternativa 3 para T = 500 años

Cadenamiento	Gasto Q (m ³ /s)	Pendiente S	Tirante Y (m)	Area Hidráulica (m ²)	Perímetro Mojado (m)	Velocidad V (m/s)	Ancho del Agua (m)
9+000	274.00	0.0005	7.37	114.47	32.08	2.39	28.06
9+100	274.00	0.0005	7.31	112.95	31.86	2.43	27.88
9+200	274.00	0.0005	7.26	111.31	31.63	2.46	27.68
9+300	274.00	0.0005	7.19	109.46	31.37	2.50	27.45
9+400	274.00	0.0005	7.12	107.56	31.09	2.55	27.21
9+500	274.00	0.0005	7.03	105.03	30.72	2.61	26.90
9+600	274.00	0.0005	6.94	102.55	30.36	2.67	26.58
9+700	274.00	0.0005	6.83	99.89	29.96	2.74	26.24
9+800	274.00	0.0005	6.71	96.74	29.48	2.83	25.83
9+900	274.00	0.0005	6.57	93.20	28.93	2.94	25.35
10+000	274.00	0.0005	6.40	88.83	28.25	3.08	24.76
10+100	274.00	0.0005	6.18	83.33	27.36	3.29	23.99
10+108.30	274.00	0.0005	6.15	82.87	27.28	3.31	23.93
PUENTE VEHICULAR							
10+141.30	274.00	0.0005	6.12	83.26	25.84	3.29	13.60
CAMBIO DE PENDIENTE EN LA RASANTE DE RECTIFICACION EN EL KM 10+141.30							
10+174.30	274.00	0.0050	6.26	85.53	27.72	3.20	24.30
10+200	274.00	0.0050	6.37	88.08	28.13	3.11	24.66
10+300	274.00	0.0050	6.77	98.29	29.72	2.79	26.03
10+383.35	274.00	0.0050	7.15	108.43	31.22	2.53	27.32
PUENTE VEHICULAR							
10+398.35	274.00	0.0050	7.35	164.54	37.09	1.67	22.40
CAMBIO DE PENDIENTE EN LA RASANTE DE RECTIFICACION EN EL KM 10+398.35							
10+413.35	274.00	0.0008	7.15	108.31	31.20	2.53	27.31
10+500	274.00	0.0008	7.12	107.41	31.07	2.55	27.20
10+599.50	274.00	0.0008	7.10	107.19	31.04	2.56	27.17
PUENTE DEL FERROCARRIL							
10+636.50	274.00	0.0008	6.71	73.97	22.84	3.70	11.50
CAMBIO DE PENDIENTE EN LA RASANTE DE RECTIFICACION EN EL KM 10+636.50							
10+673.50	274.00	0.0030	6.99	99.53	29.47	2.75	25.47
10+700	274.00	0.0030	7.04	100.78	29.66	2.72	25.63
10+773.84	274.00	0.0030	7.19	104.86	30.25	2.61	26.14
PUENTE VEHICULAR							
10+799.84	274.00	0.0030	7.19	98.90	25.62	2.77	17.10
CAMBIO DE PENDIENTE EN LA RASANTE DE RECTIFICACION EN EL KM 10+799.84							
10+825.84	274.00	0.0015	7.24	106.03	30.42	2.58	26.28
10+900	274.00	0.0015	7.26	106.48	30.48	2.57	26.33
11+000	274.00	0.0015	7.27	106.87	30.54	2.56	26.38
11+100	274.00	0.0015	7.29	107.31	30.60	2.55	26.44
11+200	274.00	0.0015	7.31	107.83	30.68	2.54	26.50
11+300	274.00	0.0015	7.33	108.42	30.76	2.53	26.57
11+400	274.00	0.0015	7.37	109.50	30.92	2.50	26.70
11+500	274.00	0.0015	7.43	110.90	31.11	2.47	26.87
11+600	274.00	0.0015	7.48	112.40	31.32	2.44	27.05
11+700	274.00	0.0015	7.54	114.06	31.56	2.40	27.25
11+714.15	274.00	0.0015	7.56	114.46	31.61	2.39	27.29
PUENTE VEHICULAR							
11+749.15	274.00	0.0015	7.39	91.65	27.18	2.99	12.40

**PROYECTO A NIVEL EJECUTIVO DEL ENCAUZAMIENTO DEL "RIO GUANAJUATO",
TRAMO PRESA "LA GARRIDA" - CIUDAD DE IRAPUATO; EN EL ESTADO DE
GUANAJUATO, MEXICO.**

**Tabla IV.14 (continúa)
Características hidráulicas del "Río Guanajuato"
rectificación de plantilla y sección transversal
alternativa 3 para T = 500 años**

Cadenamiento	Gasto Q (m ³ /s)	Pendiente S	Tirante Y (m)	Area Hidráulica (m ²)	Perímetro Mojado (m)	Velocidad V (m/s)	Ancho del Agua (m)
CAMBIO DE PENDIENTE EN LA RASANTE DE RECTIFICACION EN EL KM 1+960							
11+784.15	274.00	0.0002	7.50	118.15	32.59	2.32	28.51
11+800	274.00	0.0002	7.49	117.78	32.54	2.33	28.46
11+900	274.00	0.0002	7.40	115.39	32.21	2.37	28.17
12+000	274.00	0.0002	7.31	112.93	31.96	2.43	27.88
12+100	274.00	0.0002	7.22	110.16	31.47	2.45	27.54
12+200	274.00	0.0002	7.11	107.26	31.05	2.55	27.18
12+300	274.00	0.0002	6.99	104.06	30.58	2.63	26.77
12+400	274.00	0.0002	6.85	100.39	30.03	2.73	26.30
12+432.71	274.00	0.0002	6.80	98.95	29.82	2.77	26.12
PUENTE DE LA AUTOPISTA A SALAMANCA							
12+467.71	274.00	0.0002	6.57	82.27	25.28	3.33	12.80
12+488.71	274.00	0.0002	6.56	82.01	25.24	3.34	12.80
12+523.71	274.00	0.0002	6.65	99.58	30.39	2.75	26.94
12+600	274.00	0.0002	6.53	96.23	29.68	2.85	26.50
12+700	274.00	0.0002	6.33	91.06	29.06	3.01	25.78
12+800	274.00	0.0002	6.07	84.54	28.00	3.24	24.66
12+900	274.00	0.0002	5.69	75.23	26.41	3.64	23.46
12+967.81	274.00	0.0002	4.67	53.35	22.25	5.14	19.83
13+002.81	274.00	0.0002	3.66	45.73	19.82	5.99	12.50

ANEXO D
CARACTERÍSTICAS
HIDRAULICAS DEL "RIO GUANAJUATO"

Tabla IV.15
Características hidráulicas del arroyo "Carrizalito"
rectificación de plantilla y sección transversal
alternativa 3 para T = 500 años

Cadenamiento	Gasto Q (m ³ /s)	Pendiente S	Tirante Y (m)	Area Hidráulica (m ²)	Perímetro mojado (m)	Velocidad V (m/s)	Ancho del agua (m)
0+000	7.49	0.0015	1.35	6.59	8.03	1.14	7.20
0+100	7.49	0.0015	1.34	6.69	8.18	1.12	7.32
0+200	7.49	0.0015	1.32	6.78	8.08	1.10	7.22
0+300	7.49	0.0015	1.24	5.46	7.33	1.37	6.41
0+400	7.49	0.0015	1.27	8.21	10.28	0.91	9.73
0+500	7.49	0.0015	1.27	7.33	9.11	1.02	8.53
0+600	7.49	0.0015	1.30	10.24	10.40	0.73	8.74
0+700	7.49	0.0015	1.31	8.60	9.59	0.87	8.78
0+800	7.49	0.0015	1.33	7.64	9.23	0.98	8.37
0+900	7.49	0.0015	1.37	7.86	8.88	0.95	7.98
0+980	7.49	0.0015	1.39	7.14	8.00	1.05	7.11
CAMBO DE PENDIENTE EN LA RASANTE DE RECTIFICACION EN EL KM 0+990							
1+000	7.49	0.0010	1.37	6.47	7.82	1.16	6.82
1+100	7.49	0.0010	1.29	5.76	7.42	1.30	6.71
ALCANTARILLA DE LA CARRETERA S/ALAO-SALAMANCA							
1+163.69	7.49	0.0010	1.31	6.66	10.22	1.12	5.23
1+193.69	7.49	0.0010	1.26	6.45	10.06	1.16	5.22
1+200	7.49	0.0030	1.26	6.46	7.76	1.16	6.98
CAMBO DE PENDIENTE EN LA RASANTE DE RECTIFICACION EN EL KM 1+200 Y 1+300							
1+300	7.49	0.0015	1.38	7.19	8.17	1.04	7.25
1+400	7.49	0.0015	1.40	6.72	7.63	1.11	6.60
1+500	7.49	0.0015	1.31	5.64	6.87	1.33	5.66
1+600	7.49	0.0015	1.19	5.15	6.80	1.45	5.77
PUNTE VEHICULAR							
1+629.66	7.49	0.0015	1.16	6.95	8.30	1.08	7.53
1+643.66	7.49	0.0015	1.17	6.95	8.29	1.08	7.52
1+650	7.49	0.0015	1.15	6.11	7.75	1.23	7.06
CAMBO DE PENDIENTE EN LA RASANTE DE RECTIFICACION EN EL KM 1+660							
1+700	7.49	0.0030	1.11	4.80	6.48	1.56	5.64
1+800	7.49	0.0030	1.12	5.73	7.18	1.31	6.11
1+900	7.49	0.0030	1.12	4.85	6.38	1.54	5.16
2+000	7.49	0.0030	1.15	4.82	6.30	1.56	5.11
2+100	7.49	0.0030	0.97	3.23	5.04	2.32	4.13
2+153.45	7.49	0.0030	0.77	3.17	5.74	2.36	5.27
CAMBO DE PENDIENTE EN LA RASANTE DE RECTIFICACION EN EL KM 2+153.45							
2+180	7.49	0.0148	0.81	3.17	5.43	2.37	4.80
2+195.45	7.49	0.0148	0.78	2.94	5.18	2.54	4.52

PROYECTO A NIVEL EJECUTIVO DEL ENCAUZAMIENTO DEL "RIO GUANAJUATO",
TRAMO PRESA "LA GARRIDA" - CIUDAD DE IRAPUATO; EN EL ESTADO DE
GUANAJUATO, MEXICO.

Tabla IV.16
Características hidráulicas del arroyo "Santa Rita"
rectificación de plantilla y sección transversal
alternativa 3 para T = 500 años

Cadenamiento	Gasto Q (m ³ /s)	Pendiente S	Tirante Y (m)	Area Hidráulica (m ²)	Perímetro mojado (m)	Velocidad V (m/s)	Ancho del agua (m)
0+000	36.20	0.0040	2.94	21.40	12.67	1.69	9.66
0+100	36.20	0.0040	3.20	27.55	18.18	1.31	15.15
0+200	36.20	0.0040	3.45	23.74	13.49	1.52	10.26
0+220	36.20	0.0040	3.52	24.94	14.08	1.45	11.55
CAMBIO DE PENDIENTE EN LA RASANTE DE RECTIFICACION EN EL KM 0+220							
0+300	36.20	0.0015	3.48	22.24	14.22	1.63	10.87
0+400	36.20	0.0015	3.48	21.67	13.60	1.67	10.60
0+500	36.20	0.0015	3.49	22.03	12.74	1.64	8.76
0+600	36.20	0.0015	3.54	25.54	14.52	1.42	11.49
0+700	36.20	0.0015	3.46	20.74	11.90	1.75	8.49
0+800	36.20	0.0015	3.44	21.03	14.64	1.72	11.10
0+900	36.20	0.0015	3.42	21.22	12.06	1.71	8.79
1+000	36.20	0.0015	3.31	18.55	11.82	1.95	8.23
1+100	36.20	0.0015	3.35	25.03	14.69	1.45	12.33
1+220	36.20	0.0015	3.29	19.96	13.16	1.81	10.36
1+300	36.20	0.0015	3.24	18.53	11.91	1.95	8.91
1+400	36.20	0.0015	3.19	20.97	14.55	1.73	12.21
1+500	36.20	0.0015	3.06	17.96	19.40	2.02	16.62
1+600	36.20	0.0015	2.98	21.64	13.59	1.67	11.74
1+700	36.20	0.0015	2.58	12.83	9.52	2.82	6.93
1+800	36.20	0.0015	2.51	16.16	12.77	2.24	11.02
1+900	36.20	0.0015	2.27	16.25	12.42	2.23	10.62
PUENTE VEHICULAR DE LA AUTOPISTA A LEON							
1+916.72	36.20	0.0015	2.13	13.86	10.67	2.61	6.60
1+922.72	36.20	0.0015	2.11	13.71	10.62	2.64	6.60
1+960	36.20	0.0015	2.30	33.62	20.77	1.08	19.65
CAMBIO DE PENDIENTE EN LA RASANTE DE RECTIFICACION EN EL KM 1+960							
2+000	36.20	0.0025	2.25	19.32	13.70	1.87	12.36
2+100	36.20	0.0025	2.35	20.95	14.01	1.73	12.64
2+153.85	36.20	0.0025	1.90	10.98	9.74	3.30	8.58
CAMBIO DE PENDIENTE EN LA RASANTE DE RECTIFICACION EN EL KM 2+153.85							
2+173.85	36.20	0.0202	1.95	9.79	8.61	3.70	7.02

Tabla IV.17
Velocidades medias de la corriente del agua que son admisibles (no erosivas)
en suelos cohesivos, en m/s

Denominación de suelos	Porcentaje del contenido de partículas		Suelos poco compactos, peso volumétrico del material seco hasta 1,660 kg/m ³				Suelos medianamente compactos, peso volumétrico del material seco de 1,200 a 1,660 kg/m ³				Suelos poco compactos, peso volumétrico del material seco de 1,660 hasta 2,040 kg/m ³				Suelos muy compactos, peso volumétrico del material seco de 2,040 hasta 2,140 kg/m ³			
	Diámetro medio de las partículas		Velocidades medias para tirantes hidráulicos medios, en m de:															
	< 0.005	0.005 - 0.05	0.40	1.00	2.00	3.00	0.40	1.00	2.00	3.00	0.40	1.00	2.00	3.00	0.40	1.00	2.00	3.00
Arcillas	30-50	70-50	0.35	0.40	0.45	0.50	0.70	0.85	0.95	1.10	1.00	1.20	1.40	1.50	1.40	1.70	1.90	2.10
Tierras fuertemente arcillosas	20-30	80-70	0.35	0.40	0.45	0.50	0.70	0.85	0.95	1.10	1.00	1.20	1.40	1.50	1.40	1.70	1.90	2.10
Tierras ligeramente arcillosas	10-20	90-80	0.35	0.40	0.45	0.50	0.65	0.80	0.90	1.00	0.95	1.20	1.40	1.50	1.40	1.70	1.90	2.10
Suelos de aluvión y arcillas margosas	-	-	-	-	-	-	0.60	0.70	0.80	0.85	0.80	1.00	1.20	1.30	1.10	1.30	1.50	1.70
Tierras arenosas	5-10	20-40	Según tabla de Velocidades Medias de la corriente que son admisibles (no erosivas) para suelos no cohesivos Manual de Diseño de Obras Civiles Hidrotecnica (A.2.11. Hidráulica Fluvial) de la Comisión Federal de Electricidad del Gobierno de México (CFE).															

PROYECTO A NIVEL EJECUTIVO DEL ENCAUZAMIENTO DEL "RIO GUANAJUATO",
TRAMO PRESA "LA GARRIDA" - CIUDAD DE IRAPUATO; EN EL ESTADO DE
GUANAJUATO, MEXICO.

Tabla IV.18
Valores de x y $1/(1+x)$, para
suelos cohesivos y no cohesivos

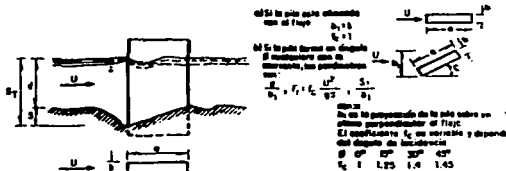
Suelos Cohesivos			Suelos No Cohesivos		
γ_s (kg/m^3)	x	$1/(1+x)$	D_m mm	x	$1/(1+x)$
0.80	0.52	0.66	0.05	0.43	0.70
0.83	0.51	0.66	0.15	0.42	0.70
0.86	0.50	0.67	0.50	0.41	0.71
0.88	0.49	0.67	1.00	0.40	0.71
0.90	0.48	0.68	1.50	0.39	0.72
0.93	0.47	0.68	2.50	0.38	0.72
0.96	0.46	0.68	4.00	0.37	0.73
0.98	0.45	0.69	6.00	0.36	0.74
1.00	0.44	0.69	8.00	0.35	0.74
1.04	0.43	0.70	10.00	0.34	0.75
1.08	0.42	0.70	15.00	0.33	0.75
1.12	0.41	0.71	20.00	0.32	0.76
1.16	0.40	0.71	25.00	0.31	0.76
1.20	0.39	0.72	40.00	0.30	0.77
1.24	0.38	0.72	60.00	0.29	0.78
1.28	0.37	0.73	90.00	0.28	0.78
1.34	0.36	0.74	140.00	0.27	0.79
1.40	0.35	0.74	190.00	0.26	0.79
1.46	0.34	0.75	250.00	0.25	0.80
1.52	0.33	0.75	310.00	0.24	0.81
1.58	0.32	0.76	370.00	0.23	0.81
1.64	0.31	0.76	450.00	0.22	0.82
1.71	0.30	0.77	570.00	0.21	0.83
1.80	0.29	0.78	750.00	0.20	0.83
1.89	0.28	0.78	1000.00	0.19	0.84
2.00	0.27	0.79	»	»	»

donde:

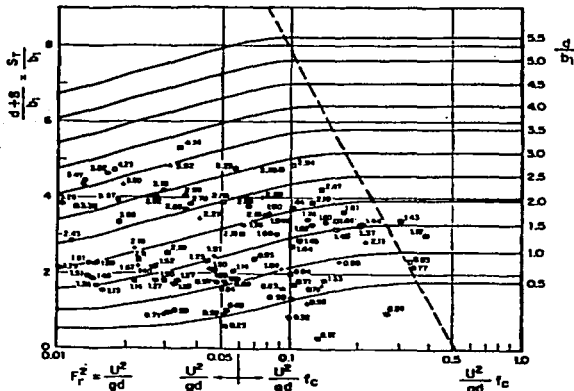
- γ_s Es el peso específico del suelo
- x Es un exponente variable en función del peso volumétrico seco del suelo
- D_m Diámetro medio de la partícula

Gráfica IV.1

Cálculo de la socavación local
 al pie de una pila rectangular
 Método de Maza - Sánchez



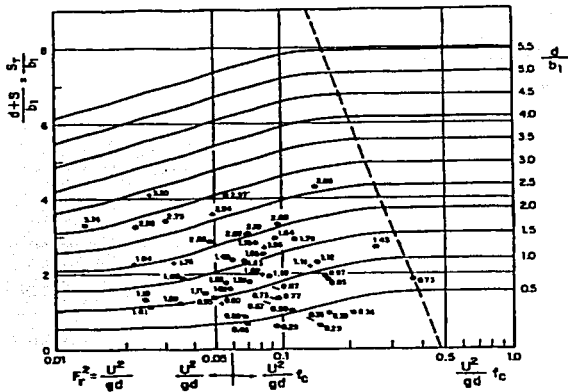
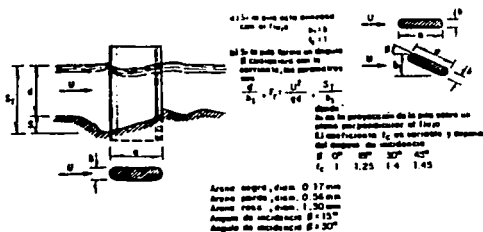
Ángulo de inclinación $\phi = 0^\circ$ 17 mm
 Ángulo de inclinación $\phi = 30^\circ$ 26 mm
 Ángulo de inclinación $\phi = 45^\circ$ 30 mm
 Ángulo de inclinación $\phi = 15^\circ$ 15 mm
 Ángulo de inclinación $\phi = 30^\circ$ 26 mm



Si la pila está esviada $\phi \neq 0$ y $F_r^2 < 0.6$ se considera $F_c = 1$
 Si $F_r^2 > 0.6$ se multiplica por el F_c correspondiente y con $F_r^2 \cdot F_c$
 se entra a la gráfica

Gráfica IV.2

**Cálculo de la socavación local
 al pie de una pila redondeada
 Método de Maza - Sánchez**

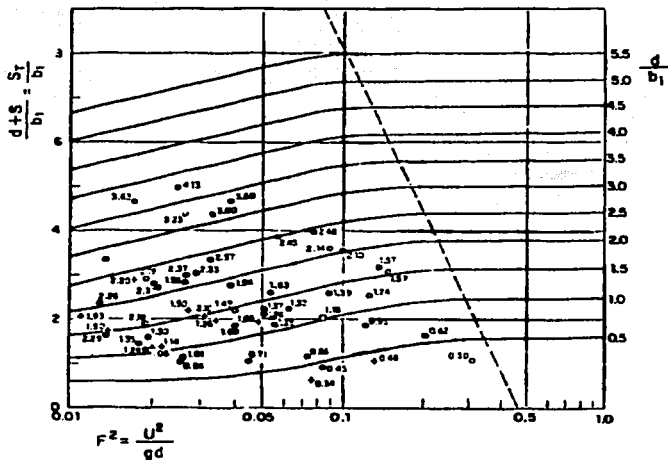
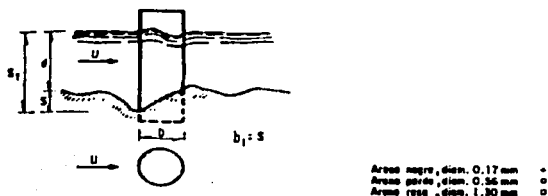


**TEGIS CON
 PATA DE OREN**

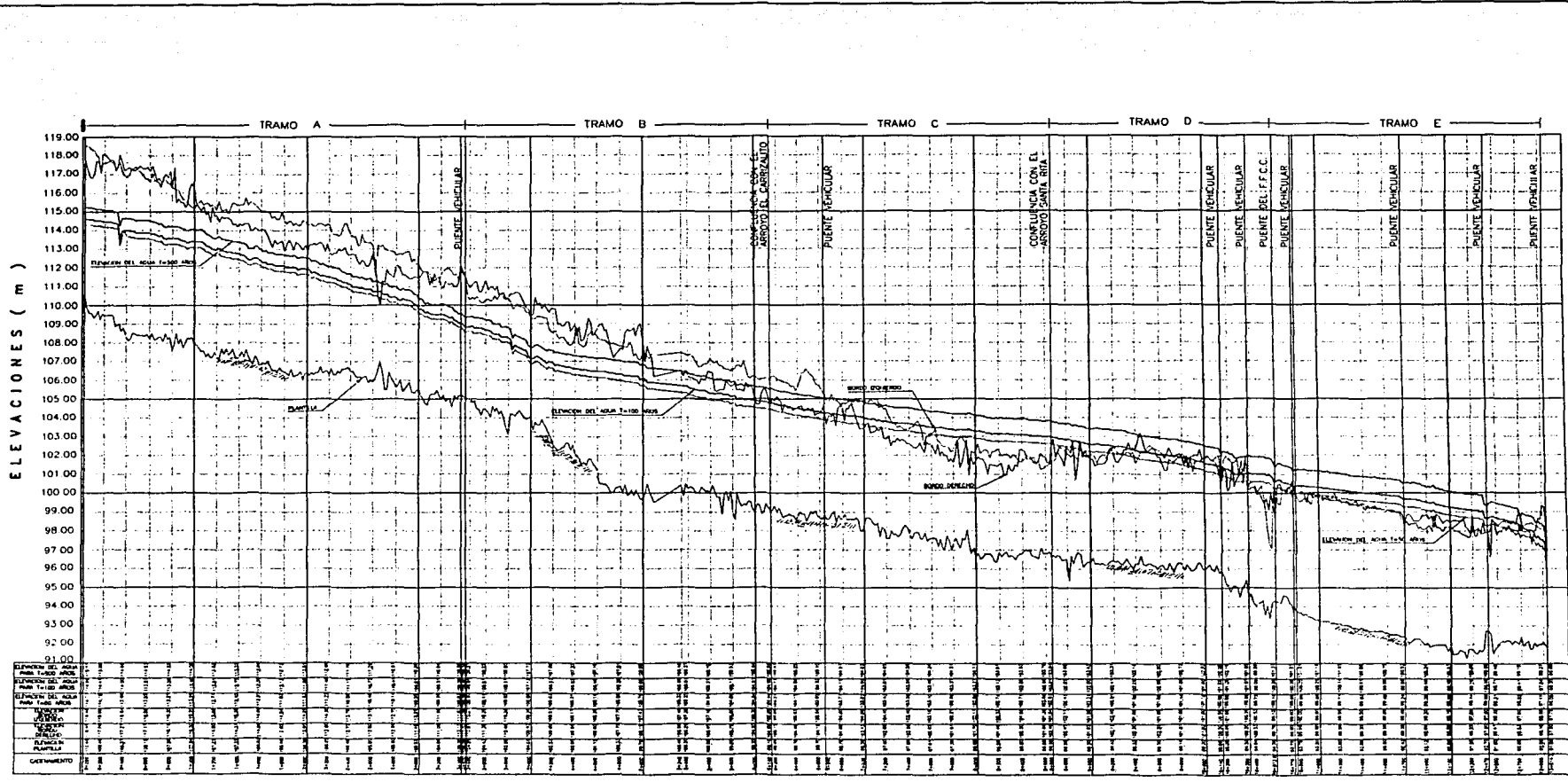
Si la pila está desviada $\phi \neq 0$ y $F_c^2 < 0.6$ se considera $f_c = 1$
 Si $F_c^2 > 0.6$ se multiplica por el f_c correspondiente y con $F_c^2 f_c$
 se entra a la gráfica

Gráfica IV.3

Cálculo de la socavación local
 al pie de una pila circular
 Método de Maza - Sánchez



RESIS CON
 FALLA DE ORIGEN



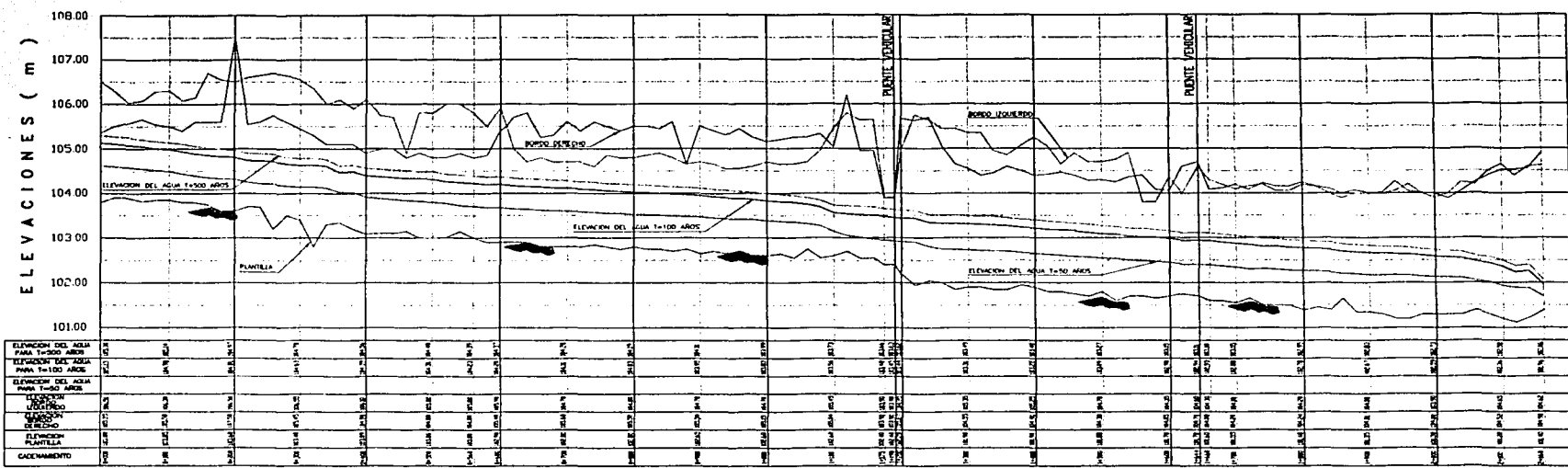
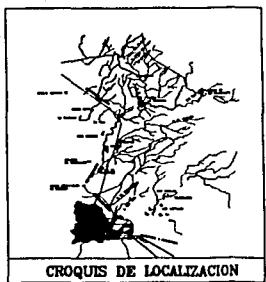
FALTA

PAGINA

D

-

29



NOTAS

EL ORIGINAL DEL PRESENTE PLANO SE ENCUENTRA DISPONIBLE EN LA PRESIDENCIA GENERAL DE PROYECTOS LEON DE LA CDMX.

COEFICIENTE DE RUJOSIDAD $k = 0.030$

PERIODO DE RETORNO PARA:

T = 100 Y 500 AÑOS

SIMBOLOGIA

ELEVACION DEL AGUA T=500 AÑOS ————

ELEVACION DEL AGUA T=100 AÑOS ————

ELEVACION DEL AGUA T=50 AÑOS ————

BORDO LIGERADO ————

BORDO DEPECHO ————

PLANTILLA ————

ESCALA

ESCALA GRÁFICA HORIZONTAL

1:1000

ESCALA GRÁFICA VERTICAL

1:100

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERÍA

REPORTA A DON. LEONARDO DEL ROSARIO DEL "BO" BARRANCO

PROYECTO "LA CARRERA" ENTRE LAS AVENIDAS

DE LA CIUDAD DE GUADALUPE, MÉXICO

PLANO N.º 2 PERFILES LONGITUDINALES DEL BARRIO CARRIZALITO

PARA BASTOS ARRECIADOS A PERIODO DE RETORNO

DE 100 Y 500 AÑOS DE CONCENTRACIONES ESTACIONALES

FECHA: Febrero 2002

PROYECTO: 1.00.1

HOJA: 20 DE 20

ANEXO E

TABLAS DE CALCULO DE ARRASTRE Y SOCAVACION DEL "RIO GUANAJUATO" Y SUS AFLUENTES

**PROYECTO A NIVEL EJECUTIVO DEL ENCAUZAMIENTO DEL "RÍO GUANAJUATO",
TRAMO PRESA "LA GARRIDA" - CIUDAD DE IRAPUATO; EN EL
ESTADO DE GUANAJUATO, MEXICO.**

**Tabla V.6
Cálculo de transporte de sedimentos
en el cauce del "Río Guanajuato"**

Cadenamiento	A m ²	P m	R _h m	v m/s	s	n	σ	g _{BT} kg/m/s	g _{BT} m ³ /s
0+020	106.63	34.91	3.05	1.81	0.00066	0.0299	7.58	1.4145	0.1114
0+100	94.69	33.53	2.82	2.04	0.00093	0.0299	9.87	2.1230	0.0334
0+200	101.62	33.57	3.03	1.90	0.00074	0.0299	8.37	1.6489	0.0260
0+300	84.87	27.51	3.09	2.27	0.00103	0.0300	11.92	2.8168	0.0444
0+400	110.62	33.08	3.34	1.74	0.00055	0.0300	6.83	1.1986	0.0189
0+440	103.58	32.11	3.23	1.86	0.00065	0.0300	7.89	1.4983	0.0236
0+500	97.53	30.75	3.17	1.98	0.00075	0.0299	8.95	1.8267	0.0288
0+600	131.18	35.88	3.66	1.47	0.00035	0.0300	4.72	0.6782	0.0107
0+700	111.74	33.91	3.30	1.72	0.00055	0.0301	6.73	1.1670	0.0184
0+800	101.99	29.78	3.42	1.89	0.00062	0.0300	7.98	1.5258	0.0240
0+900	91.98	27.73	3.32	2.10	0.00080	0.0299	9.90	2.1364	0.0336
1+000	120.63	33.85	3.56	1.60	0.00042	0.0300	5.63	0.8935	0.0141
1+100	70.38	25.88	2.72	2.74	0.00178	0.0300	18.08	5.3130	0.0837
1+200	76.24	26.48	2.88	2.53	0.00140	0.0300	15.12	4.0531	0.0638
1+300	94.30	29.12	3.24	2.04	0.00079	0.0301	9.51	1.9866	0.0313
1+400	84.36	29.32	2.88	2.31	0.00101	0.0279	10.89	2.9086	0.0458
1+500	70.55	24.09	2.93	2.73	0.00152	0.0292	16.65	4.9663	0.0782
1+600	77.26	28.93	2.67	2.52	0.00131	0.0276	13.06	3.9090	0.0616
1+700	95.21	34.13	2.79	2.08	0.00079	0.0267	8.20	2.0780	0.0327
1+800	94.11	30.20	3.12	2.05	0.00083	0.0300	9.66	2.0513	0.0323
1+900	96.08	30.31	3.17	2.01	0.00078	0.0299	9.23	1.9137	0.0301
1+960	102.98	32.22	3.20	1.87	0.00067	0.0300	8.01	1.5310	0.0241
2+000	96.95	32.46	2.99	1.99	0.00083	0.0300	9.24	1.9144	0.0301
2+100	74.53	26.29	2.83	2.59	0.00150	0.0300	15.91	4.3838	0.0690
2+200	82.17	27.19	3.02	2.35	0.00113	0.0299	12.81	3.1576	0.0497
2+300	78.49	26.11	3.01	2.46	0.00125	0.0299	14.07	3.6392	0.0573
2+400	81.65	25.47	3.21	2.36	0.00106	0.0300	12.71	3.1086	0.0490
2+500	82.80	26.44	3.13	2.33	0.00106	0.0300	12.47	3.0235	0.0476
2+600	72.67	24.47	2.97	2.65	0.00148	0.0300	16.47	4.5972	0.0724
2+700	83.74	28.05	2.99	2.30	0.00111	0.0300	12.39	2.9820	0.0470
2+800	93.16	29.93	3.11	2.07	0.00085	0.0300	9.86	2.1147	0.0333
2+920	106.05	32.92	3.22	1.82	0.00063	0.0300	7.53	1.4005	0.0221
3+000	61.78	25.12	2.46	3.12	0.00264	0.0300	24.26	8.2827	0.1304
3+100	65.60	24.14	2.72	2.94	0.00205	0.0300	20.82	6.5788	0.1036
3+200	81.85	28.23	2.90	2.35	0.00121	0.0301	13.09	3.2345	0.0509
3+300	79.79	27.53	2.90	2.42	0.00127	0.0299	13.77	3.5259	0.0556
3+386.50	58.54	26.89	2.18	3.29	0.00346	0.0300	28.16	10.3459	0.1629
3+406.50	56.38	26.35	2.14	3.42	0.00381	0.0300	30.53	11.7212	0.1846
3+500	90.54	32.48	2.79	2.30	0.00122	0.0300	12.69	3.0893	0.0487
3+600	91.99	31.18	2.95	2.27	0.00109	0.0300	12.06	2.8780	0.0453

PROYECTO A NIVEL EJECUTIVO DEL ENCAUZAMIENTO DEL "RIO GUANAJUATO",
TRAMO PRESA "LA GARRIDA" - CIUDAD DE IRAPUATO; EN EL ESTADO DE
GUANAJUATO, MEXICO.

Tabla V.6 (continúa)
Cálculo de transporte de sedimentos
en el cauce del "Río Guanajuato"

Cadenamiento	A m ²	P m	R _n m	v m/s	s	n	σ.	Q _{ST} kg/m/s	Q _{ST} m ³ /s
3+700	87.05	28.15	3.09	2.40	0.00115	0.0300	13.27	3.3285	0.0524
3+800	76.79	27.42	2.80	2.72	0.00168	0.0300	17.62	5.1176	0.0806
3+900	75.63	26.71	2.83	2.76	0.00171	0.0300	18.10	5.3223	0.0838
4+000	64.62	22.78	2.64	3.23	0.00234	0.0300	24.78	8.5571	0.1348
4+100	83.40	28.34	2.94	2.50	0.00134	0.0300	14.70	3.8698	0.0548
4+200	80.70	27.21	2.97	2.58	0.00141	0.0300	15.64	4.2446	0.0602
4+300	88.56	27.03	3.28	2.35	0.00103	0.0301	12.58	3.0407	0.0431
4+400	99.79	33.52	2.98	2.09	0.00092	0.0300	10.22	2.2293	0.0316
4+500	104.08	33.48	3.11	2.00	0.00080	0.0300	9.26	1.9085	0.0270
4+600	100.60	32.19	3.13	2.07	0.00085	0.0301	9.90	2.1147	0.0300
4+700	96.83	35.56	2.72	2.15	0.00110	0.0301	11.19	2.5465	0.0361
4+720	96.81	36.39	2.66	2.15	0.00113	0.0301	11.28	2.5771	0.0365
4+800	93.77	33.87	2.77	2.22	0.00115	0.0301	11.86	2.7840	0.0395
4+900	102.07	36.09	2.83	2.04	0.00094	0.0300	9.94	2.1273	0.0302
5+000	103.85	31.53	3.29	2.01	0.00074	0.0300	9.13	1.8783	0.0266
5+100	104.07	31.56	3.30	2.00	0.00074	0.0301	9.09	1.8531	0.0263
5+400	104.67	31.66	3.31	1.99	0.00073	0.0300	8.97	1.8205	0.0258
5+500	104.93	31.69	3.31	1.99	0.00072	0.0300	8.93	1.8166	0.0257
5+600	105.14	31.73	3.31	1.98	0.00072	0.0301	8.89	1.7919	0.0254
5+700	105.37	31.76	3.32	1.98	0.00071	0.0300	8.84	1.7871	0.0253
5+800	105.65	31.81	3.32	1.97	0.00071	0.0301	8.80	1.7626	0.0250
5+900	105.96	31.85	3.33	1.97	0.00070	0.0300	8.74	1.7569	0.0249
6+000	106.23	31.89	3.33	1.96	0.00070	0.0300	8.69	1.7317	0.0245
6+100	106.52	31.93	3.34	1.96	0.00069	0.0300	8.64	1.7270	0.0245
6+200	106.44	31.93	3.33	2.11	0.00081	0.0300	10.05	2.1680	0.0307
6+300	106.45	31.92	3.33	2.11	0.00081	0.0300	10.06	2.1680	0.0307
6+400	106.41	31.92	3.33	2.11	0.00081	0.0300	10.06	2.1691	0.0307
6+500	106.37	31.91	3.33	2.11	0.00081	0.0301	10.08	2.1701	0.0308
6+600	106.36	31.91	3.33	2.11	0.00081	0.0301	10.08	2.1701	0.0308
6+616.77	139.74	34.25	4.08	1.61	0.00036	0.0300	5.45	0.8496	0.0120
6+700	107.11	32.02	3.35	2.10	0.00079	0.0300	9.92	2.1313	0.0302
6+800	109.38	32.36	3.38	2.06	0.00075	0.0299	9.48	1.9964	0.0283
6+900	111.84	32.73	3.42	2.01	0.00071	0.0300	9.04	1.8449	0.0261
7+000	114.46	33.10	3.46	1.96	0.00066	0.0301	8.59	1.6999	0.0241
7+100	111.88	32.25	3.47	2.01	0.00069	0.0300	8.98	1.8298	0.0259
7+200	114.43	32.62	3.51	1.96	0.00065	0.0301	8.56	1.6880	0.0239
7+300	117.12	33.00	3.55	1.92	0.00061	0.0300	8.14	1.5723	0.0223
7+400	120.00	33.40	3.59	1.87	0.00057	0.0301	7.72	1.4428	0.0204
7+500	116.41	32.35	3.60	1.93	0.00061	0.0300	8.20	1.5872	0.0225
7+600	119.15	32.73	3.64	1.89	0.00057	0.0299	7.79	1.4766	0.0209

ANEXO E
**TABLAS DE CALCULO DE ARRASTRE Y SOCAVACION
 DEL "RÍO GUANAJUATO" Y SUS AFLUENTES**

Tabla V.6 (continúa)
Cálculo de transporte de sedimentos
en el cauce del "Río Guanajuato"

Cadenamiento	A m ²	P m	R _h m	v m/s	s	n	σ	Q _{at} kg/m/s	Q _{BT} m ³ /s
7+700	122.02	33.12	3.68	1.84	0.00054	0.0300	7.40	1.3549	0.0192
7+720	122.63	33.20	3.69	1.83	0.00053	0.0301	7.32	1.3312	0.0189
7+800	122.55	33.19	3.69	1.83	0.00053	0.0301	7.34	1.3322	0.0189
7+900	122.51	33.19	3.69	1.84	0.00053	0.0299	7.33	1.3491	0.0191
8+000	122.38	33.17	3.69	1.84	0.00053	0.0300	7.36	1.3510	0.0191
8+100	122.28	33.16	3.69	1.84	0.00053	0.0300	7.37	1.3520	0.0192
8+200	122.20	33.15	3.69	1.84	0.00054	0.0300	7.38	1.3530	0.0192
8+300	122.06	33.13	3.68	1.84	0.00054	0.0300	7.40	1.3549	0.0192
8+400	122.00	33.12	3.68	1.84	0.00054	0.0300	7.40	1.3549	0.0192
8+500	121.85	33.10	3.68	1.85	0.00054	0.0299	7.42	1.3739	0.0195
8+600	121.73	33.09	3.68	1.85	0.00054	0.0299	7.43	1.3749	0.0195
8+700	118.47	32.63	3.63	2.31	0.00086	0.0300	11.72	2.7375	0.0388
8+800	117.19	32.46	3.61	2.34	0.00089	0.0300	11.99	2.8502	0.0404
8+900	115.93	32.28	3.59	2.36	0.00091	0.0300	12.28	2.9382	0.0416
9+000	114.47	32.08	3.57	2.39	0.00095	0.0300	12.62	3.0628	0.0434
9+100	112.95	31.86	3.55	2.43	0.00098	0.0300	13.00	3.2253	0.0457
9+200	111.31	31.63	3.52	2.46	0.00102	0.0300	13.42	3.3664	0.0477
9+300	109.46	31.37	3.49	2.50	0.00107	0.0300	13.90	3.5516	0.0503
9+400	107.56	31.09	3.46	2.55	0.00112	0.0300	14.44	3.7821	0.0536
9+500	105.03	30.72	3.42	2.61	0.00119	0.0300	15.21	4.0849	0.0579
9+600	102.55	30.36	3.38	2.67	0.00127	0.0300	16.01	4.4087	0.0573
9+700	99.89	29.96	3.33	2.74	0.00136	0.0300	16.85	4.7897	0.0624
9+800	96.74	29.48	3.28	2.83	0.00148	0.0300	18.18	5.3366	0.0693
9+900	93.20	28.93	3.22	2.94	0.00164	0.0300	19.71	6.0415	0.0785
10+000	88.83	28.25	3.14	3.08	0.00188	0.0300	21.87	7.0483	0.0916
10+100	83.33	27.36	3.05	3.29	0.00220	0.0300	25.11	8.7291	0.1134
10+108.30	82.87	27.28	3.04	3.31	0.00224	0.0300	25.41	8.8981	0.1156
10+141.30	83.26	25.84	3.22	3.29	0.00091	0.0200	10.98	6.2506	0.0812
10+174.30	85.53	27.72	3.09	3.20	0.00206	0.0300	23.73	7.9848	0.1037
10+200	88.08	28.13	3.13	3.11	0.00190	0.0300	22.27	7.2661	0.0944
10+300	98.29	29.72	3.31	2.79	0.00142	0.0300	17.56	5.0837	0.0660
10+383.35	108.43	31.22	3.47	2.53	0.00049	0.0200	6.31	2.7081	0.0352
10+398.35	164.54	37.09	4.44	1.67	0.00034	0.0299	5.68	0.9096	0.0118
10+413.35	108.31	31.20	3.47	2.53	0.00110	0.0300	14.23	3.6894	0.0479
10+500	107.41	31.07	3.46	2.55	0.00112	0.0300	14.49	3.7872	0.0492
10+599.50	107.19	31.04	3.45	2.56	0.00113	0.0300	14.56	3.8302	0.0498
10+636.50	73.97	22.84	3.24	3.70	0.00115	0.0200	13.88	8.8977	0.1156
10+673.50	99.53	29.47	3.38	2.75	0.00135	0.0300	17.01	4.8220	0.0626
10+700	100.78	29.66	3.40	2.72	0.00130	0.0300	16.55	4.6444	0.0603
10+773.84	104.86	30.25	3.47	2.61	0.00117	0.0300	15.19	4.0613	0.0526

PROYECTO A NIVEL EJECUTIVO DEL ENCAUZAMIENTO DEL "RIO GUANAJUATO",
TRAMO PRESA "LA GARRIDA" - CIUDAD DE IRAPUATO; EN EL ESTADO DE
GUANAJUATO, MEXICO.

Tabla V.6 (continúa)
Cálculo de transporte de sedimentos
en el cauce del "Río Guanajuato"

Cadenamiento	A m ²	P m	R _h m	v m/s	s	n	σ	Get kg/m/s	Get m ³ /s
10+799.84	98.90	25.62	3.86	2.77	0.00051	0.0200	7.32	3.3844	0.0440
10+825.84	106.03	30.42	3.49	2.58	0.00138	0.0331	17.94	4.2055	0.0546
10+900	106.48	30.48	3.49	2.57	0.00136	0.0330	17.79	4.1512	0.0539
11+000	106.87	30.54	3.50	2.56	0.00135	0.0330	17.63	4.0984	0.0532
11+100	107.31	30.60	3.51	2.55	0.00133	0.0330	17.49	4.0460	0.0526
11+200	107.83	30.68	3.51	2.54	0.00132	0.0330	17.30	3.9904	0.0518
11+300	108.42	30.76	3.52	2.53	0.00130	0.0330	17.10	3.9330	0.0511
11+400	109.50	30.92	3.54	2.50	0.00104	0.0300	13.83	3.5248	0.0458
11+500	110.90	31.11	3.56	2.47	0.00101	0.0300	13.46	3.3850	0.0440
11+600	112.40	31.32	3.59	2.44	0.00097	0.0300	13.06	3.2468	0.0422
11+700	114.06	31.56	3.61	2.40	0.00094	0.0300	12.66	3.0809	0.0400
10+714.15	114.46	31.61	3.62	2.39	0.00093	0.0301	12.57	3.0417	0.0395
11+749.15	91.65	27.18	3.37	2.99	0.00071	0.0200	8.92	4.5697	0.0594
11+784.15	118.15	32.59	3.63	2.32	0.00087	0.0300	11.79	2.7719	0.0360
11+800	117.78	32.54	3.62	2.33	0.00088	0.0299	11.86	2.8079	0.0365
11+900	115.39	32.21	3.58	2.37	0.00093	0.0301	12.41	2.9815	0.0387
12+000	112.93	31.86	3.54	2.43	0.00098	0.0299	13.00	3.2253	0.0419
12+100	110.16	31.47	3.50	2.49	0.00105	0.0300	13.71	3.4966	0.0454
12+200	107.26	31.05	3.45	2.55	0.00113	0.0301	14.54	3.7936	0.0493
12+300	104.06	30.58	3.40	2.63	0.00122	0.0300	15.52	4.1959	0.0545
12+400	100.39	30.03	3.34	2.73	0.00134	0.0300	16.78	4.7373	0.0615
12+432.71	98.95	29.82	3.32	2.77	0.00139	0.0300	17.31	4.9677	0.0645
12+467.71	82.27	25.28	3.25	3.33	0.00092	0.0200	11.20	6.4486	0.0838
12+488.71	82.01	25.24	3.25	3.34	0.00093	0.0200	11.28	6.5139	0.0846
12+523.71	99.58	30.39	3.28	2.75	0.00140	0.0300	17.16	4.8945	0.0636
12+600	96.23	29.88	3.22	2.85	0.00153	0.0300	18.48	5.4953	0.0714
12+700	91.06	29.06	3.13	3.01	0.00178	0.0300	20.83	6.5769	0.0854
12+800	84.54	28.00	3.02	3.24	0.00217	0.0300	24.47	8.3761	0.1088
12+900	75.23	26.41	2.85	3.64	0.00296	0.0300	31.51	12.2618	0.1593
12+967.81	53.35	22.25	2.40	5.14	0.00740	0.0300	66.36	37.7603	0.4906
13+003	45.73	19.82	2.31	5.99	0.00471	0.0200	40.66	45.0025	0.5847

Donde

A = Área hidráulica de la sección transversal

P = Perímetro

R_h = Radio Hidráulico

v = Velocidad del agua

s = Pendiente hidráulica del cauce

n = Coeficiente de rugosidad total del cauce

σ = Parámetro adimensional de Shields

Get = Transporte sedimentos en el fondo

ANEXO E
TABLAS DE CALCULO DE ARRASTRE Y SOCAVACION
DEL "RIO GUANAJUATO" Y SUS AFLUENTES

Tabla V.7
Cálculo de transporte de sedimentos
en el cauce del arroyo "Carrizalito"

Cadenamiento	A m ²	P m	R _h m	v m/s	s	n	σ	g _{BT} kg/m/s	g _{BT} m ² /s
0+000	6.50	8.03	0.82	1.14	0.0015	0.0299	4.64	0.6657	0.0042
0+100	6.69	8.18	0.82	1.12	0.0015	0.0300	4.51	0.6325	0.0040
0+200	6.78	8.08	0.84	1.10	0.0014	0.0301	4.35	0.5918	0.0037
0+300	5.46	7.33	0.74	1.37	0.0025	0.0300	6.99	1.2409	0.0078
0+400	8.21	10.28	0.80	0.91	0.0010	0.0300	3.01	0.3333	0.0021
0+500	7.33	9.11	0.80	1.02	0.0013	0.0300	3.77	0.4764	0.0030
0+600	10.24	10.40	0.98	0.73	0.0005	0.0300	1.81	0.1453	0.0009
0+700	8.60	9.59	0.90	0.87	0.0008	0.0301	2.65	0.2714	0.0017
0+800	7.64	9.23	0.83	0.98	0.0011	0.0300	3.45	0.4135	0.0026
0+900	7.86	8.88	0.89	0.95	0.0010	0.0301	3.19	0.3624	0.0023
0+980	7.14	8.00	0.89	1.05	0.0012	0.0300	3.85	0.4935	0.0031
1+000	6.47	7.82	0.83	1.16	0.0016	0.0299	4.80	0.7004	0.0044
1+100	5.76	7.42	0.78	1.30	0.0021	0.0300	6.21	1.0336	0.0065
1+163.69	6.66	10.22	0.65	1.12	0.0020	0.0301	4.91	0.7139	0.0045
1+193.69	6.45	10.06	0.64	1.16	0.0022	0.0300	5.26	0.8013	0.0050
1+200	6.46	7.76	0.83	1.16	0.0015	0.0300	4.81	0.6988	0.0044
1+300	7.19	8.17	0.88	1.04	0.0012	0.0300	3.81	0.4830	0.0030
1+400	6.72	7.63	0.88	1.11	0.0013	0.0301	4.36	0.5934	0.0037
1+500	5.64	6.87	0.82	1.33	0.0021	0.0300	6.35	1.0754	0.0068
1+600	5.15	6.80	0.76	1.45	0.0028	0.0301	7.82	1.4676	0.0092
1+629.66	6.95	8.30	0.84	1.08	0.0013	0.0299	4.15	0.5568	0.0035
1+643.66	6.95	8.29	0.84	1.08	0.0013	0.0300	4.15	0.5568	0.0035
1+660	6.11	7.75	0.79	1.23	0.0019	0.0299	5.49	0.8615	0.0054
1+700	4.80	6.48	0.74	1.56	0.0033	0.0300	9.05	1.8519	0.0117
1+800	5.73	7.18	0.80	1.31	0.0021	0.0299	6.19	1.0398	0.0066
1+900	4.85	6.38	0.76	1.54	0.0031	0.0301	8.81	1.7619	0.0111
2+000	4.82	6.30	0.77	1.56	0.0031	0.0299	8.87	1.8149	0.0114
2+100	3.23	5.04	0.64	2.32	0.0031	0.0178	7.43	4.4933	0.0283
2+153.45	3.17	5.74	0.55	2.36	0.0031	0.0159	6.40	4.6715	0.0294
2+180	3.17	5.43	0.58	2.37	0.0031	0.0164	6.77	4.7166	0.0297
2+195.45	2.94	5.18	0.57	2.54	0.0031	0.0150	6.58	5.5209	0.0348

Donde:

A = Área hidráulica de la sección transversal
P = Perímetro
R_h = Radio Hidráulico
v = Velocidad del agua
s = Pendiente hidráulica del cauce

n = Coeficiente de rugosidad total del cauce
σ = Parámetro adimensional de Shields
g_{BT} = Transporte sedimentos en el fondo

PROYECTO A NIVEL EJECUTIVO DEL ENCAUZAMIENTO DEL "RIO GUANAJUATO",
TRAMO PRESA "LA GARRIDA" - CIUDAD DE IRAPUATO; EN EL ESTADO DE
GUANAJUATO, MEXICO.

Tabla V.8
Cálculo de transporte de sedimentos
en el cauce del arroyo "Santa Rita"

Cadenamiento	A m ²	P m	R _h m	v m/s	s	n	σ.	g _{BT} kg/m/s	g _{BT} m ³ /s
0+000	21.40	12.67	1.69	1.69	0.0013	0.0300	8.08	1.5542	0.1224
0+100	27.55	18.18	1.52	1.31	0.0009	0.0301	5.06	0.7503	0.0118
0+200	23.74	13.49	1.76	1.52	0.0010	0.0301	6.48	1.1007	0.0173
0+220	24.94	14.08	1.77	1.45	0.0009	0.0300	5.86	0.9469	0.0149
0+300	22.24	14.22	1.56	1.63	0.0013	0.0300	7.69	1.4455	0.0228
0+400	21.67	13.60	1.59	1.67	0.0013	0.0300	8.04	1.5435	0.0243
0+500	22.03	12.74	1.73	1.64	0.0012	0.0301	7.58	1.4021	0.0221
0+600	25.54	14.52	1.76	1.42	0.0009	0.0300	5.61	0.8888	0.0140
0+700	20.74	11.90	1.74	1.75	0.0013	0.0299	8.53	1.6986	0.0267
0+800	21.03	14.64	1.44	1.72	0.0016	0.0300	8.84	1.7822	0.0281
0+900	21.22	12.06	1.76	1.71	0.0012	0.0299	8.11	1.5741	0.0248
1+000	18.55	11.82	1.57	1.95	0.0019	0.0300	11.04	2.5008	0.0394
1+100	25.03	14.69	1.70	1.45	0.0009	0.0299	5.90	0.9632	0.0152
1+220	19.96	13.16	1.52	1.81	0.0017	0.0301	9.64	2.0283	0.0319
1+300	18.53	11.91	1.56	1.95	0.0019	0.0301	11.09	2.5134	0.0396
1+400	20.97	14.55	1.44	1.73	0.0016	0.0299	8.89	1.8077	0.0285
1+500	17.96	19.40	0.93	2.02	0.0040	0.0299	14.02	3.6280	0.0571
1+600	21.64	13.59	1.59	1.67	0.0014	0.0300	8.07	1.5457	0.0243
1+700	12.83	9.52	1.35	2.82	0.0048	0.0300	24.25	8.2655	0.1302
1+800	18.16	12.77	1.27	2.24	0.0033	0.0300	15.63	4.2490	0.0669
1+900	18.25	12.42	1.31	2.23	0.0031	0.0300	15.29	4.1185	0.0649
1+916.72	13.86	10.67	1.30	2.61	0.0043	0.0300	21.03	6.6631	0.1049
1+922.72	13.71	10.62	1.29	2.64	0.0045	0.0300	21.55	6.9180	0.1089
1+980	33.62	20.77	1.62	1.08	0.0005	0.0299	3.32	0.3936	0.0062
2+000	19.32	13.70	1.41	1.87	0.0020	0.0301	10.54	2.3247	0.0366
2+100	20.95	14.01	1.50	1.73	0.0016	0.0300	8.78	1.7741	0.0279
2+153.85	10.98	9.74	1.13	3.30	0.0083	0.0300	35.21	14.5261	0.2288
2+173.85	9.79	8.61	1.14	3.70	0.0104	0.0300	44.13	20.4182	0.3215

Donde:

- A = Área hidráulica de la sección transversal
 P = Perímetro
 R_h = Radio Hidráulico
 v = Velocidad del agua
 s = Pendiente hidráulica del cauce
- n = Coeficiente de rugosidad total del cauce
 σ = Parámetro adimensional de Shields
 g_{BT} = Transporte sedimentos en el fondo

Tabla V.9
Determinación de las características estables en el cauce del "Río Guanajuato."

Tramo	Cadenamiento	S _{planilla}	Gastos (m ³ /s)	R _n (m)	B _{prom} (m)	σ ^a	Gasto sólido del tramo (kg/s/m)	Gasto sólido del tramo (m ³ /s/m)	Gasto sólido del tramo (m ³ /s)	Características Estables			
										C _s	B (m)	d (m)	S
A	0+020 A 3+480	0.00	192.71	3.01	20.00	19.55	5.87	0.00	0.09	487.95	43.52	4.23	0.00
B	3+500 A 3+700	0.00	208.55	2.94	20.00	38.54	16.63	0.01	0.28	1255.93	45.27	4.34	0.00
C	3+800 A 4+800	0.00	208.55	2.89	20.00	39.09	18.99	0.01	0.27	1283.04	45.27	4.34	0.00
D	4+700 A 5+000	0.00	208.55	2.86	20.00	20.28	8.32	0.00	0.10	478.98	45.27	4.34	0.00
E	5+100 A 5+400	0.00	208.55	3.30	20.00	9.86	2.12	0.00	0.03	159.83	45.27	4.34	0.00
F	5+500 A 6+120	0.00	208.55	3.32	20.00	9.95	2.14	0.00	0.03	161.39	45.27	4.34	0.00
G	6+140 A 6+920	0.00	224.63	3.43	20.00	12.84	3.15	0.00	0.05	220.94	47.01	4.45	0.00
H	6+940 A 8+840	0.00	224.63	3.63	18.50	12.91	3.18	0.00	0.05	206.04	47.01	4.45	0.00
I	8+660 A 9+200	0.00	273.68	3.58	18.50	6.69	1.16	0.00	0.02	61.80	51.88	4.78	0.00
J	9+300 A 9+400	0.00	273.68	3.47	18.50	6.50	1.11	0.00	0.02	59.18	51.88	4.78	0.00
K	8+500 A 9+980	0.00	273.68	3.30	18.50	6.17	1.03	0.00	0.01	54.56	51.88	4.78	0.00
L	9+900 A 10+280	0.00	273.68	3.14	17.50	33.81	13.66	0.01	0.19	687.09	51.88	4.78	0.00
M	10+280 A 10+590	0.00	273.68	3.86	17.50	29.83	11.31	0.01	0.16	568.90	51.88	4.78	0.00
N	10+600 A 10+900	0.00	273.68	3.47	17.80	29.87	11.33	0.01	0.16	579.62	51.88	4.78	0.00
N	11+000 A 11+780	0.00	273.68	3.53	17.80	19.81	6.09	0.00	0.09	311.80	51.88	4.78	0.00
O	11+780 A 12+020	0.00	273.68	3.60	15.50	2.69	0.28	0.00	0.00	12.42	51.88	4.78	0.00
P	12+040 A 12+160	0.00	273.68	3.48	15.75	2.60	0.26	0.00	0.00	11.96	51.88	4.78	0.00
Q	12+180 A 12+520	0.00	273.68	3.31	18.50	2.47	0.24	0.00	0.00	11.56	51.88	4.78	0.00
R	12+530 A 13+014.3	0.00	273.68	2.82	17.00	2.11	0.19	0.00	0.00	8.20	51.88	4.78	0.00

Donde:

S_{planilla} = Pendiente de la planilla del cauce

R_n = Radio Hidráulico

B_{prom} = Ancho promedio del espejo del agua

σ^a = Parámetro adimensional de Shields

C_s = Concentración del sedimento arrastrado del fondo del cauce

B = Ancho del espejo del agua

d = Tirante hidráulico

S = Pendiente

Tabla V.10
Determinación de las características estables
en el cauce del arroyo "Carrizalito"

Tramo		S _{planta}	Gastos (m ³ /s)	R _h (m)	B _{prom} (m)	α*	Gasto sólido del tramo (kg/s/m)	Gasto sólido del tramo (m ³ /s/m)	Gasto sólido del tramo (m ³ /s)	Características Estables			
Inicial	Final									Cs	B (m)	d (m)	S
0+000	0+980	0.00150	7.49	0.847	8.00	4.75	0.68	0.00	0.00	575.81	8.58	1.43	0.00
0+980	1+200	0.00100	7.49	0.746	8.00	2.79	0.30	0.00	0.00	248.60	8.58	1.43	0.00
1+200	1+300	0.00300	7.49	0.880	8.00	9.88	2.11	0.00	0.01	1778.49	8.58	1.43	0.00
1+300	1+660	0.00150	7.49	0.821	8.00	4.60	0.85	0.00	0.00	548.38	8.58	1.43	0.00
1+660	2+153.45	0.00300	7.49	0.710	8.00	7.96	1.52	0.00	0.01	1279.03	8.58	1.43	0.00
2+153.45	2+185.45	0.01476	7.49	0.576	8.00	31.78	12.44	0.01	0.08	10462.49	8.58	1.43	0.00

Tabla V.11
Determinación de las características estables
en el cauce del arroyo "Santa Rita"

Tramo		S _{planta}	Gastos (m ³ /s)	R _h (m)	B _{prom} (m)	α*	Gasto sólido del tramo (kg/s/m)	Gasto sólido del tramo (m ³ /s/m)	Gasto sólido del tramo (m ³ /s)	Características Estables			
Inicial	Final									Cs	B (m)	d (m)	S
0+000	0+220	0.00	36.20	1.68	9.50	25.20	8.78	0.01	0.07	1810.50	18.88	2.42	0.00
0+220	1+960	0.00	36.20	1.52	9.50	8.52	1.69	0.00	0.01	348.59	18.88	2.42	0.00
1+960	2+153.85	0.00	36.20	1.37	9.50	12.85	3.16	0.00	0.02	652.32	18.88	2.42	0.00
2+153.85	2+173.85	0.02	36.20	1.74	9.50	130.94	104.69	0.08	0.78	21632.78	18.88	2.42	0.00

Donde

S_{planta} = Pendiente de la plantilla del cauce

R_h = Radio Hidráulico

B_{prom} = Ancho promedio del espejo del agua

α* = Parámetro adimensional de

Cs = Concentración del sedimento arrastrado del fondo del cauce

B = Ancho del espejo del agua

d = Tirante hidráulico

S = Pendiente

ANEXO E
TABLAS DE CALCULO DE ARRASTRE Y SOCAVACION
DEL "RIO GUANAJUATO" Y SUS AFLUENTES

Tabla V.12
Cálculo de velocidades permisibles
en el cauce del "Río Guanajuato"

Cadenamiento	Y (m)	A (m ²)	P (m)	R _b (m)	v _c (m/s)	v (m/s)
0+020	4.32	106.63	34.91	3.05	0.57	1.30
0+100	4.58	94.69	33.53	2.82	0.58	1.57
0+200	5.14	101.62	33.57	3.03	0.61	1.51
0+300	5.34	84.87	27.51	3.09	0.62	1.60
0+400	5.70	110.62	33.08	3.34	0.63	1.44
0+440	5.83	103.58	32.11	3.23	0.64	1.70
0+500	5.85	97.53	30.75	3.17	0.64	1.41
0+600	6.03	131.18	35.88	3.66	0.65	1.48
0+700	6.08	111.74	33.91	3.30	0.65	1.71
0+800	6.09	101.99	29.78	3.42	0.65	2.10
0+900	6.13	91.98	27.73	3.32	0.66	1.47
1+000	6.25	120.63	33.85	3.56	0.66	2.42
1+100	6.07	70.38	25.88	2.72	0.65	2.26
1+200	5.95	76.24	26.48	2.88	0.65	2.04
1+300	6.02	94.30	29.12	3.24	0.65	2.00
1+400	6.05	84.36	29.32	2.88	0.65	2.68
1+500	5.98	70.55	24.09	2.93	0.65	2.29
1+600	6.04	77.26	28.93	2.67	0.65	2.05
1+700	6.14	95.21	34.13	2.79	0.66	1.87
1+800	6.19	94.11	30.20	3.12	0.66	1.79
1+900	6.27	96.08	30.31	3.17	0.66	1.83
1+960	6.32	102.98	32.22	3.20	0.67	2.30
2+000	6.31	98.95	32.46	2.99	0.67	2.20
2+100	6.13	74.53	26.29	2.83	0.66	2.17
2+200	6.10	82.17	27.19	3.02	0.66	2.13
2+300	6.02	78.49	26.11	3.01	0.65	2.10
2+400	5.98	81.65	25.47	3.21	0.65	2.27
2+500	5.88	82.80	26.44	3.13	0.64	2.29
2+600	5.73	72.67	24.47	2.97	0.64	1.98
2+700	5.72	83.74	28.05	2.99	0.64	1.72
2+800	5.73	93.16	29.93	3.11	0.64	3.00
2+920	5.67	106.05	32.92	3.22	0.63	2.83
3+000	5.27	61.78	25.12	2.46	0.61	1.94
3+100	4.96	65.90	24.14	2.72	0.60	1.93
3+200	4.96	81.85	28.23	2.90	0.60	2.30
3+300	4.84	79.79	27.53	2.90	0.59	3.27
3+386.50	4.45	58.54	26.89	2.18	0.57	1.98
3+406.50	4.40	56.38	26.35	2.14	0.57	2.31
3+500	4.79	90.54	32.48	2.79	0.59	2.30
3+600	5.03	91.99	31.18	2.95	0.60	2.46
3+700	5.08	87.05	28.15	3.09	0.60	2.63
3+800	5.12	76.79	27.42	2.80	0.61	3.13
3+900	4.96	75.63	26.71	2.83	0.60	2.50
4+000	4.96	64.62	22.78	2.84	0.60	2.52

**PROYECTO A NIVEL EJECUTIVO DEL ENCAUZAMIENTO DEL "RIO GUANAJUATO",
TRAMO PRESA "LA GARRIDA" - CIUDAD DE IRAPUATO; EN EL ESTADO DE
GUANAJUATO, MEXICO.**

Tabla V.12 (continúa)
Cálculo de velocidades permisibles
en el cauce del "Río Guanajuato"

Cadenamiento	Y (m)	A (m ²)	P (m)	R _n (m)	v _c (m/s)	v (m/s)
4+100	5.26	83.40	28.34	2.94	0.61	2.34
4+200	5.37	80.70	27.21	2.97	0.62	2.21
4+300	5.61	88.56	27.03	3.28	0.63	2.07
4+400	5.88	99.79	33.52	2.98	0.64	2.08
4+500	6.17	104.08	33.48	3.11	0.66	2.32
4+600	6.40	100.60	32.19	3.13	0.67	3.32
4+700	6.63	96.83	35.56	2.72	0.68	2.29
4+720	6.68	96.81	36.39	2.66	0.68	2.10
4+800	6.64	93.77	33.87	2.77	0.68	1.97
4+900	6.64	102.07	36.09	2.83	0.68	2.61
5+000	6.65	103.85	31.53	3.29	0.68	2.18
5+100	6.66	104.07	31.56	3.30	0.68	2.37
5+400	6.68	104.67	31.66	3.31	0.68	2.50
5+500	6.69	104.93	31.69	3.31	0.68	1.97
5+600	6.70	105.14	31.73	3.31	0.69	1.97
5+700	6.70	105.37	31.76	3.32	0.69	2.40
5+800	6.71	105.65	31.81	3.32	0.69	2.19
5+900	6.72	105.96	31.85	3.33	0.69	1.99
6+000	6.73	106.23	31.89	3.33	0.69	2.35
6+100	6.74	106.52	31.93	3.34	0.69	2.32
6+200	6.74	106.44	31.93	3.33	0.69	2.51
6+300	6.74	106.45	31.92	3.33	0.69	2.51
6+400	6.74	106.41	31.92	3.33	0.69	2.26
6+500	6.74	106.37	31.91	3.33	0.69	2.34
6+600	6.74	106.36	31.91	3.33	0.69	1.80
6+617	6.81	139.74	34.25	4.06	0.69	3.03
6+700	6.76	107.11	32.02	3.35	0.69	1.99
6+800	6.84	109.38	32.36	3.36	0.69	2.02
6+900	6.93	111.84	32.73	3.42	0.70	2.29
7+000	7.01	114.46	33.10	3.46	0.70	2.29
7+100	7.08	111.88	32.25	3.47	0.70	2.28
7+200	7.17	114.43	32.62	3.51	0.71	2.27
7+300	7.26	117.12	33.00	3.55	0.71	2.27
7+400	7.36	120.00	33.40	3.59	0.72	2.26
7+500	7.44	116.41	32.35	3.60	0.72	2.25
7+600	7.53	119.15	32.73	3.64	0.73	2.23
7+700	7.63	122.02	33.12	3.68	0.73	2.22
7+720	7.66	122.63	33.20	3.69	0.73	2.21
7+800	7.65	122.55	33.19	3.69	0.73	2.20
7+900	7.65	122.51	33.19	3.69	0.73	2.18
8+000	7.65	122.38	33.17	3.69	0.73	2.17
8+100	7.64	122.26	33.16	3.69	0.73	2.15
8+200	7.64	122.20	33.15	3.69	0.73	2.13

ANEXO E
TABLAS DE CALCULO DE ARRASTRE Y SOCAVACION
DEL "RIO GUANAJUATO" Y SUS AFLUENTES

Tabla V.12 (continúa)
Cálculo de velocidades permisibles
en el cauce del "Río Guanajuato"

Cadenamiento	Y (m)	A (m ²)	P (m)	R _n (m)	V _c (m/s)	v (m/s)
8+300	7.64	122.06	33.13	3.68	0.73	2.11
8+400	7.63	122.00	33.12	3.68	0.73	2.09
8+500	7.63	121.85	33.10	3.68	0.73	2.09
8+600	7.62	121.73	33.09	3.68	0.73	2.67
8+700	7.51	118.47	32.63	3.63	0.73	2.69
8+800	7.47	117.19	32.46	3.61	0.72	2.73
8+900	7.42	115.93	32.28	3.59	0.72	2.77
9+000	7.37	114.47	32.08	3.57	0.72	2.82
9+100	7.31	112.95	31.86	3.55	0.72	2.90
9+200	7.26	111.31	31.63	3.52	0.71	2.92
9+300	7.19	109.46	31.37	3.49	0.71	2.94
9+400	7.12	107.56	31.09	3.46	0.71	3.94
9+500	7.03	105.03	30.72	3.42	0.70	2.84
9+600	6.94	102.55	30.36	3.38	0.70	2.72
9+700	6.83	99.89	29.96	3.33	0.69	2.60
9+800	6.71	96.74	29.48	3.28	0.69	2.48
9+900	6.57	93.20	28.93	3.22	0.68	2.02
10+000	6.40	88.83	28.25	3.14	0.67	2.72
10+100	6.18	83.33	27.38	3.05	0.66	2.61
10+108.30	6.15	82.87	27.28	3.04	0.66	2.59
10+141.30	6.12	83.26	25.84	3.22	0.66	2.80
10+174.30	6.26	85.53	27.72	3.09	0.66	2.55
10+200	6.37	88.08	28.13	3.13	0.67	2.51
10+300	6.77	98.29	29.72	3.31	0.69	2.44
10+383.35	7.15	108.43	31.22	3.47	0.71	2.43
10+398.35	7.35	164.54	37.09	4.44	0.72	2.39
10+413.35	7.15	108.31	31.20	3.47	0.71	1.55
10+500	7.11	107.41	31.07	3.46	0.71	2.42
10+599.50	7.10	107.19	31.04	3.45	0.71	2.56
10+636.50	6.71	73.97	22.84	3.24	0.69	3.70
10+673.50	6.99	99.53	29.47	3.38	0.70	2.75
10+700	7.04	100.78	29.66	3.40	0.70	2.72
10+773.84	7.19	104.86	30.25	3.47	0.71	2.61
10+799.84	7.19	98.90	25.62	3.86	0.71	2.77
10+825.84	7.24	106.03	30.42	3.49	0.71	2.58
10+900	7.28	106.48	30.48	3.49	0.71	2.57
11+000	7.27	106.87	30.54	3.50	0.71	2.56
11+100	7.29	107.31	30.60	3.51	0.71	2.55
11+200	7.31	107.83	30.68	3.51	0.72	2.54
11+300	7.33	108.42	30.76	3.52	0.72	2.53
11+400	7.37	109.50	30.92	3.54	0.72	2.50
11+500	7.43	110.90	31.11	3.56	0.72	2.47
11+600	7.48	112.40	31.32	3.59	0.72	2.44

**PROYECTO A NIVEL EJECUTIVO DEL ENCAUZAMIENTO DEL "RIO GUANAJUATO",
TRAMO PRESA "LA GARRIDA" - CIUDAD DE IRAPUATO; EN EL ESTADO DE
GUANAJUATO, MEXICO.**

Tabla V.12 (continúa)
Cálculo de velocidades permisibles
en el cauce del "Río Guanajuato"

Cadenamiento	Y (m)	A (m ²)	P (m)	R _c (m)	V _c (m/s)	v (m/s)
11+700	7.54	114.06	31.56	3.61	0.73	2.40
10+714.15	7.56	114.46	31.61	3.62	0.73	2.39
11+749.15	7.39	91.65	27.18	3.37	0.72	2.99
11+784.15	7.50	118.15	32.59	3.63	0.73	2.32
11+800	7.49	117.78	32.54	3.62	0.72	2.93
11+900	7.40	115.39	32.21	3.58	0.72	2.79
12+000	7.31	112.93	31.86	3.54	0.72	2.80
12+100	7.22	110.16	31.47	3.50	0.71	2.87
12+200	7.11	107.26	31.05	3.45	0.71	2.96
12+300	6.99	104.06	30.58	3.40	0.70	3.04
12+400	6.85	100.39	30.03	3.34	0.69	2.75
12+432.71	6.80	98.95	29.82	3.32	0.69	2.81
12+467.71	6.57	82.27	25.28	3.25	0.68	2.88
12+488.71	6.56	82.01	25.24	3.25	0.68	2.92
12+523.71	6.65	99.58	30.39	3.28	0.68	3.44
12+600	6.53	96.23	29.88	3.22	0.68	3.45
12+700	6.33	91.06	29.06	3.13	0.67	2.82
12+800	6.07	84.54	28.00	3.02	0.65	3.82
12+900	5.69	75.23	26.41	2.85	0.63	2.87
12+967.81	4.67	53.35	22.25	2.40	0.58	2.97
13+002.81	3.66	45.73	19.82	2.31	0.53	3.11

Donde:

Y = Tirante hidráulico

A = Área hidráulica

P = Perímetro mojado

R_c = Radio hidráulico

V_c = Velocidad crítica

v = Velocidad

ANEXO E

**TABLAS DE CALCULO DE ARRASTRE Y SOCAVACION
DEL "RIO GUANAJUATO" Y SUS AFLUENTES**

Tabla V.13
Calculo de velocidades permisibles
en el cauce del arroyo "Carrizalito"

Cadenamiento	Y (m)	A (m ²)	P (m)	R _n (m)	v _c (m/s)	v (m/s)
0+000	1.35	6.59	8.03	0.82	0.42	1.14
0+100	1.34	6.69	8.18	0.82	0.42	1.12
0+200	1.32	6.78	8.08	0.84	0.42	1.10
0+300	1.24	5.46	7.33	0.74	0.41	1.37
0+400	1.27	8.21	10.28	0.80	0.41	0.91
0+500	1.27	7.33	9.11	0.80	0.41	1.02
0+600	1.30	10.24	10.40	0.98	0.42	0.73
0+700	1.31	8.60	9.59	0.90	0.42	0.87
0+800	1.33	7.64	9.23	0.83	0.42	0.98
0+900	1.37	7.86	8.88	0.89	0.42	0.95
0+980	1.39	7.14	8.00	0.89	0.42	1.05
1+000	1.37	6.47	7.82	0.83	0.42	1.16
1+100	1.29	5.76	7.42	0.78	0.41	1.30
1+163.69	1.31	6.66	10.22	0.65	0.42	1.12
1+193.69	1.26	6.45	10.06	0.64	0.41	1.16
1+200	1.26	6.46	7.76	0.83	0.41	1.16
1+300	1.38	7.19	8.17	0.88	0.42	1.04
1+400	1.40	6.72	7.63	0.88	0.42	1.11
1+500	1.31	5.64	6.87	0.82	0.42	1.33
1+600	1.19	5.15	6.80	0.76	0.41	1.45
1+629.66	1.16	6.95	8.30	0.84	0.41	1.08
1+643.66	1.17	6.95	8.29	0.84	0.41	1.08
1+660	1.15	6.11	7.75	0.79	0.41	1.23
1+700	1.11	4.80	6.48	0.74	0.41	1.56
1+800	1.12	5.73	7.18	0.80	0.41	1.31
1+900	1.12	4.85	6.38	0.76	0.41	1.54
2+000	1.15	4.82	6.30	0.77	0.41	1.56
2+100	0.97	3.23	5.04	0.64	0.40	2.32
2+153.45	0.77	3.17	5.74	0.55	0.38	2.36
2+180	0.81	3.17	5.43	0.58	0.38	2.37
2+195.45	0.78	2.94	5.18	0.57	0.38	2.54

Donde:

Y = Tirante hidráulico

A = Area hidráulica

P = Perímetro mojado

R_n = Radio hidráulico

v_c = Velocidad crítica

v = Velocidad

PROYECTO A NIVEL EJECUTIVO DEL ENCAUZAMIENTO DEL "RIO GUANAJUATO",
TRAMO PRESA "LA GARRIDA" - CIUDAD DE IRAPUATO; EN EL ESTADO DE
GUANAJUATO, MEXICO.

Tabla V.14
Cálculo de velocidades permisibles
en el arroyo "Santa Rita"

Cadenamiento	Y (m)	A (m ²)	P (m)	R _h (m)	v _c (m/s)	v (m/s)
0+000	2.94	21.40	12.67	1.69	0.50	1.69
0+100	3.20	27.55	18.18	1.52	0.51	1.31
0+200	3.45	23.74	13.49	1.76	0.52	1.52
0+220	3.52	24.94	14.08	1.77	0.53	1.45
0+300	3.48	22.24	14.22	1.56	0.52	1.63
0+400	3.48	21.67	13.60	1.59	0.52	1.67
0+500	3.49	22.03	12.74	1.73	0.52	1.64
0+600	3.54	25.54	14.52	1.76	0.53	1.42
0+700	3.46	20.74	11.90	1.74	0.52	1.75
0+800	3.44	21.03	14.64	1.44	0.52	1.72
0+900	3.42	21.22	12.06	1.76	0.52	1.71
1+000	3.31	18.55	11.82	1.57	0.52	1.95
1+100	3.35	25.03	14.89	1.70	0.52	1.45
1+220	3.29	19.96	13.16	1.52	0.51	1.81
1+300	3.24	18.53	11.91	1.56	0.51	1.95
1+400	3.19	20.97	14.55	1.44	0.51	1.73
1+500	3.06	17.96	19.40	0.93	0.50	2.02
1+600	2.98	21.64	13.59	1.59	0.50	1.67
1+700	2.58	12.83	9.52	1.35	0.48	2.82
1+800	2.51	16.16	12.77	1.27	0.48	2.24
1+900	2.27	16.25	12.42	1.31	0.46	2.23
1+916.72	2.13	13.86	10.67	1.30	0.46	2.61
1+922.72	2.11	13.71	10.62	1.29	0.46	2.64
1+960	2.30	33.62	20.77	1.62	0.47	1.08
2+000	2.25	19.32	13.70	1.41	0.46	1.87
2+100	2.35	20.95	14.01	1.50	0.47	1.73
2+153.85	1.90	10.98	9.74	1.13	0.45	3.30
2+173.85	1.95	9.79	8.61	1.14	0.45	3.70

Donde:

Y = Tirante hidráulico

R_h = Radio hidráulico

A = Area hidráulica

v_c = Velocidad crítica

P = Perímetro mojado

v = Velocidad

ANEXO E
TABLAS DE CALCULO DE ARRASTRE Y SOCAVACION
DEL "RIO GUANAJUATO" Y SUS AFLUENTES

Tabla V.15
Cálculo de la socavación general
en el "Río Guanajuato"

Cadenamiento	Q (m ³ /s)	d ₀ (m)	d _m (m)	B _s (m)	P _s (t/m ³)	β	1/(1+x)	α	Socavación general máxima (m)
0+020	192.71	4.32	3.26	32.73	1.16	1.05	0.71	0.51	3.09
0+100	192.71	4.58	3.05	31.09	1.16	1.05	0.71	0.47	2.67
0+200	192.71	5.14	3.26	31.12	1.16	1.05	0.71	0.40	2.61
0+300	192.71	5.34	3.53	24.05	1.16	1.05	0.71	0.38	2.74
0+400	192.71	5.70	3.76	29.46	1.16	1.05	0.71	0.44	3.28
0+440	192.71	5.83	3.64	28.45	1.16	1.05	0.71	0.35	2.66
0+500	192.71	5.85	3.52	27.73	1.16	1.05	0.71	0.36	2.81
0+600	192.71	6.03	4.01	32.72	1.16	1.05	0.71	0.35	3.00
0+700	192.71	6.08	3.71	30.15	1.16	1.05	0.71	0.29	2.41
0+800	192.71	6.09	3.94	25.89	1.16	1.05	0.71	0.31	2.73
0+900	192.71	6.13	4.02	22.87	1.16	1.05	0.71	0.36	3.09
1+000	192.71	6.25	3.99	30.25	1.16	1.05	0.71	0.40	3.27
1+100	192.71	6.07	3.33	21.13	1.16	1.05	0.71	0.32	2.24
1+200	192.71	5.95	3.43	22.25	1.16	1.05	0.71	0.47	3.07
1+300	192.71	6.02	3.81	24.75	1.16	1.05	0.71	0.43	3.30
1+400	192.71	6.05	3.46	24.40	1.16	1.05	0.71	0.39	2.72
1+500	192.71	5.98	3.79	18.59	1.16	1.05	0.71	0.40	3.10
1+600	192.71	6.04	3.23	23.90	1.16	1.05	0.71	0.52	3.08
1+700	192.71	6.14	3.42	27.87	1.16	1.05	0.71	0.39	2.70
1+800	192.71	6.19	3.60	26.16	1.16	1.05	0.71	0.33	2.55
1+900	192.71	6.27	3.62	26.53	1.16	1.05	0.71	0.35	2.64
1+960	192.71	6.32	3.66	28.14	1.16	1.05	0.71	0.34	2.63
2+000	192.71	6.31	3.40	28.55	1.16	1.05	0.71	0.32	2.31
2+100	192.71	6.13	3.40	21.95	1.16	1.05	0.71	0.33	2.37
2+200	192.71	6.10	3.63	22.65	1.16	1.05	0.71	0.43	3.10
2+300	192.71	6.02	3.68	21.34	1.16	1.05	0.71	0.43	3.13
2+400	192.71	5.98	4.07	20.08	1.16	1.05	0.71	0.46	3.71
2+500	192.71	5.88	3.78	21.91	1.16	1.05	0.71	0.50	3.62
2+600	192.71	5.73	3.61	20.14	1.16	1.05	0.71	0.48	3.32
2+700	192.71	5.72	3.52	23.81	1.16	1.05	0.71	0.52	3.43
2+800	192.71	5.73	3.47	26.84	1.16	1.05	0.71	0.44	2.99
2+920	192.71	5.67	3.54	29.96	1.16	1.05	0.71	0.40	2.85
3+000	192.71	5.27	2.89	21.37	1.16	1.05	0.71	0.40	2.26
3+100	192.71	4.96	3.12	21.02	1.16	1.05	0.71	0.63	3.38
3+200	192.71	4.96	3.21	25.47	1.16	1.05	0.71	0.64	3.53
3+300	192.71	4.84	3.22	24.77	1.16	1.05	0.71	0.55	3.18
3+366.50	192.71	4.45	2.43	24.04	1.16	1.05	0.71	0.65	2.57
3+406.50	192.71	4.40	2.40	23.48	1.16	1.05	0.71	0.68	2.62

**PROYECTO A NIVEL EJECUTIVO DEL ENCAUZAMIENTO DEL "RIO GUANAJUATO",
TRAMO PRESA "LA GARRIDA" - CIUDAD DE IRAPUATO; EN EL ESTADO DE
GUANAJUATO, MEXICO.**

**Tabla V.15 (continúa)
Cálculo de la socavación general
en el "Río Guanajuato"**

Cadenamiento	Q (m ³ /s)	d ₀ (m)	d _m (m)	B _e (m)	P _e (U/m ²)	β	1/(1+x)	α	Socavación general máxima (m)
3+500	208.55	4.79	2.98	30.36	1.16	1.05	0.71	0.65	3.30
3+600	208.55	5.03	3.21	28.69	1.16	1.05	0.71	0.47	2.83
3+700	208.55	5.08	3.45	25.25	1.16	1.05	0.71	0.48	3.17
3+800	208.55	5.12	3.37	22.78	1.16	1.05	0.71	0.54	3.35
3+900	208.55	4.98	3.17	23.84	1.16	1.05	0.71	0.63	3.46
4+000	208.55	4.96	3.31	19.50	1.16	1.05	0.71	0.61	3.54
4+100	208.55	5.25	3.30	25.24	1.16	1.05	0.71	0.67	3.80
4+200	208.55	5.37	3.45	23.38	1.16	1.05	0.71	0.50	3.25
4+300	208.55	5.61	3.78	23.41	1.16	1.05	0.71	0.50	3.63
4+400	208.55	5.88	3.37	29.62	1.16	1.05	0.71	0.47	3.00
4+500	208.55	6.17	3.49	29.78	1.16	1.05	0.71	0.34	2.50
4+600	208.55	6.40	3.64	27.64	1.16	1.05	0.71	0.32	2.50
4+700	208.55	6.63	3.05	31.71	1.16	1.05	0.71	0.32	2.05
4+720	208.55	6.68	3.14	30.86	1.16	1.05	0.71	0.28	1.91
4+800	208.55	6.64	3.20	29.29	1.16	1.05	0.71	0.29	2.01
4+900	208.55	6.64	3.24	31.47	1.16	1.05	0.71	0.30	2.11
5+000	208.55	6.65	3.68	28.25	1.16	1.05	0.71	0.28	2.33
5+100	208.55	6.66	3.68	28.27	1.16	1.05	0.71	0.31	2.51
5+400	208.55	6.68	3.69	28.36	1.16	1.05	0.71	0.31	2.51
5+500	208.55	6.69	3.70	28.39	1.16	1.05	0.71	0.31	2.51
5+600	208.55	6.70	3.70	28.42	1.16	1.05	0.71	0.31	2.50
5+700	208.55	6.70	3.70	28.45	1.16	1.05	0.71	0.31	2.50
5+800	208.55	6.71	3.71	28.49	1.16	1.05	0.71	0.31	2.50
5+900	208.55	6.72	3.71	28.53	1.16	1.05	0.71	0.31	2.49
6+000	208.55	6.73	3.72	28.56	1.16	1.05	0.71	0.30	2.50
6+100	208.55	6.74	3.72	28.60	1.16	1.05	0.71	0.30	2.49
6+200	224.83	6.74	3.72	28.59	1.16	1.05	0.71	0.33	2.62
6+300	224.83	6.74	3.72	28.59	1.16	1.05	0.71	0.33	2.62
6+400	224.83	6.74	3.72	28.58	1.16	1.05	0.71	0.33	2.62
6+500	224.83	6.74	3.72	28.58	1.16	1.05	0.71	0.33	2.62
6+600	224.83	6.74	3.72	28.58	1.16	1.05	0.71	0.33	2.62
6+617	224.83	6.81	5.59	25.00	1.16	1.05	0.71	0.32	4.20
6+700	224.83	6.76	3.73	28.68	1.16	1.05	0.71	0.37	2.89
6+800	224.83	6.84	3.77	28.98	1.16	1.05	0.71	0.32	2.61
6+900	224.83	6.93	3.82	29.30	1.16	1.05	0.71	0.31	2.59
7+000	224.83	7.01	3.86	29.64	1.16	1.05	0.71	0.30	2.57
7+100	224.83	7.08	3.91	28.60	1.16	1.05	0.71	0.29	2.56

ANEXO E
TABLAS DE CALCULO DE ARRASTRE Y SOCAVACION
DEL "RIO GUANAJUATO" Y SUS AFLUENTES

Tabla V.15 (continúa)
Cálculo de la socavación general
en el "Río Guanajuato"

Cadenamiento	Q (m ³ /s)	d ₀ (m)	d _m (m)	B _s (m)	P _s (t/m ²)	β	1/(1+x)	α	Socavación general máxima (m)
7+200	224.83	7.17	3.96	28.92	1.16	1.05	0.71	0.29	2.63
7+300	224.83	7.26	4.00	29.25	1.16	1.05	0.71	0.29	2.60
7+400	224.83	7.36	4.05	29.60	1.16	1.05	0.71	0.28	2.57
7+500	224.83	7.44	4.11	28.30	1.16	1.05	0.71	0.27	2.56
7+600	224.83	7.53	4.16	28.63	1.16	1.05	0.71	0.27	2.65
7+700	224.83	7.63	4.21	28.97	1.16	1.05	0.71	0.27	2.62
7+720	224.83	7.66	4.22	29.04	1.16	1.05	0.71	0.28	2.59
7+800	224.83	7.65	4.22	29.03	1.16	1.05	0.71	0.26	2.59
7+900	224.83	7.65	4.22	29.02	1.16	1.05	0.71	0.26	2.59
8+000	224.83	7.65	4.22	29.01	1.16	1.05	0.71	0.26	2.59
8+100	224.83	7.64	4.22	29.00	1.16	1.05	0.71	0.26	2.60
8+200	224.83	7.64	4.22	28.99	1.16	1.05	0.71	0.26	2.60
8+300	224.83	7.64	4.21	28.97	1.16	1.05	0.71	0.26	2.59
8+400	224.83	7.63	4.21	28.96	1.16	1.05	0.71	0.26	2.60
8+500	224.83	7.63	4.21	28.94	1.16	1.05	0.71	0.26	2.60
8+600	224.83	7.62	4.21	28.94	1.16	1.05	0.71	0.26	2.60
8+700	273.86	7.51	4.15	28.54	1.16	1.05	0.71	0.33	3.00
8+800	274.00	7.47	4.13	28.39	1.16	1.05	0.71	0.34	3.03
8+900	274.00	7.42	4.11	28.24	1.16	1.05	0.71	0.34	3.05
9+000	274.00	7.37	4.08	28.06	1.16	1.05	0.71	0.35	3.06
9+100	274.00	7.31	4.05	27.88	1.16	1.05	0.71	0.35	3.07
9+200	274.00	7.26	4.02	27.68	1.16	1.05	0.71	0.36	3.09
9+300	274.00	7.19	3.99	27.45	1.16	1.05	0.71	0.37	3.11
9+400	274.00	7.12	3.95	27.21	1.16	1.05	0.71	0.38	3.13
9+500	274.00	7.03	3.91	26.90	1.16	1.05	0.71	0.39	3.16
9+600	274.00	6.94	3.86	26.58	1.16	1.05	0.71	0.40	3.18
9+700	274.00	6.83	3.81	26.24	1.16	1.05	0.71	0.42	3.22
9+800	274.00	6.71	3.75	25.83	1.16	1.05	0.71	0.44	3.26
9+900	274.00	6.57	3.68	25.35	1.16	1.05	0.71	0.46	3.30
10+000	274.00	6.40	3.59	24.76	1.16	1.05	0.71	0.49	3.35
10+100	274.00	6.18	3.47	23.99	1.16	1.05	0.71	0.53	3.41
10+108.30	274.00	6.15	3.46	23.93	1.16	1.05	0.71	0.55	3.50
10+141.30	274.00	6.12	6.12	13.60	1.16	1.05	0.71	0.56	6.92
10+174.30	274.00	6.26	3.52	24.30	1.16	1.05	0.71	0.95	5.23
10+200	274.00	6.37	3.57	24.66	1.16	1.05	0.71	0.52	3.45
10+300	274.00	6.77	3.78	26.03	1.16	1.05	0.71	0.46	3.40
10+383.35	274.00	7.15	3.97	27.32	1.16	1.05	0.71	0.40	3.25
10+398.35	274.00	7.35	7.35	22.40	1.16	1.05	0.71	0.36	6.30

PROYECTO A NIVEL EJECUTIVO DEL ENCAUZAMIENTO DEL "RIO GUANAJUATO",
TRAMO PRESA "LA GARRIDA" - CIUDAD DE IRAPUATO; EN EL ESTADO DE
GUANAJUATO, MEXICO.

Tabla V.15 (continúa)
Cálculo de la socavación general
en el "Río Guanajuato"

Cadenamiento	Q (m ³ /s)	d ₀ (m)	d _m (m)	B _s (m)	P _s (V/m ³)	β	1/(1+α)	α	Socavación general máxima (m)
10+413.35	274.00	7.15	3.97	27.31	1.16	1.05	0.71	0.46	3.62
10+500	274.00	7.11	3.95	27.20	1.16	1.05	0.71	0.38	3.14
10+599.50	274.00	7.08	3.94	27.17	1.16	1.05	0.71	0.39	3.16
10+636.50	274.00	6.67	6.43	11.50	1.16	1.05	0.71	0.43	6.06
10+673.50	274.00	6.96	3.91	25.47	1.16	1.05	0.71	0.94	5.89
10+700	274.00	7.01	3.93	25.63	1.16	1.05	0.71	0.42	3.34
10+773.84	274.00	7.16	4.01	26.14	1.16	1.05	0.71	0.40	3.32
10+799.84	274.00	7.16	5.78	17.10	1.16	1.05	0.71	0.39	5.05
10+825.84	274.00	7.21	4.03	26.28	1.16	1.05	0.71	0.60	4.41
10+900	274.00	7.24	4.04	26.33	1.16	1.05	0.71	0.38	3.25
11+000	274.00	7.28	4.05	26.38	1.16	1.05	0.71	0.38	3.23
11+100	274.00	7.33	4.06	26.44	1.16	1.05	0.71	0.38	3.21
11+200	274.00	7.38	4.07	26.50	1.16	1.05	0.71	0.37	3.19
11+300	274.00	7.41	4.08	26.57	1.16	1.05	0.71	0.37	3.18
11+400	274.00	7.44	4.10	26.70	1.16	1.05	0.71	0.36	3.17
11+500	274.00	7.48	4.13	26.87	1.16	1.05	0.71	0.36	3.17
11+600	274.00	7.51	4.15	27.05	1.16	1.05	0.71	0.35	3.17
11+700	274.00	7.55	4.19	27.25	1.16	1.05	0.71	0.35	3.16
10+714.15	274.00	7.57	4.19	27.29	1.16	1.05	0.71	0.34	3.13
11+749.15	274.00	7.39	7.39	12.40	1.16	1.05	0.71	0.36	6.31
11+784.15	274.00	7.50	4.14	28.51	1.16	1.05	0.71	0.77	5.46
11+800	274.00	7.49	4.14	28.46	1.16	1.05	0.71	0.34	3.03
11+900	274.00	7.40	4.10	28.17	1.16	1.05	0.71	0.34	3.04
12+000	274.00	7.31	4.05	27.88	1.16	1.05	0.71	0.35	3.07
12+100	274.00	7.22	4.00	27.54	1.16	1.05	0.71	0.36	3.09
12+200	274.00	7.11	3.95	27.18	1.16	1.05	0.71	0.38	3.12
12+300	274.00	6.99	3.89	26.77	1.16	1.05	0.71	0.39	3.16
12+400	274.00	6.85	3.82	26.30	1.16	1.05	0.71	0.41	3.20
12+432.71	274.00	6.80	3.79	26.12	1.16	1.05	0.71	0.43	3.24
12+467.71	274.00	6.57	6.43	12.80	1.16	1.05	0.71	0.46	6.34
12+488.71	274.00	6.56	6.41	12.80	1.16	1.05	0.71	0.93	10.50
12+523.71	274.00	6.65	3.70	26.94	1.16	1.05	0.71	0.91	5.39
12+600	274.00	6.53	3.63	26.50	1.16	1.05	0.71	0.45	3.18
12+700	274.00	6.33	3.53	25.78	1.16	1.05	0.71	0.48	3.23
12+800	274.00	6.07	3.40	24.86	1.16	1.05	0.71	0.53	3.31
12+900	274.00	5.69	3.21	23.46	1.16	1.05	0.71	0.61	3.42
12+967.81	274.00	4.67	2.69	19.83	1.16	1.05	0.71	0.90	3.65

ANEXO E
TABLAS DE CALCULO DE ARRASTRE Y SOCAVACION
DEL "RIO GUANAJUATO" Y SUS AFLUENTES

Tabla V.15 (continúa)
Cálculo de la socavación general
en el "Río Guanajuato"

Cadenamiento	Q (m ³ /s)	d ₀ (m)	d _m (m)	B _e (m)	P _e (t/m ³)	β	1/(1+x)	α	Socavación general máxima (m)
13+002.81	274.00	3.66	3.66	12.50	1.16	1.05	0.71	1.59	7.91

Donde:

- | | |
|---|--|
| <p>Q = Gasto hidráulico</p> <p>d₀ = Profundidad inicial</p> <p>d_m = Tirante medio de la sección</p> <p>B_e = Ancho efectivo de la sección</p> | <p>P_e = Peso específico</p> <p>β = Coeficiente en función del período de retorno</p> <p>x = Coeficiente en función del peso volumétrico seco</p> <p>α = Coeficiente en función de las características hidráulicas</p> |
|---|--|

**PROYECTO A NIVEL EJECUTIVO DEL ENCAUZAMIENTO DEL "RIO GUANAJUATO",
TRAMO PRESA "LA GARRIDA" - CIUDAD DE IRAPUATO; EN EL ESTADO DE
GUANAJUATO, MEXICO.**

Tabla V.16
Cálculo de la socavación general
en el arroyo "Carrizalito"

Cadenamiento	Q (m ³ /s)	d ₀ (m)	d _m (m)	B _e (m)	P _e (t/m ³)	β	1/(1+x)	α	Socavación general máxima (m)
0+000	7.49	1.35	0.92	7.20	1.16	1.05	0.71	0.63	0.80
0+100	7.49	1.34	0.91	7.32	1.16	1.05	0.71	0.64	0.80
0+200	7.49	1.32	0.94	7.22	1.16	1.05	0.71	0.64	0.83
0+300	7.49	1.24	0.85	6.41	1.16	1.05	0.71	0.72	0.80
0+400	7.49	1.27	0.84	6.73	1.16	1.05	0.71	0.78	0.84
0+500	7.49	1.27	0.86	6.53	1.16	1.05	0.71	0.52	0.64
0+600	7.49	1.30	1.17	6.74	1.16	1.05	0.71	0.57	0.99
0+700	7.49	1.31	0.98	6.78	1.16	1.05	0.71	0.55	0.78
0+800	7.49	1.33	0.91	6.37	1.16	1.05	0.71	0.53	0.70
0+900	7.49	1.37	0.98	7.98	1.16	1.05	0.71	0.53	0.76
0+980	7.49	1.39	1.00	7.11	1.16	1.05	0.71	0.54	0.79
1+000	7.49	1.37	0.95	6.82	1.16	1.05	0.71	0.62	0.82
1+100	7.49	1.29	0.86	6.71	1.16	1.05	0.71	0.72	0.81
1+163.69	7.49	1.31	1.27	5.23	1.16	1.05	0.71	0.71	1.28
1+193.69	7.49	1.26	1.24	5.22	1.16	1.05	0.71	0.97	1.55
1+200	7.49	1.26	0.93	6.98	1.16	1.05	0.71	0.98	1.11
1+300	7.49	1.38	0.99	7.25	1.16	1.05	0.71	0.63	0.87
1+400	7.49	1.40	1.02	6.60	1.16	1.05	0.71	0.59	0.86
1+500	7.49	1.31	1.00	5.66	1.16	1.05	0.71	0.72	0.97
1+600	7.49	1.19	0.89	5.77	1.16	1.05	0.71	0.99	1.06
1+629.66	7.49	1.16	0.92	7.53	1.16	1.05	0.71	1.03	1.14
1+643.66	7.49	1.17	0.92	7.52	1.16	1.05	0.71	0.77	0.92
1+660	7.49	1.15	0.86	7.06	1.16	1.05	0.71	0.79	0.87
1+700	7.49	1.11	0.85	5.64	1.16	1.05	0.71	0.89	0.93
1+800	7.49	1.12	0.94	6.11	1.16	1.05	0.71	1.10	1.22
1+900	7.49	1.12	0.94	5.16	1.16	1.05	0.71	1.01	1.15
2+000	7.49	1.15	0.94	5.11	1.16	1.05	0.71	1.15	1.26
2+100	7.49	0.97	0.78	4.13	1.16	1.05	0.71	1.54	1.24
2+153.45	7.49	0.77	0.60	5.27	1.16	1.05	0.71	2.80	1.39
2+180	7.49	0.81	0.66	4.80	1.16	1.05	0.71	2.02	1.23
2+195.45	7.49	0.78	0.65	4.52	1.16	1.05	0.71	2.36	1.36

Donde:

Q = Gasto hidráulico

d₀ = Profundidad inicial

d_m = Tirante medio de la sección

B_e = Ancho efectivo de la sección

P_e = Peso específico

β = Coeficiente en función del período de retorno

x = Coeficiente en función del peso volumétrico seco

α = Coeficiente en función de las características hidráulicas

ANEXO E

**TABLAS DE CALCULO DE ARRASTRE Y SOCAVACION
DEL "RIO GUANAJUATO" Y SUS AFLUENTES**

Tabla V.17
Cálculo de la socavación general
en el arroyo "Santa Rita"

Cadenamiento	Q (m ³ /s)	d ₀ (m)	d _m (m)	B _e (m)	P _s (t/m ³)	β	1/(1+x)	α	Socavación general máxima (m)
0+000	36.20	2.94	2.22	9.66	1.16	1.05	0.71	0.62	2.25
0+100	36.20	3.20	1.82	15.15	1.16	1.05	0.71	0.54	1.61
0+200	36.20	3.45	2.31	10.26	1.16	1.05	0.71	0.30	1.42
0+220	36.20	3.52	2.16	11.55	1.16	1.05	0.71	0.43	1.68
0+300	36.20	3.48	2.05	10.87	1.16	1.05	0.71	0.39	1.47
0+400	36.20	3.48	2.04	10.60	1.16	1.05	0.71	0.42	1.53
0+500	36.20	3.49	2.51	8.76	1.16	1.05	0.71	0.43	1.99
0+600	36.20	3.54	2.22	11.49	1.16	1.05	0.71	0.50	1.93
0+700	36.20	3.46	2.44	8.49	1.16	1.05	0.71	0.40	1.83
0+800	36.20	3.44	1.89	11.10	1.16	1.05	0.71	0.54	1.69
0+900	36.20	3.42	2.41	8.79	1.16	1.05	0.71	0.42	1.88
1+000	36.20	3.31	2.25	8.23	1.16	1.05	0.71	0.56	2.12
1+100	36.20	3.35	2.03	12.33	1.16	1.05	0.71	0.59	1.84
1+220	36.20	3.29	1.83	10.36	1.16	1.05	0.71	0.40	1.40
1+300	36.20	3.24	2.08	8.91	1.16	1.05	0.71	0.49	1.76
1+400	36.20	3.19	1.72	12.21	1.16	1.05	0.71	0.59	1.60
1+500	36.20	3.06	1.08	16.62	1.16	1.05	0.71	0.46	0.77
1+600	36.20	2.98	1.84	11.74	1.16	1.05	0.71	0.35	1.20
1+700	36.20	2.58	1.85	6.93	1.16	1.05	0.71	0.64	1.84
1+800	36.20	2.51	1.47	11.02	1.16	1.05	0.71	1.13	2.11
1+900	36.20	2.27	1.53	10.62	1.16	1.05	0.71	0.84	1.79
1+916.72	36.20	2.13	2.10	8.60	1.16	1.05	0.71	0.97	2.88
1+922.72	36.20	2.11	2.08	8.60	1.16	1.05	0.71	1.58	4.04
1+980	36.20	2.30	1.71	19.65	1.16	1.05	0.71	1.37	2.89
2+000	36.20	2.25	1.56	12.36	1.16	1.05	0.71	0.48	1.23
2+100	36.20	2.35	1.66	12.64	1.16	1.05	0.71	0.71	1.74
2+153.85	36.20	1.90	1.28	8.58	1.16	1.05	0.71	0.98	1.62
2+173.85	36.20	1.95	1.39	7.02	1.16	1.05	0.71	1.39	2.28

Donde:

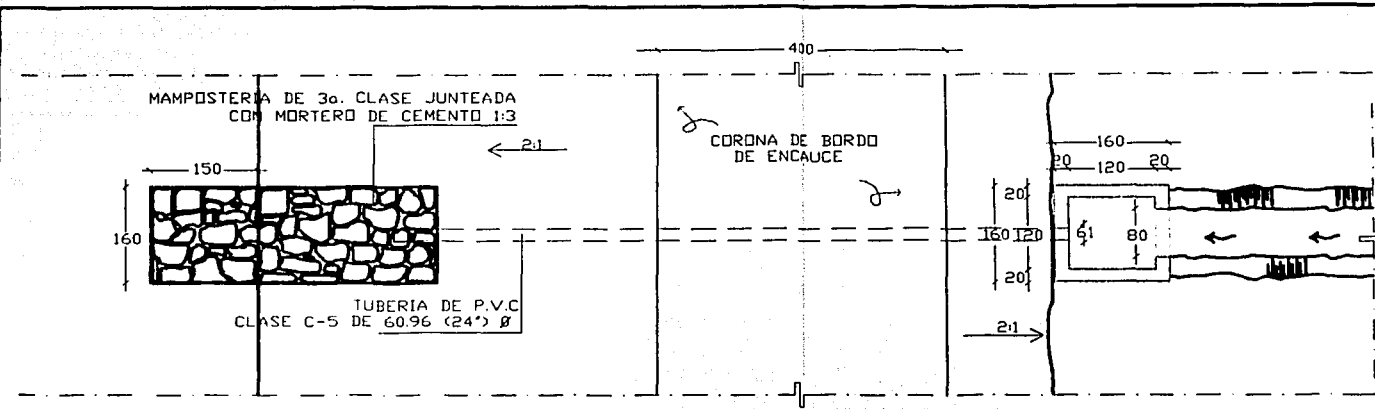
Q =	Gasto hidráulico	P _s =	Peso específico
d ₀ =	Profundidad inicial	β =	Coefficiente en función del periodo de retorno
d _m =	Tirante medio de la sección	x =	Coefficiente en función del peso volumétrico seco
B _e =	Ancho efectivo de la sección	α =	Coefficiente en función de las características hidráulicas

**PROYECTO A NIVEL EJECUTIVO DEL ENCAUZAMIENTO DEL "RIO GUANAJUATO",
TRAMO PRESA "LA GARRIDA" - CIUDAD DE IRAPUATO; EN EL
ESTADO DE GUANAJUATO, MEXICO.**

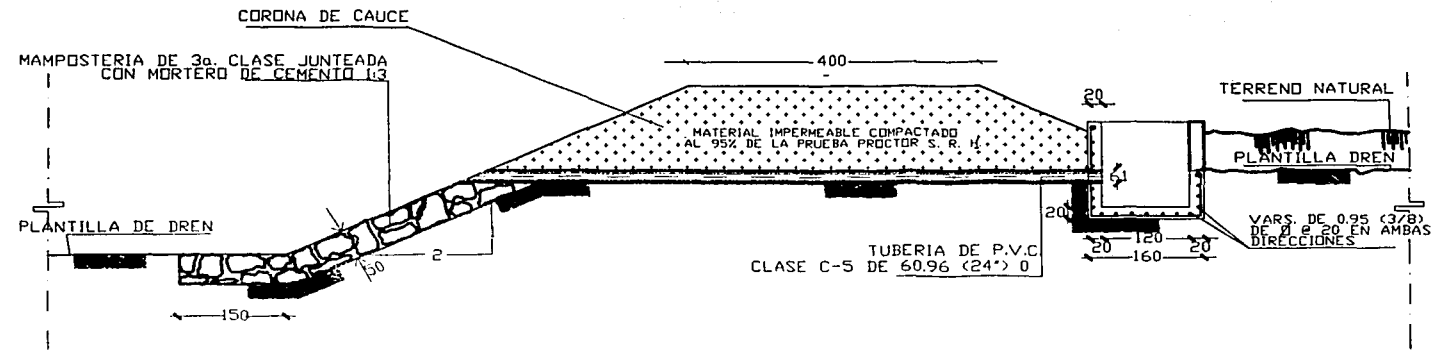
ANEXO F

ESQUEMAS DE ESTRUCTURAS

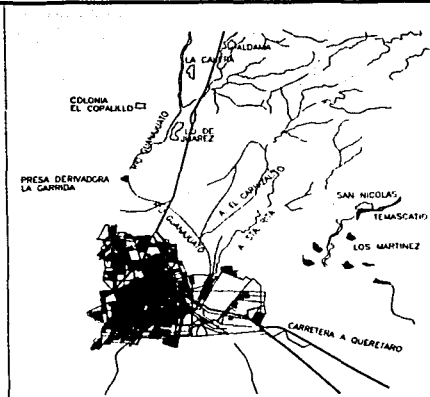
11-27



PLANTA



CORTE LONGITUDINAL POR EL EJE DEL DREN LATERAL



CROQUIS DE LOCALIZACION

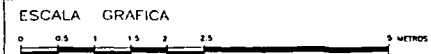
NOTAS

EL ORIGINAL DEL PRESENTE PLANO SE ENCUENTRA DISPONIBLE EN LA RESIDENCIA GENERAL DE PROYECTO LEON DE LA CNA

CANTIDADES ESTIMADAS

EXCAVACION	50 M3
MAMPOSTERIA DE 3a. CLASE	2.0 M3
CONCRETO HIDRAULICO	2.0 M3
ACERO DE REF DE 0.95 (1/8") DE Ø	70.0 Kg.
TUBERIA DE PVC DE 60.96 (24") DE Ø	11.0 PZA.

ESCALA

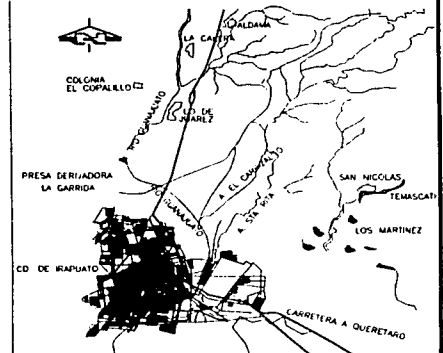
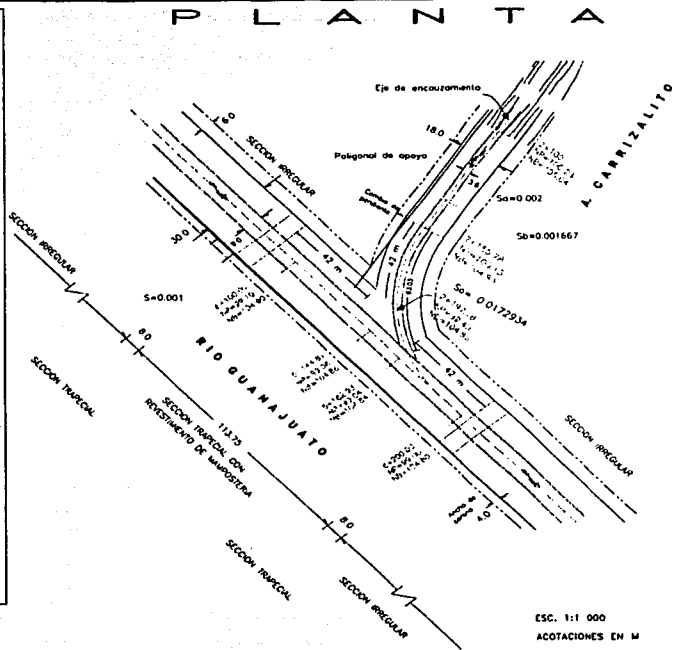
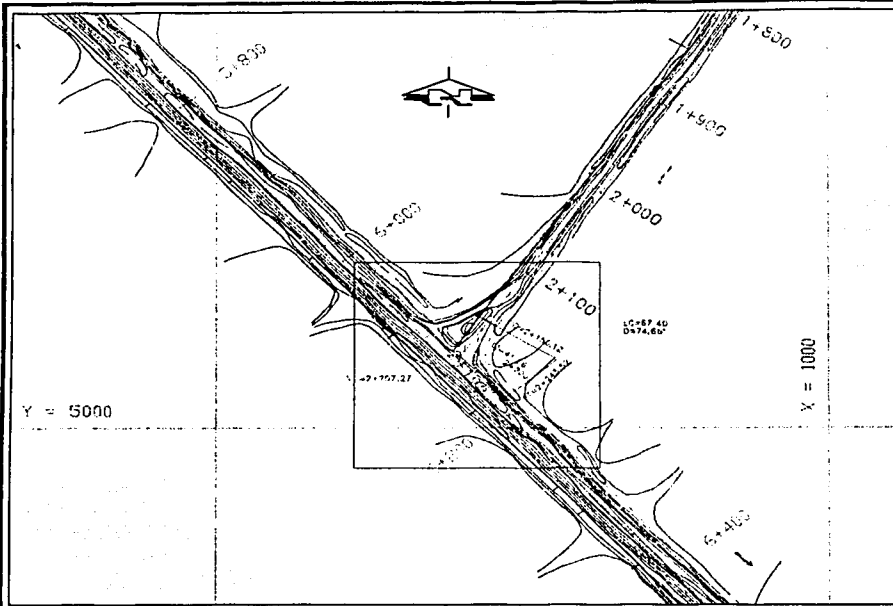


UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE INGENIERIA

PROYECTO A NIVEL EJECUTIVO DEL ENCAUZAMIENTO DEL "RÍO GUANAJUATO"
TRAMO PRESA "LA GARRIDA"-CIUDAD DE IRAPUATO
EN EL ESTADO DE GUANAJUATO, MEXICO

PLANO VI.1 ESQUEMA DREN LATERAL

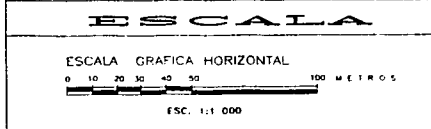
FECHA Febrero 2002	PLANO 1 DE 1	ANEXO F-1
-----------------------	-----------------	--------------



- CROQUIS DE LOCALIZACION**
- NOTAS**
- EL ORIGINAL DEL PRESENTE PLANO SE ENCUENTRA DISPONIBLE EN LA RESIDENCIA GENERAL DE PROYECTO LEON DE LA CNA
 - COEFICIENTE DE RUGOSIDAD PARA EL REVESTIMIENTO DE MAMPOSTERIA $n=0.033$
 - ELEVACIONES, ADICIONES EN METROS Y CAENAMIENTOS EN KILOMETROS
 - EL NORTE INDICADO ES EL MAGNETICO
 - LA PENDIENTE DE LOS BORDOS $SB=0.1035$ EN EL A. CARRIZALITO ES DE LA ESTACION 2+153.85 HASTA LA UNION CON LOS BORDOS DEL RIO GUANAJUATO.
 - EL ESPESOR DEL REVESTIMIENTO DE MAMPOSTERIA ES DE 30 cm

SIMBOLOGIA

POLIGONAL DE APOYO	—————
EJE DE ENCAUZAMIENTO	—————
ANCHO DE PLANTELA	—————
ANCHO DE LA SECCION	—————
LIMITE DE LAS MARGENES DEL CAUCE RECTIFICADO	—————



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE INGENIERIA

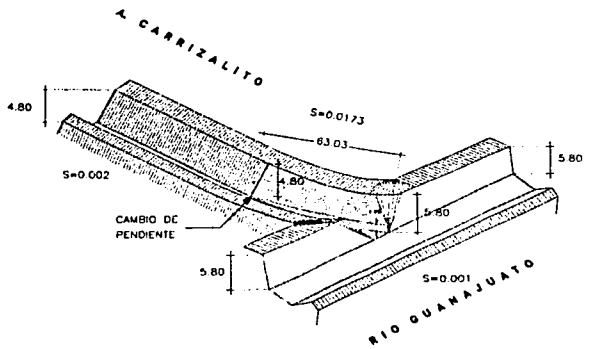
PROYECTO A NIVEL EJECUTIVO DEL ENCAUZAMIENTO DEL "RIO GUANAJUATO"
TRAMO PRESA "LA GARRIDA"-CIUDAD DE IRAPUATO
EN EL ESTADO DE GUANAJUATO, MEXICO

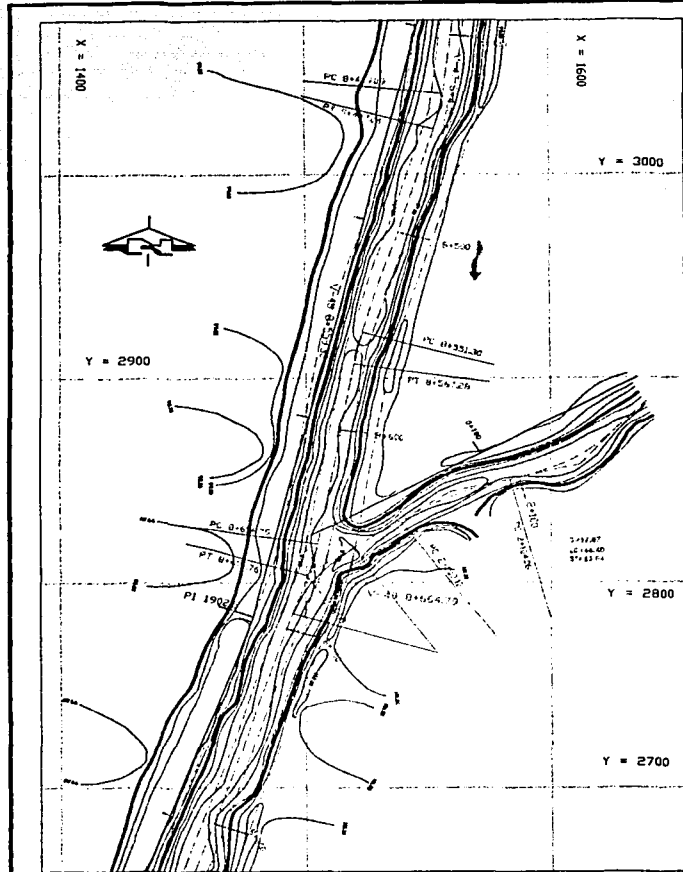
PLANO VI.2 CONFLUENCIA DEL ARROYO CARRIZALITO

FECHA: Febrero 2002 PLANO: 1 DE 1 ANEJO F-2

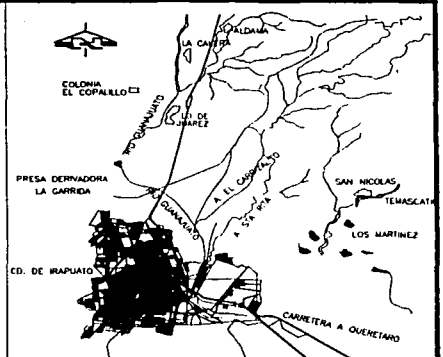
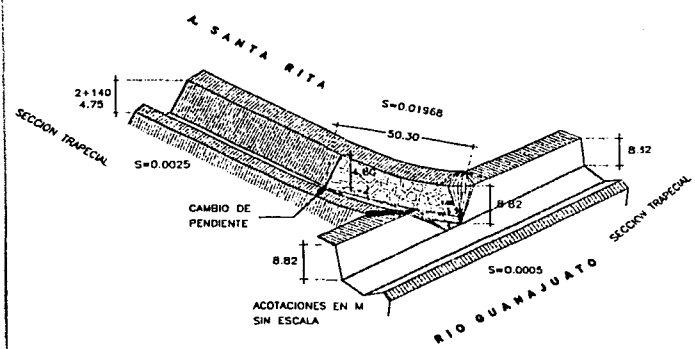
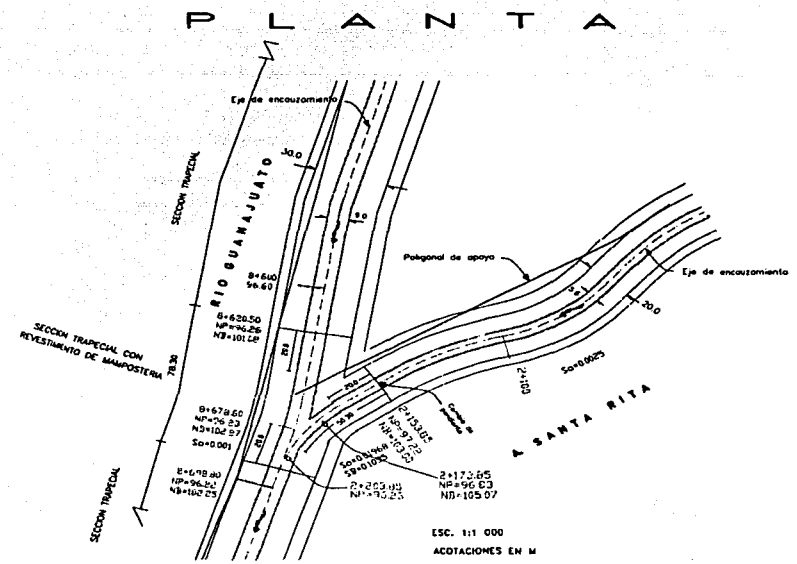
CANTIDADES DE OBRA

CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD
DESPALME	M ²	0.63
DESAMONTE	M ²	948.15
CORTE	M ²	623.24
DEMOLICION	M ²	138.00
RELLENO	M ²	2,334.40
MAMPOSTERIA	M ²	1,586.99





CANTIDADES DE OBRA		
CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD
DESPLAZAMIENTO	m ³	0.42
DESMONTE	m ³	625.48
CORTE	m ³	1,008.37
RELLENO	m ³	3,640.59
MAMPOSTERIA	m ³	1,052.98



CROQUIS DE LOCALIZACION

NOTAS

- EL ORIGINAL DEL PRESENTE PLANO SE ENCUENTRA DISPONIBLE EN LA RESIDENCIA GENERAL DE PROYECTO LEON DE LA CMA
- COEFICIENTE DE ROGOSIDAD PARA EL REVESTIMIENTO DE MAMPOSTERIA, n=0.033
- ELEVACIONES, ACOTACIONES EN METROS Y CACENAMIENTOS EN KILOMETROS
- EL NORTE INDICADO ES EL MAGNETICO
- LA PENDIENTE DE LOS BORDOS SD=0.033 EN EL A GARRIZALLO ES DE LA ESTACION 2+153.85 HASTA LA UNION CON LOS BORDOS DEL RIO GUANAJUATO
- EL ESPESOR DEL REVESTIMIENTO DE MAMPOSTERIA ES DE 30 CM

SIMBOLOGIA

POLIGONO DE APOYO	—————
EJE DE ENCAUZAMIENTO	—————
ANCHO DE PLANTELLA	—————
ANCHO DE LA SECCION	—————
LMITE DE LOS MARGENES DEL CAUCE RECTIFICADO	—————

ESCALA

ESCALA GRAFICA HORIZONTAL

0 10 20 30 40 50 100 METROS

ESC. 1:1 000

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE INGENIERIA

PROYECTO A NIVEL EJECUTIVO DEL ENCAUZAMIENTO DEL "RIO GUANAJUATO"
 TRAMO PRESA "LA GARRIDA"-CIUDAD DE IRAPUATO
 EN EL ESTADO DE GUANAJUATO, MEXICO

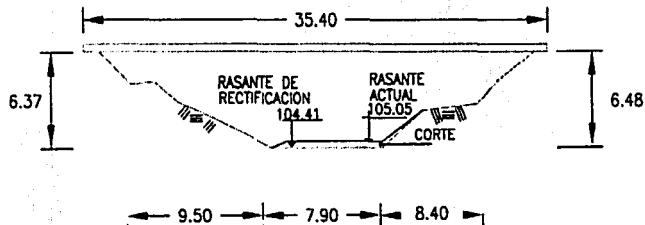
PLANO VI.3 CONFLUENCIA DEL ARROYO SANTA RITA

FECHA: Febrero 2002 PLANO: 1 DE 1 ANEXO: F-3

SECCION TRANSVERSAL DEL PUENTE VEHICULAR

AUTOPISTA LEÓN-IRAPUATO

EN LA ESTACION 3+406.5



CROQUIS DE LOCALIZACION

NOTAS

El croquis de presente plano se encuentra descrito en el Reglamento Criterio de Proyecto León de 1964.
 En este momento no se presenta el plan de construcción de puente debido a que el mismo no requiere modificación alguna.
 Coeficiente de fricción del proyecto = 0.30

SIMBOLOGIA

ESCALA

ESCALA: 1:1000
 ESCALA: 1:200



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
 FACULTAD DE INGENIERÍA

PROYECTO A CARGO DEL CENTRO DE INVESTIGACIONES DEL "INVESTIGADOR"
 MARIO RAMÍREZ, TÍTULO "CARRERA DE INGENIERÍA"
 DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA, LEÓN

PLANO V1.4 AUTOPISTA LEÓN-IRAPUATO
 EN LA ESTACIÓN KM. 3+406.5

FECHA: 1968
 PLANO: 1 de 1
 HOJA: 1 de 1

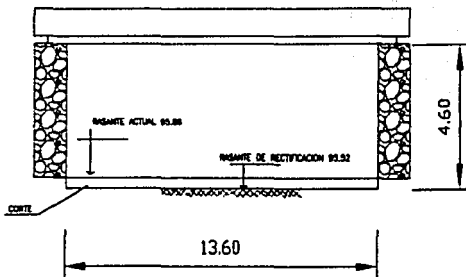
F-4

SECCION TRANSVERSAL DEL PUENTE VEHICULAR

ENTRADA DE LA AUTOPISTA

QUERETARO-IRAPUATO

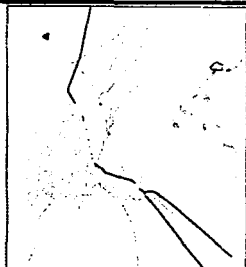
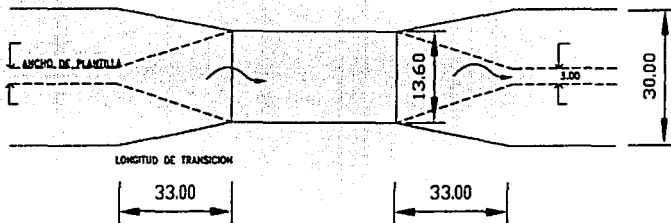
EN LA ESTACION KM.10+141.30



SECCION TRANSVERSAL
TRAPEZIAL

PLANTA DE TRANSICION

SECCION TRANSVERSAL
TRAPEZIAL



CROQUIS DE LOCALIZACION

NOTAS

El trabajo de presente plano, se encuentra elaborado en el
 Laboratorio Topografico del Proyecto 1001 de la UNQ
 Coeficiente de seguridad de proyecto
 $\gamma = 0.25$

SIMBOLOGIA

ESCALA

ESCALA GRAFICA
 1:1000
 1:1000

INGENIERIA CIVIL, ESCUELA DE INGENIERIA
 FACULTAD DE INGENIERIA

PROYECTO A CARO, LEONARDO DEL INGENIERO DEL "CICLO QUERETARO"
 TRAZO PARA LA ENTRADA DE LA AUTOPISTA
 EN LA ESTACION KM.10+141.30

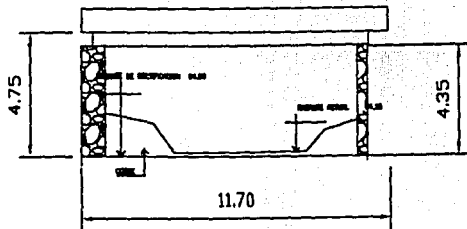
PLANO V.6 ENTRADA DE LA AUTOPISTA
 QRO-IRAPUATO EN LA ESTACION KM.10+141.30

10/05 Febrero 2005 PLANO 1 de 1 0.000 P-6

F-6

SECCION TRANSVERSAL DEL PUENTE VEHICULAR

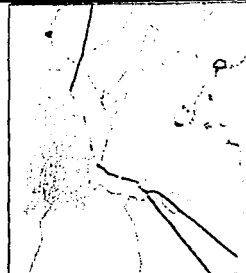
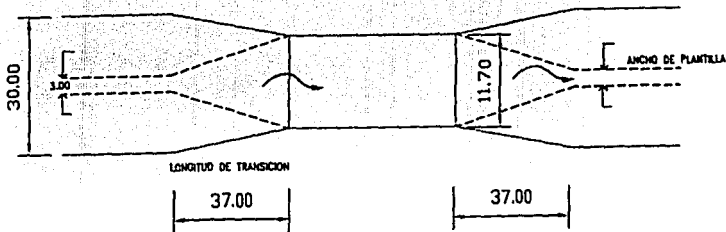
PASO DE VIA DEL FERROCARRIL
EN LA ESTACION 10+ 636.50



SECCION TRANSVERSAL
TRAPEZIAL

PLANTA DE TRANSICION

SECCION TRANSVERSAL
TRAPEZIAL



CROQUIS DE LOCALIZACION

NOTAS

El perfil del terreno sobre el cual se construye el puente es el que se muestra en el croquis de localización. El perfil del terreno sobre el cual se construye el puente es el que se muestra en el croquis de localización. El perfil del terreno sobre el cual se construye el puente es el que se muestra en el croquis de localización.

SIMBOLOGIA

ESCALA

ESCALA 1:400

ESCALA 1:400



INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES Y DESARROLLOS

FACULTAD DE INGENIERIA

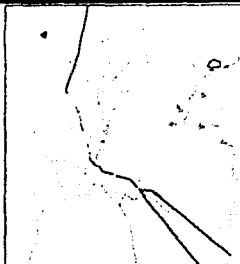
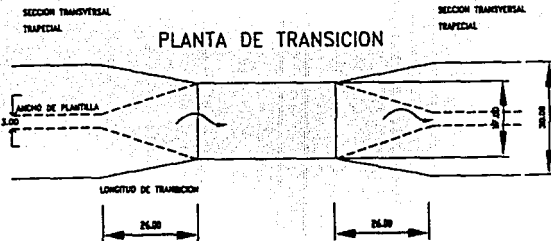
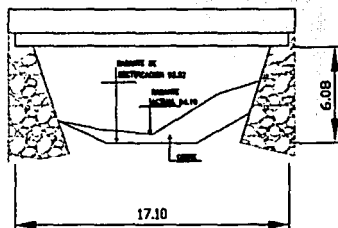
PROYECTO Y DISEÑO DEL PASADIZO DEL FERROCARRIL EN LA ESTACION KM. 10+636.50

PLANO V.I.B. PASO DE LA VIA DEL FERROCARRIL EN LA ESTACION KM. 10+636.50

FECHA: 10/05/2010

F-8

SECCION TRANSVERSAL DEL PUENTE VEHICULAR SOBRE LA CALLE TERESA VARA EN LA ESTACION 10+799.84



CROQUIS DE LOCALIZACION

NOTAS

El origen de planta para el croquis se encuentra en el
Plano General de Proyecto de la Calle
Calle Teresa Vara en la Estacion
n = 923

SIMBOLOGIA

ESCALA

ESCALA GENERAL

1:100

1:200



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE INGENIERÍA

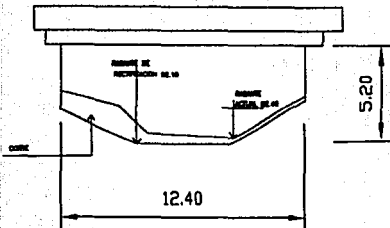
REGISTRO A CARGO DE LA SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA
MEXICO PARA "LA INGENIERIA" - CARRERA DE INGENIERIA
EN EL BRANCHO DE INGENIERIA, 1972

PLANO N.º 9 PUENTE VEHICULAR SOBRE
LA CALLE TERESA VARA KM 10+799.84

PROYECTO: 2000 1 de 1 2000 7-4

F-9

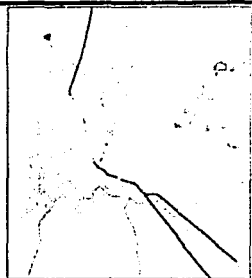
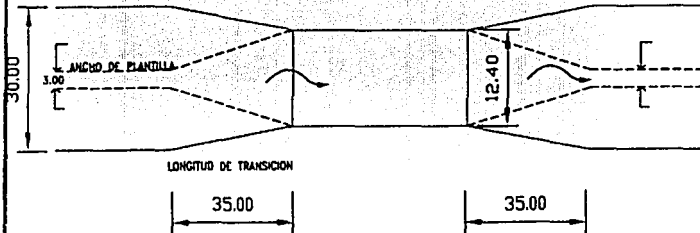
SECCION TRANSVERSAL DEL PUENTE VEHICULAR EN LA ESTACION KM. 11+ 949.15



SECCION TRANSVERSAL
TRAPEZIAL

PLANTA DE TRANSICION

SECCION TRANSVERSAL
TRAPEZIAL

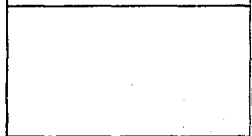


CROQUIS DE LOCALIZACION

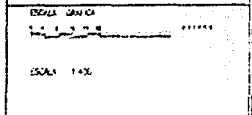
NOTAS

El original de presente plano se encuentra depositado en el
Presidencia Query de Proyectos, JALISCO
Cualquiera de cualquier de cualquier
n.º = 0215

SIMBOLOGIA



ESCALA



UNIVERSIDAD TECNICA ESTERIL DE COCULA
FACULTAD DE INGENIERIA

PREPARE A NUESTRO LICENCIADO EN INGENIERIA DEL "TAL" BARRAGAN
NOMBRE: "LA" BARRAGAN - DOMINGO DE BARRAGAN
EN EL TERCER DE BARRAGAN, COCULA

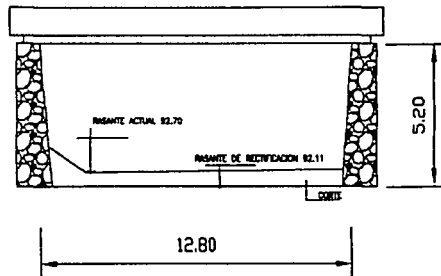
PLANO VI.10 EN LA ESTACION
KM. 11+ 949.15

Fecha: 1 de 1
Escala: 1:40

F-10

SECCION TRANSVERSAL DEL PUENTE VEHICULAR

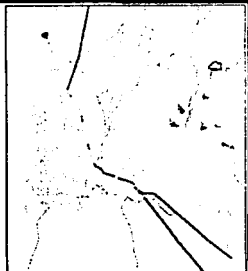
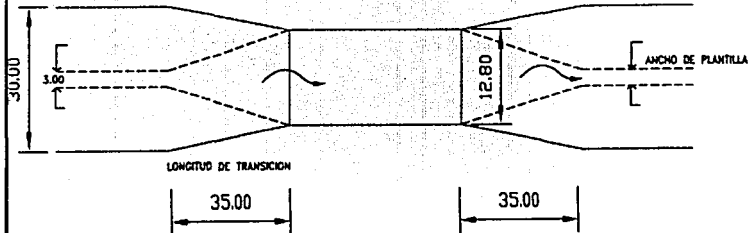
AUTOPISTA A SALAMANCA
EN LA ESTACION 12 +488.71



SECCION TRANSVERSAL
TRAPEZIAL

SECCION TRANSVERSAL
TRAPEZIAL

PLANTA DE TRANSICION



CROQUIS DE LOCALIZACION

NOTAS

El estudio de presente tiene su procedencia originada en la
Resolución número de Proyecto Lep. de la DGR
Concedida en la ciudad de Madrid
n.º 1012

SIMBOLOGIA

ESCALA

GRAN ESCALA
1:1000
ESCALA 1:400



SERVICIO TECNICO DE OBRAS
FACULTAD DE INGENIERIA

PROYECTO A OBRAS DE RECONSTRUCCION DEL "PUENTE VEHICULAR"
Sobre el "Puente" "Calleja" del "CALLEJA"
EN LA ESTACION DE SALAMANCA, LEON

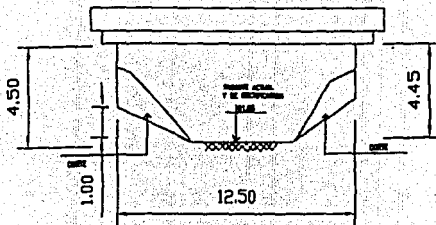
PLANO VI.11 AUTOPISTA SALAMANCA-LEON
EN LA ESTACION KM. 12+488.71

FECHA: Febrero 1988 PUNTO: 1 de 1. 4852 P-11

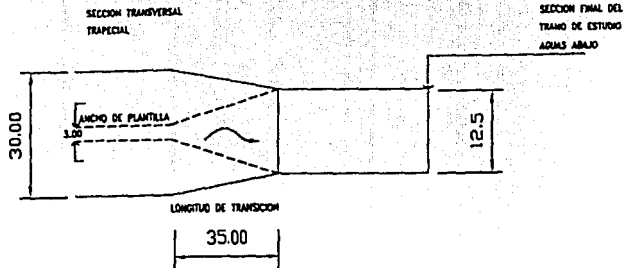
7-11

SECCION TRANSVERSAL DEL PUENTE VEHICULAR

EN LA ESTACION 13 + 002.81



PLANTA DE TRANSICION



CROQUIS DE LOCALIZACION

NOTAS

El original del presente plano, así como los planos de la
Resolución General de Proyecto, están en la OMA.
Copias de los planos de proyecto
n = 0.025

SIMBOLOGIA

ESCALA

ESCALA PLANTA
ESCALA SECCION



FACULTAD DE INGENIERIA

PROFESOR y JEFE DE CATEDRA DEL DISEÑO DEL "TALLER"
INGENIERO EN CARRETERAS y OBRAS DE FERROVIA
DR. GUSTAVO H. GONZALEZ, S.C.

PLANO N.º 12 EN LA ESTACION
KM. 13 + 002.81

Fecha: 2000 Año: 1 de 1

T-12

PROYECTO A NIVEL EJECUTIVO DEL ENCAUZAMIENTO DEL "RIO GUANAJUATO",
TRAMO PRESA "LA GARRIDA" - CIUDAD DE IRAPUATO; EN EL
ESTADO DE GUANAJUATO, MEXICO.

BIBLIOGRAFIA

F-13

BIBLIOGRAFIA

Aparicio, Mijares Francisco Javier
Fundamento de Hidrología de Superficie
Editorial LIMUSA
México 1999

Bedient, Philip B.
Hydrology and Foodplain Analysis
Editorial Addison Wesley
USA 1992

Butler, Stanley S.
Engineering Hydrology
Editorial Prentice Hall
USA 1957

Comisión Federal de Electricidad (CFE)
Hidrología: Análisis Estadístico
Federación Editorial Mexicana
México 1982

Comisión Federal de Electricidad (CFE)
Hidrología: Consideraciones Generales
Federación Editorial Mexicana
México 1980

Comisión Federal de Electricidad (CFE)
Hidrología: Geohidrología
Federación Editorial Mexicana
México 1983

Comisión Federal de Electricidad (CFE)
Relación entre precipitación y escurrimiento
Federación Editorial Mexicana
México 1981

**PROYECTO A NIVEL EJECUTIVO DEL ENCAUZAMIENTO DEL "RIO GUANAJUATO",
TRAMO PRESA "LA GARRIDA" — CIUDAD DE IRAPUATO; EN EL ESTADO DE
GUANAJUATO, MEXICO.**

Hernández González Olga Rocío
Aspectos fundamentales sobre los Geosintéticos: Geotextiles y
Geomembranas
Tesis Profesional. Facultad de Ingeniería.
Universidad Nacional Autónoma de México
México 2001

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI)
Estudio Hidrológico del Estado de Guanajuato
Federación Editorial Mexicana
México 1998

Linsley, Ray K
Hidrología para Ingenieros
Editorial McGraw Hill
México 1988

Linsley, Ray K
Hydrology for Engineers
Editorial McGraw Hill
México 1975

Linsley, Ray K
Ingeniería de los Recursos Hidráulicos
Editorial Continental
México 1967

Monsalve, Saenz Germán
Hidrología en la Ingeniería
Editorial Alfa omega
Colombia 1999

Sotelo, Avila Gilberto
Apuntes de Hidráulica II
Facultad de Ingeniería de la
Universidad Nacional Autónoma de México
México 1993

Ven Te Chow
Hidráulica de los Canales Abiertos
Editorial Diana
México 1985

BIBLIOGRAFIA

Ven Te Chow
Hidrología Aplicada
Editorial McGraw Hill
México 1993

César Valdez Enrique
Vázquez González Alba B.
Impacto Ambiental
IMTA, Facultad de Ingeniería,
Universidad Nacional Autónoma de México 1ª. Edición
México 1993

Juárez Badillo Eulalio
Rico Rodríguez Alfonso
Mecánica de Suelos TOMO I Fundamentos de la Mecánica de Suelos
Editorial LIMUSA 3ª. Edición
México 1978

Juárez Badillo Eulalio
Rico Rodríguez Alfonso
Mecánica de Suelos TOMO II Teoría y Aplicaciones de la Mecánica
de Suelos
Editorial Limusa 2ª. Edición
México 1979

Congreso General de los Estados Unidos Mexicanos
Ley de Obras Públicas y Servicios Relacionados con las Mismas
Diario Oficial de la Federación
México 2000