

25
ZET



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO**

**ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES
ACATLÁN**

**“ PROYECTO EJECUTIVO DE LAS ESTRUCTURAS DE
CONTROL DE LA LAGUNA DE CATAZAJA CHIAPAS “**

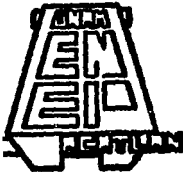
T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO CIVIL

P R E S E N T A :

RUFINO MARTINEZ SANCHEZ



ASESOR: ING. CELSO BARRERA CHAVEZ

ACATLÁN, ESTADO DE MÉXICO 1995.



FALLA DE ORIGEN



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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



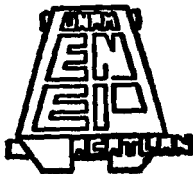
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MEXICO

25
250

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES
ACATLAN

“ PROYECTO EJECUTIVO DE LAS ESTRUCTURAS DE
CONTROL DE LA LAGUNA DE CATAZAJA CHIAPAS “

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
INGENIERO CIVIL
P R E S E N T A :
RUFINO MARTINEZ SANCHEZ



ASESOR: ING. CELSO BARRERA CHAVEZ



ACATLAN, ESTADO DE MEXICO

1995.

FALLA DE ORIGEN

En memoria de mis padres:
Carlos Martínez
Rúcarda Sánchez

A mi esposa:
Lourdes López V.

A mis hermanos :
Merced Martínez
Patricio Martínez
Cecilio Martínez
Juan Martínez
Rosita Martínez

A mis amigos:
Lic. Humberto Martínez M.
Prof. Constantino Urbano R.
Sr. Ventura Jiménez
Dr. Gregorio Rodríguez
Ing. Jorge Castillo

A mis tíos:
Evangelina Sánchez
Fernando Garrido
Juventino Sánchez
Geronimo Sánchez

Gracias, a todos por su comprensión, ayuda económica y moral que me brindaron durante el transcurso de mi vida estudiantil.

A mi asesor de tesis Ing. Celso Barrera Chavez, mi más sincero agradecimiento y respeto por su apoyo incondicional durante el desarrollo de este trabajo.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE MEXICO

A mis señores,

- Ing. Raúl A. Correa A.
- Ing. Eduardo R. Gutierrez A.
- Ing. Ignacio Zizalde V.
- Ing. Francisco Anzures R.

Gracias por brindarme la oportunidad de concluir mi carrera profesional.

Con cariño a mi escuela:

E. N. E. P. Acatlan - U. N. A. M. por permitirme el acceso a sus instalaciones, dandome la oportunidad de terminar una carrera profesional.

OBJETIVO GENERAL

El objetivo de este trabajo es presentar un resumen general de los estudios efectuados para la elaboración y ejecución de este proyecto, soportados en las informaciones proporcionadas por las diferentes dependencias gubernamentales y complementadas con trabajos de campo de los sitios donde se llevarán a cabo las obras.

Una vez obtenida la información necesaria, se procede a analizar en forma minuciosa cada una de ellas, dando como resultado el diseño y construcción de un puente carretero y cuatro diques vertedores que forman las estructuras de control.

INDICE

INTRODUCCION	1
--------------------	---

CAPITULO 1

1 - ANTECEDENTES Y OBJETIVOS DEL PROYECTO	
1.1 - Origen de la Laguna de Calazaja	2
1.2 - Ubicación	2
1.3 - Acceso	2
1.4 - Características físicas generales de la región	3
1.5 - Influencia de la Laguna en el ámbito económico y social	3
1.6 - Objetivos del proyecto	4

CAPITULO 2

2 - RECOPIACION Y ANALISIS DE LA INFORMACION	
2.1 - Recopilación de la información	6
2.2 - Estudios y proyectos específicos para la Laguna de Calazaja	7
2.3 - Analisis de la información	9

CAPITULO 3

3 - TRABAJOS DE CAMPO	
3.1 - Reconocimiento	11
3.1.1 - Vías de acceso a la zona de estudio	11
3.1.2 - Bancos de materiales	12
3.2 - Levantamiento topográfico	13
3.2.1 - Poligonal de apoyo	13
3.2.2 - Configuración de las boquillas	14

3.3	-	Mecánica de suelos	15
3.3.1	-	Breve reseña geológica	15
3.3.2	-	Exploración	17
3.3.3	-	Pruebas de laboratorio	18
3.3.4	-	Descripción del subsuelo	19
3.3.5	-	Análisis de mecánica de suelos	21

CAPITULO 4

4 - ESTUDIO HIDROLOGICO

4.1	-	Introducción	26
4.2	-	Determinación de los escurrimientos mensuales	27
4.3	-	Determinación de la avenida máxima probable	32
4.4	-	Volumenes de arrastre de sólidos	40
4.5	-	Determinación de evaporaciones netas	41
4.6	-	Funcionamiento hidrológico de la Laguna	42
4.7	-	Tránsito de la avenida de diseño por el vertedor	44
4.8	-	Conclusiones y recomendaciones	47

CAPITULO 5

5 - ESTUDIO DE ALTERNATIVAS DE SOLUCION

5.1	-	Planteamiento de alternativas	49
5.2	-	Alternativa No. 1	50
5.3	-	Alternativa No. 2	51
5.4	-	Alternativa No. 3	52
5.5	-	Alternativa No. 4	54
5.6	-	Alternativa No. 5	55
5.7	-	Selección de la mejor alternativa	58

CAPITULO 6

6 - DETERMINACION DE LA ELEVACION DE CORONA DE LOS DIQUES VERTEDORES Y LOCALIZACION DE LOS EJES DE LOS DIQUES Y DEL PUENTE CARRETERO

61

CAPITULO 7

7 - CANTIDADES DE OBRA

7.1 - Diques vertedores	35
7.2 - Puente carretero el Chifón	65

CAPITULO 8

8 - PRESUPUESTO DE LAS OBRAS

8.1 - Dique vertedor El Raizal	31
8.2 - Dique vertedor Cometierra	93
8.3 - Dique vertedor Paraiso	65
8.4 - Dique vertedor y puente carretero el Chifón	37

CAPITULO 9

9 - ESPECIFICACIONES COMPLEMENTARIAS DE CONSTRUCCION

9.1 - Descripción de las obras	92
9.1.1 - Puente Carretero El Chifón	52
9.1.2 - Diques Vertedores	93
9.2 - Especificaciones particulares	94

CONCLUSIONES	125
--------------------	-----

BIBLIOGRAFIA	127
--------------------	-----

ANEXOS Y PLANOS

FALLA DE ORIGEN

INTRODUCCION

El Proyecto Ejecutivo de las Estructuras de control de La Laguna de Catazaja consiste en un conjunto de estudios, recopilación de informaciones y datos básicos que dieron como resultado la construcción de cuatro diques vertedores y un puente carretero.

Cabe señalar, que la concepción de este proyecto surge a raíz de que la Laguna de Catazaja se vacía totalmente cada año en las épocas de estiaje (febrero a mayo), provocando la escasez de la producción pesquera y, consecuentemente mermando la economía y alimentación de los pescadores que dependen directamente de dicho producto, quienes se ven obligados a cambiar de actividad mientras dura la temporada de sequía.

Es por ello que el objetivo primordial de estas obras de control hidráulico sea la de mantener el nivel del agua de La Laguna a una cierta cota permanentemente para propiciar la reproducción de las diferentes especies de peces que arriban durante la temporada de lluvia a través del desbordamiento del río Usumacinta y vanos arroyos que alimentan La Laguna.

Para elaborar el presente Proyecto Ejecutivo fue necesario efectuar una serie de trabajos de investigación en gabinete y de campo que permitieron valorar la magnitud y factibilidad técnica y económica de dichas obras, a continuación se describen los lineamientos de dicho trabajo:

Primariamente se ubicó en el plano general del Estado de Chiapas la zona en estudio y sus posibles accesos, en seguida se recurrieron a las Dependencias Gubernamentales para obtener informaciones y estudios realizados con anterioridad referente a la zona por éstas, una vez dado este paso, se procedió a efectuar un reconocimiento físico por tierra y agua a la zona, a la vez se hicieron los levantamientos topográficos, batimétricos y de mecánica de suelos.

Así mismo fue necesario realizar un estudio hidrológico para determinar los escurrimientos mensuales, avenida máxima, etc. de la cuenca, después que se tuvieron los resultados de estos últimos, se pasó a diseñar las diferentes alternativas en donde se seleccionó la que mejor se adaptó a las características y requerimientos planteados.

Una vez seleccionada la mejor alternativa, se procedió a determinar la cota de la corona y eje de los diques vertedores, así como el eje del puente carretero tomando en cuenta las recomendaciones hechas por las diferentes Dependencias Gubernamentales.

Posteriormente se elaboró un catálogo de conceptos que integran dichas obras y su costo total de cada una de ellas y para finalizar, se enlistaron las especificaciones complementarias que regirán durante el desarrollo de las obras.

CAPITULO 1

1. ANTECEDENTES Y OBJETIVOS DEL PROYECTO.

1.1 Origen de la Laguna de Catazajá.

La Laguna de Catazajá se forma debido a la confluencia de varios arroyos que se originan en las faldas o partes bajas de la Sierra Norte de Chiapas, aunado a la existencia de una configuración topográfica adecuada en la planicie, que permite el almacenamiento de los escurrimientos durante los meses lluviosos del año.

Colabora también en mantener el almacenamiento de los escurrimientos originados por el desbordamiento del río Usumacinta por su margen izquierda cuyas aguas forman una ribera natural, llegando incluso a incrementar temporalmente el almacenamiento de la laguna. Una vez que pasa la temporada de lluvias, el agua almacenada reconoce hacia el cauce del río Usumacinta y la laguna se seca.

Además de su belleza natural, la laguna posee una gran riqueza acuícola, pues durante los meses que se mantiene con nivel suficiente (junio - enero), arriban diferentes especies de peces, las cuales son aprovechadas por los habitantes de las riberas para consumo y comercialización de los excedentes.

1.2 Ubicación.

La laguna de Catazajá se encuentra localizada en la porción Noreste del estado de Chiapas, muy cerca de los límites con el estado de Tabasco. Específicamente sus coordenadas geográficas son las siguientes:

Latitud Norte	17° 44' 54"
Longitud Oeste	92° 02' 36"

Desde el punto de vista hidrológico pertenece a la vertiente del Golfo de México, concretamente a la llanura de inundación o cuenca baja del río Usumacinta, la cual cuenta con disponibilidad de agua y de recursos acuícolas muy importantes, ya que dicho río es el más caudaloso del país.

1.3 Acceso

Para llegar a la laguna por tierra se llenen dos vías de acceso principales: las carreteras federales No. 186 (Villahermosa - Chetumal) y la No. 199 (Ocoingo - Palenque). En el cruce de ellas existe una desviación que, con una longitud de 2 km. lleva a la población de Playas de Catazajá, localizada en las orillas de la laguna, cuando existe agua. Este aspecto es retomado con mayor detalle en el capítulo 3.

De Playas de Catazajá se puede hacer el traslado a cualquiera de las poblaciones ribereñas, en lancha cuando hay agua en la laguna y en vehículo por el fondo del vaso cuando no la hay. Existen rodeando a la laguna brechas o veredas que comunican a las poblaciones o ranchos vecinos, cuando el nivel del agua lo permite.

Otro acceso importante a la laguna es a partir del entronque denominado " Zapatero ", que se localiza en el km 101 de la carretera federal 186. De dicho entronque se recorren 7 km en la vía que lleva a Jonuta, hasta el sitio denominado Les " palomas ", encontrándose una carretera actualmente en construcción que, con 10,6 km de longitud conectará permanentemente por tierra a la población El Paraíso, la cual también se ubica a la orilla de la laguna, prácticamente en el extremo opuesto a Playas Catazajá.

1.4 Características físicas generales de la región.

Clima.- El clima predominante en la zona de estudio, corresponde al tipo cálido - húmedo, característico del Sureste de México, que de acuerdo a la clasificación de W. Koeppen modificada por E. García a los índices Am W (1) g.

La temperatura media anual es de 26.3° C y la temporada de lluvias se presenta en los meses de mayo a diciembre, con una precipitación media anual de 2 176 mm (ver capítulo 4.- Estudio hidrológico). Los vientos reinantes son moderados y se presentan del Este y del Norte.

Vegetación.- La vegetación primaria predominante de la zona corresponde a la selva alta perennifolia y sabana. La vegetación actual corresponde a popal, selva baja perennifolia y pastizales cultivados.

Suelos.- En la región dominan los suelos de textura gruesa y profundos con mal drenaje. Según las unidades del sistema FAO / UNESCO, corresponden Gleysoles, Cambisoles, Acrisoles y Regosoles.

1.5 Influencia de la laguna en el ámbito económico y social.

Desde siempre la laguna ha tenido una marcada preponderancia en los aspectos económicos y sociales de los habitantes ribereños, influenciando sus hábitos y costumbres y proporcionandoles, por medio de

la pesca una forma de subsistencia que antiguamente era la principal ; posteriormente se han combinado la pesca con la ganadería, la cual actualmente se encuentra muy extendida en la región y ejerce un marcado efecto. También existe como actividad productiva el turismo, debido principalmente a la pesca deportiva que se practica cuando la laguna contiene agua.

Las diferentes especies que se obtienen en la laguna llegan a ella provenientes de las aguas de inundación del río Usumacinta, siendo las principales el robalo, tilapia, mojarra y langostino.

En la tabla 1.5.1 se presenta un resumen de los volúmenes capturados en los últimos diez años.

1.6 Objetivos del Proyecto.

El proyecto ejecutivo de las obras de control de la laguna de Catazajá, se originó ante el problema de que cada año en los meses de estiaje (febrero - mayo) ésta se seca, dejando a los ribereños sin el recurso de la pesca y consecuentemente, mermando sus recursos económicos.

En consecuencia, el objetivo principal del estudio es el de realizar el proyecto de las estructuras que permiten a la laguna ser permanente durante todo el año, propiciando con esto el desarrollo de las actividades de pesca comercial y deportiva, turísticas, etc., en beneficio de los pobladores de la región.

Además de lo anterior, se incluye el diseño de un puente carretero sobre la boquilla denominada el Chiflón que permita la comunicación entre el poblado el Paraíso con la carretera a que entronca con el camino Zapatero - Jonutá.

Para la consecución de los objetivos anteriores el proyecto propondrá la solución más factible, tanto técnica como económica, teniendo siempre en cuenta el nivel óptimo para que el desarrollo de la vida acuática y las condiciones ecológicas no se alteren substancialmente.

TABLA 1.5.1.
PLAYAS DE CATAZAJA, CHIAPAS: VOL. DE LA CAPTURA EN PESO
DESEMBARCADO *
(Toneladas)

ESPECIE	A Ñ O										
	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	
Tilapia	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	381
Mojarra	110	119	331	745	545	642	550	376	838	330	
Robalo	35	47	84	125	66	18	65	30	32	117	
Langostino	1	--	2	7	10	3	55	39	26	31	
Calan	6	10	18	33	41	42	14	6	8	40	
Topuche	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	
Bobo	19	33	42	27	32	8	63	35	16	49	
Bagre	5	14	3	3	4	5	8	2	2	11	
Chopo	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	
Tortuga	3	5	10	22	22	-	-	-	-	-	
TOTAL	184	229	495	971	724	723	759	493	925	968	

* No incluye captura sin riesgo oficial.

Fuente: Dirección General de informática y registros
Pesqueros, Secretaría de Pesca.

Nota: El año de 1989 fue proporcionado directamente
por la oficina de Pesca en Playas de Catazajá.

CAPITULO 2

2. RECOPIACION Y ANALISIS DE LA INFORMACION.

2.1 Recopilación de la información.

Con el fin de realizar el proyecto ejecutivo de las estructuras de control y cruce en las boquillas denominadas "EL CHIFLON" Y "EL RAIZAL" en la laguna de Catazajá se procedió a recopilar toda la información disponible, que permitiera resolver objetivamente el problema planteado.

Dicha información se recopiló en diferentes dependencias de los Gobiernos Federal y Estatal, en las ciudades de México, Tuxtla Gutiérrez y en la población de Playas de Catazajá.

A continuación se lista la información principal obtenida.

- a. Planos topográficos escala 1:50 000 (5 hojas) de la región, con curvas de nivel a cada 10 m, donde se localiza la laguna en estudio, así como los ríos y corrientes que forman el sistema que interacciona con ella. Dependencia: Instituto Nacional de Estadística, Geográfica e Informática (INEGI).
- b. Carta edafológica de los suelos de la zona escala 1:250,000, con la finalidad de conocer la cubierta vegetal de las cuencas por donde escurren las aguas que alimentan a la laguna (INEGI).
- c. Carta geológica regional escala 1:250,000, con la finalidad de conocer las características geológicas generales de las boquillas y del vaso de embalse de la laguna (INEGI).
- d. Perfil histórico - cultural, medio físico y geográfico, marco social, marco económico, marco jurídico, gobierno y administración del Municipio de Catazajá. Publicación del gobierno del Estado de Chiapas, 1988.
- e. Construcción de minipresas filtrantes e impermeables para usos múltiples. Ingeniería Hidráulica en México, vol. III, No. 1, enero / abril de 1988.
- f. Control de agua a bajo costo mediante represas de hule. Water and wastewater International, agosto de 1987. Noticias técnicas de la revista Ingeniería hidráulica en México, vol. III, No. 1, enero / abril de 1988.
- g. Técnicas para el control de las malezas acuáticas. Aplicación del algoritmo simplex al diseño hidrológico de un embalse. Ingeniería hidráulica en México, vol. IV, No. 3, Septiembre / octubre de 1989.

FALLA DE ORIGEN

n. Métodos para calcular capacidades de embalses. Programa hidrología de superficie: Hidros. Ingeniería hidráulica en México, vol. IV, No. 1. enero / abril de 1989.

i. Especies y volúmenes de peces que se capturan en la laguna de Catazajá. Oficina de pesca en Playas de Catazajá.

j. Agenda Estadística del Estado de Chiapas 1989. Gobierno del estado.

k. Modelo para el cálculo de avenidas máximas en cuencas pequeñas no aforadas. Ingeniero Antonio Acosta Godínez. Revista Ingeniería Hidráulica en México.

l. Información hidrométrica de las estaciones Salto de Agua en el río Tuliá. 1953 - 1985; Boca del Cerro en el río Usumacinta. 1948 - 1985; Macuspana en el río Macuspana. 1955 - 1985; San Pedro Tabasco en el río San Pedro. 1952 - 1985; Candelaria. 1955 - 1983; Paso del Cayuco. 1953 - 1968. Departamento de hidrometría de la Comisión Nacional de Agua.

m. Información pluviométrica de las estaciones meteorológicas de Agua Azul 1961 - 1983; Boca del Cerro 1961 - 1984; Bonampak 1965 - 1980; Catazajá 1956 - 1985; Finca el Triunfo 1961 - 1980; Finca Morelia 1961 - 1977; Ocosingo 1961 - 1981; Ocosingo (C.F.E.) 1984 - 1987; Salto de Agua 1961 - 1985; Tumbalá (C.F.E.) 1961 - 1985; Yajalón (C.F.E.) 1961 - 1985; Las Nubes 1965 - 1985; Macuspana 1961 - 1984; km 262 1982 - 1984; San Pedro Tabasco 1961 - 1984; km 336; Palenque 1958 - 1978; Paso del Cayuco 1977 - 1987; Chacamax 1968 - 1985; Balancán 1961 - 1984; Emiliano Zapata (C.F.E.) 1963 - 1984; Bajada Grande 1973 - 1978. Departamento de Hidrometría y meteorológico Nacional de la C.N.A.

n. Tormentas máximas observadas y probables en el Sureste. Boletín de Tormentas Máximas Observadas y Probables en México en 24 hrs. (hasta 1974), S.R.H.

o. Envolventes de intensidades máximas de lluvias registradas en la región del Sureste. Boletín Hidrológico No. 18 (2da. Parte), S. R. H.

p. Mediciones de los arrastres de sedimentos de las corrientes Usumacinta 1957 - 1985 y San Pedro 1957 - 1973. Departamento de Hidrometría de la C. N. A.

2.2 Estudios y Proyectos específicos para la laguna de Catazajá.

Específicamente para la laguna de Catazajá, se han elaborado con anterioridad un conjunto de estudios y proyectos, que son la base para el presente trabajo; a continuación se da una descripción somera de cada uno de ellos.

1. Integración del estudio a nivel de gran visión en una superficie de 25,000 Has., del Proyecto Playas de Catazajá, Chis.; abril de 1987. Coordinación Regional de Infraestructura Hidráulica del Sureste. S.A.R.H.

FALLA DE ORIGEN

Este es el primer trabajo formal en que se mencionan proyectos para hacer de la laguna de Catazajá un almacenamiento permanente. En este documento se realiza un estudio hidrológico preliminar que permite conocer los escurrimientos mensuales de las corrientes que la alimentan.

Dentro de la Ingeniería de Proyecto de dicho estudio se proponen dos estructuras de control, una en la boquilla El Chifón y la otra en la denominada El Raizal. Las obras se complementan con los caminos a El Paraíso y al Rancho Cometierra.

2. Proyecto General: Playas de Catazajá. Proyecto: Bordo Camino " Paraíso - Cometierra ". Junio de 1980. C.N.A., Gerencia Estatal en Chiapas.

En este proyecto ejecutivo, se presentan los apoyos necesarios para la construcción de un bordo - camino de 4.640 m de longitud, que uniría a la población de El Paraíso con el Rancho Cometierra. Dicho bordo tendría una altura máxima de 7.0 m, taludes 2:1 y ancho de corona de 6 m. Estaría formado por un corazón impermeable de arcilla, respaldos de grava y arena, protegido con enrocamiento; el volumen de materiales que se estima necesario es de 271.000 0 m³. El presupuesto de construcción de la obra se estimó en \$10.058'626.715.00, con precio de junio de 1990 lo que significa un costo por kilómetro de bordo de \$2.167'785.930.

3. Proyecto General: Playas de Catazajá. Proyecto: Estudio Hidrológico. Octubre de 1990. C.N.A., Gerencia Estatal en Chiapas.

En este estudio, la C.N.A. realizó los cálculos necesarios para obtener los escurrimientos mensuales de las corrientes que alimentan a la laguna. El criterio utilizado es indirecto, a partir de las lluvias de la estación pluviométrica de Catazajá y de 12 coeficientes de escurrimiento (uno para cada mes del año), que se calcularon en función de las características fisiográficas de la cuenca. El registro generado corresponde al periodo 1958 - 1988.

También se calcularon los gastos de avenidas máximas probables que se pueden presentar, como resultado de lluvias intensas en la cuenca de las corrientes que alimentan a la laguna. El criterio utilizado para el cálculo es el racional, a partir de la lluvia en exceso y de las características fisiográficas de la cuenca.

También se presentan los resultados de las pruebas índice realizadas en el laboratorio de mecánica de suelos.

En general se indica que la zona de desplante de las obras es uniforme, formada por arcillas de diferente coloración en estrato de diferente espesor, subyaciendo todas muy dura y de espesor indeterminado. Se presentan los perfiles estratigráficos correspondientes.

A su vez, en este estudio se ubican los posibles bancos de materiales necesarios para las diferentes obras programadas por la CNA : arcilla, roca y grava - arena o rezaga. Se indican las distancias de acarreo necesarias hasta los puntos de aprovechamiento.

4. Proyecto General: Playas de Catazajá. Proyecto Ejecutivo del camino Las Palomas - Paraíso. Febrero de 1990. CNA, Gerencia Estatal en Chiapas.

FALLA DE ORIGEN

En este documento se presenta el proyecto geométrico y de terracerías en el camino de 10.6 km de longitud, que unirá al entronque con la carretera a Jonuta, llamado Las Palomas, con la población de el Paraíso.

5. Proyecto General: Playas de Catazajá. Proyecto: Estudio batimétrico. Octubre de 1990. CNA. Gerencia Estatal en Chiapas.

En este estudio se presentan los resultados de los trabajos de campos efectuados, con el fin de obtener la configuración y características morfológicas del vaso de la laguna. También se incluyen las zonas bajas existentes entre la boquilla El Racal y el Rancho Cometierra.

La topografía se presenta a escala 1:5,000 (22 hojas) y una hoja resumen con escala 1:20,000 en ambos casos aparece la poligonal de apoyo. La separación entre las curvas de nivel es de un metro y están referidas a elevaciones de banco del INEGI. Las elevaciones van de 0 msnm. a 10 msnm. A partir de esa topografía se calculó la curva de elevaciones - áreas - capacidades del vaso.

6. Proyecto General: Playas de Catazajá. Proyecto: Estudio geológico de las boquillas el Chiflón, el Racal y área de desplante del bordo - camino Paraíso - Cometierra. Octubre de 1990. CNA. Gerencia Estatal de Chiapas.

En este caso se dan los resultados obtenidos a partir de los trabajos de campo realizados: pozos a cielo abierto, se deberá poner en operación en el mes de diciembre de 1990, aunque de acuerdo a lo observado en campo durante el viaje de reconocimiento se estima que tomará más tiempo.

2.3 Análisis de la información.

Cada uno de los documentos recopilados se sometió a un examen detenido, con el fin de obtener la mayor cantidad posible de información aplicable al proyecto de las estructuras de control. También permitió la familiarización con las diferentes características físicas, sociales y económicas de la región que, complementadas con viajes de reconocimiento a la zona, dio lugar a que los especialistas se identificaran plenamente con los requerimientos y problemática del proyecto.

Al llevar a cabo el análisis exhaustivo de la información recopilada, se dedujo un aspecto que resultó de suma importancia siendo este el referente a la incompatibilidad o incongruencia entre los objetivos del proyecto y la magnitud de las obras propuestas para cumplirlos.

Los objetivos iniciales de mantener llena la laguna durante todo el año y de establecer comunicación permanente con el Rancho Cometierra, se lograrían mediante la construcción de obras que por su tamaño y costo rebasan lo aceptable normalmente en este tipo de proyectos: dos estructuras de control, dos puentes carreteros, un bordo - camino de 4.640 m de longitud y 7.0 m de altura máxima.

Se estimó que era posible substituir dichas obras por otras de menor magnitud que cumplieran con los

FALLA DE ORIGEN

objetivos señalados; para verificarlo se procedió a elaborar un conjunto de alternativas que solucionan la problemática planteada las cuales se describen en el capítulo cinco.

FALLA DE ORIGEN

CAPÍTULO 3

3. TRABAJOS DE CAMPO.

3.1 Reconocimiento.

El reconocimiento de campo que se llevó a cabo en octubre de 1990. tuvo como objetivo los siguientes:

- Ejecutar un reconocimiento ocular tanto de los sitios de las obras, así como de la zona en general, con el fin de establecer parámetros técnicos que pudieran ser considerados durante la ejecución de los trabajos de campo y del propio proyecto. Este reconocimiento se realizó tanto por vía terrestre como por agua, dado que para esas fechas la laguna se encontraba prácticamente llena.
- Hacer el cadenamamiento del trazo topográfico por levantar, así como la identificación de los tramos para los seccionamientos.
- Definir la existencia de las mojoneras de los trabajos hechos con anterioridad por parte de la CNA, así como el banco de nivel para el control vertical.
- Determinar las vías de comunicación a la zona de estudio, al igual que obtener sus características y estado que guardan.
- Conocer y establecer las características preliminares de los materiales que conforman el suelo de cimentación sobre el que se apoyarán las estructuras.
- Definir los probables ejes de los cauces de las boquillas de los ríos Chifón y Raizal, con el fin de ubicar el número y localización de los pozos a cielo abierto y los sondeos exploratorios.
- Ubicar y muestrear los posibles bancos de materiales que sirvieran para la construcción de las obras, estableciendo sus distancias de acarreos y costos probables.

3.1.1 Vías de acceso a la zona de estudio.

Las vías de comunicación terrestre tanto del poblado de Playas de Catazajá, como para llegar a El Paraíso se describen a continuación:

- a. Playas de Catazajá.- En el kilómetro 120 de la carretera internacional Villahermosa - Escárcega existe un entronque por el cual, tomando hacia la izquierda y después de recorrer 2 km: se llega al poblado de referencia. (ver fig. No. 3.1.1).

FALLA DE ORIGEN

b. El Paraiso.- En el kilómetro 100 + 300 de la citada carretera internacional se localiza el antrónque llamado El Zapatero; tomando hacia la izquierda, a 7 km; se llega a la Estación Palomas de donde, a mano derecha, parte el camino en construcción de 10.7 km de longitud, que llega hasta la Boquilla El Chiflón, es decir prácticamente al poblado El Paraiso.

3.1.2 Bancos de materiales.

Como se mencionó, durante el reconocimiento se visitaron los bancos de préstamo de los materiales requeridos para las obras, obteniéndose muestras en cada uno de ellos para su análisis en el laboratorio. Los bancos aludidos son (ver fig. 3.1.1).

a. Piedra y grava.

La zona mas cercana al sitio de la obra donde se pueden obtener estos materiales es el denominado " Banco Las Campanas ", el cual se encuentra actualmente en explotación y esta localizado en el kilómetro 73 + 000 de la carretera internacional Villahermosa - Escarcega, con una desviación a la derecha que, a través de una terracería de 3 km, llega al banco.

Otro banco, exclusivamente para grava y de menor calidad que el anterior es " El Tortuguero ", el cual se localiza en el kilómetro 50 + 000 de la misma carretera, con dos kilómetros de terracería tomando a mano derecha.

Ambos bancos tienen suficiente potencial para las necesidades de la obra.

b. Arenas

La arena que se emplea en la zona proviene de dos diferentes fuentes. La primera de ellas corresponde a préstamos laterales a la orilla de la laguna, a un lado del actual camino en construcción Las Palomas - El Paraiso; de este tipo se localizó un banco en el cadenamiento 5 + 000 del citado camino, estimándose que no se puede obtener toda la arena necesaria dado que ya esta explotado; además en estos bancos hay que poner especial atención en cuanto a la zona de explotación, ya que se obtuvo la información de que si excede del derecho de vía del camino puede haber reclamaciones de parte del ejido a quien pertenecen los terrenos aledaños.

Otro banco, más alejado es el de " Balancan ", el cual es el más comúnmente utilizado por las construcciones de la zona, que se localiza en la población del mismo nombre, a 109 km del sitio de la obra. En este banco también se puede obtener grava.

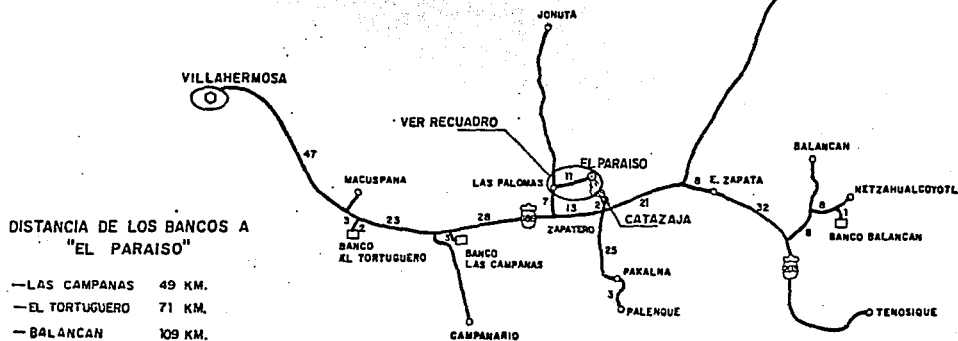
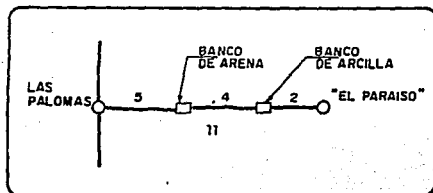
c. Arcilla.

Prácticamente toda la zona donde se ubica el sitio en estudio está compuesta por suelos arcillosos; por lo tanto es practica común que este tipo de material se tome de préstamos laterales, habiéndose

VALLE DE UNCLIO

FIGURA No. 3.1.1
VIAS DE ACCESO Y LOCALIZACION DE BANCOS DE MATERIAL

FALLA DE ORIGEN



inclusive seguido este procedimiento para el material del cuerpo de terraplén del camino en construcción citado.

Por tal razón se procedió a localizar un banco de préstamo cercano a las boquillas, mismo que esta sobre el derecho de la vía de cadenamieto 9 + 000 medido a partir de la Estación Palomas, estimándose que cuenta con suficiente potencial para construir los corazones impermeables de los diques ventedores.

Las muestras obtenidas de los bancos antes señalados fueron enviados para su análisis al laboratorio, presentándose los resultados en el inciso posterior correspondiente.

3.2 Levantamiento topográfico.

Con la finalidad de poder determinar la geometría de las obras de control se realizó el levantamiento topográfico de detalle en las boquillas El Raizal y El Chiflón, cubriendo una superficie de 15.000 m² en cada una de ellas.

Para la ejecución de los trabajos, se tomo como línea base el lado formado por los vértices PI - 0 y PI - 1 (ver fig. No. 3.2.1) pertenecientes a la poligonal de apoyo realizada por la CNA para el levantamiento batimétrico de la laguna de Catazajá, dado que los puntos que definen la poligonal del proyecto " Bordo - Camino " trazados por la misma CNA no fueron monumentados.

A partir de esta línea base fueron levantadas dos poligonales de apoyo cerradas (una para cada boquilla); tomando como base los vértices de estas poligonales se trazaron los ejes de las áreas por configurar, así como los ejes auxiliares de seccionamiento y la radiación de puntos importantes para el proyecto.

Para el control vertical se empleó el banco de nivel proporcionado por la CNA, el cual se encuentra ubicado en la zona Suroeste de la boquilla El Chiflón y consiste en una moneda empotrada en la raíz de un árbol, cuya cota es + 5.521 m referida al nivel medio del mar.

3.2.1 Poligonal de apoyo.

Dado que la línea base se encuentra entre las dos boquillas, se decidió levantar dos poligonales cerradas (ver fig. 3.2.1); la de la zona norte cubre la boquilla El Raizal y la sur El Chiflón.

La tabla No. 3.2.1 muestra los ángulos medidos, corregidos y compensados de la poligonal Norte, al igual que las distancias, proyecciones y coordenadas. En forma análoga se presenta la tabla No. 3.2.2 correspondiente a la poligonal Sur.

FALLA DE ORIGEN

Para el cálculo de las coordenadas se emplearon los siguientes valores proporcionados por la CNA.

PUNTO*	Y	X
PI - 0	1967.170	501.422
PI - 1	2131.850	421.812

* Los puntos corresponden a los denominados PI - (0) y PI - (1), del levantamiento batimétrico de la CNA, junio de 1990.

RUMBO	0 - 1 = N 47° 28' 59" W
DISTANCIA	0 - 1 = 243.679 m

El PI - 0 es una mojonera de concreto y el PI - 1 una varilla ahogada en la base de cimentación de un tanque elevado; ambos puntos cuentan con placa de identificación. Cabe señalar que el sistema coordenado empleado por la CNA en el levantamiento batimétrico, es el mismo del proyecto " Bordo - Camino ".

Dados los objetivos del proyecto, se monumentaron cuatro vértices, dos en cada boquilla. En la boquilla El Raizal se colocaron mojoneras de concreto de 50 X 50 cm en su base inferior, 30 X 30 cm en la superior y de 1.20 m de altura, en los vértices PI - B y PI - C, las cuales cuentan con placa de aluminio grabada a golpe con las coordenadas X, Y y Z. De la misma forma se construyeron las mojoneras PI - G y PI - H en la boquilla El Chiflón.

Para la asignación de elevaciones se corrió una nivelación de ida y vuelta, con nivel fijo, por cada uno de los vértices monumentados, partiendo del banco de nivel implementado por la CNA ya descrito.

En la fig. No. 3.2.1 se muestran las poligonales de apoyo y los puntos radiados.

3.2.2 Configuración de las boquillas.

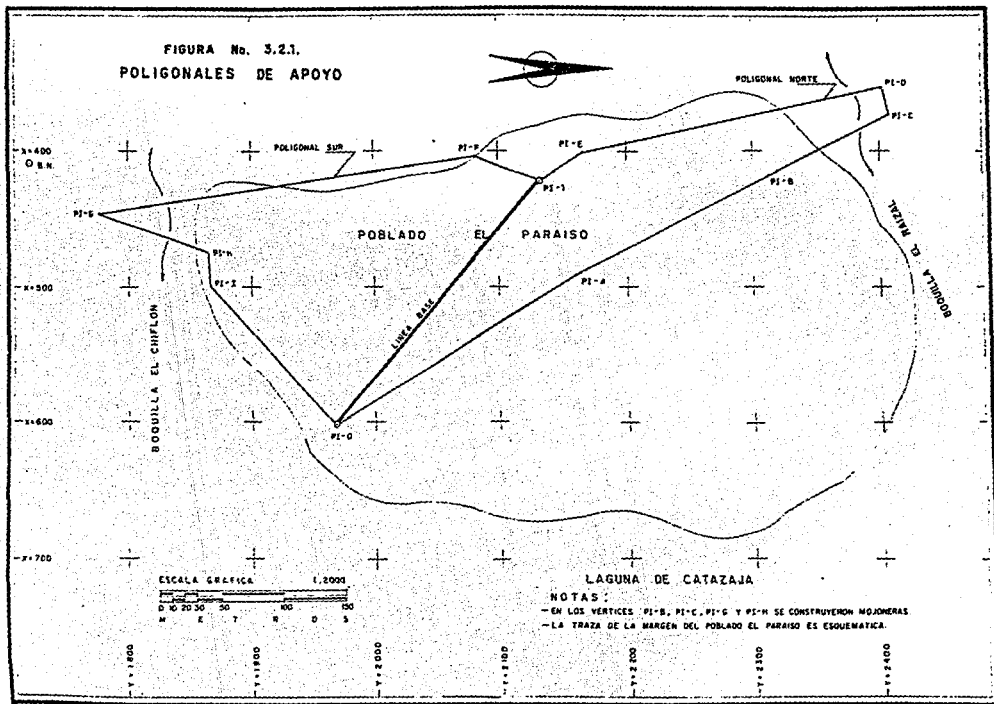
Para la configuración de las boquillas se trazaron primeramente los ejes bajos los siguientes criterios: para la boquilla El Chiflón el eje quedó definido por la prolongación de eje del camino en construcción que comunicará el poblado de El Paraíso con la carretera Zapalero - Jonuta; para el Raizal se tomó el eje propuesto por la CNA en el proyecto del " Bordo - Camino ".

Vale la pena aclarar que para el caso de el Chiflón, la prolongación del eje del camino ofrece algunas ventajas respecto a la orientación propuesta por la CNA, dado que se elimina la curva antes del puente y reduce el grado de la curva a la salida de éste.

Para la ubicación del eje de El Raizal se calcularon los ángulos y distancias a los que se encuentran los

Tabla de coordenadas

FIGURA No. 3.2.1.
POLIGONALES DE APOYO



FALLA DE ORIGEN

puntos PI - 3 y PI - 4 del proyecto " Bordo - Camino " a partir de los vértices PI - B y PI - C, tomando como base la siguiente información proporcionada por la CNA.

PUNTO	Y	X
PI - 3	2309.380	417.690
PI - 4	2408.140	334.070

Los valores generados son:

EST.	P.V.	DISTANCIA (m)	ANGULO
PI - B	PI - C	-----	0° 00' 00"
	PI - 3	3.077	219° 59' 07"
PI - C	PI - B	-----	0° 00' 00"
	PI - 4	37.481	118° 06' 16"

Una vez definida la orientación de los ejes, se midió el ancho del espejo de agua para ubicar el centro de línea a partir del cual se trazaron 75 m a ambos extremos para determinar la longitud del área a levantar; el ancho de dicha superficie fue de 50 m a cada lado del eje. Ya delimitada la zona, se procedió a realizar secciones a cada 10 m, paralelas al eje. Debido a que el nivel de agua en la laguna impidió que las secciones se realizaran con estadal en la parte sumergida, se efectuó la obtención de los niveles del fondo mediante cinta plomeada.

Con la finalidad de complementar la configuración, se efectuaron seccionamientos a cada 10 m sobre ejes auxiliares, empleando estadal y nivel montado, cubriendo una franja hasta donde le fue posible adentrarse en la laguna al estadalero.

3.3 Mecánica de suelos.

3.3.1 Breve reseña geológica.

El area motivo de estudio se localiza al Noreste de Tuxtla Gutiérrez, capital del estado de Chiapas, a

FALLA DE ORIGEN

34 km por la vía San Cristóbal - Ocoingo - Playas de Catajajá; a su vez se ubica aproximadamente a 25 km al este de la ciudad de Villahermosa, Tab. (ver fig. No. 3.3.1).

En la zona se tienen elevaciones de 50 m sobre el nivel medio del mar, mismas que disminuyen con pendiente suave hacia el norte hasta valores de 10 m o menores, principalmente en las márgenes de los ríos que atraviesan la provincia geológica.

La zona, por otra parte, se caracteriza por que en ella se encuentran dos diferentes formaciones: la primera constituida por depósitos Clásticos del terciario, que se caracterizan por suelos arcillosos y arenosos de color café rojizo y café amarillento, mismos que se encuentran rellenando depresiones o áreas bajas limitadas por fallamientos antiguos (Cuenca de Macuspana), ocasionadas por actividades tectónicas que plegaron la región en los eventos Laramídicos. Se tienen en el segundo caso los sedimentos del Cascadiano y los depósitos fluvio-lacustres que provienen del Cuaternario y están constituidos por arcillas y limos arenosos de colores oscuros.

Estas dos formaciones cubren las rocas Cretácicas del tipo de calizas y dolomías (fig. 3.3.2).

El marco tectónico de la provincia geológica (provincia Yaxchilan) en donde se ubica la laguna de Catajajá lo constituyen: a) La Plataforma de Yucatán; b) El Macizo de Chiapas; y c) Las Cuencas de Macuspana y Comacalco (ver fig. 3.3.3).

a) La Plataforma de Yucatán.

Se conforma de rocas calcáreas mesozoicas que parecen haber permanecido estables desde el Cretácico.

b) El Macizo de Chiapas.

Es una plataforma calcárea que emergen durante la era Paleozoica.

c) Las Cuencas de Macuspana y Comacalco.

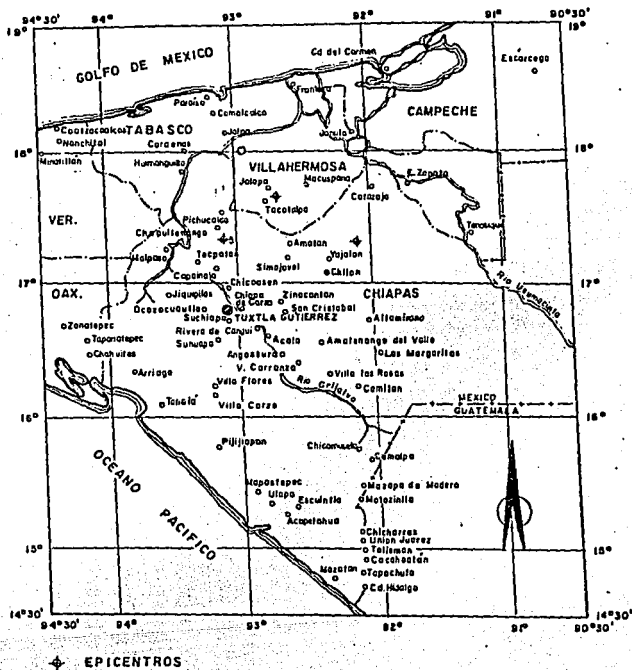
Se componen de gruesos apilamientos de sedimentos terciarios; están separados del cinturón calcáreo de Reforma - Akal por fallas normales contemporáneas a la sedimentación. La primera Cuenca es una fosa tectónica con etapas de subsidencia durante el Mioceno, seguidas por movimientos diastroficos de deformación. Por su parte la Cuenca de Comacalco tiene una tectónica mas a la antes descrita.

Los sismos de mayor intensidad que se han registrado y de los cuales se tiene datos técnicos, provienen del Estado de Chiapas y presentan las siguientes características (1):

(1) Sismicidad en Chiapas. Instituto de Geofísica, U.N.A.M.: J. Figueroa.

FALLA DE ORIGEN

FIGURA No. 3.3.1.
 LOCALIZACION DE LA ZONA DE ESTUDIO
 Y DE EPICENTROS



FUENTE : J. FIGUEROA; SISMICIDAD EN CHIAPAS; INSTITUTO DE INGENIERIA,
 U. N. A. M.

FALLA DE ORIGEN

FIGURA No. 3.3.2.

TABLA ESTATIGRAFICA REGIONAL

ERA	SISTEMA	SERIE	PISO	PROVINCIA DE
				YAKEHILAN
CENOZOICA	CUATERNARIO	RECIENTE PLEISTOCENO		PALENQUE
	TERCIARIO	PLIOCENO		
		MIOCENO		
		OLIGOCENO		FORMACION TULIJA
		EOCENO		S/N
		PALEOCENO		F. EL BOSQUE S/N
MESOZOICA	CRETACICO	SUPERIOR	MAESTRICHTIANO	CALIZAS S/N
			CAMPANIANO	
			SANTONIANO	
			CONIACIANO	
		MEDIO	TURONIANO	
			CENOMANIANO	
	INFERIOR	ALBIANO	CAOBAN	
		APTIANO		
		BARRERIANO		
		HAUTERIVIANO		
		VALANGINIANO		
		BERRIASINO		
	JURASICO	SUPERIOR		TITHONIANO
				KIMERIDGIANO
		MEDIO		OXFORDIANO
				CALLOVIANO
	INFERIOR	BATHONIANO		
		BAJOCIANO		
TRIASICO	SUPERIOR	LIASICO		
	MEDIO			
	INFERIOR			



NO SE OBSERVO



NO AFLORA

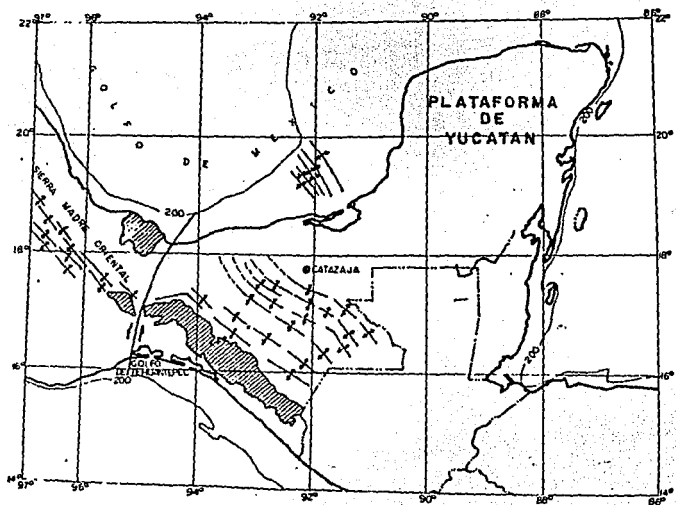
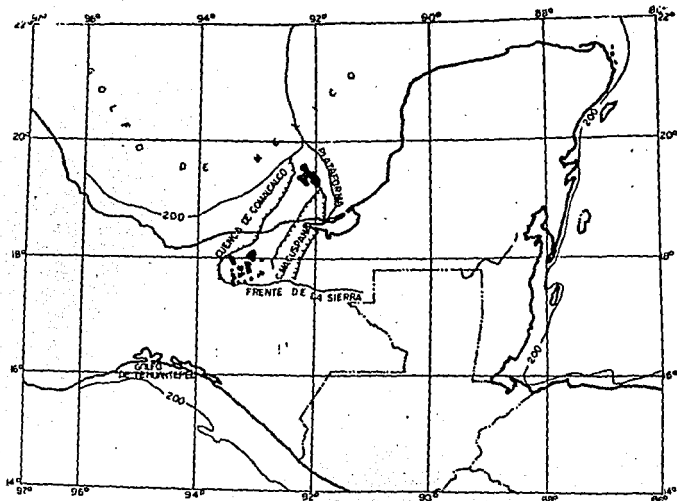
* OBSERVADO EN POZO

S/N SIN NOMBRE

FUENTE: BOLETIN DE ASOCIACION MEXICANA DE GEOLOGOS PETROLEROS, VOL. 32, ENERO 1980.

FALLA DE YAKEHILAN

EJES ESTRUCTURALES



FUENTE: J. FIGUEROA; SISMICIDAD EN CHIAPAS, INSTITUTO DE INGENIERIA, U.N.A.M

FALLA DE ORIZABA

COORDENADAS DEL EPICENTRO	FRECUENCIA REGISTRADA	FECHA MAS IMPORTANTE	MAGNITUD MAXIMA (° RICHTER)
N 17.50° W 92.80°	6 veces	28 - mayc - 1937	6.5
N 17.33° W 92.12°	13 veces	05 - feb. - 1954	6.7
N 17.28° W 93.07°	3 veces	10 - abr. - 1954	6.0

3.3.2 Exploración.

En base a la solución adoptada para cumplir con los objetivos del proyecto (ver capítulo 5), tomando en cuenta la topografía de las boquillas y con el objeto de conocer las características mecánicas del suelo se realizó su exploración mediante dos diferentes métodos: sondeos (penetración estándar - mixto) y pozos a cielo abierto. A continuación se presentan las características de ubicación de cada uno de ellos (ver fig. No. 3.3.4):

SONDEO	UBICACION	C O O R D E N A D A S			PROF.
		Y	X	Z	
BOQUILLA EL CHIFLON.					
SP - 1	Estribo camino	1,774.128	466.245	4.20	9.20
SP - 2	Eje	1,814.664	480.591	1.10	17.20
SM - 1	El Paraíso	1,854.258	494.604	4.50	15.00
BOQUILLA EL RAIZAL.					
SM - 2	El Paraíso	2,324.644	404.766	4.15	21.80
SP - 3	Eje	2,357.460	376.980	1.30	15.00
SP - 4	Cometerra	2,389.896	349.518	4.15	14.80

FALLA DE ORIGEN

POZOS A CIELO ABIERTO.

PCA - 1	El Chifón	1.858.960	482.990	5.65	2.00
PCA - 2	El Rataí	2.318.200	411.830	5.40	2.00

Notas: SP = Sondeo de penetración estándar.
SM = Sondeo mixto.
Elevaciones (z) en metros sobre el nivel del mar.

Profundidades de exploración en metros.

De los pozos a cielo abierto se determinó la estratigrafía de sus paredes y se obtuvieron muestras alteradas (integrales) y cúbicas inalteradas, las cuales se protegieron contra las pérdidas de sus propiedades, cubriéndolas con manta de cielo, breá y parafina, identificando su cara superior y empacándolas entre aserrín en cajas de madera.

De los sondeos de penetración estándar se obtuvieron muestras inalteradas de 3.5 cm de diámetro y se llevó el registro del número de golpes necesarios que se tuvo que dar al muestreador con una masa de 63.5 kg., dejada caer desde 76 cm, para una penetración de 30 cm. Este tipo de muestreo se combinó con el inalterado en el caso del sondeo mixto.

El muestreo inalterado se llevó a cabo en las arcillas hasta de consistencia media, por medio de tubos de pared delgada hincados a presión.

Los materiales de los bancos se muestrearon en forma integral, determinándose sus características y ubicación.

3.3.3 Pruebas de laboratorio.

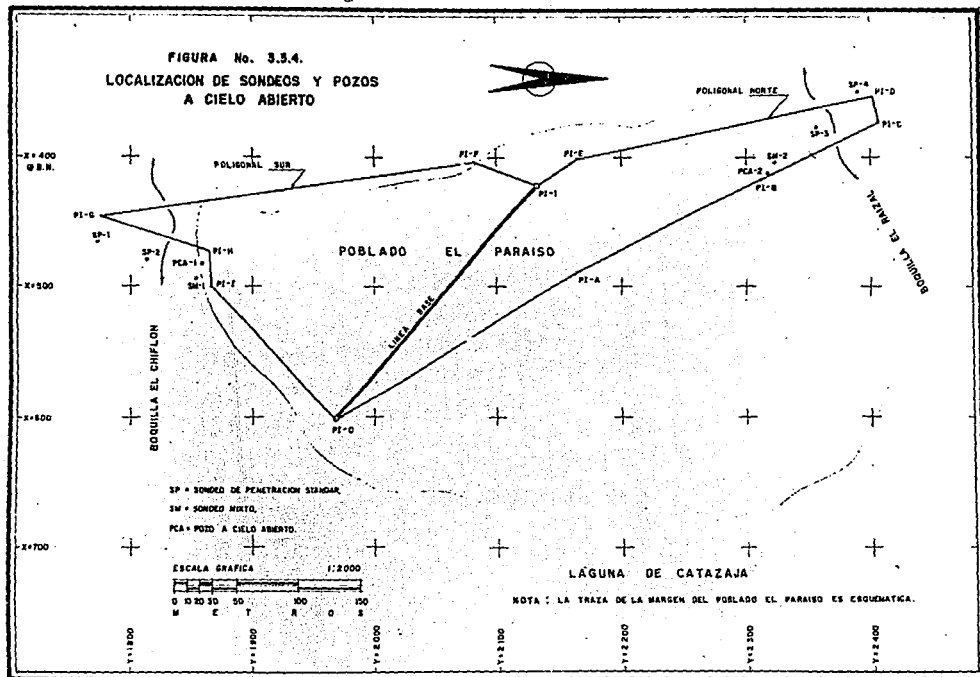
Con el fin de conocer las características del suelo, se determinaron de las muestras obtenidas las propiedades índices siguientes:

- Contenido de agua.
- % de finos.
- Límite Líquido y Plástico.
- Densidad de sólidos.
- Peso Volumétrico Natural.

La resistencia del suelo se estimó con los resultados de las pruebas de compresión simple y la resistencia a la penetración estándar.

FALLA DE ORIGEN

FIGURA No. 3.3.4.
LOCALIZACION DE SONDEOS Y POZOS
A CIELO ABIERTO



A las muestras de los bancos de materiales se les hicieron las pruebas siguientes:

Banco de Grava - rezaga.

- a) Clasificación.
- b) Granulometría.
- c) Prueba de los Angeles.

Banco de Arena.

- a) Granulometría.

Banco de Arcilla.

- a) Límite líquido y Plástico.
- b) % de finos.
- c) Proctor Estándar.
- d) Proctor al 90%, determinándose:

- d. 1. Pemeabilidad.
- d. 2. Compresión Simple.

Los resultados de las pruebas de laboratorio se presentan en las figuras 3.3.5 a 3.3.24.

3.3.4 Descripción del subsuelo.

Con los resultados de los sondeos y de las pruebas de laboratorio, se llevaron a cabo perfiles estratigráficos en las boquillas El Chiflón y El Rabzal, (fig. 3.3.18 y 3.3.19). De ahí se infiere que el subsuelo se constituye de los estratos siguientes:

El Chiflón.

De la superficie hasta la profundidad de 2.5 m se localiza una arcilla café de alta plasticidad de consistencia media con un contenido de agua promedio del 20% y una resistencia a la penetración estándar de 5 golpes; este estrato se pierde en el centro del río.

Posteriormente se encontró un estrato de arcilla limosa gris con algunos grumos de color blanco en donde se registraron entre 15 y 40 golpes en la resistencia a la penetración estándar; este estrato tiene

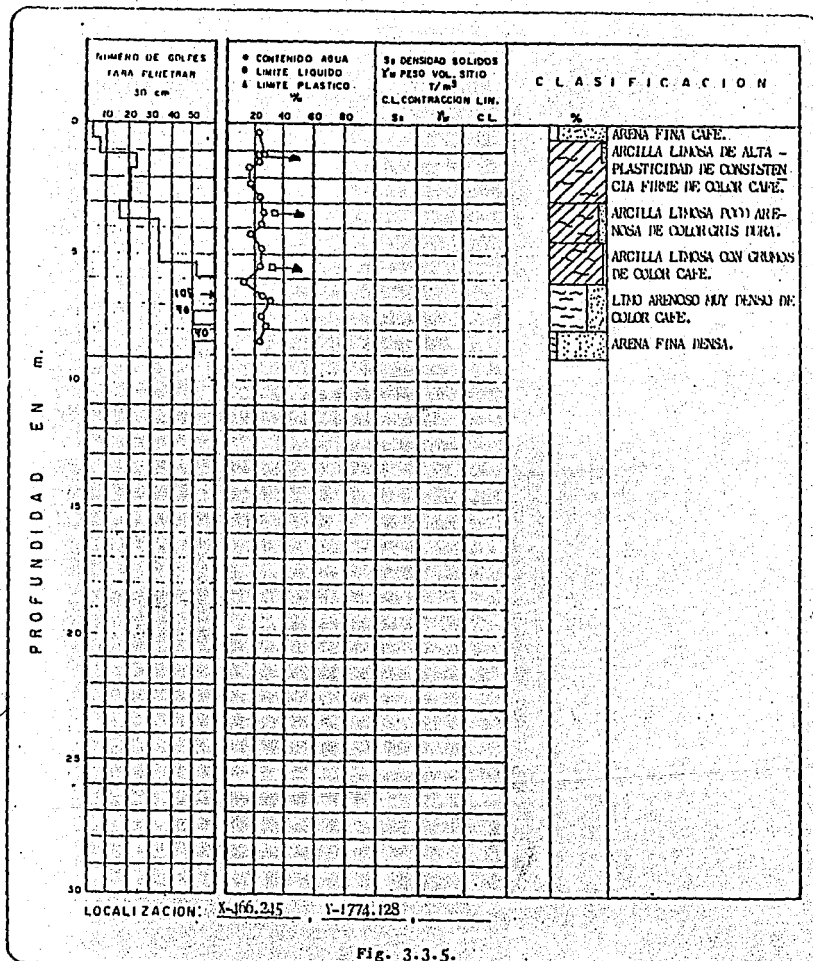


Fig. 3-3-5.

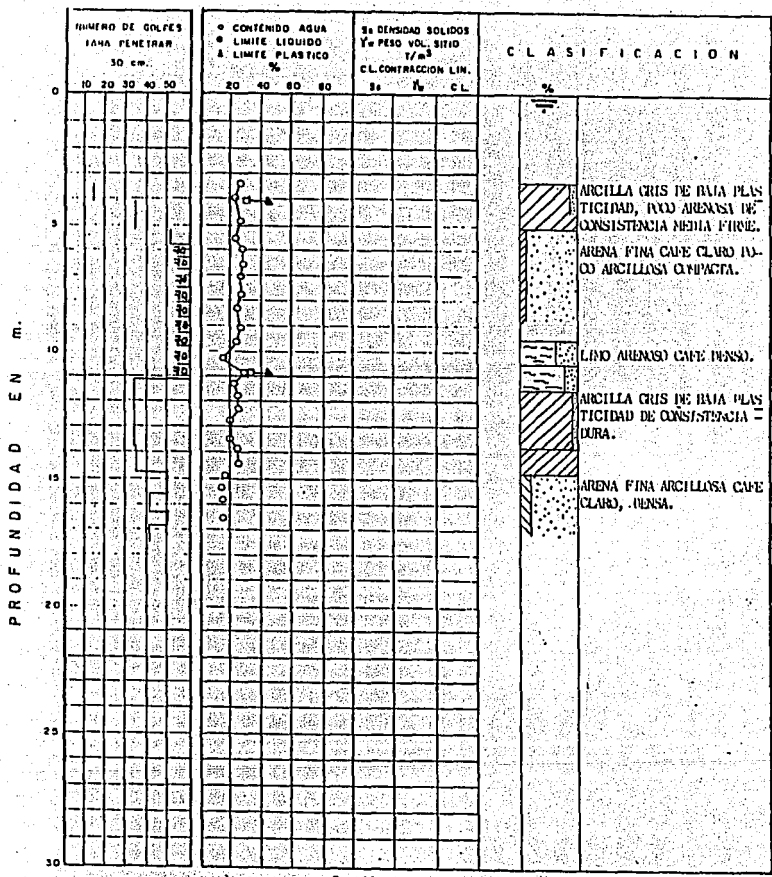
MECANICA DE SUELOS

CORTE ESTRATIGRAFICO

SONDEO: SP-1

SITIO: BOQUILLA EL CHIFLON

FALLA DE ORIGEN



LOCALIZACION: X 480.991 , Y 1814.664

Fig. 3.3.6.

MECANICA DE SUELOS

CORTE ESTRATIGRAFICO
 SONDEO: SP-2
 SITIO: BOQUILLA EL CHIFLON

FALLA DE ORIGEN

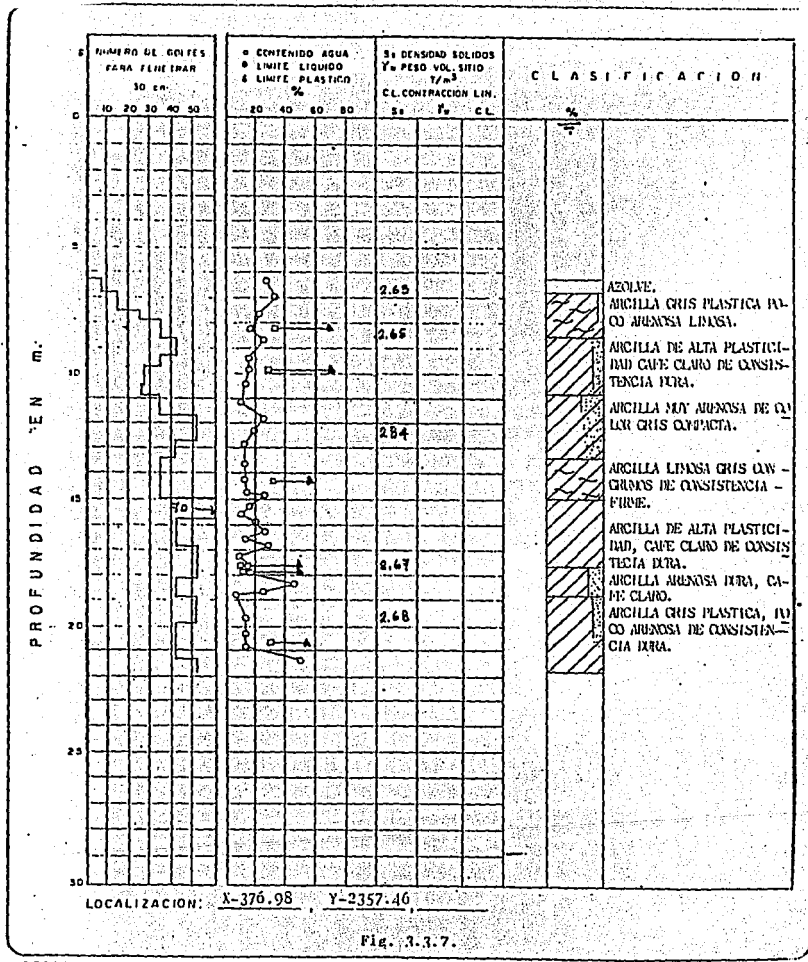


Fig. 3.3.7.

MECÁNICA DE SUELOS

CORTE ESTRATIGRÁFICO
 SONDEO: SP-3
 SITIO: BOQUILLA EL RAJAL

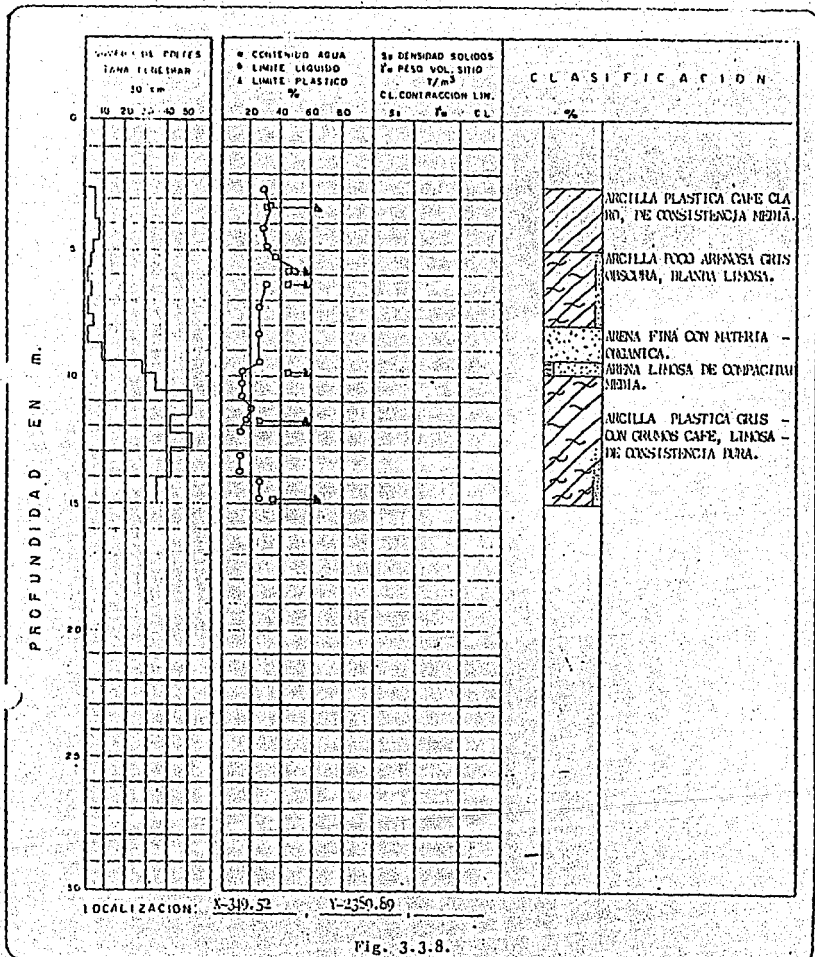
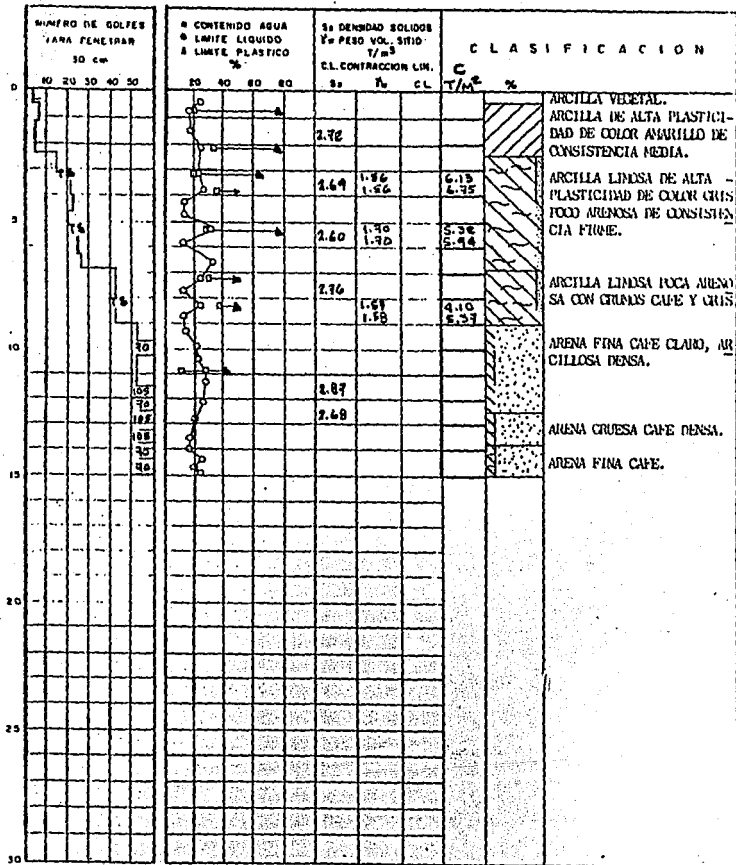


Fig. 3.3.8.

MECANICA DE SUELOS

CORTE ESTRATIGRAFICO
 SONDEO: SP-1
 SITIO: DOQUILLA EL RAZAL

PROFUNDIDAD EN M.



LOCALIZACION: X-101.604, Y-1851.258

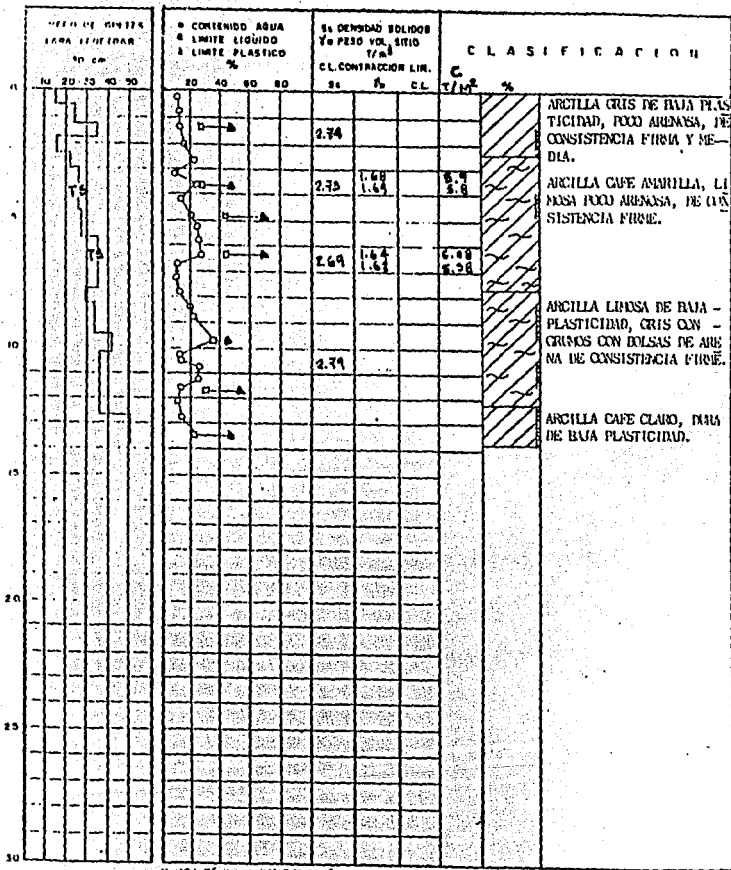
Fig. 3.3.9.

MECANICA DE SUELOS

CORTE ESTRATIGRAFICO
SONDEO: SH-1

SITIO: BOQUITILLA EL CHIFLON

P R O F U N D I D A D



LOCALIZACION: X 404.76 Y 2321.46

Fig. 3.3.10.

MECANICA DE SUELOS

CORTE ESTRATIGRAFICO
 SONDEO: SM-2
 SITIO: BOQUILLA EL RAICAL

MECANICA DE SUELOS

CORTE ESTRATIGRAFICO
 P.C.A. No. 1
SITIO : BOQUILLA EL CHIFLON

VAF
 LOC. X 182.0m
 1 1858.0m
 7 c 65

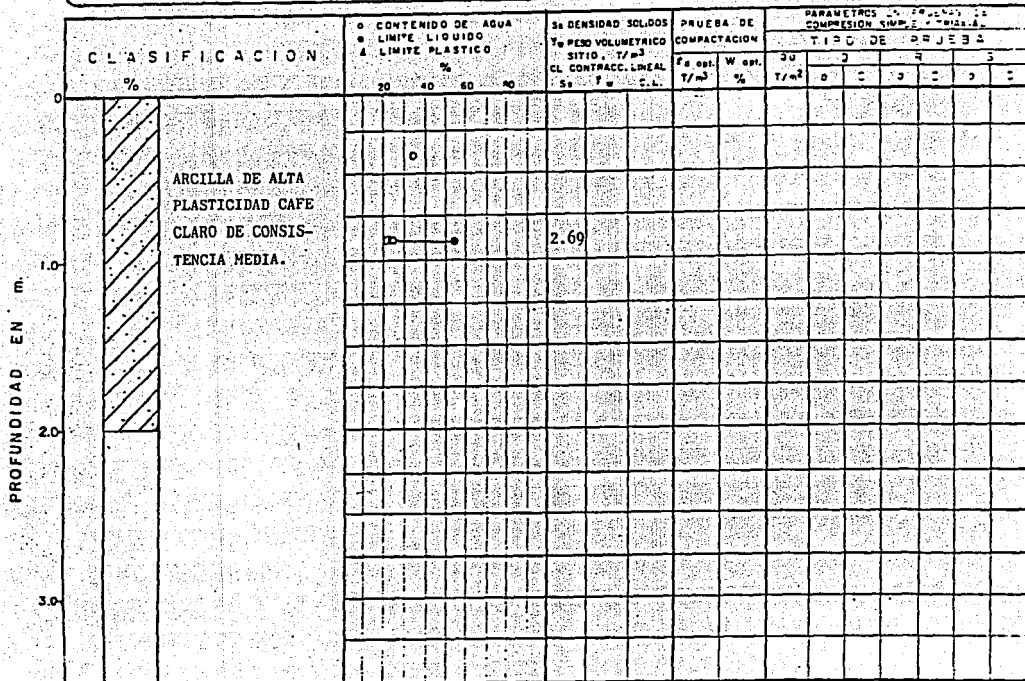


Fig. 3-3.11.

MECANICA DE SUELOS

CORTE ESTRATIGRAFICO

VAF

P.C.A. No. 2

LOC. X III-83

SITIO: BOQUILLA EL RAIZAL

V 2314.30

Z 5.40

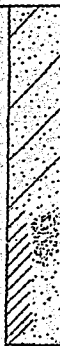
PROFUNDIDAD EN m	CLASIFICACION	1a CONTENIDO DE AGUA & LIMITE LIQUIDO & LIMITE PLASTICO %				2a DENSIDAD SOLIDOS 3a PESO VOLUMETRICO SIFIO, T/m ³ CL. CONTRACC. LINEAL 3a f _c = C.L.	PRUEBA DE COMPACTACION		PARAMETROS EN PRUEBAS DE COMPRESION SIMP. E TRIAXIAL				
		20	40	60	90		V _s esp. T/m ³	W esp. %	TIPO DE PRUEBA				
									1	2	3	4	5
0	 <p>ARENA FINA GRIS CLARO ARCILLOSA DE COMPACTACION MEDIA.</p>												
0.5													
1.0													
1.5													
2.0													
2.5													
3.0													
3.5													
4.0													
4.5													
5.0													
5.5													
6.0													

Fig. 3-3.12.

MECANICA DE SUELOS

PRUEBAS DE COMPRESION SIMPLE

SONDEO : SH-1

SITIO : BOQUILLA EL CHIFLON

SIMBOLO	PROF. (m)	W (%)	CLAS.	q_u T/m ²
⊙	8.00	23	MH	10.75
•	8.40	25	MH	8.23

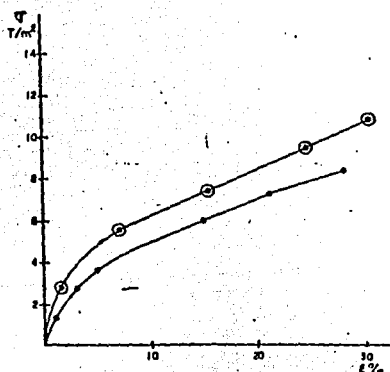
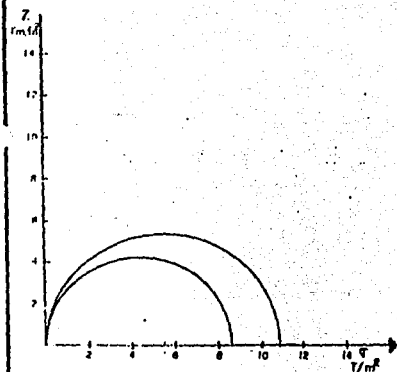


Fig. 3.3.13.

MECANICA DE SUELOS

PRUEBAS DE COMPRESION SIMPLE

SONDEO : SN-2

SITIO : BOQUILLA EL RAIZAL

SIMBOLO	PROF. (m)	W (%)	CLAS.	q_u T/m ²
•	3.6 -	22	CH	11.80
⊙	3.9	20		11.90

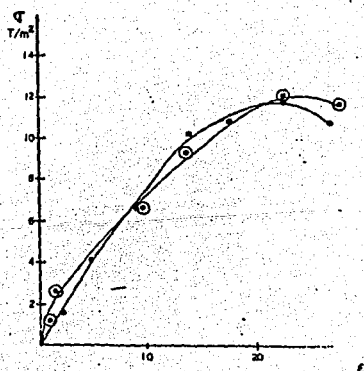
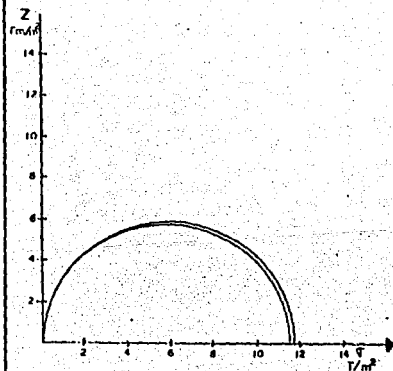


Fig. 3.3.14.

MECANICA DE SUELOS

PRUEBAS DE COMPRESION SIMPLE

SONDEO : SH-1

SITIO : BOQUILLA EL CHIFLON

SIMBOLO	PROF. (m)	W (%)	CLAS.	q_u T/m ²
•	5.20	32	CH	10.64
⊙	5.60	30	CH	11.99

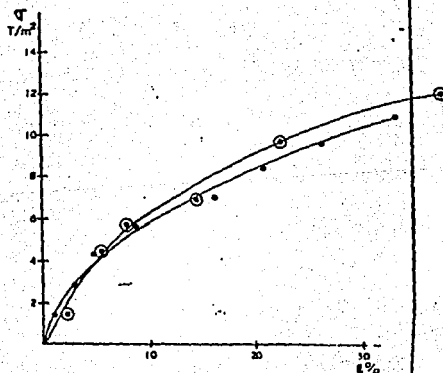
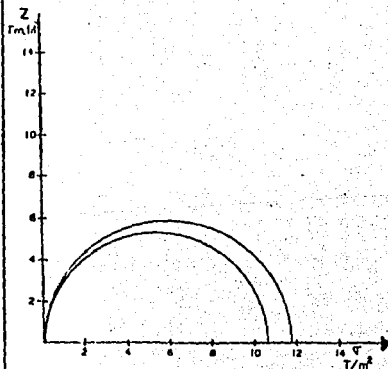


Fig. 3.3.15.

MECANICA DE SUELOS

PRUEBAS DE COMPRESION SIMPLE

SONDEO : SH-1

SITIO : BOQUILLA EL CHIFLON

SIMBOLO	PROF. (m)	W (%)	CLAS.	q_u T/m^2
•	3.00	25	CH	13.5
⊙	3.40	28	CH	12.26

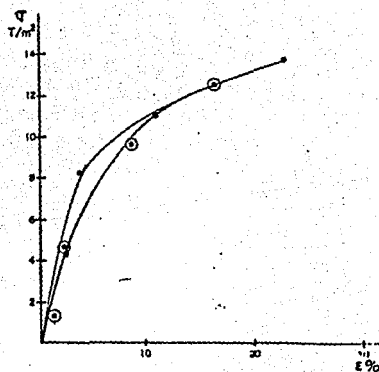
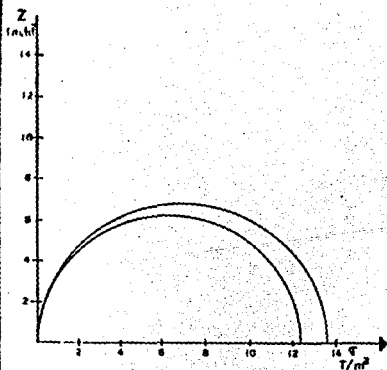


Fig. 3-3-16.

MECANICA DE SUELOS

PRUEBAS DE COMPRESION SIMPLE

SONDEO: SM-2

SITIO: BOQUILLA EL RAIZAL

SIMBOLO	PROF. (m)	W (%)	CLAS.	q_u T/m ²
•	6.30	28	MH	10.77
⊙	6.55	30	MH	12.16

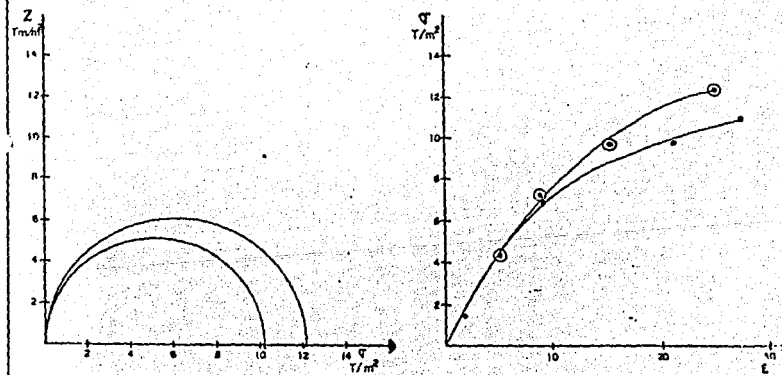
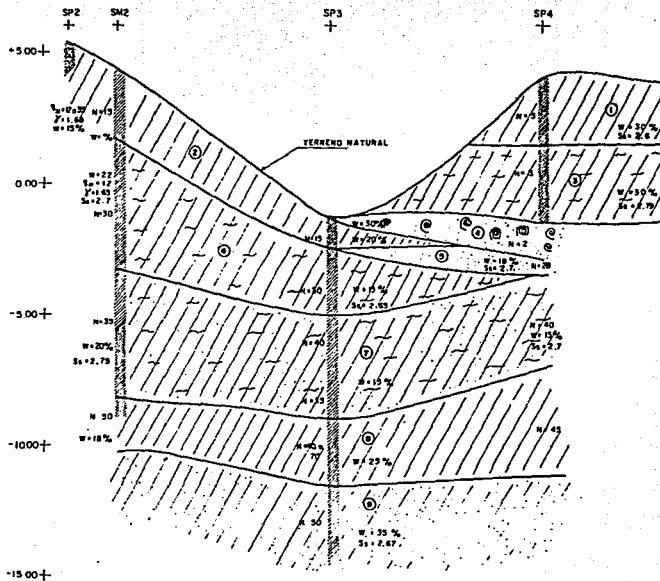


Fig. 3.3.17.

FIGURA 3.3.1B.
CORTE ESTRATIGRAFICO LONGITUDINAL
BOQUILLA EL RAIZAL



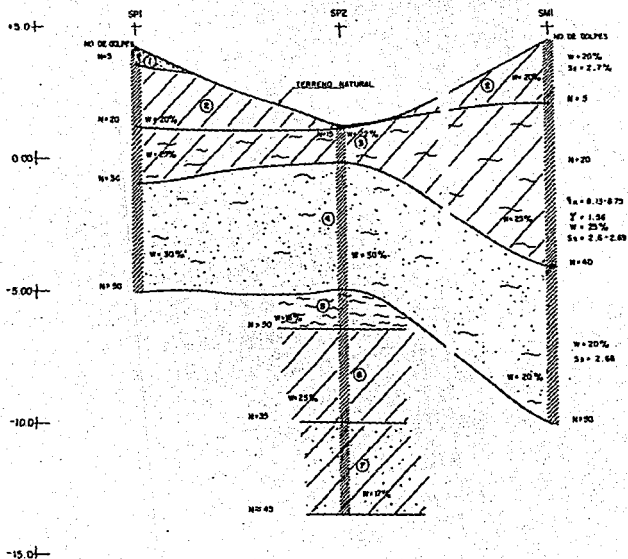
NOMENCLATURA

- ① ARCILLA CAFE CLARO, DE ALTA PLASTICIDAD DE CONSISTENCIA MEDIA.
- ② ARCILLA GRIS DE CONSISTENCIA MEDIA.
- ③ ARCILLA LIMOSA GRIS POCO ARENOSA DE CONSISTENCIA BLANDA.
- ④ ARENA FINA LIMOSA, GRIS OSCURA CON MATERIAL ORGANICO, SUELTA.
- ⑤ ARENA LIMOSA DE COMPACTACION MEDIA.
- ⑥ ARCILLA CAFE CLARO POCO LIMOSA DE CONSISTENCIA FIRME.
- ⑦ ARCILLA LIMOSA, GRIS POCO ARENOSA, DURA, CON CONOS BLANDOS.
- ⑧ ARCILLA DE ALTA PLASTICIDAD COLOR CAFE CLARO DURA.
- ⑨ ARCILLA ARENOSA, COLORES GRIS Y CAFE DE CONSISTENCIA MUY DURA.

ESC. HORIZONTAL : 1 : 500

ESC. VERTICAL : 1 : 100

FIGURA 3.3.19.
CORTE ESTRATIGRAFICO LONGITUDINAL
BOQUILLA EL CHIFLON



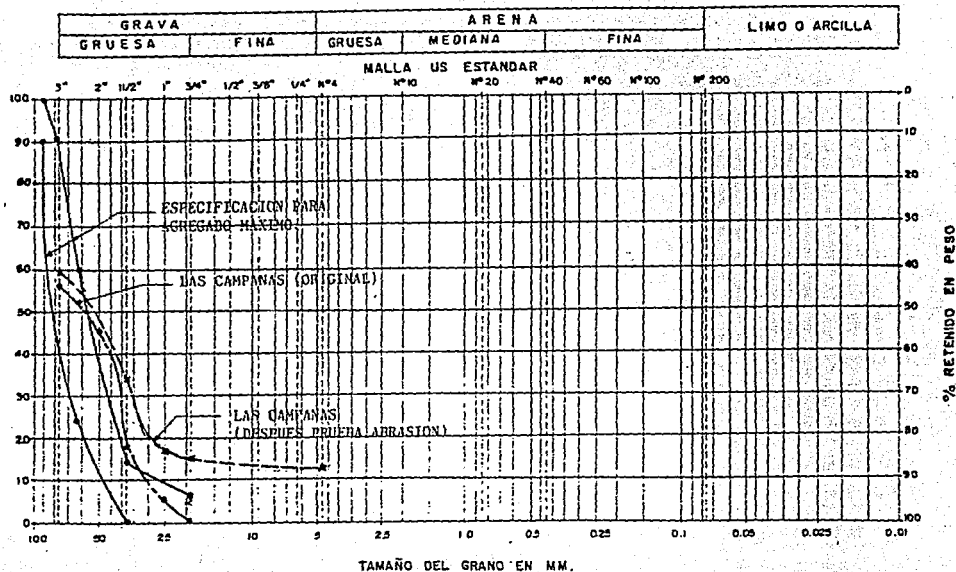
NOMENCLATURA

- ① ARENA FINA SUELTA.
- ② ARCILLA CAFE DE CONSISTENCIA MEDIA.
- ③ ARCILLA LIMOSA GRIS CON ALGUNOS GRAMOS DE ALTA PLASTICIDAD DE CONSISTENCIA FIRME.
- ④ ARENA FINA Y GRUESA COMPACTA MODO LIMOSA.
- ⑤ LIMO GRASO COMPACTO.
- ⑥ ARCILLA DE ALTA PLASTICIDAD COLOR GRIS OSCURO.
- ⑦ ARENA ARCILLOSA COMPACTA Densa.

ESC. HORIZONTAL : 1 : 500
ESC. VERTICAL : 1 : 100

GRAFICA GRANULOMETRICA

Fig. 3.3.20.



FALLA DE OTROM

OBRA O PROYECTO:
BANCO DE PRESTAMO
GRAVA : LAS CAMPANAS

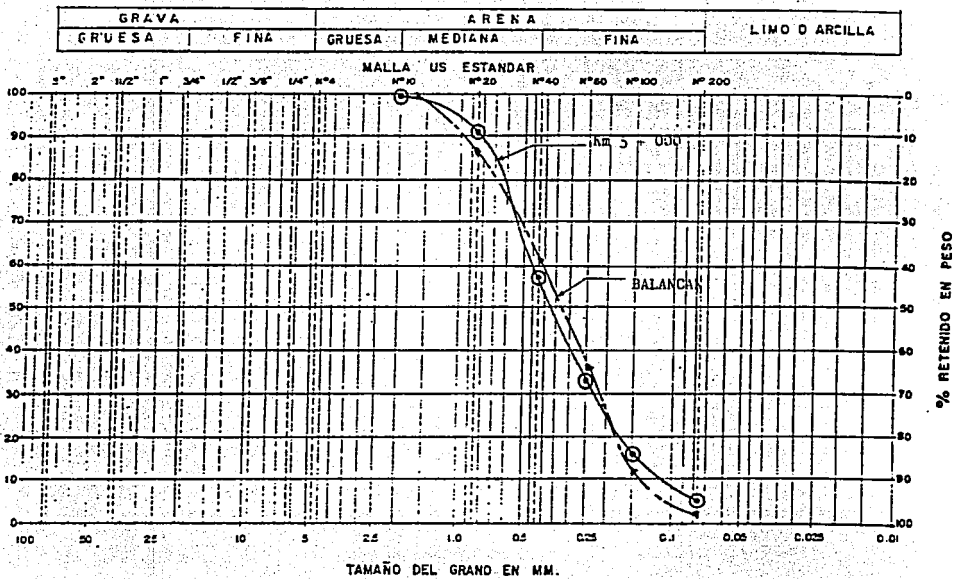
UBICACION : LAGUNA DE CATAJUA, CHIS.

SONDEO:		BANCO:		FECHA:
N.º	N.A.F.	% GRAVA	% ARENA	% LIMO O ARCILLA

VIC. 100

GRAFICA GRANULOMETRICA

FIG-3-3-21



FALLA DE ORIGEN

OBRA O PROYECTO:
 BANCO DE PRESTAMO
 ARENA: PRESTAMO LATERAL (5 + 000 Km)
 BALANCA

UBICACION: LAGUNA DE CATAJAJA, CHIS.			
SONDEO:		BANCO:	
A:	B:	C:	D:
FECHA:			REC.:

MECANICA DE SUELOS

PROCTOR

SONDEO: MUESTRO LATERAL DE ARRILLA.

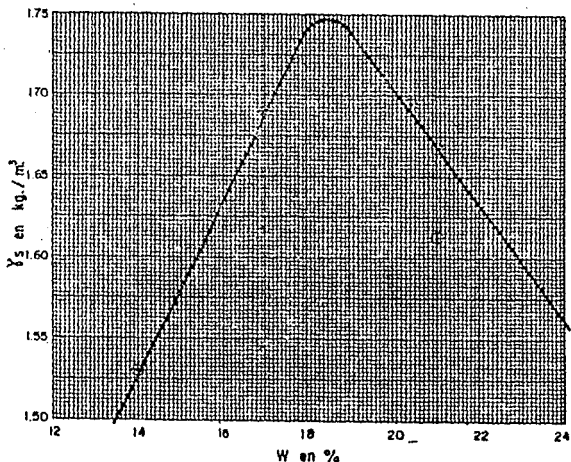
MUESTRA: 9 + 000 Km.

PROFUNDIDAD: SUPERFICIAL

FECHA: DICIEMBRE '90

OBRA: LACUNA DE CATAJAZA, QHS.

Cilindro: kg^2 _____ Martillo N° _____
 Peso del cilindro = 1999.5 kg. Peso (W) = _____ kg
 Vol. del cilindro (V) = 929.374 cm^3 Altura de caída (M) = _____
 Golpes por capa (n) = 25
 Energía de compactación = _____ kg.cm/cm^3



γ_s óptima = 1.75 Kg/m^3

W óptima = 18.5 %

γ_s 90% comp = 1.57 Kg/m^3

Δ 90% comp = 23.6 %

Densidad de sólidos = _____

Volumen = _____ cm^3

Rel. de vacíos (e) = _____

Clasificación _____

Fig. 3.3.23.

MECANICA DE SUELOS

PRUEBAS DE COMPRESION SIMILAR

SONDEO :

SITIO : BANCO DE ARCILLA 9 : 1000

SIMBOLO	PROF. (m)	W (%)	CLAS.	qu T/m ²
•		25	CL	14.7
⊙		25	CL	16.1

CONDICIONES : 90% PROCTOR ESTANDAR Y SATURADO.

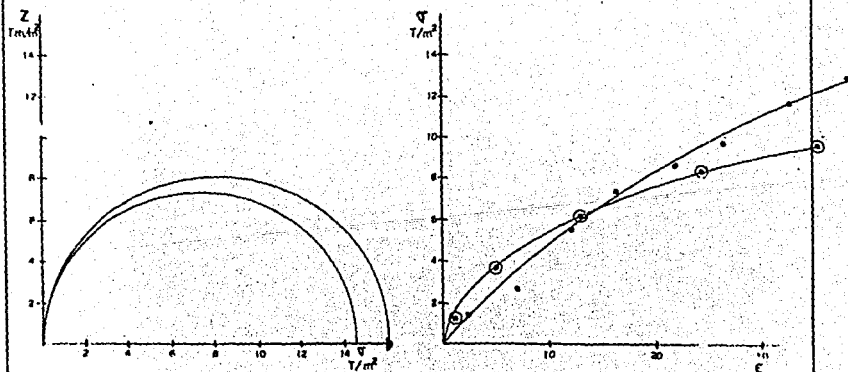


Fig. 3.3.24.

mayor espesor del lado de Paraíso (sondeo SM - 1), del orden de 6.20 m. ya que en los otros sondeos el espesor es de entre 2 y 1.30 m.

Subyaciendo esta capa se localiza una arena fina y gruesa poco limosa, de color café, en donde se registraron más de 50 golpes en penetración estándar, dada su compacidad; su espesor oscila entre 4 y 5 m.

A 8.50 m de profundidad explorados en el sondeo SP - 2, se encontraron intercalaciones de limos o arcillas arenosas y arcillas de alta plasticidad: todos estos suelos se encuentran compactados o duros.

El Raizal.

En este sitio del lado de Paraíso y hasta la parte central donde se llevó a cabo el sondeo SP - 3, se observa homogeneidad; sin embargo, del lado de Cometierra, (sondeo SP - 4), los estratos superficiales (primeros 8 m) son heterogéneos y blandos.

En relación a los sondeos SM - 2 y SP - 3 el análisis muestra que de la superficie y con espesor variable entre 1.0 y 2.50 m se localiza una arcilla gris de consistencia media, con 15 golpes de resistencia a la penetración estándar y 20% de humedad.

Posteriormente se tiene una arcilla café claro, limosa de consistencia firme, de 30 golpes de resistencia a la penetración estándar, con 18% de humedad, 1.65 T/m³ de peso volumétrico, 2.7 de densidad de sólidos y 12 T/m² de resistencia a la compresión simple.

Entre las elevaciones - 3.5 y - 5 m a lo largo de todo el área se encuentra una arcilla limosa gris poco arenosa con grumos blancos, con la resistencia a la penetración estándar mayor a 35 golpes; este suelo tiene espesor entre 3.5 y 5 m.

En las elevaciones de - 7 m (sondeo SP - 4) y de - 9 m (sondeo SP - 3) se encuentra una arcilla de alta plasticidad, de color café, dura con resistencia a la penetración estándar mayor de 45 golpes y con un espesor entre 2.50 y 4.0 m.

El último estrato explorado es una arcilla arenosa de colores gris y café, muy dura.

Bancos de materiales.

El banco de grava denominado Las Campanas es producto de la trituración de una roca caliza, que se encuentra estratificada, de color gris claro que tiene un desgaste de 11.9% en la prueba de los Angeles y la granulometría que se logra quedar dentro de las especificaciones para agregado grueso del concreto (fig. 3.3.20).

En el caso de la arena proveniente del banco de préstamo lateral en el kilómetro 5 + 000, del camino Las Palomas Paraíso, así como del banco Balancan, se trata de materiales bien graduados, con un 5% de finos en general, por lo que su uso también es adecuado para agregado de concreto, como para uso de filtro (fig. 3.3.21).

La arcilla de los bancos de préstamo lateral se clasifica como CL, con un 10% de arena fina y coeficiente de permeabilidad de 13.4×10^{-5} cm/seg.; tiene un contenido de humedad óptimo del 18.5%, logrando un peso volumétrico seco máximo de 1.75 T/m³ y una resistencia a la compresión simple entre 14.7 y 16.1 T/m³ (fig. 3.3.22 a 3.3.24).

3.3.5 Análisis de mecánica de suelos.

a). Capacidad de carga.

Se determinó la capacidad de carga considerando la teoría de Skempton, una cohesión de 5 T/m² y peso volumétrico de 1.65 T/m³, encontrándose para un factor de seguridad de 3 un valor de 11 T/m²; valor este mayor que la presión transmitida por un bordo de 4.5 m de altura. Este aspecto es genérico para la boquilla El Chiflón y para la boquilla El Raizal, en su lado correspondiente a Paraiso.

En el caso del EL Raizal del lado de Comelierra (sondeo SP - 4), el subsuelo es más blando, tal y como ya se mencionó, siendo la capacidad de carga útil de 6 T/m², para una cohesión de 2 T/m²; sin embargo, hacia este lado debido a la topografía la altura del bordo disminuye, pudiendo permitirse hasta 2.50 m de altura sin ningún problema.

b). Asentamientos.

A excepción del sondeo SP - 4, ninguno presenta suelos blandos; no obstante, se analizaron los asentamientos que se presentan tanto en la zona compresible como en la zona rígida, usando el criterio de Nishida para encontrar el índice de compresión (Cc), usando la siguiente expresión:

$$\Delta H = \frac{H C_c \log p}{1 + e P_o} \quad \text{ó} \quad \Delta H = \frac{C_c}{1 + e_o} H \log \frac{P_o + \Delta P}{P_o}$$

Los resultados indican un asentamiento de 8 cm para altura de terraplén de 4.5 m, un estrato de 1 m de espesor de consistencia media con un valor de $C_c = 0.13$, y de 40 cm de asentamiento para un terraplén de 2.50 m de altura, 4 m de espesor de estrato blando e índice de compresión de 0.7. En este caso el asentamiento diferencial será de 32 cm y si este no se presenta en una distancia mayor a 64 cm (pendiente de la curva) es muy probable la presencia de grietas que facilitarían el fenómeno de tubificación.

c). Expansión.

Otra de las causas de cambio de volumen de los suelos y la consecuente generación de grietas, es la expansión; de acuerdo al criterio de "Bureau of Reclamation" y de las gráficas de Ghazzaly, la presión de expansión es de 3 T/m², valor que se contrarresta en la parte central del bordo.

También se verificó el porcentaje de expansión con el criterio de Holtz y Gibbs, encontrándose un valor del 14% pasando de la condición de seco a saturado y una presión de 0.07 kg/cm².

d). Estabilidad de taludes.

Considerando un peso volumétrico del relleno compactado de 2 T/m³ y una cohesión de 7 T/m², para una altura de bordo de 4.5 m y empleando el método gráfico de Jambú, el talud estable puede ser de 1.5:1; sin embargo, en la zona blanda (El Reizal, lado Cometierra), el talud mínimo tendría que ser de 3:1.

De acuerdo al diseño hidráulico se usarán taludes mayores (5:1 ó más) para evitar socavaciones al fluir el agua sobre el bordo, por lo que esta condición deja de ser crítica.

e). La condición de flujo de agua será a través del bordo cuando se esté dando la función de embalse y se tenga un paramento húmedo y el otro seco, lo cual se presentará en los meses de estiaje; se formará en el talud que quedará seco un flujo de vaciado rápido y en el otro caso, por el cimientto del bordo, cuando se encuentre el bordo trabajando saturado (ver fig. 3.3.25).

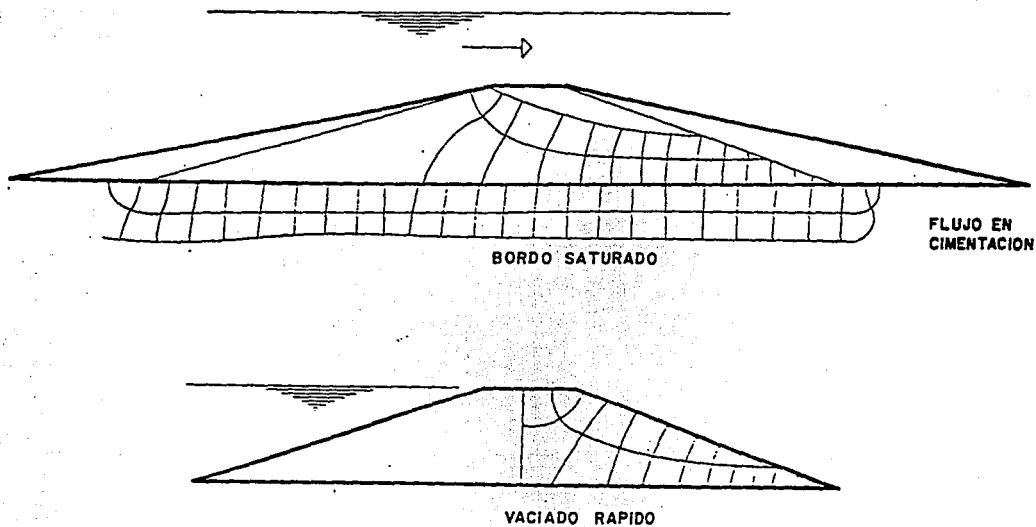
Con la red de flujo de bordo impermeable se calculó el gasto considerando la permeabilidad de 1.34×10^{-6} cm/seg., una carga de 4.5 m y factor de forma de 0.153, encontrándose un valor de 1.21×10^{-4} m³/seg., con este dato se determinó el espesor del filtro requerido, encontrándose un valor de 11 cm; sin embargo, el espesor mínimo recomendable para construir el filtro es de 1 m para la parte inferior y de 0.50 m para la zona de corona.

f). Capacidad de carga para el puente.

Con el fin de garantizar la seguridad del puente, su cimentación deberá desplantarse sobre el terreno natural; por las características del subsuelo se propone que el desplante se realice a una profundidad mínima a 2.50 m con respecto al nivel del terreno natural, de manera que se realice cuando menos en la arcilla arenosa gris o café de consistencia firme (20 golpes a la penetración estándar).

Para este suelo la capacidad de carga útil es de 30 T/m², bajo las siguientes consideraciones :
C = 6 T/m²; $\phi = 10^\circ$; peso volumétrico sumergido de 0.6 T/m³ y factor de seguridad de 3.

FIGURA 3.3.25.
ESQUEMAS DE REDES DE FLUJO



Conclusiones.

1. El subsuelo de la zona de estudio está compuesto por depósitos Clásicos del terciario y fluvio - lacustres del Cuaternario, constituidos por arcillas y arena que cubre a la formación de rocas del cretácico.

2. El subsuelo se constituye, en forma detallada, por una serie de estratos de arcillas limosas y arenas arcillosas que tienen una consistencia media los primeros metros y que aumenta con la profundidad, excepto en la boquilla en El Raizal en el lado de cometierra.

Los suelos son impermeables de resistencia media a dura y de baja compresibilidad, con características de expansividad. En el lado de cometierra, las mencionadas características se localizan después de los 3 m de profundidad, ya que los primeros suelos son blandos, compresibles e impermeables.

3. El material de banco de préstamo para formar el corazón del bordo adquiere alta resistencia al compactarse y es impermeable, pero con características de erosionable; la grava y piedra se califican de buena calidad en base a la prueba, a la resistencia, al desgaste y las arenas son adecuadas tanto para filtro como para agregados de concreto.

4. En el bordo El Raizal se tenderá a la formación de grietas por asentamientos diferenciales, por lo cual para evitar fallas por tubificación es necesario usar un filtro de grava - arena.

5. La cimentación del puente debe desplantarse a una profundidad mínima de 2.50 m, dentro del terreno natural.

RECOMENDACIONES DE CONSTRUCCION.

a. Bordos.

Las obras deberán construirse en época de estiaje, es decir cuando la zona este seca.

Los bordos estarán formados por un núcleo impermeable con taludes mínimos de 3:1; filtro de 1.00 m de espesor mínimo al pie del talud y 0.50 m en la corona, los cuales tendrán un tamaño de grano d15, cinco veces mayor al d15 del suelo del núcleo y cinco veces menor al d85 al suelo del núcleo.

La roca o enchapado exterior deberá tener un peso y espesor tales que cumplan con la función de proteger al bordo en contra del oleaje y la lluvia.

Inicialmente deberá hacerse un despalme de 30 cm de espesor por medio de un tractor con cuchillas; esta actividad se realizará conforme progresa la construcción para evitar el desecado del material. El sitio que ocupará el núcleo impermeable deberá humedecerse mediante riegos, para evitar expansiones.

El tendido se hará de tal manera de formar capas de 20 cm de espesor en el caso de los suelos y de 50 cm en el de arena o grava (rezaga).

Previo a la compactación, veinticuatro horas antes, el suelo se humedecerá para lograr una distribución uniforme, de manera que tenga un 24% de contenido de agua aproximadamente, valor, éste que se deberá ir verificando de acuerdo a las pruebas proctor que se realicen para el control, de forma tal que el suelo se pueda compactar al 90% del lado húmedo de la curva resultante de la prueba proctor estándar. La compactación deberá hacerse empleando rodillo pala de cabra o rodillo neumático con un mínimo de pasadas igual a cuatro.

En el caso de arena y rezaga, la compactación se dará por medio de rodillo vibratorio hasta lograr el 90% de compacidad relativa.

Observación y control del comportamiento futuro.

El objetivo de las observaciones futuras y periódicas será al poder detectar oportunamente cualquier posible falla. Consistirán en medir asentamientos y/o desplazamientos horizontales, para lo cual se colocarán líneas paralelas al bordo en la corona y en cada uno de los taludes, que estarán controladas por las líneas de colimación de bancos superficiales que se construyan exprofeso.

La primera observación se hará antes de que la obra entre en operación, se harán a cada mes y después cada seis meses.

b. Puente.

Se cimentará sobre pilas apoyadas a la profundidad de 2.50 m, abajo del nivel del terreno natural, que se diseñarán con una capacidad de carga de 30 ton/m²; en caso de requerir mayor capacidad de carga, las pilas se podrán empotrar a una profundidad mayor.

El procedimiento constructivo podrá ser cualquiera de los que se mencionan a continuación, aunque por facilidad se considera más recomendable el tercero de ellos.

i. Excavando con almeja, después de construir el bordo.

Las pilas se podrán construir después de terminado el bordo, para lo cual se realizará una excavación por medio de una almeja guiada, cuya perforación deberá permanecer abierta al menor tiempo posible.

Se colocaría el acero de refuerzo verificando que quede separado de las paredes y que no provoque " caldas ", sujetado por su parte superior.

El colado se efectuará en forma continua por medio de un tubo " tremie " o trompa de elefante que deberá llevar un tapón en la punta y llegar hasta el fondo de la excavación, relleno de la perforación con bentonita para su estabilización y para evitar el flujo de agua. La bentonita se podrá recuperar y rehusar siempre y cuando se limpie y mantenga sus propiedades de viscosidad y peso volumétrico.

El tubo tremie deberá de permanecer siempre ahogado del concreto fresco, para evitar la formación de burbujas o que atrape suelo de los "caídos" o bentonita. El concreto deberá de aflorar y despues de fraguado se revisará y demolera el concreto contaminado.

Es indispensable controlar el volumen de concreto de tal forma que coincida con la excavación, para evitar cosas de bentonita atrapada.

ii).- Excavando con tambor, despues de construir el bordo.

La excavación en este caso se realizaría empleando tambor, de tal forma que las perforaciones quedarían superpuestas a cada $\frac{1}{2}$ radio, para despues completar las secciones excavando lo faltante entre los círculos. En la parte inferior se harían campanas con taludes a 60° (escarpíos). El proceso de colocación de armado, colado y uso de bentonita sería igual descrito anteriormente.

iii).- Construyendo la cimentación del puente antes del bordo.

En este caso antes de hacer el bordo se harían las excavaciones para la construcción de los apoyos hasta el nivel de desplante especificado; podrán dejarse paredes verticales, previo achique con bombas eléctricas de arranque automático, cuando así se necesite.

El colado requerirá de cimbra hasta la elevación mínima de + 3.50 m. en donde se dejarán las varillas de refuerzo para el traslape y continuación de la construcción.

La compactación del bordo deberá hacerse pegada a la pila, haciendo circular el rodillo en forma paralela al eje longitudinal del apoyo.

CAPITULO 4

4. ESTUDIO HIDROLOGICO.

4.1 Introducción.

Este estudio tiene como objetivo evaluar, de la manera más aproximada posible, el comportamiento de la laguna de Catazajá de acuerdo con su proceso natural de regulación de los escurrimientos y avenidas que llegan a ella, así como predecir su funcionamiento ante las obras que se pretenden construir.

La laguna de Catazajá pertenece a la región hidrológica No. 30 (según clasificación de la extinta Secretaría de Recursos Hidráulicos) una de las más importantes del país, siendo una parte muy pequeña de la gran cuenca de los ríos Usumacinta-Grijalva.

El área de la cuenca de la laguna es de 410 km² drenada, como ya se mencionó en el capítulo 1, por varios arroyos que se originan en las partes bajas de la Sierra Norte de Chiapas, las cuales se presentan en el cuadro siguiente:

Nombre del Arroyo	Area de cuenca (km ²)
El Palmer	26.60
Jaboncito	27.00
El Monil	27.96
El Trapiche (1)	57.85
Paso de la Hamaca	16.93
Shotero	19.45
El Trapiche (2)	89.51
Nacahuaste	25.51
La Herradura	99.98
Agua Fria	19.21

Como se indicó en el capítulo 1, la laguna no permanece llena durante todo el año; esto sucede solo en la época en que las lluvias logran producir un escurrimiento (junio - enero); por el contrario, ésta se seca completamente en la época de estiaje (febrero - mayo).

En el funcionamiento hidrológico de la laguna, además de los mencionados, influyen los volúmenes de agua que año con año aporta el río Usumacinta a su área de inundación de la cual aquella forma parte.

Respecto al párrafo anterior debe resaltarse que el comportamiento de los escurrimientos y avenidas del río Usumacinta en su zona de inundación es difícil de evaluar y sale del alcance de este trabajo; sin embargo, la CNA se encuentra estudiando el aprovechamiento de dicha zona y consecuentemente deberá incluir al detalle los problemas hidrológicos inherentes.

El estudio hidrológico realizado se dividió en dos partes; en la primera de ellas se determinaron los escurrimientos mensuales para un periodo de 20 años (mínimo propuesto por la CNA), las avenidas máximas probables para diferentes tiempos de retorno, el volumen de arrastre de sólidos en suspensión y las evaporaciones netas. En la segunda se evaluó el funcionamiento hidrológico de la laguna y el tránsito de la avenida de diseño bajo las condiciones dadas por las dos etapas en las que se pretenden construir las obras de control.

Con referencia a las dos etapas de construcción, se detallan ampliamente en el punto 5.7 " Selección de la mejor alternativa ", por lo que se recomienda familiarizarse con dicho subcapítulo antes de adentrarse en la segunda parte del estudio hidrológico.

4.2 Determinación de los escurrimientos mensuales.

Debido a que la laguna de Catazajá se originó apartir de arroyos de poca importancia, su cuenca carece de afloros que pudieran utilizarse en la evaluación de sus escurrimientos, por lo que surge la necesidad de inferir su régimen hidrológico.

El criterio adoptado para la generación de volúmenes mensuales escurridos hacia la laguna de Catazajá, se basó en la transportación de información hidrométrica de la estación más cercana localizada en una cuenca auxiliar con similares características fisiográficas y climáticas que la cuenca de la laguna.

La relación entre los volúmenes registrados en la estación aforada de la cuenca auxiliar y sus correspondientes volúmenes mensuales permiten la estimación de los de escurrimiento para dicha cuenca. Aceptando la similitud entre cuencas, se puede plantear la analogía hidrológica entre coeficientes de escurrimiento, por lo que relacionándolos incluyendo sus respectivas áreas drenadas y precipitaciones medias mensuales se llegará a los volúmenes buscados.

De acuerdo con el criterio denominado como cuenca (1) a la cuenca auxiliar y cuenca (2) a la cuenca de la laguna de Catazajá, el planteamiento matemático es el siguiente:

Por similitud de cuencas, los coeficientes de escurrimientos son iguales, por lo tanto:

$$Ce1 = Ce2$$

Por definición de coeficiente de escurrimiento se tiene:

$$Ce1 = \frac{\text{Vol. mensual aforado en cuenca 1 (V1A)}}{\text{Vol. mensual llovido en cuenca 1 (V1L)}}$$

$$Ce2 = \frac{\text{Vol. mensual escurrido en cuenca 2 (V2E)}}{\text{Vol. mensual llovido en cuenca 2 (V2L)}}$$

Igualando y despejando el volumen mensual escurrido en la cuenca 2 (V2E), el cual es el valor buscado, se tiene:

$$V2E = \frac{V2L}{V1L} \times V1A \quad \dots (1)$$

Por otra parte, el volumen llovido en ambas cuencas es:

$$V1L = \bar{H}_1 \times A_1 \quad \text{y} \quad V2L = \bar{H}_2 \times A_2$$

en donde:

\bar{H}_1 = Precipitación media en cuenca 1
 A_1 = Area drenada por la cuenca 1

\bar{H}_2 = Precipitación media en la cuenca 2
 A_2 = Area drenada por la cuenca 2

Si las precipitaciones medias mensuales se determinan por el criterio de Thiessen, considerando para ello los datos de estaciones climatológicas cercanas o dentro de las respectivas cuencas, entonces:

$$H1 = \frac{S (h1 a1)}{A1} \quad \text{y} \quad H2 = \frac{S (h2 a2)}{A2}$$

Sustituyendo en la ecuación (1) y simplificando:

$$V2E = \frac{S (h2 a2)}{S (h1 a1)} \times V1A \quad \dots \quad (II) \text{ Formula utilizada.}$$

en donde:

V2E = Volumen mensual generado para la laguna de Catazajá, para el mes en cuestión.

h1 = Precipitación mensual en la estación climatológica correspondiente, en la cuenca auxiliar (1), para el mes en cuestión.

a1 = Area de influencia de la estación climatológica correspondiente, a la cuenca auxiliar (1), según polígonos de Thiessen.

h2 = Precipitación mensual de la estación climatológica correspondiente, en la cuenca de la Laguna de Catazajá, para el mes en cuestión.

a2 = Area de influencia de la estación climatológica correspondiente a la cuenca de la Laguna de Catazajá, según polígonos de Thiessen.

V1A = Volumen aforado en la cuenca auxiliar (1), para el mes en cuestión.

La ecuación II se reduce a:

$$V2A = C \times V1A$$

en donde:

$$C = \frac{S (h_2 a_2)}{S (h_1 a_1)}$$

El coeficiente "C", es la relación entre las sumas de los productos de las precipitaciones mensuales de cada estación climatológica por su respectiva área de influencia de cada cuenca. Por lo tanto, se tendrá un valor distinto para cada mes de cada año analizado, el cual al multiplicarse por el correspondiente valor del volumen mensual aforado en la estación hidrométrica auxiliar, proporcionará el respectivo volumen mensual generado para la Laguna.

La estación hidrométrica auxiliar seleccionada fue la denominada Salto de Agua, la cual se localiza sobre el río Tilujá en las coordenadas Lat N 17° 34' 00" y Long W 92° 21' 00", siendo la estación más cercana a la Laguna.

El área de la cuenca drenada hasta la estación hidrométrica Salto de Agua es de 2.876 km². Para fines de análisis de acuerdo con el criterio expuesto, la superficie de la cuenca auxiliar se dominó con cinco estaciones climatológicas, las cuales fueron identificadas como: Salto de Agua, Yajalón, Paso del Cayuco, km 336 y Ocosingo.

Por lo que respecta a la cuenca de la Laguna de Catazajá, su área drenada es de 410 km², dominando dicha superficie con las estaciones climatológicas identificadas como: Catazajá y km 336.

Una vez seleccionadas las estaciones climatológicas y la estación hidrométrica auxiliar, se definieron los polígonos de Thiessen para cada cuenca. Las respectivas áreas de influencia se indican en el cuadro siguiente:

AREAS DE ESTACIONES CLIMATOLOGICAS
POLIGONOS DE THIESEN
(km²)

CUENCA (2)		CUENCA (1)	
LAGUNA DE CATAZAJA		SALTO DE AGUA	
EST. CLIMATOLOGICA	AREA	EST. CLIMATOLOGICA	AREA
CATAZAJA	295	SALTO DE AGUA	258
km 336	115	YAJALON	565
		PASO DEL CAYUCO	1,507
		km 336	248
		OCOSINGO	298
SUMA	410		2,876

El período analizado para la generación de volúmenes mensuales fue de 20 años, valor mínimo recomendado por la CNA para estudios de funcionamiento hidrológico de embalses. El período adoptado fue el comprendido entre los años 1966 a 1985, para el cual todas las estaciones presentan una correspondencia aceptable en sus registros. No obstante, fue necesario completar registros faltantes para aquellas estaciones que no tuvieron la totalidad en el período analizado.

Los criterios adoptados para completar registros fueron, en un caso, valores generados a partir de las medias mensuales de la propia estación y en otro, mediante la correlación con la estación más cercana. En este último se adoptó como coeficiente de correlación aceptable para el efecto, un valor mínimo de $R = 0.8$.

Las estaciones climatológicas más cercanas que se utilizaron para completar registros faltantes fueron las identificadas como: Las Nubes y Tumbalá.

En las tablas 4.2.1 a 4.2.6 se muestran los registros utilizados, incluyendo los datos generados para completar el período; en la tabla 4.2.7 aparecen los valores obtenidos para los coeficientes "C" utilizados en el análisis, en la tabla 4.2.8 los volúmenes mensuales registrados en la estación hidrométrica Salto de Agua, utilizada como estación auxiliar y en la tabla 4.2.9 los volúmenes mensuales generados a partir del criterio adoptado.

TABLA 4.2.1

PRECIPITACION MENSUAL, ESTACION CATAZAJA

(mm)

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1966	206.0	141.0	227.1	111.9	192.6	276.1	232.8	236.3	682.3	469.2	112.5	264.5	3152.3
1967	185.8	74.0	16.0	102.3	67.6	425.6	98.3	162.1	613.4	563.3	152.0	256.2	2716.6
1968	229.5	205.9	63.9	71.3	265.1	182.5	129.2	243.6	403.7	231.3	289.9	322.5	2638.4
1969	250.7	24.1	136.2	26.1	129.2	222.8	123.4	630.8	653.6	416.2	382.9	33.4	3029.4
1970	86.1	12.7	37.7	44.9	256.8	356.8	493.2	317.1	539.8	452.0	306.7	92.8	3104.6
1971	30.6	37.8	166.3	46.4	22.6	158.6	207.0	358.1	287.9	227.9	293.2	73.0	1909.4
1972	64.9	87.4	35.7	51.5	57.6	458.2	503.8	231.4	238.4	149.6	286.1	209.1	2373.7
1973	74.9	59.1	8.4	125.6	135.5	140.2	216.0	752.9	298.0	419.7	304.5	132.2	2668.0
1974	59.0	196.7	38.2	96.8	118.5	381.6	179.1	186.9	107.5	78.8	150.3	88.0	1681.4
1975	162.5	135.2	59.7	0.0	118.2	138.6	111.1	158.8	298.6	576.0	228.7	116.9	2104.3
1976	109.0	89.7	13.7	16.5	84.1	196.8	107.5	203.7	189.0	156.4	184.3	110.2	1460.9
1977	106.6	42.5	29.4	18.2	58.3	103.6	85.4	200.5	211.5	203.6	249.5	127.4	1436.5
1978	197.8	90.5	150.1	16.2	207.3	265.0	151.2	273.1	249.0	315.6	144.0	151.3	2211.1
1979	103.8	65.8	51.3	30.4	102.4	240.9	119.4	262.3	312.4	182.6	143.8	220.4	1835.5
1980	44.2	88.1	103.4	41.2	68.8	210.4	155.7	123.4	393.8	182.1	129.9	69.7	1638.7
1981	57.3	196.7	171.1	54.7	121.6	324.7	246.8	442.1	416.6	248.1	16.6	41.8	2338.1
1982	61.3	100.7	53.0	67.2	187.0	299.4	156.8	85.0	431.4	283.0	132.2	139.4	1995.4
1983	45.3	86.5	15.0	44.5	20.5	147.1	200.0	103.8	227.9	244.5	50.3	195.4	1380.8
1984	147.7	59.2	14.5	0.0	504.3	237.3	170.4	188.7	392.0	219.3	46.1	31.5	2011.0
1985	148.2	29.9	63.9	234.0	130.2	174.8	142.1	192.7	263.9	228.4	135.0	104.8	1847.9

MEDIA 118.6 96.6 72.7 60.0 142.5 247.1 191.5 267.7 360.5 292.4 186.9 140.0 2176.3

****VALORES GENERADOS****

DE ENERO 76 A JUN 81, DIC 84, DE JUL 85 A DIC 85
A PARTIR DE CORRELACION CON DATOS DE LA ESTACION LAS NUBES

$$ECUACION: Y=0.36 \times X * 1.05$$

R=0.985

FUENTE: SERVICIO METEOROLOGICO NACIONAL

TABLA 4.2.2

PRECIPITACION MENSUAL, ESTACION KM 336

(mm)

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1966	382.6	151.8	258.0	118.1	153.0	295.2	239.9	204.4	758.0	437.3	162.3	216.2	3376.9
1967	186.4	78.0	18.6	93.6	71.0	328.2	79.1	163.4	563.8	542.0	111.8	233.4	2469.3
1968	252.4	164.5	74.6	74.0	191.6	197.3	181.0	255.7	457.8	330.6	226.6	395.6	2801.9
1969	286.8	31.3	145.4	27.4	105.6	198.1	142.6	763.9	545.6	297.2	403.8	61.1	3049.0
1970	88.0	136.9	58.8	49.5	287.3	386.0	492.7	432.9	541.9	464.6	324.9	85.0	3346.5
1971	19.7	52.4	192.1	65.1	26.8	220.9	230.5	372.4	362.7	273.2	337.2	67.4	2220.4
1972	48.7	114.3	40.9	75.8	58.8	483.7	530.9	285.5	305.2	146.0	330.8	278.6	2699.2
1973	90.9	115.5	11.5	129.1	166.6	207.1	252.8	885.1	466.8	369.7	295.0	165.3	3155.4
1974	74.8	266.7	51.7	208.1	128.4	373.6	224.3	235.2	528.7	501.3	146.0	110.2	2849.0
1975	159.4	194.0	57.0	1.3	132.5	173.7	124.4	176.5	293.5	849.9	233.8	195.8	2591.8
1976	150.0	118.4	14.7	38.7	141.5	368.5	190.2	444.6	269.5	323.0	324.1	267.1	2650.3
1977	164.7	89.5	85.8	65.6	76.4	186.9	192.8	241.5	345.5	232.3	377.7	250.3	2309.0
1978	197.3	185.1	350.9	28.4	374.1	479.3	272.0	494.3	450.3	571.9	258.9	272.2	3534.7
1979	186.0	117.4	91.2	53.9	183.6	435.3	214.2	474.5	566.1	329.2	258.5	398.0	3307.9
1990	78.6	157.7	185.3	73.1	122.7	379.8	280.2	221.6	715.2	328.3	233.4	160.6	2936.5
1981	102.1	354.8	308.2	97.3	218.3	588.7	245.5	371.9	491.3	411.0	256.9	193.4	3639.4
1982	199.3	165.2	136.8	97.1	325.3	254.5	271.0	228.7	691.1	588.9	225.1	193.4	3376.4
1983	214.0	102.5	49.7	52.5	30.6	407.7	344.0	188.6	194.3	285.3	255.2	225.5	2349.9
1984	183.9	124.8	456.9	9.4	489.9	44.0	312.1	238.3	333.1	125.4	15.3	55.8	2388.9
1985	110.5	175.8	68.8	79.0	282.4	275.0	255.4	347.4	477.4	412.7	242.6	187.9	2914.9

MEDIA 160.8 144.8 132.8 71.9 178.3 314.2 253.8 351.3 467.9 391.0 251.0 200.6 2918.5

****VALORES GENERADOS****

JUN 72, DE AGO 73 A NOV 73, DE ABR 78 A DIC 85
A PARTIR DE CORRELACION CON DATOS DE LA ESTACION LAS NUBES

ECUACION : $Y = 0.61 \times X^{*1.06}$

R=0.994

FUENTE : SERVICIO METEOROLOGICO NACIONAL

TABLA 4.2.3

PRECIPITACION MENSUAL, ESTACION SALTO DE AGUA

(mm)

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1966	219.6	259.3	281.1	111.1	144.8	274.0	361.6	172.9	860.2	409.4	179.7	178.5	3452.2
1967	162.8	144.2	30.5	232.1	237.8	376.0	90.7	208.9	696.8	593.4	109.6	313.8	3196.6
1968	396.0	286.2	61.3	29.5	381.7	157.0	169.5	348.3	647.7	507.2	192.5	400.0	3574.9
1969	248.8	71.0	156.2	33.0	169.8	292.5	261.3	519.0	692.9	346.9	354.8	115.4	3261.6
1970	204.6	136.4	74.6	14.2	144.2	330.4	670.3	481.9	637.9	389.0	267.8	78.1	3429.4
1971	52.9	55.8	258.4	124.9	34.6	303.4	263.6	642.2	426.0	210.5	317.1	65.2	2754.6
1972	62.2	173.3	53.8	89.8	64.9	523.4	576.2	390.8	317.5	212.8	328.6	226.1	3019.4
1973	103.7	143.6	3.5	132.3	216.7	308.7	291.3	947.7	561.0	370.0	314.8	154.0	3547.3
1974	108.0	384.1	7.6	289.4	147.8	372.2	257.1	217.3	419.0	469.3	264.9	132.3	3069.0
1975	350.6	220.3	121.9	6.7	75.1	240.5	71.7	215.1	335.6	965.7	262.0	179.5	3044.7
1976	226.3	163.9	20.3	45.2	225.2	403.5	233.8	439.9	349.3	503.9	386.6	251.9	3249.8
1977	252.6	80.1	74.6	37.0	116.9	230.6	184.2	266.9	341.1	460.1	446.2	178.6	2678.9
1978	334.8	170.1	361.9	30.7	414.1	503.8	332.7	500.3	425.0	630.5	275.5	223.3	4202.7
1979	237.6	120.9	138.6	30.3	167.5	692.5	221.7	567.9	642.8	236.0	261.7	403.7	3721.1
1980	95.3	100.6	287.4	179.9	218.6	594.0	237.6	316.5	814.1	461.2	251.5	138.1	2695.8
1981	56.0	376.2	232.8	128.9	260.3	430.9	336.5	624.8	862.1	510.3	76.5	170.8	4064.1
1982	172.4	222.4	72.9	100.2	241.6	365.2	156.9	269.4	746.6	499.0	125.2	470.5	3442.3
1983	174.3	94.8	25.5	53.0	8.5	615.6	350.5	255.2	377.4	490.1	260.8	301.7	3027.4
1984	183.8	125.1	60.1	17.5	553.0	194.6	348.4	678.4	623.4	323.7	130.6	73.3	3311.9
1985	253.6	230.9	106.9	180.6	159.0	352.8	286.4	429.0	561.7	438.0	240.2	208.8	3450.9
MEDIA	184.8	178.5	121.5	93.2	199.2	378.1	285.1	424.5	566.9	451.4	253.5	213.2	3359.7

VALORES GENERADOS

NOV 79, DE JUL 85 A DIC 85
DE ACUERDO A VALORES MEDIOS MENSUALES

FUENTE: SERVICIO METEOROLOGICO NACIONAL

TABLA 4.2.4

PRECIPITACION MENSUAL, ESTACION YAJALON

(mm)

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1966	137.5	48.5	35.0	70.0	80.0	227.5	213.0	176.5	149.5	547.5	132.5	93.5	1881.0
1967	85.9	89.0	42.6	55.9	63.5	320.9	103.9	183.9	391.5	590.1	89.5	156.1	2172.8
1968	116.3	66.3	38.1	70.5	226.5	204.7	247.5	192.0	354.5	381.0	72.0	230.0	2199.4
1969	47.0	66.0	76.5	30.5	144.5	320.5	294.5	340.0	450.0	156.5	215.0	46.5	2187.5
1970	152.5	41.5	13.5	8.0	218.3	295.5	271.0	358.0	402.5	210.5	209.5	46.5	2227.3
1971	77.4	55.5	148.5	60.0	49.0	275.5	243.5	230.0	399.5	174.5	229.0	104.0	2044.4
1972	71.5	68.5	106.0	70.0	122.5	252.0	221.5	282.0	218.5	262.5	209.0	81.0	1965.0
1973	56.0	37.0	5.5	73.0	292.5	103.0	218.0	421.5	301.2	303.5	80.0	116.5	2007.7
1974	38.0	197.0	9.5	276.5	120.0	286.0	166.5	144.0	391.0	511.5	198.0	118.7	2456.7
1975	117.5	25.5	27.5	5.5	113.0	119.5	267.0	216.5	448.0	644.0	243.6	102.0	2329.6
1976	125.5	110.0	18.5	34.0	140.0	276.0	289.0	374.0	327.5	218.5	200.0	134.0	2309.0
1977	57.0	47.5	33.0	56.5	108.0	229.5	167.5	262.5	192.4	189.9	116.6	152.5	1612.9
1978	98.3	58.1	110.7	33.0	249.4	239.6	280.4	279.5	260.1	317.1	152.9	156.7	2235.8
1979	123.6	61.1	47.1	50.3	180.5	338.0	241.9	274.8	313.1	118.2	145.1	213.0	2107.6
1980	57.3	129.3	75.6	118.0	104.7	261.1	223.6	230.6	341.4	276.6	116.6	99.8	2034.6
1981	25.9	67.6	82.5	83.5	126.4	139.0	234.1	405.3	510.1	210.5	46.8	61.0	1992.7
1982	29.0	113.2	60.0	69.0	169.7	255.5	248.5	223.0	558.0	188.5	173.5	162.5	2248.4
1983	84.5	73.0	37.0	28.0	103.0	240.3	344.0	280.5	342.4	247.0	123.5	91.0	1994.2
1984	97.5	66.5	53.0	33.0	247.6	185.0	347.0	212.3	446.0	326.0	88.0	150.0	2251.9
1985	89.5	75.5	96.7	48.0	94.5	300.2	273.7	297.5	332.3	156.5	62.0	210.5	2036.9
MEDIA	85.9	74.8	55.7	63.7	147.7	243.5	244.8	269.2	356.5	301.4	145.2	126.3	2114.7

****VALORES GENERADOS****

ENE 67, DIC 74

DE ACUERDO A VALORES MENSUALES

FUENTE : SERVICIO METEOROLOGICO NACIONAL

TABLA 4.2.5

PRECIPITACION MENSUAL, ESTACION PASO DEL CAYUCO

(mm)

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1966	200.8	132.6	184.7	82.8	155.6	541.1	339.5	189.3	464.4	469.0	212.3	112.7	3084.8
1967	205.9	180.1	99.8	105.5	138.0	276.7	186.2	215.4	341.1	746.5	171.7	83.6	2751.3
1968	154.8	99.8	67.5	65.9	157.1	241.4	265.9	331.1	446.0	362.5	202.3	248.3	2642.4
1969	163.3	248.3	126.5	83.6	225.3	410.8	484.4	417.7	594.0	220.0	302.7	130.3	3406.9
1970	251.4	111.1	82.8	63.6	217.9	517.1	516.8	363.3	571.7	451.4	346.0	118.0	3611.1
1971	128.0	124.2	202.3	118.8	157.1	370.9	375.5	438.4	485.1	377.8	276.7	195.4	3250.2
1972	236.1	209.2	131.1	87.4	193.9	320.4	303.3	362.5	751.5	407.0	275.1	218.4	3495.9
1973	101.2	112.7	57.5	89.7	329.6	302.7	338.0	880.6	560.2	490.5	272.1	302.7	3837.5
1974	115.7	272.8	64.4	233.0	195.4	360.2	262.1	315.8	639.9	682.1	344.1	181.7	3667.2
1975	252.9	85.9	85.9	51.4	151.8	256.8	174.0	305.0	461.4	677.5	418.5	230.9	3152.0
1976	363.7	154.8	76.7	75.9	179.4	568.7	396.2	450.9	599.3	446.0	293.5	239.1	3844.2
1977	157.9	134.9	75.9	134.9	97.4	281.3	293.8	595.8	301.6	430.5	270.7	279.2	3053.9
1978	228.3	135.8	150.2	76.5	564.9	499.8	496.1	594.1	468.5	617.1	247.9	195.3	4274.3
1979	205.9	136.1	120.5	196.1	220.1	507.2	398.2	492.6	604.9	415.0	281.9	320.9	3899.4
1980	52.2	167.8	144.4	150.0	206.2	591.0	277.9	389.2	651.0	352.6	344.0	265.0	3591.3
1981	60.4	439.2	154.2	96.0	128.7	568.9	402.7	783.8	749.5	491.0	55.0	198.4	4127.8
1982	96.0	241.5	71.6	109.2	373.5	343.8	205.0	272.3	761.0	461.9	249.4	234.8	3420.0
1983	168.0	73.0	49.7	68.9	78.9	553.4	317.0	431.1	607.4	381.5	393.3	204.2	3324.4
1984	162.1	155.5	51.3	130.3	443.8	384.3	433.8	384.9	531.3	368.8	106.6	141.2	3293.9
1985	111.0	117.3	83.5	125.7	243.7	313.6	408.5	513.6	489.7	280.5	69.3	249.9	3006.3

MEDIA 170.8 166.6 104.0 107.3 222.8 410.5 343.7 436.4 554.0 456.5 256.7 207.5 3436.7

****VALORES GENERADOS****

DE ENERO 66 A ABR 77

A PARTIR DE CORRELACION CON DATOS DE LA ESTACION TUMBALA

ECUACION : $Y = 49.06 + 0.77 \times X$

R = 0.86

FUENTE : SERVICIO METEOROLOGICO NACIONAL

TABLA 4.26

PRECIPITACION MENSUAL, ESTACION OCOSINGO

(mm)

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1966	37.5	31.5	49.0	101.5	127.5	181.0	138.0	123.3	388.5	257.5	71.8	58.6	1565.7
1967	26.0	35.5	57.0	112.0	32.0	173.0	100.5	139.5	302.0	356.3	68.0	88.0	1489.8
1968	116.5	19.5	68.0	42.0	122.5	256.0	165.0	175.0	122.5	144.0	31.5	55.5	1318.0
1969	32.5	59.0	44.0	58.0	58.0	121.5	176.0	478.0	395.5	182.5	92.0	26.0	1723.0
1970	48.0	46.0	0.0	19.0	116.0	135.5	137.0	123.0	237.5	233.0	22.0	32.0	1149.0
1971	30.0	33.5	68.0	96.5	341.0	380.0	151.0	155.0	246.0	109.0	182.0	64.5	1856.5
1972	69.5	71.5	73.5	23.5	103.5	258.5	233.0	155.5	132.4	146.7	90.0	71.8	1429.5
1973	89.7	72.9	3.0	75.3	109.7	129.3	114.8	289.0	86.8	184.5	79.5	38.0	1272.5
1974	77.5	94.0	51.0	102.0	82.5	131.0	130.1	47.6	335.0	170.5	65.0	68.5	1354.7
1975	110.7	71.5	11.3	22.5	60.0	169.5	115.3	111.0	145.9	314.3	85.2	65.6	1282.8
1976	55.1	58.5	7.2	29.5	89.5	181.0	118.5	134.5	137.5	109.0	26.6	56.2	1003.1
1977	1.0	12.8	9.0	50.3	83.4	176.5	127.2	103.1	219.2	151.7	52.6	73.8	1060.6
1978	24.4	21.1	16.0	43.6	142.2	259.3	163.8	118.2	302.7	141.7	92.3	59.0	1384.3
1979	37.0	43.3	53.6	91.5	271.3	124.7	296.0	216.9	283.1	139.9	71.6	102.0	1733.7
1980	26.3	19.4	80.6	77.3	262.4	172.1	115.8	228.8	327.4	217.3	68.4	49.6	1645.4
1981	14.8	69.0	112.2	45.2	123.5	236.4	214.8	331.8	316.4	178.6	19.5	50.8	1713.0
1982	4.2	49.6	40.4	73.0	161.5	159.0	99.2	65.5	254.6	149.8	59.7	18.9	1135.4
1983	22.6	40.6	41.8	51.2	44.0	294.8	178.0	146.6	92.9	90.1	74.6	50.5	1127.7
1984	50.5	23.5	43.2	17.0	297.4	223.6	223.1	250.1	342.3	164.0	102.0	52.1	1788.8
1985	38.5	38.2	51.3	29.5	18.0	278.5	64.8	186.9	134.9	97.8	62.3	48.9	1049.6

MEDIA 45.6 45.5 44.0 58.0 132.3 202.1 153.1 179.1 240.2 176.9 70.8 56.5 1404.2

****VALORES GENERADOS****

NOV 66, DIC 66, NOV 74, DIC 76, DIC 83

DE ACUERDO A VALORES MENSUALES

ECUACION : $Y = 49.06 + 0.77 \times X$

R = 0.86

FUENTE : SERVICIO METEOROLOGICO NACIONAL

TABLA 4.2.7

COEFICIENTES $C=S(h1a1) / S(h2a2)$

CUENCA : LAGUNA CATAZAJA

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1966	0.199	0.173	0.215	0.185	0.189	0.101	0.117	0.180	0.220	0.114	0.103	0.303
1967	0.168	0.079	0.034	0.133	0.085	0.197	0.092	0.118	0.215	0.123	0.150	0.270
1968	0.194	0.259	0.154	0.166	0.183	0.119	0.087	0.125	0.144	0.104	0.242	0.195
1969	0.261	0.024	0.176	0.062	0.099	0.092	0.050	0.213	0.162	0.246	0.200	0.061
1970	0.064	0.188	0.108	0.155	0.183	0.128	0.159	0.141	0.152	0.172	0.161	0.146
1971	0.043	0.067	0.136	0.073	0.026	0.075	0.100	0.136	0.103	0.120	0.164	0.072
1972	0.056	0.087	0.050	0.109	0.056	0.199	0.225	0.109	0.073	0.068	0.169	0.179
1973	0.125	0.110	0.040	0.196	0.075	0.095	0.115	0.153	0.109	0.144	0.195	0.094
1974	0.098	0.124	0.130	0.079	0.109	0.167	0.121	0.120	0.061	0.050	0.081	0.091
1975	0.109	0.230	0.125	0.002	0.138	0.100	0.095	0.094	0.106	0.138	0.103	0.110
1976	0.065	0.104	0.042	0.057	0.088	0.080	0.059	0.096	0.067	0.080	0.123	0.108
1977	0.134	0.082	0.105	0.047	0.092	0.073	0.071	0.072	0.127	0.089	0.168	0.104
1978	0.149	0.144	0.179	0.050	0.084	0.110	0.068	0.103	0.108	0.109	0.116	0.144
1979	0.104	0.105	0.091	0.041	0.085	0.095	0.064	0.108	0.106	0.105	0.109	0.132
1980	0.135	0.111	0.128	0.054	0.064	0.079	0.110	0.067	0.120	0.096	0.090	0.082
1981	0.191	0.109	0.191	0.104	0.144	0.129	0.106	0.098	0.097	0.105	0.173	0.078
1982	0.160	0.090	0.152	0.113	0.109	0.136	0.132	0.075	0.109	0.135	0.112	0.102
1983	0.094	0.175	0.080	0.119	0.049	0.069	0.109	0.054	0.070	0.112	0.054	0.165
1984	0.159	0.093	0.228	0.005	0.177	0.093	0.080	0.082	0.110	0.088	0.055	0.045
1985	0.175	0.087	0.111	0.268	0.132	0.094	0.077	0.081	0.108	0.152	0.241	0.086

TABLA 4.2.8

ESTACION SALTO DE AGUA
(MILES m3)

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1965	572808	358118	371740	296531	216639	528137	649186	325635	1111640	1155906	646199	488035
1967	612753	323841	256909	239127	201391	645625	286271	290551	640231	1996004	496511	497655
1968	570511	357300	304380	202114	274021	495447	512980	523275	871175	983086	433033	721916
1969	587029	277959	241031	268340	367581	445480	610780	1167648	1596233	875640	948705	582491
1970	393169	355597	243319	207638	379585	464634	665060	1045932	1260369	1042986	839161	362416
1971	263079	205631	306779	263300	187704	294861	297003	556650	717721	710208	762572	257318
1972	343565	395167	208670	189835	187589	566447	471656	501294	574718	689541	372240	627160
1973	254822	224161	204795	192438	296968	309189	372253	1410766	1073446	1084601	528506	612379
1974	274225	585763	290396	356663	234821	429916	529274	265899	301758	1701034	496624	458892
1975	451888	250101	230715	190182	189050	256184	236171	253768	742356	1375486	1201534	396484
1976	681150	406586	257187	206739	231730	581028	508517	634444	852438	906845	818090	853633
1977	418265	306208	313207	227198	241292	464288	310052	564648	495408	636556	751251	602530
1978	602981	391811	486281	284801	316645	747817	671828	674809	1022832	1621381	552798	851583
1979	535284	367691	276593	197375	221385	547613	677825	625528	1496956	1003112	514350	1267603
1980	356568	328858	395893	286514	232268	768194	458010	528436	1120508	800680	670808	617884
1981	319947	944145	691668	292903	336200	775398	1025764	1147401	1391026	1255742	569764	388116
1982	297384	331686	382310	217390	336200	739354	365621	377745	1372591	1186149	784059	562547
1983	467310	243629	233709	195356	178319	452602	565582	604399	1006839	731590	681874	475042
1984	484827	347450	247776	205701	624660	924337	798340	607371	1314109	961216	432122	415277
1985	415191	361222	270652	272042	254712	320724	671268	762010	969750	718079	326412	694703

FUENTE: BOLETIN HIDROLOGICO No. 38, REGION HIDROLOGICA No. 30, S.R.H.

TABLA 4.2.9

CUENCA LAGUNA CATAZAJA

VOLUMENES MENSUALES GENERADOS
(MILES m3)

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOT
1966	114079	61994	79991	54710	41021	53376	75669	58707	244770	166897	66639	147776	1165630
1967	102727	25653	8653	31731	17032	127289	26452	34285	137455	246261	74295	134397	966230
1968	110707	92407	46949	33617	50194	58768	44564	65231	125773	102678	104867	140618	976373
1969	153136	6540	42417	16561	36334	41030	30668	248460	257977	215526	189794	35713	1274156
1970	25211	65709	26176	32240	69438	59551	106039	147245	191434	179668	134770	52829	1091310
1971	11249	13803	41798	19221	4795	21401	29772	75484	73901	85182	124704	18562	519872
1972	19104	34311	10479	20609	10520	112901	106112	54871	41699	46859	62753	112229	632447
1973	31879	24754	8244	37686	22286	29466	42931	216010	116847	156489	103271	57651	847714
1974	26878	72597	37757	28192	25559	71719	64046	31862	18314	85304	40244	41935	544407
1975	49053	57586	28749	319	26115	25554	22382	23854	78562	189926	123323	43461	668884
1976	43995	42378	10755	11772	20285	46225	30171	61112	57495	72748	100854	92415	590206
1977	55981	25022	32950	10629	22252	33943	21899	40707	63066	56509	125915	62770	551642
1978	90131	56364	86815	14153	26733	82062	46005	69192	110002	176933	64136	123044	945570
1979	55846	38683	25081	8039	18834	51834	43368	67264	159160	104986	56246	167750	797091
1980	48309	36572	50717	15490	14932	60763	50386	35485	134021	76869	60089	50848	634481
1981	61166	103026	132375	30527	44885	100332	108999	112748	134435	132026	98613	30452	1089784
1982	47592	29859	58051	24477	36621	100257	48257	28452	149196	160013	87746	57433	827954
1983	43741	42623	18637	23168	8660	31013	61878	32781	70347	81799	36723	78160	529530
1984	77011	32310	56554	980	110308	85510	63480	50022	144697	84172	23852	18865	747761
1985	72723	31406	30130	72894	33618	30168	51635	61744	104728	109131	78685	59762	736624
MEDIA	62026	44730	41664	24351	32021	61158	53736	75776	120694	126499	87886	76343	806883

4.3 Determinación de la avenida máxima probable.

Debido a la carencia de aforos en la cuenca de la Laguna de Catazajá, la evaluación del gasto máximo de diseño se obtuvo a partir de los registros disponibles en la estación climatológica más cercana, denominada Catazajá.

Los datos que se utilizaron, fueron los correspondientes a las lluvias máximas en 24 horas, ocurridos en un periodo de 22 años, según la información recopilada para el efecto.

El criterio que se utilizó fue en obtener, a partir de los registros de lluvia máxima diaria, las curvas de precipitación - duración - periodo de retorno y las correspondientes a intensidad - duración - periodo de retorno.

Una vez obtenida las curvas, se calculó el tiempo de concentración de la cuenca con el fin de establecer la duración de la tormenta de diseño.

Finalmente, se determinaron los gastos máximos para periodo de retorno de 50, 100, 200, 500 y 1000 años. Para esto, se aplicó el criterio empírico de la Fórmula Racional y el propuesto por Ven Te Chow, considerando a la cuenca analizada como pequeña.

Se compararon los resultados obtenidos y se adoptó el valor de diseño.

a. Análisis de las lluvias máximas diarias.

Como ya se mencionó, se analizaron 22 años de registros de lluvias máximas en 24 horas de la estación climatológica Catazajá. Se seleccionó una serie formada por las 22 lluvias máximas anuales y otra por las 22 lluvias excedentes anuales.

Se obtuvieron las lluvias correspondientes a los periodos de retorno de 50, 100, 200 y 1000 años, aplicándose a cada serie el criterio de distribución de Gumbel, escogiéndose las lluvias resultantes de mayor magnitud.

En la tabla No. 4.3.1 se muestran los registros medidos durante el periodo analizado.

A continuación se muestran las dos series elegidas para el análisis y los resultados obtenidos para las lluvias máximas en 24 horas para diferentes periodos de retorno, después de procesarlas estadísticamente por el criterio de Gumbel mediante un programa de computadora.

TABLA No. 4.3.1

ESTACION CLIMATOLOGICA : CATAZAJA

LLUVIAS MAXIMAS EN 24 HORAS

(mm)

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1957	21.0	45.5	35.5	4.5	16.3	99.0	37.5	34.5	142.0	31.0	94.5	44.0
1958	22.0	13.0	55.7	9.0	39.0	79.5	64.0	16.5	91.0	58.5	61.5	75.0
1959	16.5	18.0	62.5	70.0	55.0	72.5	21.5	19.0	38.5	63.5	152.0	39.0
1960	46.0	19.0	13.5	98.0	86.5	56.0	50.0	65.5	54.5	48.4	38.0	17.6
1961	60.6	25.5	33.0	32.9	88.6	37.5	129.0	69.3	65.1	60.8	35.0	-
1963	81.2	10.5	53.8	2.0	50.0	37.1	86.2	45.5	141.6	58.1	36.9	23.6
1964	40.8	19.2	37.6	25.9	56.5	77.0	47.6	56.0	73.0	45.0	64.4	57.9
1965	39.0	43.3	19.0	17.0	2.9	153.5	78.0	45.1	71.3	77.5	44.0	44.6
1966	68.6	25.0	75.3	43.0	73.5	109.8	60.3	58.8	176.2	105.0	28.3	98.0
1967	68.0	22.5	8.0	43.3	26.0	67.0	20.7	55.8	224.5	96.3	39.3	140.5
1968	64.5	40.4	29.7	46.5	56.9	26.5	36.5	42.0	66.0	65.3	54.6	166.4
1969	92.2	8.0	38.4	14.0	47.5	21.0	24.5	82.2	143.3	133.6	85.3	22.2
1970	22.7	33.3	14.6	21.6	98.8	64.4	52.0	47.5	80.5	88.0	91.6	23.5
1971	9.5	37.0	46.5	20.4	22.6	46.6	32.0	46.5	47.6	105.0	103.5	26.5
1972	27.6	46.0	28.0	21.6	34.0	74.8	65.9	32.6	69.6	32.5	76.5	92.6
1973	18.4	21.6	5.6	40.0	36.3	38.5	47.6	195.8	63.3	63.6	94.0	42.0
1974	25.6	48.6	20.0	22.2	26.3	47.6	29.8	27.8	92.7	53.5	37.8	29.7
1975	81.9	54.0	41.5	0.0	48.5	36.6	26.5	31.2	66.9	84.3	62.7	52.9
1982	20.0	33.9	25.1	67.2	64.8	105.0	29.8	20.0	100.4	67.4	88.7	37.0
1983	14.3	36.0	12.8	29.9	20.3	55.0	52.4	38.5	45.7	77.0	18.1	60.8
1984	72.3	36.5	9.3	0.0	162.2	55.4	22.3	39.9	60.7	61.3	43.4	-
1985	42.0	16.5	33.1	143.4	35.0	55.0	-	-	-	-	-	-

Fuente : Servicio Meteorológico Nacional

SERIE DE EXCEDENTES ANUALES

No. DE ORDEN	PRECIPITACION (mm)
1	224.5
2	195.8
3	176.2
4	166.4
5	162.2
6	153.5
7	152.0
8	143.4
9	143.3
10	142.0
11	141.6
12	140.5
13	133.8
14	129.0
15	109.8
16	105.0
17	103.5
18	100.4
19	99.0
20	98.8
21	96.3
22	94.5

SUMA = 3.011.5 mm.

Los resultados obtenidos para los periodos de retorno de 50, 100, 200, 500 y 1000 años son:

VALORES ANUALES PARA SERIE DE EXCEDENTES ANUALES

Te	50	100	200	500	1000
P _{máx} (mm)	246.2	268.8	291.3	321.0	343.4
x 1.13 (corrección por intervalo fijo)	278.2	303.7	329.2	362.7	388.0
x 0.925 (reducción por cuencia)	257.3	260.9	304.5	335.5	358.9

En donde:

- Te = Período de retorno, serie excedentes anuales.
- P_{máx} = Precipitación máxima en 24 horas para Te.
- 1.13 = Factor de corrección por intervalo fijo de observación (criterio de L.L.Weiss (2)).
- 0.925 = Factor de reducción por cuencia (criterio del U. S. Weather Bureau (2)).

(2) Procesos del ciclo Hidrológico. D.F. : Campos Aranda.

SERIE DE LLUVIAS MAXIMAS ANUALES.

No. DE ORDEN	PRECIPITACION (mm)
1	224.5
2	195.8
3	176.2
4	166.4
5	162.2
6	153.5

No. DE ORDEN PRECIPITACION
(mm)

7	152.0
8	143.4
9	143.3
10	142.0
11	141.6
12	129.0
13	105.0
14	105.0
15	98.8
16	98.0
17	92.7
18	92.6
19	91.0
20	84.3
21	77.0
22	77.0

SUMA = 2.851.3 mm

Los resultados obtenidos para los periodos de retorno de 50, 100, 200, 500 y 1000 años son:

VALORES PARA SERIE DE LLUVIAS MAXIMAS ANUALES

Te	50	100	200	500	1000
Pmax (mm)	257.2	283.6	309.8	344.5	370.7
x 1.13 (corrección por intervalo fijo)	280.6	320.5	350.1	389.3	418.9
x 0.925 (reducción por curva)	268.8	296.5	323.8	360.1	387.5

Como se puede observar estos últimos valores resultan mayores para los diferentes periodos de retorno, que los calculados para la serie de excedentes anuales, por lo que son los que se adoptan.

FALLA DE ORIGEN

d. Elaboración de curvas precipitación - duración - periodo de retorno (p - d - Tr).

El criterio que se adoptó para la elaboración de las curvas p - d - Tr, fue el distribuir en el tiempo las lluvias máximas en 24 horas obtenidas para los periodos de retorno 50, 100, 200, 500 y 1000 años, mediante su relación de éstas con la lluvia de una hora de duración y un tiempo de retorno de 2 años (metodo propuesto por F. C. Bell (2).

La formula propuesta es la siguiente:

$$P_{T,T}^d = (0.35 \ln Tr + 0.76) (0.54 d^{0.22} - 0.50) P_2^{60}$$

en donde:

$P_{T,T}^d$ = precipitación de duración " d " en minutos y periodo de retorno Tr en años, en mm.

P_2^{60} = precipitación de duración 60 minutos (una hora) y periodo de retorno dos años, en mm.

EL valor correspondiente para P_2^{60} , se determinó considerando una relación entre la lluvia de una hora y la de 24 horas de 0.40, según recomendaciones de D. M. Hershfield (2).

El valor para P_2^{240} (2.4 h) resultó de 144.4 (por Gumbel), por lo tanto el valor para P_2^{60} es:

$$P_2^{60} = 0.40 (144.4 \times 1.13 \times 0.925) = 0.40 \times 150.9 = 60.36 \text{ mm.}$$

Aplicando la formula de Bell, se obtuvieron las siguientes precipitaciones para las duraciones " d " = 5, 10, 15, 20, 30, 45, 60, 80, 100 y 120 minutos y " Tr " = 50, 100, 200, 500 y 1000 años:

Formula utilizada:

$$P_{T,T}^d = (0.35 \ln Tr + 0.76) (0.54 d^{0.22} - 0.50) 60.36$$

c. Determinación del tiempo de concentración.

Con el objeto de determinar la duración de la tormenta de diseño, se calculó el tiempo de concentración de la cuenca de Catazajá, igualándolo a dicha duración. Esto considerando a la cuenca analizada como " cuenca pequeña " para la cual es válido adoptar como duración de diseño el tiempo de concentración.

PRECIPITACIONES (mm)

s	duraciones (min)										
	5	10	15	20	30	45	60	80	100	120	1440
0	39.5	59.2	72.3	82.5	98.2	115.5	128.9	143.3	155.2	165.4	268.8
0	44.0	65.9	80.6	91.9	109.3	128.6	143.6	159.6	172.9	184.3	296.4
0	48.5	72.6	88.8	101.3	120.5	141.8	158.3	175.9	190.6	203.1	323.8
0	54.5	81.5	99.7	113.7	135.3	159.2	177.7	197.5	213.9	228.1	360.1
0	59.0	88.3	107.9	123.1	146.5	172.4	192.4	213.9	231.6	246.9	387.5

Transformando estas precipitaciones en intensidades se podrán construir a la vez las curvas I-d-Tr.

INTENSIDADES (mm/hr)

s	duraciones (min)										
	5	10	15	20	30	45	60	80	100	120	1440
0	474.0	355.2	289.2	247.5	196.4	154.0	128.9	107.5	93.1	82.7	11.2
0	528.0	395.4	322.4	275.7	218.6	171.5	143.6	119.7	103.7	92.2	12.4
0	582.0	435.6	355.2	303.9	241.0	189.1	158.3	131.9	114.4	101.6	13.5
0	654.0	489.0	398.8	341.1	270.6	212.3	177.7	148.1	128.3	114.1	15.0
0	708.0	529.8	431.6	369.3	293.0	229.9	192.4	160.4	139.0	123.9	16.1

La fórmula a utilizar fue la propuesta por Ven Te Chow, la cual es:

$$T_c = 0.01 (L / (s \wedge 0.5)) \wedge 0.64$$

en donde:

T_c = Tiempo de concentración en horas.

L = Longitud del cauce en metros.

S = Pendiente del cauce en porcentaje.

De los planos topográficos se tiene:

$$L = 20\ 000\ m$$

$$s = (40/20\ 000) \times 100 = 0.2\%$$

por lo tanto:

$$T_c = 0.01 (20\ 000 / (0.2 \wedge 0.5)) \wedge 0.64 = 9.47\ hr = 568\ min$$

De acuerdo con las curvas intensidad - duración - período de retorno y precipitación - duración - período de retorno. Interpolando valores para determinar intensidad y precipitación de diseño para una duración de 568 minutos, los resultados son:

T_c (años)	i m/s	p_{-24} (mm)
50	21	200
100	23	222
200	26	244
500	29	273
1000	31	295

d. Determinación de gastos máximos.

Se aplicarán los métodos de la Fórmula Racional y el de Ven Te Chow.

= Fórmula Racional.

La fórmula es: $Q = c \times i \times A$

en donde:

Q = gasto máximo, en m³/seg.

i = intensidad de diseño, en m/seg.

A = área de la cuenca, en m².

c = coeficiente de escurrimiento, adimensional.

El valor de coeficiente c , se adopta como 0.40, de acuerdo con la tabla No. 4.3.2.

Si el área de la cuenca es de $A = 410'000,000$ m², se tiene:

Tr (años)	Q (m ³ /seg)
50	957
100	1.047
200	1.184
500	1.321
1000	1.412

= Método de Ven Te Chow.

La fórmula propuesta es:

$$Q = A \times X \times Y \times Z$$

TABLA No. 4.3.2.

CARACTERÍSTICAS DE LA CUENCA PARA DETERMINAR EL COEFICIENTE DE ESCURRIMIENTO EN LA FÓRMULA RACIONAL (*)

DESIGNACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DE LA CUENCA	CARACTERÍSTICAS QUE PRODUCEN EL ESCURRIMIENTO.			
	100 EXTREMO	75 ALTO	50 NORMAL	25 BAJO
RELIEVE	(40) ESCARPADO, TERRENO ABRUPTO, CON PENDIENTE EN PROMEDIO SUPERIOR AL 30%.	(30) MONTAÑOSO, CON PENDIENTE PROMEDIO DE 10 A 30%.	(20) LONERIO, CON PENDIENTE PROMEDIO DE 5 A 10%.	(10) SUPERFICIE RELATIVAMENTE PLANA CON PENDIENTE PROMEDIO DE 0 A 5%.
INFILTRACIÓN EN EL SUELO	(20) CUBIERTA NO EFECTIVA, ROCA O SUELO FIJO CON CAPACIDAD DE INFILTRACIÓN DESPRECIABLE.	(15) LENTO PARA INFILTRAR EL AGUA, ARCILLA U OTRO SUELO CON CAPACIDAD DE INFILTRACIÓN BAJA.	(10) NORMAL, CAPACIDAD DE INFILTRACIÓN SEMEJANTE A LAS DE LA PAMPA. SUELOS LIMOSOS, PROFUNDOS.	(5) ALTA, ARENAS PROFUNDAS EN OTRO TIPO DE SUELO QUE TOMA EL AGUA RÁPIDAMENTE.
CUBIERTA VEGETAL	(20) CUBIERTA DE PLANTAS CON EFECTO DE INTERCEPCIÓN. CUBIERTA LLENA O ESPARCIDA.	(15) DE POBRE A REGULAR, CULTIVOS NUEVOS, EN TIEMPO DE COSECHA, O CUBIERTAS POBRES, MENORES AL 10% DE ÁREAS DE DRENAJE CON BUENA CUBIERTA	(10) DE REGULAR A BUENA: APROXIMADAMENTE EL 50% DEL ÁREA DE DRENAJE EN PASTIZALES, BOSQUES O CUBIERTA EQUIVALENTE, NO MATOSALES AL 50% EN ÁREAS DE COSECHA O CULTIVOS NUEVOS.	(5) DE BUENA A EXCELENTE: APROXIMADAMENTE DEL 90% DE ÁREAS DE DRENAJE EN PASTIZALES, BOSQUES O CUBIERTA EQUIVALENTE.
ALMACENAJE SUPERFICIAL	(20) DESPRECIABLE; POCAS DEPRESIONES SUPERFICIALES Y POCO PROFUNDAS, CORRIENTES ESCARPADAS Y PEQUEÑAS, SIN ESTANQUES Y PANTANOS.	(15) BAJO; UN SISTEMA BIEN DEFINIDO DE PEQUEÑAS CORRIENTES, SIN ESTANQUES Y PANTANOS.	(10) NORMAL, CONSIDERABLES DEPRESIONES SUPERFICIALES DE ALMACENAJE, SISTEMA DE DRENAJE PARECIDO A LAS ÁREAS TÍPICAS DE LA PAMPA, LAGOS, ESTANQUES Y PANTANOS MENORES AL 2% DEL ÁREA DE DRENAJE.	(5) ALTO; GRANDES DEPRESIONES SUPERFICIALES DE ALMACENAJE, SISTEMAS DE DRENAJE NO BIEN DEFINIDOS, PLANO AMPLIO DE LA AVENIDA DE ALMACENAMIENTO O UN GRAN NÚMERO DE LAGOS, PANTANOS O ESTANQUES.

(*) PARA OBTENER EL COEFICIENTE C EN PORCENTAJE, SUMAR DE ACUERDO CON LAS CARACTERÍSTICAS DE LA CUENCA EN ESTUDIO LOS CUATRO VALORES ENTRE PARENTESIS, CORRESPONDIENTES A CADA COLUMNA Y MENGLON.

FUENTE: ASCE

en donde:

Q = Gasto máximo, en m³/seg.

A = Área de la cuenca, en km².

X = Factor de escurrimiento, en cm/hr.

Y = Factor climático.

Z = Factor de reducción de pico.

= Factor de escurrimiento "X":

$$X = Pe / d \quad \text{y} \quad Pe = \frac{(P - 508 / N + 5.08) \wedge 2}{P + 2 \cdot 032 / N - 20.32}$$

en donde:

Pe = Precipitación en exceso, en cm.

d = Duración de la tormenta, en horas.

P = Precipitación llovida, en cm.

N = Número de escurrimiento.

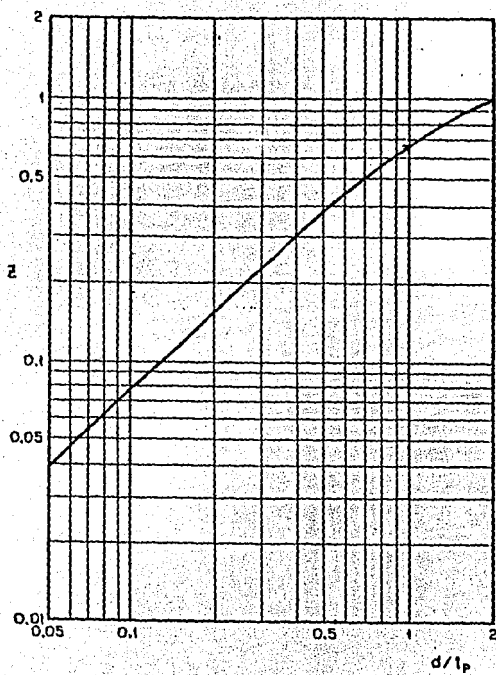
= Factor climático "Y":

$$Y = 2.78 (P / Pb)$$

en donde:

P = Precipitación de la zona en estudio.

Pb = Precipitación en la estación base.



Relación entre Z y d/l_p

FIG . 4.3.1.

TABLA "A"

Tr años	d hr	P cm	Pe cm	X	Y	d/tp	Z	Q m ³ /seg	Q adop m ³ /seg
50	3	17.0	7.8	2.60	2.78	0.32	0.23	682	840
	6	18.4	8.9	1.48	2.78	0.63	0.45	759	
	9	19.8	10.0	1.11	2.78	0.95	0.64	769	
	9.47	20.0	10.2	1.08	2.78	1.00	0.67	825	
	10	20.3	10.5	1.05	2.78	1.06	0.70	838	
	11	20.8	10.9	0.99	2.78	1.16	0.72	812	
100	9	22.0	11.9	1.32	2.78	0.95	0.64	963	985
	9.47	22.2	12.0	1.27	2.78	1.00	0.67	970	
	10	22.5	12.3	1.23	2.78	1.06	0.70	981	
	11	23.0	12.7	1.15	2.78	1.16	0.72	943	
200	9	24.2	13.8	1.53	2.78	0.95	0.64	1116	1135
	9.47	24.4	13.9	1.47	2.78	1.00	0.67	1123	
	10	24.7	14.2	1.42	2.78	1.06	0.70	1133	
	11	25.3	14.7	1.34	2.78	1.16	0.72	1100	
500	9	27.0	16.2	1.80	2.78	0.95	0.64	1313	1345
	9.47	27.3	16.5	1.74	2.78	1.00	0.67	1329	
	10	27.6	16.8	1.68	2.78	1.06	0.70	1341	
	11	28.2	17.3	1.57	2.78	1.16	0.72	1288	
1000	9	29.2	18.2	2.02	2.78	0.95	0.64	1474	1495
	9.47	29.5	18.5	1.95	2.78	1.00	0.67	1489	
	10	29.8	18.7	1.87	2.78	1.06	0.70	1492	
	11	30.4	19.3	1.75	2.78	1.16	0.72	1436	

se adoptó $Y = 2.78$, ya que la estación base se localiza dentro de la zona de estudio, por lo que la relación $P/P_b = 1$.

- Reducción de pico "Z".

El valor "Z", está en función de la relación d/t_p (ver fig. 4.3.1).

en donde:

t_p = tiempo de retraso, se considera igual al tiempo de concentración por tratarse de una cuenca pequeña.

Por lo tanto:

$t_p = 0.01 (L/s \wedge 0.5)$ (valor calculado para T_c en el inciso c)
 $t_p = 9.47$ hrs.

Para el número de escurrimiento N , se adoptó el valor de 67 obtenido por la CNA para el tipo de suelo hidrológico "B" y el uso del suelo ponderado según el porcentaje existente al respecto.

Aplicando el criterio de Ven Te Chow para diferentes duraciones de tormenta y para tiempos de retorno de 50, 100, 200, 500 y 1000 años, se obtuvieron los resultados mostrados en la tabla "A".

4.4 Volúmenes de arrastre de sólidos.

EL volumen de acarreo en suspensión susceptible de depositarse en la Laguna de Catazajá, se evaluó mediante la aplicación de un porcentaje al volumen escurrido.

Para esto se adoptó el porcentaje máximo medido en la estación hidrométrica Macuspana, la cual por su cercanía con la zona de estudio se consideró como representativa.

El valor máximo es de 0.014 % del volumen escurrido (ver tabla 4.4.1), por lo que tomando el valor medio anual de los resultados obtenidos en la generación de volúmenes mensuales se tiene:

$$\text{Vol. sedimentos anual} = 0.00014 \times 806\ 883\ 000 = 112.964 \text{ m}^3.$$

Si se considera un periodo de 50 años de vida útil para las obras del estudio, se tiene:

$$\text{Vol.}_{\text{sedv}} = 50 \times 112\,964 = 5'648.200 \text{ m}^3.$$

El valor obtenido corresponde a una evaluación apenas arriba de la cota 0.0 según la curva de áreas capacidades, lo cual indica la ausencia de problemas de depósito de sedimentos.

TABLA No. 4.4.1

RESUMEN DE DATOS ANUALES DE ACARREO DE AZOLVES EN SUSPENSION
ESTACION MACUSPANA, SOBRE EL RIO MACUSPANA

AÑO	AGUA MILES DE m ³	AZOLVE MILES DE m ³	% MEDIO POR VOLUMEN
1963	3 672 179.3	467.489	0.01273056
1964	4 697 242.9	463.644	0.00997056
1965	3 989 732.6	339.369	0.00850606
1966	4 369 151.4	318.674	0.00729372
1967	4 413 352.8	418.650	0.00948598
1968	4 564 822.8	417.367	0.00914312
1969	4 773 996.8	531.793	0.01113938
1970	4 663 769.5	646.154	0.01385476
1971	3 022 977.2	304.060	0.01005828
1972	3 415 263.8	439.841	0.01287869
1973	5 101 525.2	573.797	0.01124756
PROM	4 244 001.3	447.349	0.01054073

fuentes: boletín Hidrológico No. 38, Región Hidrológica No. 30 SRH.

4.5 Determinación de evaporaciones netas.

Las evaporaciones netas que se utilizaron posteriormente en el análisis del funcionamiento hidrológico

TABLA 4.5.1

EVAPORACIONES NETAS: CATAZAJA (mm)

Evap. neta = 0.7 Evap. medida - Precipitación

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1966	-166	-91	-165	-18	-81	-177	-133	-135	-604	-398	-62	-219
1967	-140	-24	70	4	55	-328	-6	-69	-534	-500	-73	-195
1968	-184	-165	-33	25	-158	-93	-43	-159	-321	-159	-332	-277
1969	-199	-41	-69	78	-18	-115	-31	-538	-593	-359	-340	10
1970	-59	-81	37	63	-161	-265	-413	-232	-470	-383	-267	-40
1971	20	23	-93	38	95	-49	-114	-276	-212	-153	-239	-17
1972	-11	-33	63	58	65	-374	-423	-154	-159	-74	-225	-161
1973	-31	-16	92	-35	-32	-39	-123	-678	-212	-356	-241	-93
1974	-2	-150	43	-7	-8	-300	-89	-86	-32	-24	-98	-39
1975	-117	-82	28	109	8	-35	-12	-57	-222	-512	-176	-72
1976	-77	-44	82	78	26	-106	-12	-108	-100	-90	-149	-81
1977	-66	-6	56	59	66	-5	17	-95	-117	-131	-164	-77
1978	-157	-53	-87	75	-82	-169	-57	-173	-164	-251	-82	-97
1979	-61	-19	27	84	14	-148	-2	-151	-231	-105	-87	-171
1980	15	-35	-6	56	40	-124	-72	-34	-305	-105	-75	-47
1981	-13	-144	-51	66	3	-192	-154	-336	-329	-180	32	-1
1982	-10	-45	71	60	-78	-197	-61	17	-347	-215	-85	-104
1983	-9	6	67	41	90	-40	-91	-5	-150	-171	8	-143
1984	-103	-9	76	108	-402	-149	-74	-84	-281	-110	26	41
1985	-91	19	22	-137	-23	-77	-44	-95	-181	-158	-80	-55

de la Laguna, fueron determinadas a partir de los datos de evaporación y medidos en la estación climatológica denominada Catazajá y de la estación Las Nubes como auxiliar en el complemento de los datos faltantes.

Ya que las láminas de evaporación registradas son medidas en evaporómetro y las condiciones que prevalecen en grandes masas de agua almacenada difieren de las observadas en una estación, se tiene la necesidad de multiplicar las mediciones por un factor correctivo el cual varía entre 70 y 80 % (recomendación de la SARH).

De acuerdo con lo anterior, el criterio adoptado para el cálculo de las evaporaciones netas fue el siguiente:

$$\text{Evaporación neta} = 0.7 \times \text{evaporación medida} - \text{precipitación.}$$

Este cálculo se realizó para cada mes de cada uno de los veinte años del periodo analizado. La evaporación neta se tomó como negativa, cuando el 70 % de la evaporación medida fue menor a la lámina de lluvia en el mes calculado.

Los resultados se muestran en la tabla No. 4.5.1.

4.6 Funcionamiento Hidrológico de la Laguna.

Una vez determinados los escurrimientos mensuales para un periodo de 20 años y las evaporaciones netas correspondientes, junto con el auxilio de las curvas áreas - capacidades elaboradas por la CNA (3), se procedió a predecir el comportamiento de la Laguna de Catazajá para las dos etapas en las que se construirán las obras de control.

a. Primera etapa.

Durante los años que opere la primera etapa del proyecto, se tendrán como únicas obras de control varios bordos o diques vertedores, cuya función será permitir durante la época de estiaje el almacenamiento de agua e impidiendo que la Laguna se vacíe. Así mismo, en época de lluvias, los bordos o diques funcionarán como vertedores cuando el nivel del agua sobrepase su corona, o se mantendrán sumergidos sin afectar el funcionamiento de la Laguna.

Para determinar la elevación de la corona de los diques vertedores que permitan las funciones descritas, se procedió a realizar la simulación del funcionamiento del vaso. A continuación se describen las actividades realizadas al respecto:

(3) Estudio Hidrológico, Playas de Catazajá. Gerencia Estatal Chiapas. CNA.

Un primer funcionamiento se realizó adoptando para la elevación del nivel de aguas almacenadas el valor de 4.00 metros, correspondiente a la corona de los bordos vertederos previstas para la primera etapa del proyecto. Para el efecto, se utilizó un programa de computadora como instrumento auxiliar en los cálculos realizados.

El resultado de este primer análisis indica que la Laguna se mantuvo con el nivel máximo durante casi todo el período de análisis, con excepción de tres meses en los cuales la evaporación resultó mayor al volumen de entrada y el nivel de agua bajó a un máximo de 0.11 metros, lo cual era de esperarse ya que no se prevé ningún otro tipo de extracción en el vaso.

La tabla 4.6.1 presenta la corrida efectuada para este primer funcionamiento, en donde de acuerdo al cuadro resumen respectivo, la evaporación media mensual en la Laguna de Catazajá es de $-8,511.5 \times 10^3 \text{ m}^3$ y el volumen derramado durante el período $1,753 \times 10^4$ millones de m^3 , lo que permite concluir que el vaso se mantendrá a su máxima capacidad durante todos los meses del año.

Posteriormente y con base en los comentarios expuestos durante las reuniones sostenidas con personal técnico del Gobierno del Estado, los cuales se enfocaron a definir la profundidad permanente que debería tener la Laguna, se procedió a realizar un segundo funcionamiento que contemplara las siguientes necesidades mínimas solicitadas en dichas reuniones.

- La profundidad será mínima posible, con el fin de optimizar la altura de los bordos vertederos.
- Con objeto de garantizar el desarrollo apropiado de las especies, la Delegación Federal de la Secretaría de Pesca en el Estado de Chiapas recomendó un mínimo de 2.00 m de profundidad permanente en la Laguna.
- Se pidió asegurar una altura mínima de agua encima de la corona de los bordos de 0.75 m, para el paso de peces en época de avenidas desde la zona de inundación del Usumacinta.

De acuerdo con estas necesidades se planteó la altura de bordo a la elevación 3.00 metros, considerando que además de cubrir lo solicitado por SEPESCA, se obtendrá un margen de seguridad apropiado.

Por otra parte, con el objeto de conocer la factibilidad de que el nivel de inundación provocado por el desbordamiento del Usumacinta en época de avenida se mantenga como mínimo, a 0.75 metros encima de la corona para facilitar el paso de peces, se realizó el siguiente cálculo genérico:

Se determinó el valor medio mensual de los volúmenes escurridos en el río Usumacinta, sumando los

correspondientes medidos en las estaciones hidrométricas San Pedro Tabasco y Boca del Cerro, para los meses de junio a diciembre en 31 años registrados.

El valor obtenido fue de 7'123.973 miles de m³.

Teniendo en cuenta que el área calculada aproximada de inundación es de 350 km² y con una profundidad de inundación de 3.75 metros, el volumen necesario para cubrir esta área sería de 1'312.500 miles de m³, lo que representa el 18.4 % del volumen medio mensual obtenido. Esto sin tener en cuenta las aportaciones del río Chacamax que se une al Usumacinta aguas abajo de las estaciones hidrométricas mencionadas y antes de la zona de inundación.

Lo anterior, a reserva de efectuar cálculos más detallados, indica que la altura mínima de 0.75 metros requerida para el paso de peces en época de avenidas, estará asegurada con una altura de 3.00 metros.

Teniendo en cuenta los aspectos mencionados, se realizó un segundo funcionamiento del vaso, considerando el nivel del agua en la Laguna a una altura de 3.00 metros (ver tabla No. 4.6.2).

Los datos obtenidos de este funcionamiento manifiestan, como en el primero, que el nivel del agua en la Laguna se mantendrá prácticamente a su máximo, ya que las evaporaciones presentadas con respecto a las entradas son mínimas, teniéndose en dos meses un nivel menor en un centímetro con respecto al máximo.

De acuerdo con los resultados de los funcionamientos realizados, se adoptó para la corona de los diques vertedores de la primera etapa del proyecto, el nivel de 3.00 m.

b. Segunda etapa.

Las obras que se pretende implantar durante la segunda etapa del proyecto, son un bordo - camino a la elevación de 7.50 m y tres estructuras que alojarán una zona de compuertas radiales, las cuales controlarán el nivel del agua en la Laguna de tal forma que se mantenga a la elevación de 3.00 m durante la época de estiaje y no se eleve a niveles indeseables en la de lluvias. Lo anterior implica, que las compuertas estarán cerradas en tiempos de secas y completamente abiertas en avenidas.

Por lo tanto, el análisis del funcionamiento hidrológico de la Laguna en esta etapa, se abocó a predecir el comportamiento del nivel del agua ante la presencia de una creciente que tuviera que controlarse y desalojarse a través de la zona de compuertas. Este comportamiento se analizó mediante el tránsito de la avenida de diseño, el cual se explica en el subcapítulo siguiente.

1.7 Tránsito de la avenida de diseño por el vertedor.

Finalidad de esta actividad, es la de prever el comportamiento del vaso ante la presencia de una

TABLA No. 4.6.1

FUNCIONAMIENTO DEL VASO

ELEVACION DEL NANO = 4.00 m

ELEVACION INICIAL EN EL VASO (metros) 0

VOLUMEN ALMACENADO INICIAL (mlles m³) 4060

MES	ELEVACION AL NANO EN MSNM	CAPACIDAD AL NANO MILES M ³	ELEVACION AL NANO EN MSNM	CAPACIDAD AL NANO MILES M ³	DEMANDA PROPUESTA MILES M ³	ELEV MEDIA DESFOQUE EN MSNM	ENTRA CUENCA PROPIA MILES M ³
ENE	4	175700	0	4060	0	0	62026
FEB	4	175700	0	4060	0	0	44730
MAR	4	175700	0	4060	0	0	41664
ABR	4	175700	0	4060	0	0	24351
MAY	4	175700	0	4060	0	0	32021
JUN	4	175700	0	4060	0	0	61158
JUL	4	175700	0	4060	0	0	53736
AGO	4	175700	0	4060	0	0	75776
SEP	4	175700	0	4060	0	0	120694
OCT	4	175700	0	4060	0	0	126499
NOV	4	175700	0	4060	0	0	87886
DIC	4	175700	0	4060	0	0	76344
ANUAL							806883
MEDIA							67240

DATOS DE LAS CURVAS ELEVACIONES-VOLUMENES ALMACENADOS Y ELEVACIONES-AREAS

ELEVACIONES EN EL VASO EN MSNM	AREAS INUNDADAS POR EL VASO EN KM ²	ALMACENAMIENTO TOTAL EN EL VASO EN MILES M ³
0	9	4,060
1	35	26,110
2	48	67,660
3	54	118,900
4	59	175,700
5	64	237,210
6	67	302,590
7	70	370,950

RESULTADOS DE LA SIMULACION DEL FUNCIONAMIENTO DEL VASO

SITIO: LAGUNA DE CATAZAJA

AÑO : 1966

MES	APORTACION MILES M3	DEMANDA MILES M3	EVAP MILES M3	DERRAME MILES M3	ALMACENA MILES M3	ELEVACS MSNM	DEFIC %
ENE	114079	0	-5296	0	123435	3.07904	0
FEB	61994	0	-5186	14915	175700	4	0
MAR	79991	0	-9863	89854	175700	4	0
ABR	54710	0	-1120	55830	175700	4	0
MAY	41021	0	-4965	45966	175700	4	0
JUN	53376	0	-10785	64161	175700	4	0
JUL	75669	0	-8190	83859	175700	4	0
AGO	58707	0	-8378	67085	175700	4	0
SEP	244770	0	-37236	282006	175700	4	0
OCT	166897	0	-29236	196133	175700	4	0
NOV	66639	0	-4016	70655	175700	4	0
DIC	147776	0	-13519	161295	175700	4	0
ANUAL	1165629	0	-137790	1131779			

AÑO : 1967

MES	APORTACION MILES M3	DEMANDA MILES M3	EVAP MILES M3	DERRAME MILES M3	ALMACENA MILES M3	ELEVACS MSNM	DEFIC %
ENE	102727	0	-8934	111661	175700	4	0
FEB	29653	0	-1506	27159	175700	4	0
MAR	8653	0	4216	4437	175700	4	0
ABR	31731	0	238	31493	175700	4	0
MAY	17032	0	3321	13711	175700	4	0
JUN	127289	0	-19591	146880	175700	4	0
JUL	26452	0	-381	26833	175700	4	0
AGO	34285	0	-4185	38440	175700	4	0
SEP	137455	0	-32388	169843	175700	4	0
OCT	244361	0	-32012	278275	175700	4	0
NOV	74295	0	-5325	79620	175700	4	0
DIC	134397	0	-12080	146477	175700	4	0
ANUAL	966230	0	-108597	1074827			

AÑO : 1968

MES	APORTACION MILES M3	DEMANDA MILES M3	EVAP MILES M3	DERRAME MILES M3	ALMACENA MILES M3	ELEVACS MSNM	DEFIC %
ENE	110707	0	-11686	122393	175700	4	0
FEB	92407	0	-10395	102802	175700	4	0
MAR	44949	0	-2063	49012	175700	4	0
ABR	33617	0	1526	32091	175700	4	0
MAY	50194	0	-9545	59739	175700	4	0
JUN	58768	0	-5715	64483	175700	4	0
JUL	44564	0	-2648	47212	175700	4	0
AGO	45231	0	-9695	74926	175700	4	0
SEP	125773	0	-19851	145624	175700	4	0
OCT	102678	0	-10997	112775	175700	4	0
NOV	104867	0	-20838	125705	175700	4	0
DIC	140618	0	-17478	158096	175700	4	0
ANUAL	976373	0	-118487	1094860			

AÑO : 1969

MES	APORTACION MILES M3	DEMANDA MILES M3	EVAP. MILES M3	DERRAME MILES M3	ALMACENA MILES M3	ELEVACS MSNM	DEFIC %
ENE	153136	0	-12688	165824	175700	4	0
FEB	6540	0	-2620	9160	175700	4	0
MAR	42417	0	-4110	46527	175700	4	0
ABR	16561	0	4754	11807	175700	4	0
MAY	36334	0	-1074	37408	175700	4	0
JUN	41030	0	-6970	48000	175700	4	0
JUL	30668	0	-1891	32559	175700	4	0
AGO	248660	0	-32512	280972	175700	4	0
SEP	257977	0	-43444	301421	175700	4	0
OCT	215526	0	-27059	242585	175700	4	0
NOV	189794	0	-23555	213349	175700	4	0
DIC	35713	0	664	35049	175700	4	0
ANUAL	1274156	0	-150504	1424661			

AÑO : 1970

MES	APORTACION MILES M3	DEMANDA MILES M3	EVAP. MILES M3	DERRAME MILES M3	ALMACENA MILES M3	ELEVACS MSNM	DEFIC %
ENE	25211	0	-3571	28782	175700	4	0
FEB	66709	0	-4884	71593	175700	4	0
MAR	26176	0	2285	23891	175700	4	0
ABR	32240	0	3787	28453	175700	4	0
MAY	69438	0	-9704	79142	175700	4	0
JUN	59551	0	-16415	75966	175700	4	0
JUL	106039	0	-25554	131593	175700	4	0
AGO	147245	0	-14668	161913	175700	4	0
SEP	191434	0	-30001	221435	175700	4	0
OCT	179668	0	-25780	205448	175700	4	0
NOV	134770	0	-17537	152307	175700	4	0
DIC	52829	0	-2546	55375	175700	4	0
ANUAL	1091310	0	-144587	1235898			

AÑO : 1971

MES	APORTACION MILES M3	DEMANDA MILES M3	EVAP. MILES M3	DERRAME MILES M3	ALMACENA MILES M3	ELEVACS MSNM	DEFIC %
ENE	11249	0	1226	10023	175700	4	0
FEB	13803	0	1371	12432	175700	4	0
MAR	41798	0	-5550	47548	175700	4	0
ABR	19221	0	2317	16904	175700	4	0
MAY	4795	0	5582	0	174813	3.984386	0
JUN	21401	0	-2900	23414	175700	4	0
JUL	29772	0	-6850	36622	175700	4	0
AGO	75484	0	-16722	92206	175700	4	0
SEP	73901	0	-13202	87103	175700	4	0
OCT	83182	0	-9508	94690	175700	4	0
NOV	124704	0	-14895	139599	175700	4	0
DIC	18562	0	-1077	19639	175700	4	0
ANUAL	519872	0	-60109	579981			

AÑO : 1972

MES	APORTACION MILES M3	DEMANDA MILES M3	EVAP MILES M3	DERRAME MILES M3	ALMACENA MILES M3	ELEVACS MSMN	DEFIC %
ENE	19104	0	-659	19763	175700	4	0
FEB	34311	0	-1978	36290	175700	4	0
MAR	10479	0	3816	6663	175700	4	0
ABR	20609	0	3449	17160	175700	4	0
MAY	10520	0	3891	6629	175700	4	0
JUN	112901	0	-22240	135141	175700	4	0
JUL	106112	0	-26774	132886	175700	4	0
AGO	54871	0	-9761	64612	175700	4	0
SEP	41699	0	-9793	51492	175700	4	0
OCT	46859	0	-4525	51384	175700	4	0
NOV	62753	0	-13755	76508	175700	4	0
DIC	112229	0	-9963	122192	175700	4	0
ANUAL	632447	0	-88273	720721			

AÑO : 1973

MES	APORTACION MILES M3	DEMANDA MILES M3	EVAP MILES M3	DERRAME MILES M3	ALMACENA MILES M3	ELEVACS MSMN	DEFIC %
ENE	31879	0	-1953	33832	175700	4	0
FEB	24754	0	-968	25722	175700	4	0
MAR	8244	0	5536	2708	175700	4	0
ABR	37686	0	-2076	39762	175700	4	0
MAY	22286	0	-1942	24228	175700	4	0
JUN	29466	0	-2345	31811	175700	4	0
JUL	42931	0	-7430	50361	175700	4	0
AGO	216010	0	-41425	257435	175700	4	0
SEP	116847	0	-15072	131919	175700	4	0
OCT	156489	0	-22505	178994	175700	4	0
NOV	103271	0	-15471	118742	175700	4	0
DIC	57851	0	-5851	63702	175700	4	0
ANUAL	847714	0	-111501	959216			

AÑO : 1974

MES	APORTACION MILES M3	DEMANDA MILES M3	EVAP MILES M3	DERRAME MILES M3	ALMACENA MILES M3	ELEVACS MSMN	DEFIC %
ENE	26878	0	-123	27001	175700	4	0
FEB	72597	0	-9033	81630	175700	4	0
MAR	37757	0	2666	35091	175700	4	0
ABR	28192	0	-424	28616	175700	4	0
MAY	25559	0	-482	26041	175700	4	0
JUN	71719	0	-18056	89775	175700	4	0
JUL	64046	0	-5537	69583	175700	4	0
AGO	31862	0	-5924	37786	175700	4	0
SEP	18314	0	-1940	20254	175700	4	0
OCT	85304	0	-1439	86743	175700	4	0
NOV	40244	0	-6088	46332	175700	4	0
DIC	41935	0	-2377	45312	175700	4	0
ANUAL	544407	0	-48758	593164			

ARO : 1975

MES	APORTACION MILES M3	DEMANDA MILES M3	EVAP MILES M3	DERRAME MILES M3	ALMACENA MILES M3	ELEVACS MSWM	DEFIC %
ENE	49053	0	-6583	55636	118900	3	0
FEB	57586	0	-4653	62241	118900	3	0
MAR	28749	0	1596	27153	118900	3	0
ABR	319	0	6015	0	113204	2,68879	0
MAY	26115	0	432	19987	118900	3	0
JUN	25554	0	-1933	27487	118900	3	0
JUL	22382	0	-667	23049	118900	3	0
AGO	23854	0	-3156	27010	118900	3	0
SEP	78562	0	-12328	90890	118900	3	0
OCT	189926	0	-29746	219672	118900	3	0
NOV	123323	0	-10821	134144	118900	3	0
DIC	43461	0	-4283	47744	118900	3	0
ANUAL	668883	0	-66128	735012			

ARO : 1976

MES	APORTACION MILES M3	DEMANDA MILES M3	EVAP MILES M3	DERRAME MILES M3	ALMACENA MILES M3	ELEVACS MSWM	DEFIC %
ENE	43995	0	-4344	48339	118900	3	0
FEB	42378	0	-2484	44862	118900	3	0
MAR	10755	0	4616	6139	118900	3	0
ABR	11772	0	4262	7510	118900	3	0
MAY	20285	0	1422	18663	118900	3	0
JUN	46225	0	-5849	52074	118900	3	0
JUL	30171	0	-679	30500	118900	3	0
AGO	61112	0	-6015	67127	118900	3	0
SEP	57426	0	-5719	63216	118900	3	0
OCT	72748	0	-5134	77882	118900	3	0
NOV	100854	0	-8581	109436	118900	3	0
DIC	92415	0	-4761	97176	118900	3	0
ANUAL	590207	0	-33268	623475			

ARO : 1977

MES	APORTACION MILES M3	DEMANDA MILES M3	EVAP MILES M3	DERRAME MILES M3	ALMACENA MILES M3	ELEVACS MSWM	DEFIC %
ENE	55981	0	-3849	59830	118900	3	0
FEB	25022	0	-342	25364	118900	3	0
MAR	32950	0	3106	29844	118900	3	0
ABR	10429	0	3283	7346	118900	3	0
MAY	22252	0	3610	18642	118900	3	0
JUN	33943	0	-276	34219	118900	3	0
JUL	21898	0	949	20949	118700	3	0
AGO	40707	0	-5251	45958	118900	3	0
SEP	63066	0	-6592	69658	118900	3	0
OCT	56509	0	-7505	64014	118900	3	0
NOV	125915	0	-11074	136989	118900	3	0
DIC	62770	0	-4586	67356	118900	3	0
ANUAL	551644	0	-20526	580167			

AÑO : 1978

MES	APORTACION MILES M3	DEMANDA MILES M3	EVAP. MILES M3	DERRAME MILES M3	ALMACENA MILES M3	ELEVACS MSMH	DEFIC %
ENE	90131	0	-9680	99811	175700	4	0
FEB	56364	0	-3310	59674	175700	4	0
MAR	86815	0	-5345	92160	175700	4	0
ABR	14153	0	-4669	9484	175700	4	0
MAY	26733	0	-4885	31618	175700	4	0
JUN	82042	0	-10207	92269	175700	4	0
JUL	46005	0	-3549	49554	175700	4	0
AGO	69192	0	-10564	79756	175700	4	0
SEP	110002	0	-10161	120164	175700	4	0
OCT	176933	0	-15800	192733	175700	4	0
NOV	64136	0	-5286	69422	175700	4	0
DIC	123044	0	-5985	129029	175700	4	0
ANUAL	945570	0	-80104	1025673			

AÑO : 1979

MES	APORTACION MILES M3	DEMANDA MILES M3	EVAP. MILES M3	DERRAME MILES M3	ALMACENA MILES M3	ELEVACS MSMH	DEFIC %
ENE	55846	0	-3852	59698	175700	4	0
FEB	38683	0	-1167	39850	175700	4	0
MAR	25081	0	1639	23442	175700	4	0
ABR	8039	0	5048	2991	175700	4	0
MAY	18834	0	831	18003	175700	4	0
JUN	51834	0	-8863	60697	175700	4	0
JUL	43368	0	-123	43491	175700	4	0
AGO	67264	0	-9186	76450	175700	4	0
SEP	159160	0	-14294	173454	175700	4	0
OCT	104986	0	-6727	111713	175700	4	0
NOV	56246	0	-5458	61704	175700	4	0
DIC	167750	0	-10519	178269	175700	4	0
ANUAL	797091	0	-52673	849764			

AÑO : 1980

MES	APORTACION MILES M3	DEMANDA MILES M3	EVAP. MILES M3	DERRAME MILES M3	ALMACENA MILES M3	ELEVACS MSMH	DEFIC %
ENE	48309	0	962	47347	175700	4	0
FEB	36572	0	-2134	38706	175700	4	0
MAR	50717	0	-364	51081	175700	4	0
ABR	15490	0	3423	12067	175700	4	0
MAY	14932	0	2387	12545	175700	4	0
JUN	60763	0	-7401	68164	175700	4	0
JUL	50366	0	-4441	54827	175700	4	0
AGO	35485	0	-2083	37568	175700	4	0
SEP	134021	0	-18549	152570	175700	4	0
OCT	76869	0	-6883	83552	175700	4	0
NOV	60089	0	-4654	64743	175700	4	0
DIC	50848	0	-2895	53743	175700	4	0
ANUAL	634481	0	-42431	676911			

AÑO : 1981

MES	APORTACION MILES M3	DEMANDA MILES M3	EVAP MILES M3	DERRAME MILES M3	ALMACENA MILES M3	ELEVACS MSMM	DEFIC %
ENE	61166	0	-796	41962	175700	4	0
FEB	103026	0	-8858	111884	175700	4	0
MAR	132375	0	-3200	135575	175700	4	0
ABR	30527	0	4176	26351	175700	4	0
MAY	44865	0	181	44704	175700	4	0
JUN	100332	0	-11689	112021	175700	4	0
JUL	108999	0	-9643	118643	175700	4	0
AGO	112746	0	-21137	133665	175700	4	0
SEP	134435	0	-20816	155249	175700	4	0
OCT	132026	0	-11447	143493	175700	4	0
NOV	98813	0	2030	96783	175700	4	0
DIC	30452	0	-62	30514	175700	4	0
ANUAL	1089785	0	-81300	1171685			

AÑO : 1982

MES	APORTACION MILES M3	DEMANDA MILES M3	EVAP MILES M3	DERRAME MILES M3	ALMACENA MILES M3	ELEVACS MSMM	DEFIC %
ENE	47592	0	-604	48196	175700	4	0
FEB	29859	0	-2745	32605	175700	4	0
MAR	58051	0	4291	53760	175700	4	0
ABR	24477	0	3673	20804	175700	4	0
MAY	36621	0	-4679	41300	175700	4	0
JUN	100257	0	-11969	112226	175700	4	0
JUL	48257	0	-3828	52085	175700	4	0
AGO	28452	0	1040	27412	175700	4	0
SEP	149196	0	-20902	170096	175700	4	0
OCT	160013	0	-13762	173775	175700	4	0
NOV	87746	0	-5446	93192	175700	4	0
DIC	57433	0	-6477	63910	175700	4	0
ANUAL	827953	0	-61411	889365			

AÑO : 1983

MES	APORTACION MILES M3	DEMANDA MILES M3	EVAP MILES M3	DERRAME MILES M3	ALMACENA MILES M3	ELEVACS MSMM	DEFIC %
ENE	43741	0	-554	44295	175700	4	0
FEB	42623	0	365	42258	175700	4	0
MAR	18637	0	4073	14564	175700	4	0
ABR	23168	0	2450	20718	175700	4	0
MAY	8660	0	5399	3261	175700	4	0
JUN	31013	0	-2374	33387	175700	4	0
JUL	61878	0	-5502	67380	175700	4	0
AGO	32781	0	-308	33089	175700	4	0
SEP	70347	0	-9067	79414	175700	4	0
OCT	81799	0	-10594	92393	175700	4	0
NOV	36723	0	498	36225	175700	4	0
DIC	78160	0	-8661	86821	175700	4	0
ANUAL	529529	0	-24274	553804			

AÑO : 1984

MES	APORTACION MILES M3	DEMANDA MILES M3	EVAP MILES M3	DERRAME MILES M3	ALMACENA MILES M3	ELEVACS MSNM	DEFIC %
ENE	77011	0	-6399	83410	175700	4	0
FEB	32310	0	-958	32868	175700	4	0
MAR	56554	0	4594	51960	175700	4	0
ABR	980	0	6578	0	170102	3,901446	0
MAY	110308	0	-23711	128421	175700	4	0
JUN	85510	0	-9411	94921	175700	4	0
JUL	63480	0	-4612	68092	175700	4	0
AGO	50022	0	-5160	55202	175700	4	0
SEP	144697	0	-17219	161916	175700	4	0
OCT	84172	0	-7022	91194	175700	4	0
NOV	23852	0	1618	22234	175700	4	0
DIC	18665	0	2462	16403	175700	4	0
ANUAL	747761	0	-58861	806622			

AÑO : 1985

MES	APORTACION MILES M3	DEMANDA MILES M3	EVAP MILES M3	DERRAME MILES M3	ALMACENA MILES M3	ELEVACS MSNM	DEFIC %
ENE	72723	0	-5444	78167	175700	4	0
FEB	31406	0	1176	30230	175700	4	0
MAR	30130	0	1328	28802	175700	4	0
ABR	72894	0	-8260	81154	175700	4	0
MAY	33618	0	-1426	35044	175700	4	0
JUN	30168	0	-4660	34828	175700	4	0
JUL	51635	0	-2663	54298	175700	4	0
AGO	61744	0	-5818	67562	175700	4	0
SEP	104728	0	-11160	115888	175700	4	0
OCT	109131	0	-9929	119060	175700	4	0
NOV	78605	0	-5034	83719	175700	4	0
DIC	59762	0	-3413	63175	175700	4	0
ANUAL	736622	0	-55302	791928			

TABLA No. 4. 6. 1.

CUADRO RESUMEN PROMEDIOS EN CADA MES

MES	ELEVACIONES EN EL VASO EN MSNM	VOLS DEMANDAS REALES MILES M3	VOLUMENES EVAPS. NETAS MILES M3
EHE	3.95	0	-4299
FEB	4.00	0	-3026
MAR	4.00	0	702
ABR	3.99	0	2447
MAY	4.00	0	-1739
JUN	4.00	0	-9017
JUL	4.00	0	-6003
AGO	4.00	0	-10605
SEP	4.00	0	-17388
OCT	4.00	0	-14482
NOV	4.00	0	-8812
DIC	4.00	0	-5714
MEDIAS	4.00	0	-6512

DERRAMES DE TODO EL PERIODO (MILES M3) 1.752879E+07

TABLA No. 4.6.2

FUNCIONAMIENTO DEL VASO

ELEVACION DEL NAWO = 3.00 m

ELEVACION INICIAL EN EL VASO (metros) 0
 VOLUMEN ALMACENADO INICIAL (miles m³) 4060

MES	ELEVACION		CAPACIDAD		DEMANDA PROPUESTA MILES M ³	ELEV MEDIA DESFOGUE EN MSNM	ENTRA CUENCA PROP/1/ MILES M ³
	AL NAWO EN MSNM	AL NAWO MILES M ³	AL NAWO EN MSNM	AL NAWO MILES M ³			
ENE	3	118900	0	4060	0	0	62226
FEB	3	118900	0	4060	0	0	44730
MAR	3	118900	0	4060	0	0	41664
ABR	3	118900	0	4060	0	0	24351
MAY	3	118900	0	4060	0	0	32021
JUN	3	118900	0	4060	0	0	61158
JUL	3	118900	0	4060	0	0	53736
AGO	3	118900	0	4060	0	0	75776
SEP	3	118900	0	4060	0	0	120694
OCT	3	118900	0	4060	0	0	126499
NOV	3	118900	0	4060	0	0	87286
DIC	3	118900	0	4060	0	0	76344
ANUAL					0		806983
MEDIA					0		67240

DATOS DE LAS CURVAS ELEVACIONES-VOLUMENES ALMACENADOS Y ELEVACIONES-AREAS

ELEVACIONES EN EL VASO EN MSNM	AREAS INUNDADAS POR EL VASO EN KM ²	ALMACENAMIENTO TOTAL EN EL VASO EN MILES M ³
0	9	4060
1	35	26110
2	48	67680
3	54	118900
4	59	175700
5	64	237210
6	67	302590
7	70	370950

RESULTADOS DE LA SIMULACION DEL FUNCIONAMIENTO DEL VASO

SITIO: LAGUNA DE CATAZAJA

AÑO : 1966

MES	APORTACION MILES M3	DEMANDA MILES M3	EVAP MILES M3	DERRAME MILES M3	ALMACENA MILES M3	ELEVACS MSNM	DEFIC %
ENE	114079	0	-5264	4503	118900	3	0
FEB	61994	0	-4966	66960	118900	3	0
MAR	79991	0	-9436	89427	118900	3	0
ABR	34710	0	-1045	55755	118900	3	0
MAY	41021	0	-4597	45618	118900	3	0
JUN	53376	0	-9970	63346	118900	3	0
JUL	75669	0	-7589	83258	118900	3	0
AGO	58707	0	-7803	66510	118900	3	0
SEP	244770	0	-34534	279304	118900	3	0
OCT	166897	0	-25969	192866	118900	3	0
NOV	66639	0	-3777	70416	118900	3	0
DIC	147776	0	-12551	160327	118900	3	0
ANUAL	1165629	0	-127502	1178291			

AÑO : 1967

MES	APORTACION MILES M3	DEMANDA MILES M3	EVAP MILES M3	DERRAME MILES M3	ALMACENA MILES M3	ELEVACS MSNM	DEFIC %
ENE	102727	0	-8419	111146	118900	3	0
FEB	25653	0	-1412	27065	118900	3	0
MAR	8653	0	3087	4766	118900	3	0
ABR	31731	0	218	31513	118900	3	0
MAY	17032	0	3065	13967	118900	3	0
JUN	127269	0	-18031	145320	118900	3	0
JUL	26452	0	-359	26811	118900	3	0
AGO	34285	0	-3831	38116	118900	3	0
SEP	137455	0	-29909	167364	118900	3	0
OCT	246261	0	-30178	276439	118900	3	0
NOV	74295	0	-4734	79029	118900	3	0
DIC	134397	0	-11239	145636	118900	3	0
ANUAL	966230	0	-100942	1067172			

AÑO : 1968

MES	APORTACION MILES M3	DEMANDA MILES M3	EVAP MILES M3	DERRAME MILES M3	ALMACENA MILES M3	ELEVACS MSNM	DEFIC %
ENE	110707	0	-10999	121706	118900	3	0
FEB	92407	0	-9766	102173	118900	3	0
MAR	46949	0	-1931	48880	118900	3	0
ABR	33617	0	1412	32205	118900	3	0
MAY	50194	0	-8809	59003	118900	3	0
JUN	38768	0	-5291	64059	118900	3	0
JUL	44564	0	-2454	47018	118900	3	0
AGO	65231	0	-8966	74197	118900	3	0
SEP	125773	0	-18466	144219	118900	3	0
OCT	102678	0	-9501	112179	118900	3	0
NOV	104867	0	-19549	124416	118900	3	0
DIC	140618	0	-16419	157037	118900	3	0
ANUAL	976373	0	-110720	1087092			

AGO : 1969

MEB	APORTACION MILES M3	DEMANDA MILES M3	EVAP MILES M3	DERRAME MILES M3	ALMACENA MILES M3	ELEVACS MSNM	DEFIC %
ENE	153136	0	-11953	165089	118900	3	0
FEB	6540	0	-2470	9010	118900	3	0
MAR	42417	0	-3779	46196	118900	3	0
ABR	16561	0	4396	12165	118900	3	0
MAY	36334	0	-988	37322	118900	3	0
JUN	41030	0	-6437	47467	118900	3	0
JUL	30668	0	-1749	32417	118900	3	0
AGO	248460	0	-30000	278461	118900	3	0
SEP	257977	0	-38602	296579	118900	3	0
OCT	215526	0	-24038	239564	118900	3	0
NOV	189794	0	-21036	210830	118900	3	0
DIC	35713	0	613	35100	118900	3	0
ANUAL	1274156	0	-136043	1410199			

AGO : 1970

MEB	APORTACION MILES M3	DEMANDA MILES M3	EVAP MILES M3	DERRAME MILES M3	ALMACENA MILES M3	ELEVACS MSNM	DEFIC %
ENE	25211	0	-3297	28508	118900	3	0
FEB	66709	0	-4503	71212	118900	3	0
MAR	26176	0	2122	24054	118900	3	0
ABR	32840	0	3490	28750	118900	3	0
MAY	69438	0	-8952	78390	118900	3	0
JUN	59551	0	-15270	74821	118900	3	0
JUL	106039	0	-23748	129787	118900	3	0
AGO	147245	0	-13784	161029	118900	3	0
SEP	191434	0	-28274	219708	118900	3	0
OCT	179668	0	-23566	203214	118900	3	0
NOV	151770	0	-16321	151091	118900	3	0
DIC	52829	0	-2397	55226	118900	3	0
ANUAL	1091310	0	-134478	1225789			

AGO : 1971

MEB	APORTACION MILES M3	DEMANDA MILES M3	EVAP MILES M3	DERRAME MILES M3	ALMACENA MILES M3	ELEVACS MSNM	DEFIC %
ENE	11249	0	1135	10114	118900	3	0
FEB	13803	0	1261	12542	118900	3	0
MAR	41798	0	-5107	46905	118900	3	0
ABR	19221	0	2143	17078	118900	3	0
MAY	4795	0	5233	0	118462	2,991457	0
JUN	21401	0	-2663	23627	118900	3	0
JUL	29772	0	-6314	36086	118900	3	0
AGO	75484	0	-15435	90919	118900	3	0
SEP	73901	0	-12318	86219	118900	3	0
OCT	85182	0	-8862	96044	118900	3	0
NOV	124704	0	-13911	138613	118900	3	0
DIC	18562	0	-1013	19575	118900	3	0
ANUAL	519872	0	-92854	575726			

AGO : 1972

MES	APORTACION MILES M3	DEMANDA MILES M3	EVAP MILES M3	DERRAME MILES M3	ALMACENA MILES M3	ELEVACS MSHM	DEFIC %
ENE	19104	0	-607	19711	118900	3	0
FEB	34311	0	-1822	36133	118900	3	0
MAR	10479	0	3523	6956	118900	3	0
ABR	20609	0	3171	17438	118900	3	0
MAY	10520	0	3523	6937	118900	3	0
JUN	112901	0	-20448	133349	118900	3	0
JUL	106112	0	-25167	131279	118900	3	0
AGO	34871	0	-9156	64027	118900	3	0
SEP	41699	0	-9076	50775	118900	3	0
OCT	46859	0	-4185	51044	118900	3	0
NOV	62753	0	-12726	75479	118900	3	0
DIC	112229	0	-9261	121490	118900	3	0
ANUAL	632447	0	-82173	714621			

AGO : 1973

MES	APORTACION MILES M3	DEMANDA MILES M3	EVAP MILES M3	DERRAME MILES M3	ALMACENA MILES M3	ELEVACS MSHM	DEFIC %
ENE	31879	0	-1835	33714	118900	3	0
FEB	24754	0	-893	25647	118900	3	0
MAR	8244	0	5104	3140	118900	3	0
ABR	37686	0	-1908	39594	118900	3	0
MAY	22286	0	-1794	24080	118900	3	0
JUN	29466	0	-2161	31627	118900	3	0
JUL	42931	0	-6855	49786	118900	3	0
AGO	216010	0	-38315	254325	118900	3	0
SEP	116847	0	-13318	130165	118900	3	0
OCT	156489	0	-21146	177635	118900	3	0
NOV	103271	0	-14600	117871	118900	3	0
DIC	57851	0	-5496	63347	118900	3	0
ANUAL	847714	0	-103218	950932			

AGO : 1974

MES	APORTACION MILES M3	DEMANDA MILES M3	EVAP MILES M3	DERRAME MILES M3	ALMACENA MILES M3	ELEVACS MSHM	DEFIC %
ENE	26878	0	-114	26992	118900	3	0
FEB	72597	0	-8330	80927	118900	3	0
MAR	37757	0	2482	35275	118900	3	0
ABR	28192	0	-391	28583	118900	3	0
MAY	25559	0	-443	26004	118900	3	0
JUN	71719	0	-16644	88365	118900	3	0
JUL	64046	0	-5163	69209	118900	3	0
AGO	31862	0	-5498	37360	118900	3	0
SEP	18314	0	-1791	20105	118900	3	0
OCT	85304	0	-1326	86630	118900	3	0
NOV	40244	0	-5675	45919	118900	3	0
DIC	41933	0	-2197	44132	118900	3	0
ANUAL	544407	0	-45095	589503			

AÑO : 1975

MESES	APORTACION MILES M3	DEMANDA MILES M3	EVAP MILES M3	DERRAME MILES M3	ALMACENA MILES M3	ELEVACS MS/M	DEFIC %
ENE	49053	0	-7122	56175	175700	4	0
FEB	57586	0	-5028	62614	175700	4	0
MAR	28749	0	1723	27026	175700	4	0
ABR	319	0	6535	0	169484	3.890556	0
MAY	26115	0	472	19427	175700	4	0
JUN	25554	0	-2098	27652	175700	4	0
JUL	22382	0	-723	23105	175700	4	0
AGO	23854	0	-3424	27278	175700	4	0
SEP	78562	0	-13372	91934	175700	4	0
OCT	189926	0	-31878	221804	175700	4	0
NOV	123323	0	-11859	135182	175700	4	0
DIC	43461	0	-4556	48017	175700	4	0
ANUAL	668883	0	-71330	740214			

AÑO : 1976

MESES	APORTACION MILES M3	DEMANDA MILES M3	EVAP MILES M3	DERRAME MILES M3	ALMACENA MILES M3	ELEVACS MS/M	DEFIC %
ENE	43995	0	-4698	48693	175700	4	0
FEB	42378	0	-2685	45064	175700	4	0
MAR	10755	0	4994	5761	175700	4	0
ABR	11772	0	4636	7136	175700	4	0
MAY	20285	0	1547	18738	175700	4	0
JUN	46225	0	-6351	52576	175700	4	0
JUL	30171	0	-734	30905	175700	4	0
AGO	61112	0	-6520	67632	175700	4	0
SEP	57496	0	-6166	63662	175700	4	0
OCT	72748	0	-5541	78289	175700	4	0
NOV	100854	0	-9226	110080	175700	4	0
DIC	92415	0	-5079	97494	175700	4	0
ANUAL	590207	0	-35823	626029			

AÑO : 1977

MESES	APORTACION MILES M3	DEMANDA MILES M3	EVAP MILES M3	DERRAME MILES M3	ALMACENA MILES M3	ELEVACS MS/M	DEFIC %
ENE	55981	0	-4117	60098	175700	4	0
FEB	25022	0	-369	25391	175700	4	0
MAR	32950	0	3369	29581	175700	4	0
ABR	10629	0	3559	7070	175700	4	0
MAY	22252	0	3926	18326	175700	4	0
JUN	33943	0	-299	34242	175700	4	0
JUL	21898	0	1028	20870	175700	4	0
AGO	40707	0	-5700	46407	175700	4	0
SEP	63066	0	-7131	70197	175700	4	0
OCT	56509	0	-8086	64595	175700	4	0
NOV	125915	0	-11948	137863	175700	4	0
DIC	62770	0	-4877	67647	175700	4	0
ANUAL	551644	0	-30645	582286			

AÑO : 1978

MES	APORTACION MILES M3	DEMANDA MILES M3	EVAP MILES M3	DERRAME MILES M3	ALMACENA MILES M3	ELEVACS MSRM	DEFIC %
ENE	70111	0	-6788	99111	119200	3	0
FEB	56374	0	-3065	59459	118900	3	0
MAR	44815	0	-4951	91764	118900	3	0
ABR	14153	0	4358	9795	118900	3	0
MAY	26733	0	-4493	31226	118900	3	0
JUN	82062	0	-9416	91478	118900	3	0
JUL	46005	0	-3312	49317	118900	3	0
AGO	29192	0	-9772	78964	118900	3	0
SEP	110002	0	-9454	119456	118900	3	0
OCT	176933	0	-14842	191775	118900	3	0
NOV	64134	0	-4992	69128	118900	3	0
DIC	123044	0	-5555	128599	118900	3	0
ANUAL	945570	0	-74504	1020074			

AÑO : 1979

MES	APORTACION MILES M3	DEMANDA MILES M3	EVAP MILES M3	DERRAME MILES M3	ALMACENA MILES M3	ELEVACS MSRM	DEFIC %
ENE	55846	0	-3620	59466	118900	3	0
FEB	38683	0	-1081	39764	118900	3	0
MAR	25081	0	1514	23567	118900	3	0
ABR	8019	0	4652	3387	118900	3	0
MAY	18834	0	763	18071	118900	3	0
JUN	51834	0	-8162	59996	118900	3	0
JUL	43368	0	-114	43482	118900	3	0
AGO	67264	0	-8491	75755	118900	3	0
SEP	159160	0	-13288	172448	118900	3	0
OCT	104986	0	-6346	111332	118900	3	0
NOV	56246	0	-5119	61365	118900	3	0
DIC	167750	0	-9743	177493	118900	3	0
ANUAL	797091	0	-49035	846125			

AÑO : 1980

MES	APORTACION MILES M3	DEMANDA MILES M3	EVAP MILES M3	DERRAME MILES M3	ALMACENA MILES M3	ELEVACS MSRM	DEFIC %
ENE	48309	0	908	47401	118900	3	0
FEB	36572	0	-1074	38546	118900	3	0
MAR	50717	0	-336	51053	118900	3	0
ABR	15490	0	3167	12323	118900	3	0
MAY	14932	0	2196	12736	118900	3	0
JUN	60763	0	-6810	67573	118900	3	0
JUL	50386	0	-4119	54505	118900	3	0
AGO	35485	0	-1928	37413	118900	3	0
SEP	134021	0	-17129	151150	118900	3	0
OCT	76869	0	-6292	83161	118900	3	0
NOV	60089	0	-4334	64423	118900	3	0
DIC	50846	0	-2663	53531	118900	3	0
ANUAL	634481	0	-30335	673815			

AÑO : 1981

MES	APORTACION MILES M3	DEMANDA MILES M3	EVAP MILES M3	DERRAME MILES M3	ALMACENA MILES M3	ELEVACS MSNM	DEFIC %
ENE	61166	0	-737	61903	118900	3	0
FEB	103026	0	-8207	111233	118900	3	0
MAR	132375	0	-3001	135376	118900	3	0
ABR	30527	0	3927	26600	118900	3	0
MAY	44585	0	167	44718	118900	3	0
JUN	100332	0	-10807	111139	118900	3	0
JUL	108999	0	-9063	118062	118900	3	0
AGO	112748	0	-19556	132604	118900	3	0
SEP	134435	0	-19567	154002	118900	3	0
OCT	132026	0	-10800	142826	118900	3	0
NOV	95813	0	1911	96902	118900	3	0
DIC	30452	0	-58	30510	118900	3	0
ANUAL	1039785	0	-76091	1165974			

AÑO : 1982

MES	APORTACION MILES M3	DEMANDA MILES M3	EVAP MILES M3	DERRAME MILES M3	ALMACENA MILES M3	ELEVACS MSNM	DEFIC %
ENE	47592	0	-557	48149	118900	3	0
FEB	29859	0	-2539	32398	118900	3	0
MAR	58051	0	3559	54092	118900	3	0
ABR	24477	0	3401	21076	118900	3	0
MAY	35621	0	-6312	40933	118900	3	0
JUN	100257	0	-11058	111315	118900	3	0
JUL	49257	0	-3590	51847	118900	3	0
AGO	28452	0	962	27490	118900	3	0
SEP	149196	0	-19276	168472	118900	3	0
OCT	160013	0	-12976	172989	118900	3	0
NOV	87746	0	-5138	92884	118900	3	0
DIC	57433	0	-6048	63481	118900	3	0
ANUAL	827933	0	-57172	885125			

AÑO : 1983

MES	APORTACION MILES M3	DEMANDA MILES M3	EVAP MILES M3	DERRAME MILES M3	ALMACENA MILES M3	ELEVACS MSNM	DEFIC %
ENE	43741	0	-514	44255	118900	3	0
FEB	42623	0	338	42285	118900	3	0
MAR	16637	0	3764	14873	118900	3	0
ABR	23168	0	2255	20913	118900	3	0
MAY	8660	0	6974	3686	118900	3	0
JUN	31013	0	-2181	33194	118900	3	0
JUL	61878	0	-5077	66956	118900	3	0
AGO	32781	0	-286	33067	118900	3	0
SEP	70347	0	-8368	78715	118900	3	0
OCT	81799	0	-9855	91654	118900	3	0
NOV	36723	0	465	36258	118900	3	0
DIC	78160	0	-7997	86157	118900	3	0
ANUAL	529529	0	-27483	552013			

AÑO : 1984

MES	APORTACION MILES M3	DEMANDA MILES M3	EVAP MILES M3	DERRAME MILES M3	ALMACENA MILES M3	ELEVACS MSNH	DEFIC %
ENE	77011	0	-5965	82976	113900	3	0
FEB	32310	0	-520	32830	113900	3	0
MAR	56554	0	4239	52315	118000	3	0
ABR	980	0	6079	0	113801	2.900447	0
MAY	110308	0	-21735	126944	118000	3	0
JUN	85510	0	-8842	94352	118000	3	0
JUL	63480	0	-4308	67788	118000	3	0
AGO	50022	0	-4806	54828	118000	3	0
SEP	144697	0	-15940	160637	118000	3	0
OCT	84172	0	-6617	90789	118000	3	0
NOV	23852	0	1510	22342	118000	3	0
DIC	18865	0	2269	16596	118000	3	0
ANUAL	747761	0	-54635	802397			

AÑO : 1985

MES	APORTACION MILES M3	DEMANDA MILES M3	EVAP MILES M3	DERRAME MILES M3	ALMACENA MILES M3	ELEVACS MSNH	DEFIC %
ENE	72723	0	-5013	77736	118900	3	0
FEB	31406	0	1094	30312	118900	3	0
MAR	30130	0	1225	28905	118900	3	0
ABR	72894	0	-7619	80513	118900	3	0
MAY	33616	0	-1327	34945	118900	3	0
JUN	30168	0	-4302	34470	118900	3	0
JUL	51635	0	-2458	54093	118900	3	0
AGO	61744	0	-5385	67129	118900	3	0
SEP	104728	0	-10352	115080	118900	3	0
OCT	109131	0	-9321	118452	118900	3	0
NOV	78625	0	-4729	83614	118900	3	0
DIC	59762	0	-3179	62941	118900	3	0
ANUAL	736622	0	-51365	787990			

T A B L A 4. 6. 2.

CUADRO RESUMEN PROMEDIOS EN CADA MES

MES	ELEVACIONES EN EL VASO EN MSNH	VOLS DEMANDAS REALES MILES M3	VOLUMENES EVAPS.NETAS MILES M3
ENE	3.00	0	-4030
FEB	3.00	0	-2818
MAR	3.00	0	630
ABR	2.99	0	2263
MAY	3.00	0	-1600
JUN	3.00	0	-8328
JUL	3.00	0	-5592
AGO	3.00	0	-9839
SEP	3.00	0	-16214
OCT	3.00	0	-13409
NOV	3.00	0	-8162
DIC	3.00	0	-5329
MEDIAS	3.00	0	-6036

DERRAMES DE TODO EL PERIODO (MILES M3) 1.747139E+07

avenida máxima y su control con las obras de excedencia adecuadas. El tránsito de la avenida de diseño incide solo en la segunda etapa del proyecto que nos ocupa, ya que en la primera el control se realizará de manera natural como hasta la fecha se efectúa.

Debido a que en la segunda etapa se prevé la construcción de un bordo con corona a la elevación 7.50 metros, la avenida tendrá que controlarse para no sobre pasar este nivel.

La condición de análisis adoptada fue la de suponer una avenida máxima de diseño de 1.354 m³ / seg, correspondiente a la calculada para un período de retorno de 500 años (período seleccionado dada la importancia de las obras), tránsitada a través del vaso con una elevación inicial de 6.20 metros, la cual corresponde al nivel de inundación del Usumacinta.

Esta condición plantea la situación más desfavorable que pudiera presentarse, ya que la descarga de la avenida se realizará a través de las estructuras de control trabajando hidráulicamente ahogadas.

La segunda etapa contempla la implantación de tres estructuras de control, manejadas con compuertas radiales. La longitud total de estas estructuras estará supeditada al tránsito realizado para el efecto.

Los datos utilizados en el tránsito de la avenida de diseño, se obtuvieron de la construcción del hidrograma de entrada (ver fig. No. 4.7.1) para el gasto mencionado, de acuerdo con el criterio del hidrograma triangular, cuyos parámetros fueron:

$$\text{Tiempo pico (T_p)} = 9.47 \text{ horas (d/2 + 0.5 T_c)}$$

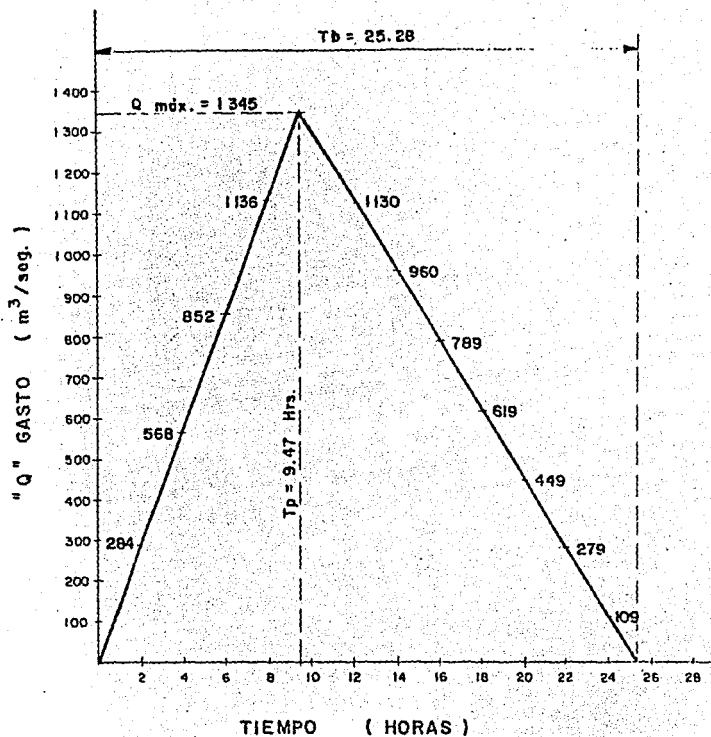
$$\text{Tiempo base (T_b)} = 25.28 \text{ horas / 2.67 T_p)}$$

Además se adoptaron los datos de las curvas áreas - capacidades obtenidas por la CNA.

Por lo que respecta al criterio hidráulico de los vertedores se adoptó el recomendado para vertedores con descarga ahogada, del libro de Presas Pequeñas.

El tránsito de la avenida de diseño, se realizó para tres longitudes tentativas: 60, 150 y 240 metros.

A continuación se presentan los tránsitos efectuados mediante el programa HIDROS para computadora elaborado por el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, la tabla No. 4.7.1 y la figura No. 4.7.2 presentan los resultados para una longitud de vertedor de 60 metros; la tabla No. 4.7.2 y figura 4.7.4 para 240 m.



T_p = tiempo pico

T_b = tiempo base

FIGURA No. 4.7.1.
 HIDROGRAMA DE ENTRADA
 AVENIDA DE DISEÑO
 $Q = 1345 \text{ m}^3/sec.$

TABLA No. 4.7.1

TRANSITO DE LA AVENIDA DE DISEÑO

LONGITUD VERTEDOR = 60 m

MPO (HORAS)	ALM. (MILL.M3)	ELEV. (M)	Q ENTRADA (M3/S)	Q SALIDA (M3/S)
0	316.26	6.20	0	0.00
2	317.28	6.21	284	0.11
4	320.35	6.26	568	0.45
6	325.46	6.33	852	1.61
8	332.59	6.44	1136	5.04
10	341.46	6.57	1345	12.91
12	350.24	6.70	1130	23.16
14	357.56	6.80	960	34.00
16	363.57	6.89	789	44.73
18	368.28	6.96	619	54.48
20	371.71	7.01	449	60.22
22	373.89	7.06	279	60.58
24	374.85	7.07	109	60.73
26	374.81	7.07	0	60.73

ALMACENAMIENTO MAXIMO (MILL. M3) = 374.93

ELEVACION MAXIMA (M) = 7.08

GASTO MAXIMO POR EL VERTEDOR (M3/S) = 60.74

TRANSITO DE AVENIDAS POR VASOS

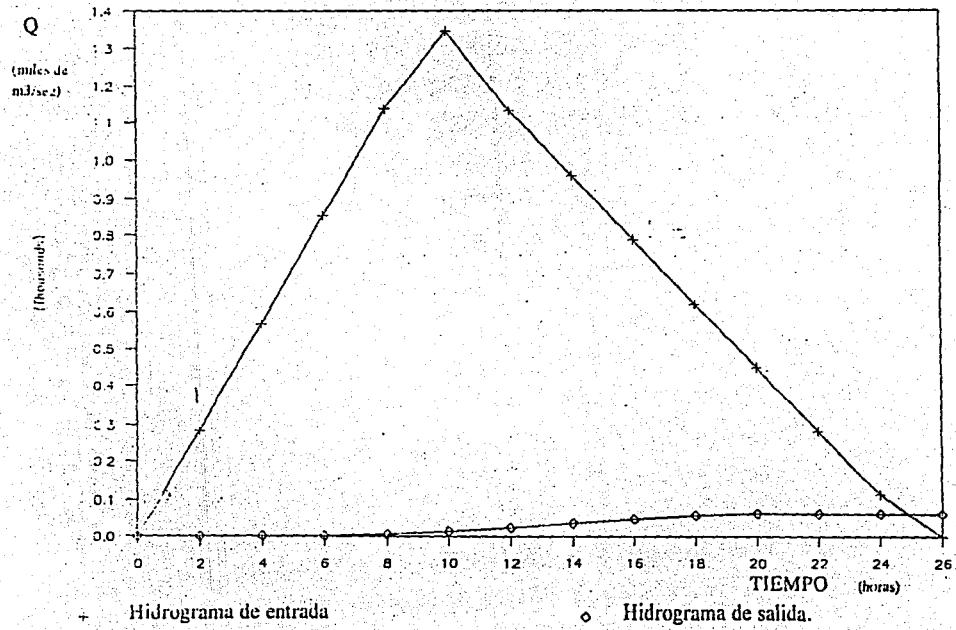


Figura No. 4.7.2.

TABLA No. 4.7.2

TRANSITO DE LA AVENIDA DE DISEÑO

LONGITUD VERTEDOR = 150 m

TIEMPO (HORAS)	ALM. (MILL.M3)	ELEV. (M)	Q ENTRADA (M3/S)	Q SALIDA (M3/S)
0	316.26	6.20	0	0.00
2	317.28	6.21	284	0.28
4	320.35	6.26	568	1.14
6	325.44	6.33	852	4.03
8	332.55	6.44	1136	12.53
10	341.33	6.57	1345	31.23
12	349.92	6.69	1130	56.77
14	356.94	6.80	960	82.46
16	362.55	6.88	789	107.24
18	366.77	6.94	619	128.24
20	369.64	6.98	449	143.36
22	371.19	7.00	279	150.40
24	371.51	7.01	109	150.53
26	370.82	7.00	0	149.59

ALMACENAMIENTO MAXIMO (MILL. M3) = 371.54

ELEVACION MAXIMA (M) = 7.01

GASTO MAXIMO POR EL VERTEDOR (M3/S) = 150.54

TRANSITO DE AVENIDAS POR VASOS

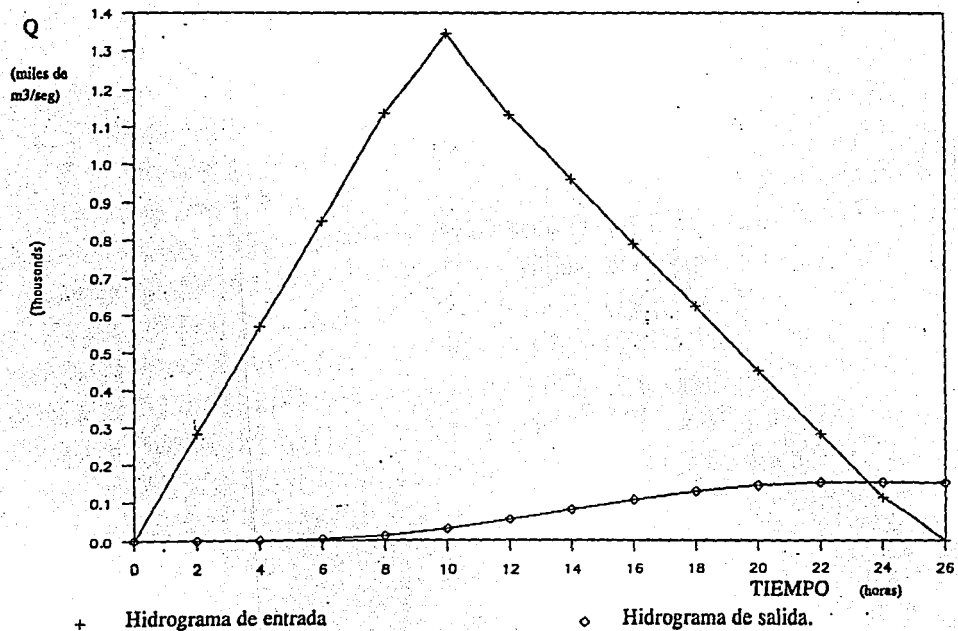


Figura No. 4.7.3.

TABLA No. 4.7.3

TRANSITO DE LA AVENIDA DE DISEÑO

LONGITUD VERTEDOR = 240 m

TIEMPO (HORAS)	ALM. (MILL.M3)	ELEV. (M)	Q ENTRADA (M3/S)	Q SALIDA (M3/S)
0	316.26	6.20	0	0.00
2	317.28	6.21	284	0.45
4	320.34	6.26	568	1.81
6	325.43	6.33	852	6.40
8	332.50	6.44	1136	19.89
10	341.19	6.56	1345	50.40
12	349.60	6.69	1130	89.37
14	356.34	6.79	960	128.33
16	361.58	6.86	789	164.59
18	365.36	6.92	619	193.18
20	367.73	6.95	449	213.22
22	368.78	6.97	279	222.07
24	368.58	6.97	109	220.36
26	367.41	6.95	0	210.55

ALMACENAMIENTO MAXIMO (MILL. M3) = 368.84

ELEVACION MAXIMA (M) = 6.97

GASTO MAXIMO POR EL VERTEDOR (M3/S) = 222.61

TABLA No. 4.7.1
 TRANSITO DE LA AVENIDA DE DISEÑO
 LONGITUD VERTEDEDOR = 60 m

MPO (HORAS)	ALM. (MILL. m ³)	ELEV. (M)	Q ENTRADA (m ³ /S)	Q SALIDA (m ³ /S)
0	316.26	6.20	0	0.00
2	317.28	6.21	284	0.11
4	320.35	6.26	568	0.45
6	325.46	6.33	852	1.61
8	332.59	6.44	1 136	5.04
10	341.46	6.57	1 345	12.91
12	350.24	6.70	1 130	23.16
14	357.56	6.80	960	34.00
16	363.57	6.89	789	44.73
18	368.28	6.96	619	54.48
20	371.71	7.01	449	60.22
22	373.89	7.06	279	60.58
24	374.85	7.07	109	60.73
26	374.81	7.07	0	60.73

ALMACENAMIENTO MAXIMO (MILL. m ³)	=	374.93
ELEVACION MAXIMA (M)	=	7.08
GASTO MAXIMO POR EL VERTEDEDOR (m ³ /seg.)	=	60.74

Los resultados de las tres opciones realizadas fueron:

L1 = 60 m		
Almacenamiento máximo al NAME	=	374.9 M m ³
Elevación NAME	=	7.08 m
Gasto máximo descargado	=	60.74 m ³ /seg.
L2 = 150 m		
Almacenamiento máximo al NAME	=	371.5 M m ³
Elevación NAME	=	7.01 m
Gasto máximo descargado	=	150.54 m ³ /seg.
L3 = 240 m		
Almacenamiento máximo al NAME	=	368.84 M m ³
Elevación NAME	=	6.97 m
Gasto máximo descargado	=	222.61 m ³ /seg.

De acuerdo con los resultados anteriores, la longitud adoptada para los vertedores será de 150 m, considerando que el bordo libre mínimo aceptable es de 0.50 m, el cual se cumple para esta opción.

Debe, sin embargo, recomendarse que durante el proyecto de la segunda etapa, una vez que se puedan cuantificar con precisión las pérdidas por un eventual desbordamiento del agua, se realice un análisis de costo de las estructuras de control contra el de los posibles daños provocados, sobre todo tomando en cuenta que los resultados anteriores muestran poca variación en la elevación del NAME y si diferencias substanciales en las longitudes de las obras.

4.8 Conclusiones y recomendaciones.

Como complemento al estudio hidrológico efectuado, se cree conveniente manifestar las siguientes conclusiones y recomendaciones al respecto:

a.- Con referencia a los escurrimientos mensuales drenados hacia la laguna, se propone llevar a cabo mediciones de niveles y gastos directos durante un periodo mínimo de un año, que permitan corroborar el análisis realizado.

b.- La evaluación del volumen correspondiente al arrastre de sólidos en suspensión, indica la ausencia de problemas en este sentido, lo cual es congruente con el tipo de suelo poco erosionado y cobertura vegetal existente en la cuenca; sin embargo, se recomienda hacer mediciones y muestreos que permitan ratificar dicha evaluación o por el contrario, dar una solución mediante estructuras de retención complementarias a las obras de control objeto de este proyecto.

c.- La elevación de la corona adoptada para los diques vertedores previstos en la primera etapa del

proyecto, asegura la profundidad mínima solicitada por la Secretaría de Pesca, así como la altura mínima para el peso de peces. No obstante, se recomienda monitorear el nivel del agua, de manera de conocer en detalle y a través del tiempo el funcionamiento hidráulico de las obras. Así mismo, conjuntar los datos que obtenga la CNA, relativos al nivel del agua provocado por las aguas del río Usumacinta en su zona de inundación.

d.- Se recomienda cuantificar con precisión las pérdidas por un eventual desbordamiento de agua, mediante un análisis de costo de las estructuras de control previstas en la segunda etapa, contra el de los daños provocados, en cuyo caso pueden adoptarse longitudes totales de estructura de control mayores a los 150 m que se proponen en este estudio.

CAPITULO 5

5. ESTUDIO DE ALTERNATIVAS DE SOLUCION.

5.1 Planteamiento de alternativas.

Como se indicó en el capítulo 1, el objetivo fundamental del proyecto es el de mantener llena la Laguna durante todo el año, de manera de permitir que las labores de pesca se realicen sin interrupción, beneficiando de esta manera a la economía de la región.

En función de que la CNA desarrolló el proyecto del bordo - camino entre la población EL Paraiso y el Rancho Cometierra, se considero adecuado incluir en este capítulo la factibilidad de su construcción en virtud de que, de acuerdo a sus características, permite cumplir parcialmente con el objetivo buscado (ver alternativa No. 1).

Con la finalidad de ofrecer la mejor solución de las obras, se planteó la necesidad de involucrar, en un análisis de alternativas, al conjunto de estructuras que satisfagan las necesidades planteadas. Dicha solución deberá satisfacer que las obras sean técnicamente factible y a un costo mínimo.

En el planteamiento de las alternativas también se tomó en cuenta el impacto ambiental, procurando realizar con la construcción de las obras la mínima alteración a las condiciones originales de la Laguna, principalmente durante la temporada de lluvias. Se buscó que las estructuras sean de operación sencilla, así como que los trabajos de conservación y mantenimiento no sean sofisticados y caros.

El planteamiento de las alternativas se sustentó en: la información recopilada y listada en el capítulo 2; el reconocimiento y verificación de campo descrito en el capítulo 3, las reuniones de trabajo realizadas con funcionarios de la SDUC, CNA, y SEDUE; y el conocimiento y experiencia de proyectos semejantes construidos en México.

En el desarrollo de las alternativas se consideró que los pocos habitantes del Rancho Cometierra llenen varias opciones de comunicación. Una vez que la Laguna se haga permanente, existira comunicación por lancha durante todo el año a todas las poblaciones ribereñas; Transitando por la corona del dique vertedor hacia la población de El Paraiso, en épocas secas; y también por tierra por un nuevo camino que lleve a la ranchería de Paso de Montaña y de ahí a la carretera el Cuyo Alvaro Obregón, entronque carretera federal No. 186, el cual podría ser transitable todo el año de acuerdo con las características con que se realizará el proyecto.

Cabe señalar que el mantener llena la Laguna durante todo el año, puede propiciar el desarrollo de plagas como el lirio acuático, que tantos problemas ocasiona en otros cuerpos de agua del país. Sin embargo este aspecto no se evalúa en las diversas alternativas de solución, puesto que es común a todas ellas.

FALLA DE ORIGEN

A continuación se presenta la descripción de las 5 alternativas planteadas, acompañadas de esquemas y planos descriptivos; También se comentan las ventajas y desventajas de cada una de ellas y finalmente se presenta su costo total.

Para la elaboración de los costos se recurrió a precios índice actualizados, por lo cual únicamente son válidos para la comparación para las diferentes alternativas y no necesariamente representan el costo real de las obras. Las excepciones son el costo del bordo - camino Paraiso - Cometierra, el cual fue tomado del proyecto del mismo, elaborado por la gerencia de la CNA en el estado de Chiapas y el costo del camino Las Palomas - Paraiso que por estar en construcción está presupuestado por el contratista.

Al final del capítulo se presentan las tablas 5.1.1 y 5.1.2, donde en forma resumida se presenta las alternativas y su costo correspondiente.

5.2 Alternativa No. 1

Esta alternativa corresponde a la concepción originalmente planteada para el aprovechamiento de la Laguna. Establece una separación total de la Laguna con la zona de inundación del río Usumacinta, para lo cual propone la construcción de un bordo - camino de 4.6 km de longitud y elevación de corona a la cola 7.5 metros.

La comunicación entre la Laguna y las zonas aguas abajo, se efectuara por medio de dos estructuras de control, que se construirían en las boquillas denominadas El Chiflón y El Raizal. Sobre dichas estructuras se construirían dos puentes carreteros que conecten a los dos caminos las Palomas - Paraiso y Paraiso - Cometierra.

En estas condiciones, el nivel del agua en la Laguna en época de estiaje estaría a la elevación 5 msnm; en época de avenidas el NAME en el vaso podría llegar a la elevación 7 msnm. Para estas características, las estructuras de control deberían tener una longitud neta total de 220 m, que permita el desahogo de una avenida aproximada de 1500 m³/s. (ver estudio hidrologico). Se tendría también que operar aproximadamente 44 compuertas radiales, de 5.0 m de ancho.

En esta alternativa satisface dos objetivos: Mantiene llena la laguna durante todo el año y permite la comunicación permanente por tierra a El Paraiso y Cometierra. Desafortunadamente esta solución tiene varias desventajas, como a continuación se presenta:

-Rompe drásticamente el intercambio hidráulico y biológico entre la laguna y la zona de inundación del río Usumacinta, disminuyendo substancialmente la entrada de peces y nutrientes al vaso.

-Dada que la salida del agua hacia las zonas de inundación del río Usumacinta se hará por las estructuras de control, en las épocas de avenidas se tiene el riesgo de inundar áreas más altas, afectando zonas que hasta ahora se han mantenido sobre el espejo del agua.

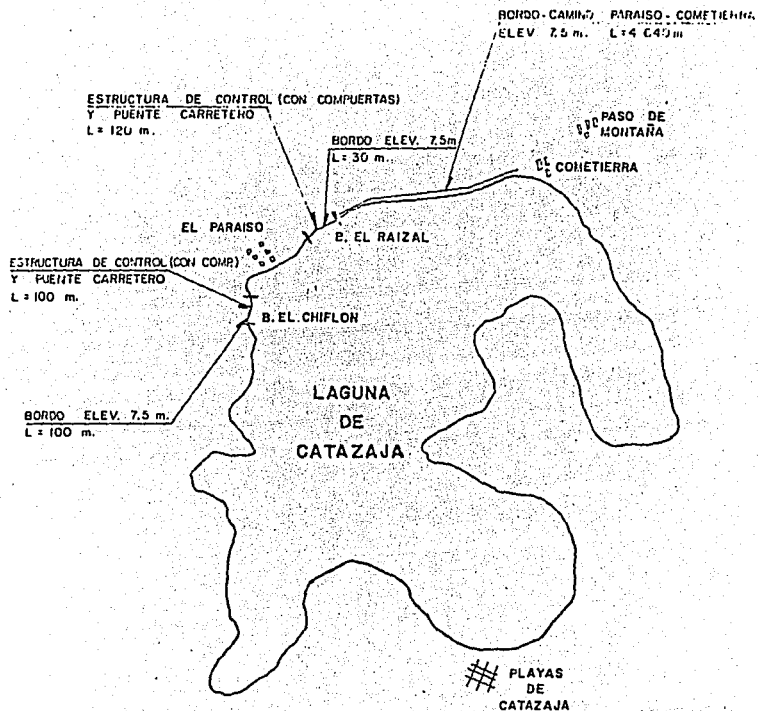


FIGURA No. 5.2.1.
 ALTERNATIVA No. 1

-Es posible que al disminuir las velocidades del agua en la Laguna, se propicie el depósito de los sólidos en suspensión que lleva, disminuyendo a futuro la capacidad del vaso por acumulación de azolves.

-En época de lluvias las compuertas permanecerán totalmente abiertas; sin embargo, se deberá permitir el paso de las lanchas hacia la zona de inundación del río Usumacinta, por lo que la elevación de las compuertas deberá ser especial, requiriendo de muchos cuidados durante la operación.

-En el costeo en el que se vio sometida esta alternativa, presentó un costo total de aproximadamente 40.000'000.0 de pesos, lo que la hace sumamente cara en términos relativos.

En la figura No. 5.2.1 se muestra la localización de las obras que forman esta alternativa.

5.3 Alternativa No. 2

Esta alternativa y las tres que siguen, tienen como característica fundamental el permitir el intercambio de aguas a lo largo de 4.600 m y durante la época de lluvias, entre la laguna y las zonas inundadas por el río Usumacinta, de tal manera que se estima no se afectaría grandemente su estado original.

Para lograr mantener a la laguna llena durante todo el año, en esta alternativa se presenta una solución que comprende las obras siguientes:

-En la boquilla El Chiflón se propone la construcción de una estructura de control de 30 m de longitud, de descarga libre, sin compuertas, con la elevación de la cresta vertedora a la cota 4.0 msnm; en la parte superior de esta estructura se construiría el puente carretero de la misma longitud. La longitud restante de esta boquilla (170 m), se rellenaría con un dique de materiales graduados con la cota de la corona a la elevación 7.5 m y ancho de 6.0 m.

-En la boquilla El raizal se propone la construcción de una estructura de control con compuertas, a la elevación 4.00 m y de 37 m de longitud. En esta obra se propone no construir un puente carretero y la comunicación entre la estructura de control y El Paraíso, se lograría con una pasarela peatonal de aproximadamente 100 m de longitud.

La longitud restante de esta boquilla (60 m) se obstruiría con un bordo, con corona a la elevación 4.0 msnm y cuya función sería mantener a la Laguna llena en época de secas. En las temporadas de lluvias, el agua generalmente llega a cotas mayores, por lo que el bordo permanecería sumergido y existiría un intercambio de agua con la zona de inundación del río Usumacinta. El bordo presentaría características de impermeabilidad y de resistencia a la erosión por arrastre del agua.

-En las zonas bajas por las que se comunica la laguna y el área de inundación del río Usumacinta y cuya longitud total es 4.600 m, se construiría un bordo semejante al descrito en el párrafo anterior, con

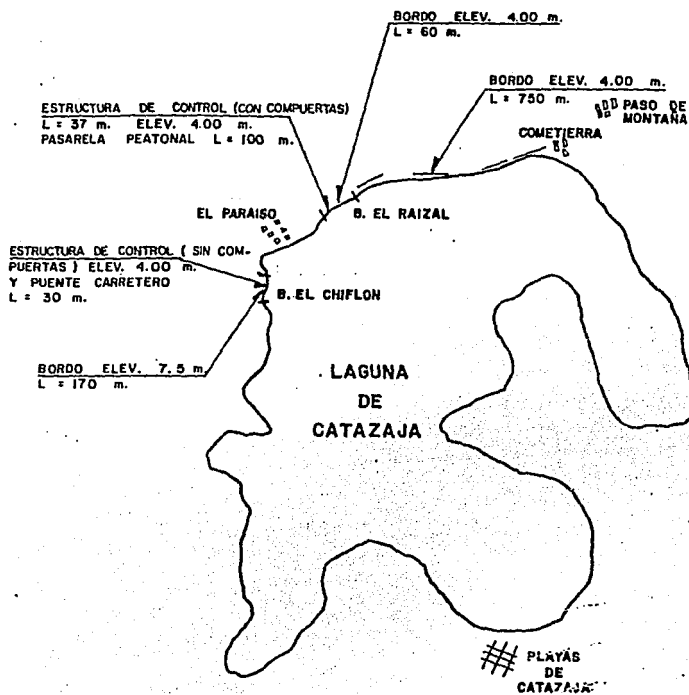


FIGURA No. 5.3.1.
 ALTERNATIVA No. 2

una longitud aproximada de 750 m. en diferentes tramos; los restantes 3.850 m. se encuentran por arriba de la cota 4.0 msnm por lo que no requieren bordo.

Todas las obras anteriores, se complementan con el camino que actualmente se encuentra en construcción, las Palomas - Paraiso y con una posible vía de los ranchos Cometierra a Paso de Montaña, como ya se indicó antes.

El comportamiento del agua durante la temporada de lluvias sería igual al que se tiene actualmente, por lo que el nivel máximo continuaría siendo a la elevación 6.2 msnm. Durante la época de secas el nivel del agua en la Laguna se mantendría a la cota 4.0 msnm.

Esta alternativa satisface dos objetivos planteados: mantiene llena la laguna durante todo el año y permite la comunicación permanente por tierra a El Paraiso y posiblemente a Cometierra; además presenta las ventajas siguientes.

-Mantiene el intercambio biológico y de nutrientes entre la Laguna y las zonas de inundación del río Usamacinta, permite la entrada de las diferentes especies de peces existentes en la región; no rompe drásticamente el funcionamiento hidráulico original en la temporada de lluvias, por lo que no existe peligro de inundaciones originadas por las obras.

-Existe menor riesgo de depósitos de sólidos en suspensión en el fondo de la Laguna.

-La circulación de las lanchas durante la época de lluvias, entre la Laguna y el río Usamacinta, se restablecerá como actualmente se tiene, una vez que se tenga un tirante suficiente sobre la corona del bordo sumergido.

-Al costear esta alternativa resultó un importe total de 18.500 millones de pesos, lo que la hace atractiva desde el punto de vista económico.

Las desventajas que presenta esta alternativa es la siguiente:

-No se podrá proporcionar un camino permanente a los habitantes de Cometierra a partir de El Paraiso.

En la figura No. 5.3.1 se muestra la localización de las obras que forman esta alternativa.

5.4 Alternativa No. 3

Para lograr mantener a la laguna llena durante todo el año, en esta alternativa se presenta una solución que comprende las obras siguientes:

-En la boquilla El Chiflón se propone la construcción de un dique de 200 m de longitud, formado con

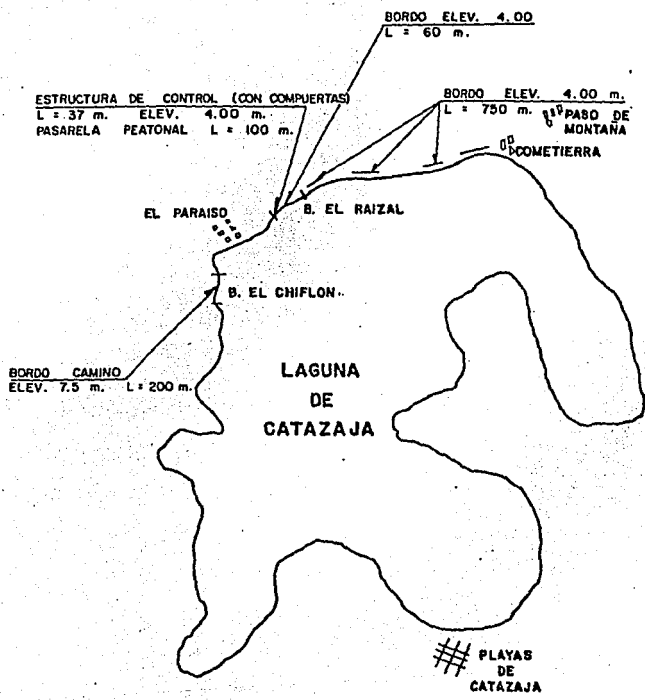


FIGURA No. 5.4.1.
 ALTERNATIVA No. 3

materiales graquados, con la elevación de corona en la cota 7.5 m. y con ancho de 6.0 m. Este bordo - camino sería la continuación del camino Las Palomas - Paraíso, actualmente en construcción, y que permitiría tener comunicación permanente por tierra a los habitantes de la población El Paraíso.

-En la boquilla El Rafzal se propone la construcción de una estructura de control semejante a la alternativa 2, con una longitud de 37 m. En esta obra se propone no construir un puente carretero y la comunicación entre la estructura de control y El Paraíso, se lograría con una pasarela peatonal de aproximadamente 100 m de longitud.

La longitud restante de esta boquilla (60 m) se obstruiría con un bordo, con corona a la elevación 4.0 msnm y cuya función sería mantener a la Laguna llena en época de secas. En la temporada de lluvias el agua generalmente llegaría a cotas mayores, por lo que el bordo permanecería sumergido y existiría un intercambio de agua entre la Laguna y la zona de inundación del río Usumacinta. El bordo presentaría características de impermeabilidad y de resistencia a la erosión por arrastre del agua.

-En las zonas bajas por las que se comunica la Laguna y el área de inundación del río Usumacinta y cuya longitud total es de 4.600 m, se construiría un bordo semejante al descrito en el párrafo anterior, con una longitud aproximada de 750 m, en diferentes tramos; los restantes 3.850 m se encuentran por arriba de la cota 4.0 por lo que no requieren bordo.

-Todas las obras anteriores, se complementan con el camino que actualmente se encuentra en construcción, Las Palomas - Paraíso y con una posible vía de los ranchos Comeltierra a Paso de Montaña, como ya se indicó antes.

El comportamiento del agua durante la temporada de lluvias, también en esta alternativa, sería igual al que se tiene actualmente sin las obras propuestas, por lo que el nivel máximo del agua continuaría a la elevación 6.2 msnm. Durante la época de secas el nivel del agua en la Laguna tendría la cota 4.0 msnm.

Esta alternativa satisface los dos objetivos planteados, mantiene llena la Laguna durante todo el año y permite la entrada de las diferentes especies de peces existentes en la región; no rompe drásticamente el funcionamiento hidráulico original en la temporada de lluvias, por lo que no existe peligro de inundaciones originadas por las obras.

-Existe menor riesgo de depósitos de sólidos en suspensión en el fondo de la Laguna.

-La circulación de las lanchas durante la época de lluvias, entre la Laguna y el río Usumacinta, se restablecerá como actualmente se tiene, una vez que se tenga un tirante suficiente sobre la corona del bordo sumergido.

-Esta alternativa resultó con un costo total de 16.700 millones de pesos, lo que la hace más económica de todas las alternativas.

La desventaja que presenta esta alternativa es la siguiente.

No se podrá proporcionar un camino permanente a los habitantes de Comelterra a partir de El Paraiso.

En la figura No. 5.4.1 se muestra la localización de las obras que forman esta alternativa

5.5 Alternativa No. 4

En esta alternativa se presenta una solución que comprende las obras siguientes:

-En la boquilla El Chifón se propone la construcción de un dique de 200 m de longitud, formado con materiales graduados, con elevación de corona en la cota 7.5 m y con ancho de 6.0 m. Este bordo - camino sería la continuación del camino Las Palomas - Paraiso en construcción, y que permitiría tener comunicación permanente por tierra a los habitantes de la población El Paraiso.

-En la boquilla El Raizal se propone la construcción de una estructura de control semejante a la alternativa 2, con una longitud de 37 m. La comunicación entre la estructura de control y El Paraiso, se lograría con una pasarela peatonal de aproximadamente de 100 m de longitud.

La longitud restante de esta boquilla (60 m) se obstruiría con un bordo, con su corona a la elevación 4.0 msnm y cuya función sería mantener a la Laguna llena en época de secas.

-En las zonas bajas por las que se comunica la Laguna y el área de inundación del río Usumacinta y cuya longitud total es 4.600 m, se construiría un bordo semejante al descrito en el párrafo anterior, con una longitud aproximada de 700 m en diferentes tramos.

-En la boquilla cercana al rancho Comelterra, se propone la construcción de una estructura de control semejante a la de la boquilla El Raizal, con una longitud de 50 m. Los restantes 3.850 m de las zonas bajas, se encuentran por arriba de la cota 4.0 por lo que no requieren bordo.

-Como complemento se tendría el camino en construcción Las Palomas - Paraiso y una posible vía de los ranchos Comelterra a Paso de Montaña, como ya se ha mencionado con anterioridad.

El comportamiento del agua en temporada de lluvias, en esta alternativa, también sería igual al que se tiene actualmente. Durante la época de secas el nivel del agua en la Laguna se controlaría a la cota 4.0 msnm.

Esta alternativa satisface los dos objetivos: mantiene llena la Laguna durante todo el año y permite la comunicación permanente por tierra a Paraiso y posiblemente a Comelterra.

Además, esta alternativa presenta las siguientes ventajas:

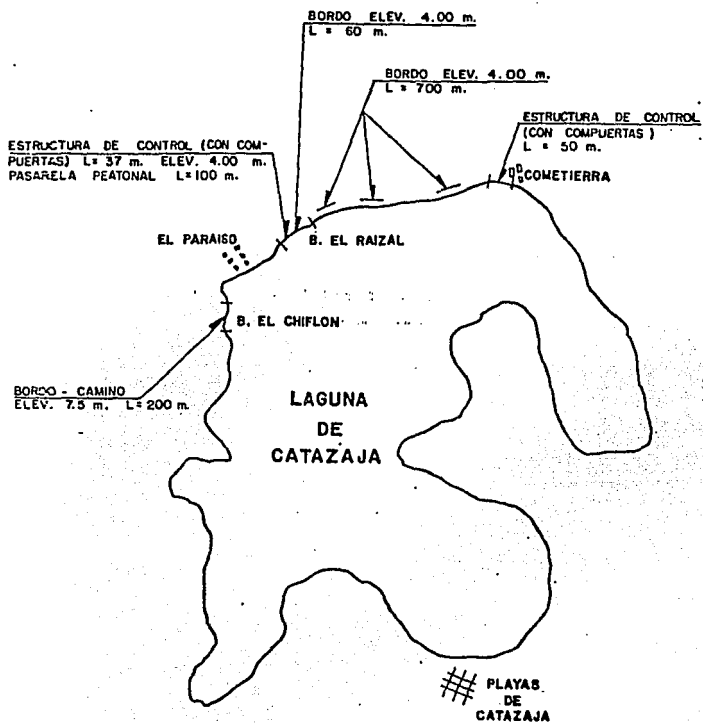


FIGURA No. 5.5.1.
ALTERNATIVA No. 4

-Mantiene el intercambio biológico y de nutrientes, así como el funcionamiento hidráulico original de la Laguna en la temporada de lluvias.

-Existe menor riesgo de grandes depósitos de sólidos en suspensión.

-Existirá la circulación de las lanchas durante la época de lluvias, entre la Laguna y el río Usumacinta.

El costo en este caso es de 19.375 millones de pesos.

La desventaja es:

No se podía proporcionar un camino permanente a los habitantes de Cometierra, a partir de El Paraíso.

En los cuadros 5.1.1 y 5.1.2 se presentan las características de esta alternativa y los costos respectivos.

En la figura 5.5.1 se presenta la localización y detalles de las obras que forman esta alternativa.

5.6 Alternativa No. 5

En esta última alternativa, se compone de las que se mencionan a continuación:

-En la boquilla El Chiflón se propone la construcción de un dique, con longitud aproximada de 80 m y elevación de la corona en la cota 4.0 msnm; en la temporada de lluvias, el agua generalmente subirá a elevaciones mayores, por lo que el bordo permanecerá sumergido y existirá un intercambio de agua entre la Laguna y la zona de inundación del río Usumacinta, por lo que dicho bordo deberá presentar características de impermeabilidad y de resistencia a la erosión de arrastre del agua.

Para poder efectuar el cruce del arroyo El Chiflón, se propone la construcción de un puente carretero de 200 m de longitud, que tendrá el mismo eje del bordo sumergible. Este puente podrá proyectarse de uno a dos carriles, según las necesidades lo pidan. La elevación de la rasante coincidirá con la del camino Las Palomas - Paraíso, en la cota 7.5 msnm.

-En la boquilla El Raizal se propone la construcción de un dique, con longitud aproximada de 79 m y elevación de la corona en la cota 4.0 msnm; en la temporada de lluvias, el agua generalmente subirá a elevaciones mayores por lo que el bordo permanecerá sumergido y existirá el intercambio de agua.

-En las zonas bajas, por las que se comunica la Laguna y el área de inundación del río Usumacinta y cuya longitud total es de 4.600 m, se propone construir un bordo semejante al descrito en la boquilla El Raizal, con una longitud aproximada de 750 m.

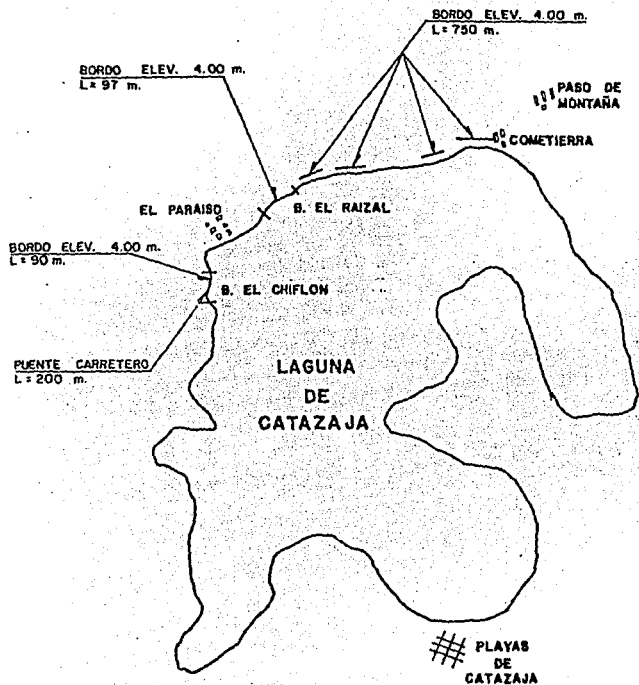


FIGURA No. 5.6.1.
ALTERNATIVA No. 5

-Todas las obras anteriores, se complementan con el camino que actualmente se encuentra en construcción, Las Palomas - Paraiso y con la posible vía de comunicación entre los ranchos Comietierra a Paso Montaña, como se indicó el inicio de este capítulo.

El comportamiento del agua durante la temporada de lluvias, sería igual al que se tiene actualmente sin las obras propuestas, por lo que el nivel máximo del agua continuaría siendo la elevación 3.2 msnm. Durante la época de setas el nivel del agua en la Laguna sería la cota + 0 msnm.

Esta alternativa satisface dos objetivos: mantiene llena la Laguna durante todo el año y permite la comunicación permanente por tierra a El Paraiso y posiblemente a Comietierra, además presenta las ventajas siguientes:

-Mantiene el intercambio biológico y de nutrientes entre la Laguna y la zona de inundación del río Usumacinta, permite la entrada de diferentes especies de peces existentes en la región; no rompe trascintamente el funcionamiento hidraulico original en la temporada de lluvias, por lo que no existe peligro de inundaciones.

-Existe menor riesgo de grandes depósitos de sólidos en suspensión en el fondo de la Laguna.

-La circulación de las lanchas durante la época de lluvias, entre la Laguna y el río Usumacinta, se restablecerá como actualmente se tiene, una vez que se tenga un tirante suficiente sobre la corona del bordo sumergido.

-Esta alternativa tiene un costo total de 19,400 millones de pesos, lo que la hace una alternativa adecuada desde el punto de vista económico.

La desventaja que presenta esta alternativa es la siguiente:

-No se podrá proporcionar un camino permanente a los habitantes de Comietierra a partir de El Paraiso.

En los cuadros 5.1.1 y 5.1.2 se presentan las características de esta alternativa y los costos respectivos. En la figura 5.9.1 se muestra la localización y detalles de las obras que forman esta alternativa.

5.7 Selección de la mejor alternativa.

Las alternativas descritas en los incisos anteriores se presentaron ante los funcionarios de SDUC Y CNA en una reunión en la ciudad de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, donde se realizaron los comentarios siguientes:

La CNA indicó que, además de los objetivos que habían tomado en cuenta, se deberían tomar otros dos, que esa Dependencia estaba considerando en las obras que se proponen en la alternativa 1 y que son:

-La SARH está estudiando implantar cultivos de arroz en la zona de inundación de la margen izquierda del río Usumacinta, incluso se tiene en proyecto la construcción de un bordo de encauce para dicho río. Por tal motivo, se requiere que las aguas procedentes de la Laguna sean controladas y no inunden los terrenos con el futuro cultivo de arroz. Así el bordo camino Paraiso - Cometierra y las estructuras de control son necesarias.

-La misma SARH tiene en estudio el establecimiento de un distrito de temporal, por lo que se requieren vías de acceso permanentes, que permitan rápidamente la entrada de insumos y la salida de productos.

Por tal motivo, se planteó que las obras podrían construirse en dos etapas; en la primera se cumplirían los objetivos originales y en la segunda los objetivos de la CNA indicó en dicha reunión. A continuación se describe la alternativa seleccionada, que corresponde a la alternativa número cinco para la primera etapa; en la segunda etapa, las obras corresponden a la alternativa número 1.

La construcción en dos etapas de esta alternativa permitirá incorporar las obras conforme sean necesarias y optimizar la aplicación de recursos económicos.

PRIMERA ETAPA

En esta primera etapa de construcción inmediata, se deberán cumplir los objetivos de mantener en época de estiaje la Laguna llena hasta la elevación 4.00 m y establecer una comunicación permanente por tierra con el poblado El Paraiso. Un tercer objetivo que deberá estudiarse a la luz de un estudio topográfico futuro es el camino Cometierra - Paso de la Montaña; por tal razón el proyecto de este camino no se incluye en el presente trabajo.

Para cumplir dichos requerimientos deberán construirse las obras siguientes:

- a. Un bordo sumergible, en las partes bajas del área de comunicación entre la Laguna y la zona de inundación del río Usumacinta, con longitud total de 750 m y elevación de corona a la cota 4.00 msnm. Este bordo cumplirá la función en tiempo de secas de impedir que la Laguna se vacíe como sucede hasta la fecha; en tiempo de lluvias el bordo quedará sumergido, lo que permitirá que continúe existiendo comunicación con la zona de inundación antes mencionada y el funcionamiento hidrológico no se altere substancialmente, ya que la Laguna seguirá comportándose en época de avenidas como lo hace actualmente. Las características que deberá reunir este bordo son impermeabilidad, resistencia a la erosión por rebosamiento y estabilidad estructural por vaciado y llenado del vaso.
- b. Un puente que ligue el camino que actualmente se tiene en construcción con la población El Paraiso, precisamente en la llamada boquilla El Chifón con longitud total de 50 m y elevación de la

rasante a la cota 7,5 msnm. Este puente podrá tener un solo carril lo que permitirá una mayor economía en la obra; la estructura, en la segunda etapa, formara parte de la obra de control y excedencias correspondientes y alojara a las compuertas que se requieran para el manejo del agua, por lo que se dejarán las preparaciones necesarias para dicha adaptación.

c. Construcción de un posible camino entre las rancerías Cometierra y Paso de Montaña, su longitud aproximada sera de 3,500 m y su elevación de rasante tal, que se impida su inundación en época de lluvias. Del rancho Paso de Montaña se puede lograr comunicación al camino "Alvaro Obregón - Etronque carretera federal numero 186. Como se menciona anteriormente el proyecto de este camino no está incluido en el presente proyecto.

Como obras complementarias de esta primera etapa, puede recomendarse la rehabilitación de las cuencas que alimentan con sus escurrimientos a la Laguna, lo que impedira en mayor medida el flujo de azolves hacia el vaso. Podrán efectuarse trabajos de reforestación, trampas para azolves que periodicamente sean limpiadas, pequeños diques que disminuyan la velocidad del agua, etc. Los proyectos de estas obras no están incluidos en el presente trabajo.

También se recomienda se inicie un programa de mediciones de gastos y niveles de la Laguna, de tal manera de tener información confiable, que permita programar la operación de la segunda etapa en forma segura y eficiente.

SEGUNDA ETAPA

En la segunda etapa, de construcción futura, el objetivo a cumplir será el de manejar las aguas que escurran de la Laguna por las obras de control propuestas, de manera de impedir inundar las zonas protegidas y drenadas por los proyectos de siembra de arroz que la SARH piensa implantar en lo que ahora es la zona de inundación del río Usumacinta. En esta etapa también deberá procurarse aprovechar la corona del bordo que independice a la Laguna, como una vialidad que colabore a la rápida entrada y salida de insumos y productos que los proyectos agrícolas requieran.

Debe hacerse notar que con la construcción de la segunda etapa, el funcionamiento hidrológico de la Laguna en época de avenidas se vera modificado substancialmente, ya que el área hidráulica que actualmente la comunica con las zonas de inundación del río Usumacinta, tiene una longitud de aproximadamente 5,000 m y después de la construcción, se vera reducido a 150 m lo que elevara la cota máxima de inundación actual en el caso de que se presente una avenida máxima extraordinaria. Las obras que deberán construirse en esta etapa serán las siguientes:

a. Estructura de control en la boquilla El Chiflón, que estará formada por un cimacio vertedor de concreto reforzado, con una cresta a la elevación 0,00 msnm y longitud de 50 m; 10 compuertas radiales de acero de 5,0 x 4,0 m, de accionamiento eléctrico; puente de maniobras fabricado de concreto reforzado y con rasante a la elevación 10 msnm, que permita elevar las compuertas para que el agua sea descargada libremente; roturadores que permitan aislar la parte frontal de cada compuerta

para trabajos de mantenimiento periódico, inspección y reparación.

b. Estructura de control en la boquilla El Razal, que estará formada por un cimacio vertedor de concreto reforzado, con cresta a la elevación 0.00 msnm y longitud de 60 m; 12 compuertas radiales de acero de 5.0 x 4.0 m, de accionamiento eléctrico; puente de maniobras fabricado de concreto reforzado y con rasante a la elevación 10 msnm, que permita elevar las compuertas para que el agua sea descargada libremente; obturadores que permitan aislar la parte frontal de cada compuerta para trabajos de mantenimiento periódico, inspección y reparación.

Esta estructura tendrá también un puente carretero fabricado con concreto reforzado, de 60 m de longitud y con la rasante en la cota 7.5 msnm; su función será la de enlazar al bordo camino, con la población El Paraíso. En este caso el puente podrá construirse de un solo carril, con el fin de hacerlo económico.

c. Estructura de control en la boquilla cercana al rancho Cometierra, que estará formada por un cimacio vertedor de concreto reforzado, con cresta a la elevación 0.00 msnm y longitud de 40 m; 8 compuertas radiales de acero de 5.0 x 4.0 m, de accionamiento eléctrico; puente de maniobras fabricado de concreto reforzado y con rasante a la elevación de 10 msnm, que permita elevar las compuertas para que el agua sea descargada libremente; obturadores que permitan aislar parte frontal de cada compuerta para trabajos de mantenimiento periódico, inspección y reparación.

Esta estructura tendrá también un puente carretero fabricado con concreto reforzado de 40 m de longitud y con la rasante en la cota 7.5 msnm; su función será enlazar el bordo camino, con el rancho Cometierra. Como en el caso de la boquilla El Razal, el puente podrá construirse de un solo carril, con el fin de hacerlo económico.

d. Bordo - camino Paraíso - Cometierra, con una longitud de 4.640 m, con la corona en la elevación 7.5 msnm y ancho de 6.0 m. Será construido de materiales graduados de la región, con corazón impermeable de arcilla, respaldos de rezaga y protección con chapa de enrocamiento. Su función será independizar a la Laguna de la zona de inundación del río Usamacinta.

Los detalles de todas las obras se realizarían durante la ejecución de los proyectos ejecutivos, que corresponden a los siguientes capítulos de esta memoria.

Cabe señalar que los alcances de este proyecto solo contemplan el diseño de obras requeridas para ampliar con el desarrollo de la primera etapa de acuerdo con los términos de referencia respectivos.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

Como resultado del análisis de alternativas realizado, se puede concluir que la construcción de las obras es factible técnicamente que son las más económicas que se pueden proyectar. La separación

de la construcción de las obras en dos etapas mejora substancialmente el programa de inversiones, realizándolas cuando sean necesarias.

Finalmente, se recomienda realizar la construcción de la primera etapa en época de estiaje, por lo que la contratista deberá de contar con el equipo de construcción suficiente y adecuado para realizar la labor del bordo sumergible y puente en 3 meses. En la boquilla El Chiflón donde se construirá el puente, se recomienda primero construir el bordo sumergible a todo lo ancho de la boquilla, y después excavar hasta el estrato resistente, para realizar la cimentación del puente.

La Delegación de Pesca en el Estado, indicó que requiere una profundidad mínima de 2.00 m en la Laguna y 75 cm de tirante de agua sobre la corona del bordo para que puedan pasar los peces, por lo que durante la elaboración del Proyecto Ejecutivo, se tomará en cuenta tales requisitos para determinar definitivamente la elevación de la corona del bordo.

CUADRO 5.1.1
LAGUNA DE CATAZAJA.
ARREGLOS DE SOLUCION INTEGRAL A LAS NECESIDADES
DE MANTENER LA LAGUNA LLENA Y ESTABLECER VIAS DE ACCESO PERMANENTES
AL POBLADO EL PARAISO Y AL RANCHO COMETIERRA

ALTERNATIVA	CAMINO LAS PASARELAS-PASARELAS	BOQUILLA EL CHIFLON	BOQUILLA EL RAIZAL	ZONAS BAJAS DE COMUNICACION ENTRE LA LAGUNA Y ZONAS DE HUMED. DEL USMACINTA	ELEV. DEL AGUA EN LA LAGUNA	CAMINO A COMETIERRA	VENTAJAS	DESVENTAJAS
1 (RIGIDIZACION)	EN CONSTRUCCION	EST. CONTROL Y PUENTE CARRETERO LONG. 100 m BORDO, LONG. 100 m ELEV. 7.5 m	EST. CONTROL Y PUENTE CARRETERO LONG. 120 m BORDO LONG. 30 m ELEV. 7.5 m	BORDO-CAMINO PARAISO-COMETIERRA LONG. 4,640 Km ELEV. CORONA 7.5 m	NAN =5.0 mscrm NANE=7.0 mscrm	USANDO LA ERONA DEL BORDO Y EL PUENTE CARRETERO	A)MANTIENE LLENA LA LAGUNA B)COMUNICACION PERMANENTE A PARAISO Y COMETIERRA	A)ROPPE DRASTICAMENTE EL INTERCAMBIO BIOLOGICO ENTRE LA LAGUNA Y LAS ZONAS DE HUM. DEL USM. IMPOSIBILITANDO LA ENTRADA DE PECES, NUTRIENTES, ETC. B)DESARROLLO DE PLACAS COMO LIRIO ACUATICO. C)CLENADO MAS RAPIDO DE AZOVLES. D)EN EPOCA DE AVENTIDAS RIESGO DE INUNDAR ZONAS MAS ALTAS EY SOLUCION CARA
2	EN CONSTRUCCION	EST. CONTROL Y PUENTE CARRETERO LONG. 30 m BORDO, LONG. 170 m ELEV. 7.5 m	EST. CONTROL LONG. 37 m, PASARELA LONG. 100 m ELEV. 7.5 m BORDO SUPERGIBLE LONG. 60 m ELEV. 4.0 m	BORDO SUPERGIBLE PARAISO-COMETIERRA ELEV. CORONA 4.00 m LONG 750 m	NAN =4.0 mscrm NANE=6.2 mscrm	POR LANCHAS, VIA RANCHO PASO DE MONTANA	A)MANTIENE LLENA LA LAGUNA B)COMUNICACION TERRESTRE PERMANENTE A PARAISO Y PARCIAL A COMETIERRA C)MANTIENE INTERCAMBIO BIOLOGICO ENTRE LAGUNA Y USMACINTA D)EN EPOCA DE ALCANIDAS MANTIENE COMPORTAMIENTO HIDROLOGICO ORIGINAL, MAS SEGURO	A)NO PROPORCIONA COMUNICACION PERMANENTE A COMETIERRA VIA PARAISO. B)POSIBILIDAD DE DESARROLLO DE LIRIO ACUATICO
3	EN CONSTRUCCION	BORDO-CAMINO ELEV. 7.5 m LONG. 200 m	EST. CONTROL LONG. 37 m, PASARELA LONG. 100 m ELEV. 7.5 m BORDO SUPERGIBLE LONG. 60 m ELEV. 4.0 m	BORDO SUPERGIBLE PARAISO-COMETIERRA ELEV. CORONA 4.00 m LONG 750 m	NAN =4.0 mscrm NANE=6.2 mscrm	POR LANCHAS, VIA RANCHO PASO DE MONTANA	E)GROA MENOS CARA F)MENOS DEPOSITO DE AZOVLES	A)NO PROPORCIONA COMUNICACION PERMANENTE A COMETIERRA VIA PARAISO. B)POSIBILIDAD DE DESARROLLO DE LIRIO ACUATICO
4	EN CONSTRUCCION	BORDO-CAMINO ELEV. 7.5 m LONG 200 m	EST. CONTROL LONG. 37 m, PASARELA LONG. 100 m ELEV. 7.5 m BORDO SUPERGIBLE LONG. 60 m ELEV. 4.0 m	BORDO SUPERGIBLE PARAISO-COMETIERRA, ELEV. CORONA 4.00 m LONG 700 m ESTRUCT. DE CONTROL LONG 50 m	NAN =4.0 mscrm NANE=6.2 mscrm	POR LANCHAS, VIA RANCHO PASO DE MONTANA		A)NO PROPORCIONA COMUNICACION PERMANENTE A COMETIERRA VIA PARAISO. B)POSIBILIDAD DE DESARROLLO DE LIRIO ACUATICO
5	EN CONSTRUCCION	BORDO SUPERGIBLE LONG. 90 m ELEV. 4.0 m PUENTE CARRETERO LONG. 200 m ELEV. 7.5 m	BORDO SUPERGIBLE LONG. 97 m ELEV. 4.0 m	BORDO SUPERGIBLE ELEV. CORONA 4.00 m LONG 750 m	NAN =4.0 mscrm NANE=6.2 mscrm	POR LANCHAS, VIA RANCHO PASO DE MONTANA		A)NO PROPORCIONA COMUNICACION PERMANENTE A COMETIERRA VIA PARAISO. B)POSIBILIDAD DE DESARROLLO DE LIRIO ACUATICO

CUADRO 5.1.2
LAGUNA DE CATAZAJA
SOLUCION INTEGRAL A LAS NECESIDADES
DE MANTENER LA LAGUNA LLENA Y ESTABLECER VIAS DE ACCESO PERMANENTES
AL POBLADO EL PARAISO Y AL RANCHO COMETIERRA

COSTOS EN MILLONES DE PESOS

ALTERNATI VA	CAHINO LAS PALO- MAS-PARA- ISO	BOQUILLA EL CRIFLON	BOQUILLA EL RAIZAL	ZONAS BAJAS DE COMUNICACION ENTRE LA LAG.Y ZONAS DE INUND. DEL USUMACINTA	CAHINO A COMETIERRA	TOTAL	OBSERVACIONES
1 (ORIGI- NAL)	9,000	9,417 **	11,105 **	10,059	-	39,581	COSTO SIN CAMINO 30,581
2	9,000	2,529 ***	3,325 ***	1,125	2,500 *	16,479	COSTO SIN CAMINOS 6,979
3	9,000	750	3,325 ***	1,125	2,500 *	16,700	COSTO SIN CAMINOS 5,200
4	9,000	750	3,325 ***	4,050	2,500 *	19,375	COSTO SIN CAMINOS 7,875
5	9,000	6,550	225	1,125	2,500 *	19,400	COSTO SIN CAMINOS 7,900

- * Es estimado, pues se carece de topografía para su evaluación, long. aprox. 2.5 km
- ** Estructura de control con compuertas
- *** Estructura de control descarga libre

CAPITULO 6

6. DETERMINACION DE LA ELEVACION DE CORONA DE LOS DIQUES VERTEDORES Y LOCALIZACION DE LOS EJES DE LOS DIQUES Y DEL PUENTE CARRETERO.

a. Definición de elevación de la corona de los diques vertedores.

Como se determinó en el capítulo anterior, en la primera etapa del proyecto se pretende mantener durante la época de estiaje, un cierto nivel de agua en la Laguna que asegure la producción de peces. En la época de lluvias la Laguna deberá funcionar libre como lo hace actualmente, intercambiando agua y nutrientes con la zona de inundación del río Usumacinta.

De acuerdo a las pláticas realizadas con personal de la Delegación de la Secretaría de Pesca en el Estado, indicaron que para la cría y reproducción de las diferentes especies de peces que se pretenden cultivar en la Laguna, es suficiente 2.00 (dos) metros de profundidad de agua.

Ante esta recomendación, se realizó un análisis de la elevación a que deberá colocarse la corona del dique vertedor, ya que en las alternativas se proponía la cota 4.00, y podría bajarse hasta la elevación 2.00. La primera revisión se efectuó con respecto a las áreas que tendría la Laguna durante la época de estiaje con diferentes elevaciones de la corona del dique:

ELEVACION (m)	AREA (ha)
0.00	904
1.00	3 507
2.00	4 808
3.00	5 438
4.00	5 922
5.00	6 379
6.00	6 697

Como se puede observar, al tener el agua en la cota 2.00, se reducirá la superficie, con relación a la cota 4.00, en 1 114 ha. Al llevar el agua hasta la cota 3.00, la reducción solo será de 484 ha, por lo que esto último parece ser lo recomendable.

También se puede concluir que a partir de las áreas presentadas, que el fondo de la Laguna inicia con una gran área de inundación prácticamente en la cota 1.00 (3 507 ha), ya que la cota 0.00 tiene una superficie de solo 904 ha. No debe olvidarse que en el estudio hidrológico se estimó un volumen de azolve, el cual se depositará en las partes bajas del fondo de la Laguna, por lo que en este estudio se propone que el volumen abajo de la cota 1.00, sea considerado como capacidad muerta. De acuerdo a la recomendación de SEPESCA, de tener un tirante mínimo de agua de 2.00 metros, la cota del dique vertedor quedaría en la cota 3.00 msnm. Una segunda y última recomendación de SEPESCA, consiste en que durante la época de lluvias se tenga lo más rápidamente posible una altura de 0.75 m de agua sobre la corona del dique, de tal manera de asegurar el intercambio de especies y de nutrientes durante la mayor parte del tiempo.

Para satisfacer este requerimiento, se necesitan conocer las elevaciones de la superficie libre del agua que se tienen durante los meses de lluvia, en las zonas de inundación de la margen izquierda del río Usamacinta; la CNA no tiene registro de dichas elevaciones y evidentemente su determinación requiere de un estudio específico, que está fuera de los alcances de este estudio. Por tales motivos se realizó un cálculo preliminar, que se presenta en el capítulo 4 Estudio Hidrológico, en el se concluye que a la elevación 3.00 de la corona del dique vertedor, existen muchas posibilidades de satisfacer el requerimiento de SEPESCA.

Por todo lo anteriormente expuesto, se decidió en común acuerdo con los funcionarios de la SDUC, dejar en forma definitiva la elevación de la corona de los diques vertedores en la cota 3.00 msnm.

b. Localización de los ejes de las obras de la primera etapa.

Una vez elegida la alternativa más adecuada en el capítulo anterior, se procedió a localizar en gabinete los ejes de las diferentes obras que integran la primera etapa, de las en que se acordó en dividir el proyecto de la Laguna de Catazajá.

Dichos trabajos de localización se apoyaron en los diversos levantamientos topográficos realizados hasta la fecha para la zona en estudio. A continuación se indican los levantamientos utilizados:

- Proyecto: Playas de Catazajá. Levantamiento Batimétrico, escala 1:5 000, con curvas de nivel a cada metro. Hojas 4, 5, y 8 de 22. Realizados en junio de 1990 por la CNA.
- Proyecto: Playas de Catazajá. Levantamiento Batimétrico, escala 1:20 000, con curvas de nivel a cada metro. Hoja única. Realizados en febrero de 1990 por la CNA.
- Proyecto: Playas de Catazajá. Levantamiento Topográfico, escala 1:5 000, del bordo - camino Paraíso - Comeltierra. Hoja única. Realizado en febrero de 1990 por la CNA.
- Levantamiento de la boquilla El Chiflón, escala 1:250, con curva de nivel a cada metro. Hoja única. Realizado en noviembre de 1990 por G S Ingeniería Integral, para la SDUC del Gobierno del Estado de Chiapas. Capítulo 3 de este estudio.

- Levantamiento de la boquilla El Raizal, escala 1:250, con curvas de nivel a cada metro. Hoja única. Realizado en noviembre de 1990 por G S Ingeniería Integral, para la SDUC del Gobierno del Estado de Chiapas. Capítulo 3 de este estudio.

Se tomó como consulta básica el estudio de geología, geotecnia y mecánica de suelos realizados por G S Ingeniería Integral, en diciembre de 1990, para este proyecto en las boquillas del Chiflón y El Raizal (capítulo 3).

También se consultó el Proyecto: Playas de Catazajá, Bordo - Camino - Paraiso - Comettierra, comparando las elevaciones correspondientes con las del plano específico del bordo - camino. En algunos casos se observaron diferencias de elevación y se apreció que la localización de dicho eje puede mejorarse, principalmente en las zonas bajas ubicadas junto al rancho Comettierra.

En segundo lugar se procedió a ubicar los ejes de los diques vertedores, para lo cual se analizó toda la zona baja de comunicación entre la Laguna y las áreas de inundación del río Usumacinta siempre teniendo en mente las condiciones fundamentales: de mantener el agua dentro del vaso de la Laguna en la elevación 3.00, durante la época de estiaje, y de que funcione libremente con las zonas de inundación del río Usumacinta durante la época de lluvias.

En esta forma se identificaron 4 (cuatro) sillós que están por abajo de la cota 3.00, además de las boquillas El Chiflón y El Raizal que tienen elevaciones también menores. De esos cuatro sillós, dos por sus características de longitud y elevación requieren diques vertedores. Los otros dos por tener cotas del terreno muy cercanas a la elevación 3.00 (2.4 y 2.9) ser de pequeña longitud, solo será necesario colocar tapones hasta la elevación de los relieves adyacentes.

En la elección de cada silló se cuidó que el dique quedará bien apoyado en el fondo de la boquilla y en sus laderas, que los suelos de desplante sean lo más sanos posibles, que el agua al llegar a él no presente cambios bruscos de dirección (para evitar efectos de socavación indeseables) y finalmente que se obtenga la solución más económica posible.

A continuación se presenta las coordenadas de dos puntos de cada uno de los ejes de las boquillas seleccionadas, cuales se obtuvieron gráficamente y deberán implantarse en el campo para la construcción de las obras.

BOQUILLA

C O O R D E N A D A S

	CADENAMIENTO	X	Y
CHIFLON			
punto 1	0 + 000	469.10	1.780.70
punto 2	0 + 067.48	491.80	1.844.60
RAIZAL			
punto 1	0 + 000	417.50	2.349.40
punto 2	0 + 085	362.50	2.414.25
PARAISO			
punto 1	0 + 000	2.903.03	3.007.29
punto 2	0 + 019	2.903.03	3.026.29
COMETIERRA			
punto 1	0 + 000	3.380.00	2.970.00
punto 2	0 + 120	3.500.00	2.970.00

Finalmente deben hacerse las siguientes observaciones y recomendaciones:

Por las discrepancias encontradas en las topografías disponibles, se deberá hacer antes de la construcción de las obras, el trazo y nivelación de la poligonal de manera de asegurar que al construirse dichas obras no existan otros lugares bajos por los que se vacíe la Laguna.

También deberá hacerse el levantamiento de los sitios Paraiso y Cometierra, a escala 1:250, con curvas de nivel a cada metro. En los dos sitios en que se refiere posiblemente pequeños tapones, será necesario un levantamiento particular.

Con respecto al eje del puente carretero, se procuró que fuese colineal con los extremos de los caminos a unir, de manera de evitar cambios de dirección bruscos, que no cumplan las especificaciones respectivas.

CAPITULO 7

7. CANTIDADES DE OBRA.

Una vez terminados los proyectos ejecutivos de las estructuras que forman el proyecto de la Laguna de Catazajá, se procedió a cuantificar las cantidades de obra que intervienen en ellos.

Dichas cantidades están en relación a las líneas de proyecto, por lo que durante la construcción podrán sufrir modificaciones que deberán incorporarse en los planos respectivos.

Como resumen, al final de este capítulo, se presenta el catálogo de conceptos y cantidades de obra, que servirán para el paquete de concurso correspondiente.

7.1 Diques vertedores.

La metodología utilizada para obtener los volúmenes de obra correspondió generalmente al promedio de áreas de secciones transversales multiplicadas por las distancias entre ellas.

7.2 Puente carretero El Chiflón.

Para la cuantificación del concreto se utilizaron las áreas de las secciones proyectadas, multiplicada por la longitud; en lo referente al acero de refuerzo se contaron directamente las varillas, multiplicándolas por su longitud y su peso por metro.

CATALOGO DE CONCEPTOS

1) DIQUE EL RAIZAL.

CLAVE	C O N C E P T O	UNID	CANT
7 - 1.00.0	DESMONTE.		
7 - 1.03.1	DESMONTE. DESENRAICE. DESYERBE Y LIMPIA DEL TERRENO PARA PROPOSITO DE CONSTRUCCION.	ha	2
7 - 1.03.1	DESMONTE. DESENRAICE. DESYERBE. Y LIMPIA DEL TERRENO PARA BANCOS DE PRESTAMOS.	ha.	1
7 - 3.00.0	BRECHAS DE ACCESO.		
7 - 3.03.1	CONSTRUCCION DE BRECHAS DE ACCESO.	km	2
8 - 1.00.0	DESPALME.		
8 - 1.03.1	DESPALME EN LA ZONA DE CONSTRUCCION Y EN LOS PRESTAMOS LATERALES, EN MATERIAL COMUN.	m ²	1,900
8 - 1.03.2	DESPALME EN LOS BANCOS DE PRESTAMOS DE ARENA.	m ²	75
8 - 1.03.3	REGRESO DEL MATERIAL PRODUCTO DEL DESPALME EN LOS BANCOS DE PRESTAMO.	m ²	75
11 - 1.00.0	BOMBEO		
11 - 1.03.1	BOMBEO PARA DESAGUE DE CIMENTACIONES.	h.e.	250

11 - 2.00.0	EXCAVACION.		
11 - 2.03.1	EXCAVACION EN CUALQUIER MATERIAL EXCEPTO ROCA PARA LA CONSTRUCCION DEL DIQUE VERTEDOR.....		
11 - 2.03.2	CON ACARREO LIBRE DEL MATERIAL PRODUCTO DE LA EXCAVACION EN EL 1er. km.	m ³	7,500
11 - 2.03.3	COMPENSACION ADICIONAL AL PRECIO UNITARIO DE EXCAVACION CUANDO ESTA SEA EN AGUA O EN MATERIAL LODOSO.	m ³	500
11 - 5.00.0	FORMACION DE TERRAPLENES DE MATERIAL IMPERMEABLE.		
11 - 5.03.4	OBTENCION, ACARREO EN EL 1er. km Y COLOCACION DE MATERIAL IMPERMEABLE COMPACTADO.	m ³	4,500
11 - 6.00.0	FORMACION DE FILTROS O ZONAS DE TRANSICION.		
11 - 6.03.1	OBTENCION, ACARREO EN EL 1er. km Y COLOCACION DE MATERIAL PERMEABLE PROVENIENTE DE BANCOS DE PRESTAMOS (REZAGA O ARENA Y GRAVA).	m ³	4,000
11 - 7.00.0	ENROCAMIENTO.		
11 - 7.03.1	OBTENCION, ACARREO EN EL 1er. km Y COLOCACION DE ENROCAMIENTO PROVENIENTE DE BANCOS DE PRESTAMOS.	m ³	3,300
047 - G	CONCRETO HIDRAULICO.		
G . 11	CONCRETO HIDRAULICO. POR UNIDAD DE OBRA TERMINADA (INCISO 02.026 - H. 10).		

a	SIMPLE. COLADO EN SECO DE f'c = 150 kg/cm ²		
	1) EN DENTELLONES LONGITUDINALES.	m ²	613
11 - 15.00.0	ACARREOS Y SOBREACARREOS.		
11 - 15.00.1	SOBREACARREOS DE MATERIALES CORRESPONDIENTES A LOS TRABAJOS EJECUTADOS EN EL CONCEPTO No.: 11 - 5.03.4.	m ² - km	9,000
11 - 15.03	SOBREACARREOS DE MATERIALES CORRESPONDIENTES A LOS TRABAJOS EJECUTADOS EN EL CONCEPTO No.: 11 - 6.03.1.	m ² - km	140,000
11 - 15.04	SOBREACARREOS DE MATERIALES CORRESPONDIENTES A LOS TRABAJOS EJECUTADOS EN EL CONCEPTO No.: 11 - 7.03.1.	m ² - km	165,000

CATALOGO DE CONCEPTOS

2) DIQUE VERTEDOR COMETIERRA.

CLAVE	CONCEPTO	UNID	CANT
DIQUE VERTEDOR			
7-1.00.0	DESMONTE.		
7-1.03.1	DESMONTE, DESENRAICE, DESYERBE, Y LIMPIA DEL TERRENO PARA PROPOSITO DE CONSTRUCCION.	ha	2
7-1.03.1	DESMONTE, DESENRAICE, DESYERBE, Y LIMPIA DEL TERRENO PARA BANCOS DE PRESTAMOS.	ha.	1
7-3.00.0	BRECHA DE ACCESO.		
7-3.03.1	CONSTRUCCION DE BRECHAS DE ACCESO.	km	6
8-1.00.0	DESPALME.		
8-1.03.1	DESPALME EN LA ZONA DE CONSTRUCCION Y EN LOS PRETAMOS LATERALES, EN MATERIAL COMUN.	m ³	1,900
8-1.03.2	DESPALME EN LOS BANCOS DE PRETAMOS DE ARENA.	m ³	100
8-1.03.3	REGRESO DEL MATERIAL PRODUCTO DEL DESPALME EN LOS BANCOS DE PRETAMO.	m ³	100
11-1.00.0	BOMBEO.		
11-1.03.1	BOMBEO PARA DESAGÜE DE CIMENTACIONES.	h.e.	50

11-2.00.0	EXCAVACION.		
11-2.03.1	EXCAVACION EN CUALQUIER MATERIAL EXCEPTO ROCA PARA LA CONSTRUCCION DEL DIQUE VERTEDOR.....		
11-2.03.2	CON ACARREO LIBRE DEL MATERIAL PRODUCTO DE LA EXCAVACION EN EL 1er. km.	m ³	7,500
11-2.03.3	COMPENSACION ADICIONAL AL PRECIO UNITARIO DE EXCAVACION CUANDO ESTA SEA EN AGUA O EN MATERIAL LODOSO.	m ³	300
11-5.00.0	FORMACION DE TERRAPLENES DE MATERIAL IMPERMEABLE.		
11-5.03.4	OBTENCION, ACARREO EN EL 1er. km Y COLOCACION DE MATERIAL IMPERMEABLE COMPACTADO.	m ³	3,900
11-6.00.0	FORMACION DE FILTROS O ZONAS DE TRANSICION.		
11-6.03.1	OBTENCION, ACARREO EN EL 1er. km Y COLOCACION DE MATERIAL PERMEABLE PROVENIENTE DE BANCOS DE PRESTAMOS (REZAGA O ARENA Y GRAVA).	m ³	5,200
11-7.00.0	ENROCAMIENTO.		
11-7.03.1	OBTENCION, ACARREO EN EL 1er. km Y COLOCACION DE ENROCAMIENTO PROVENIENTE DE BANCOS DE PRESTAMOS.	m ³	4,900
047 - G	CONCRETO HIDRAULICO.		
G . 11	CONCRETO HIDRAULICO, POR UNIDAD DE OBRA TERMINADA (INCISO 02.026 - H. 10).		

SIMPLE, COLADO EN SECO DE
f'c = 150 kg/cm²

	1) EN DENTELLONES LONGITUDINALES.	m ³	913
11 - 15.00.0	ACARREOS Y SOBRECARREROS.		
11 - 15.00.1	SOBRECARREROS DE MATERIALES CORRESPONDIENTES A LOS TRABAJOS EJECUTADOS EN EL CONCEPTO No. : 11 - 5.03.4.	m ³ - km	7.800
11 - 15.03	SOBRECARREROS DE MATERIALES CORRESPONDIENTES A LOS TRABAJOS EJECUTADOS EN EL CONCEPTO No. : 11 - 6.03.1.	m ³ - km	197.600
11 - 15.04	SOBRECARREROS DE MATERIALES CORRESPONDIENTES A LOS TRABAJOS EJECUTADOS EN EL CONCEPTO No. : 11 - 7.03.1.	m ³ - km	264.600

CATALOGO DE CONCEPTOS

3) DIQUE VERTEDOR PARAISO.

CLAVE	CONCEPTO	UNID	CANT
7-1.00.0	DESMONTE.		
7-1.03.1	DESMONTE, DESENRAICE, DESYERBE Y LIMPIA DEL TERRENO PARA PROPOSITO DE CONSTRUCCION.	ha	2
7-1.03.1	DESMONTE, DESENRAICE, DESYERBE Y LIMPIA DEL TERRENO PARA BANCOS DE PRESTAMOS.	ha.	1
7-3.00.0	BRECHAS DE ACCESO.		
7-3.03.1	CONSTRUCCION DE BRECHAS DE ACCESO.	km	5
8-1.00.0	DESPALME.		
8-1.03.1	DESPALME EN LA ZCNA DE CONSTRUCCION Y EN LOS PRESTAMOS LATERALES. EN MATERIAL COMUN.	m ²	700
8-1.03.2	DESPALME EN LOS BANCOS DE PRESTAMOS DE ARENA.	m ²	100
8-1.03.3	REGRESO DEL MATERIAL PRODUCTO DEL DESPALME EN LOS BANCOS DE PRESTAMO.	m ³	100
11-1.00.0	BOMBEO.		
11-1.03.1	BOMBEO PARA DESAGUE DE CIMENTACIONES.	h.e.	50

11-2.00.0	EXCAVACION		
11-2.03.1	EXCAVACION EN CUALQUIER MATERIAL EXCEPTO ROCA PARA LA CONSTRUCCION DEL DIQUE VERTEDEDOR.....		
11-2.03.2	CON ACARREO LIBRE DEL MATERIAL PRODUCTO DE LA EXCAVACION EN EL 1er. km.	m ³	700
11-2.03.3	COMPENSACION ADICIONAL AL PRECIO UNITARIO DE EXCAVACION CUANDO ESTA SEA EN AGUA O EN MATERIAL LODOSO.	m ³	100
11-5.00.0	FORMACION DE TERRAPLENES DE MATERIAL IMPERMEABLE.		
11-5.03.4	OBTENCION, ACARREO EN EL 1er. km Y COLOCACION DE MATERIAL IMPERMEABLE COMPACTADO.	m ³	1.000
11-6.00.0	FORMACION DE FILTROS O ZONAS DE TRANSICION.		
11-6.03.1	OBTENCION, ACARREO EN EL 1er. km Y COLOCACION DE MATERIAL PERMEABLE PROVENIENTE DE BANCOS DE PRETAMOS (REZAGA O ARENA Y GRAVA).	m ³	1.200
11-7.00.0	ENROCAMIENTO.		
11-7.03.1	OBTENCION, ACARREO EN EL 1er. km Y COLOCACION DE ENROCAMIENTO PROVENIENTE DE BANCOS DE PRETAMOS.	m ³	1.300
347-G	CONCRETO HIDRAULICO.		
G-11	CONCRETO HIDRAULICO. POR UNIDAD DE OBRA TERMINADA (INCISO 02.026 - H. 10).		

a	SIMPLE. COLADO EN SECO DE f'c = 150 kg/cm ²		
	1) EN DENTELLONES LONGITUDINALES.	m ³	166
11 - 15.00.0	ACARREOS Y SOBREACARREOS.		
11 - 15.00.1	SOBREACARREOS DE MATERIALES CORRESPONDIENTES A LOS TRABAJOS EJECUTADOS EN EL CONCEPTO No.: 11 - 5.03.4.	m ³ - km	2.000
11 - 15.03	SOBREACARREOS DE MATERIALES CORRESPONDIENTES A LOS TRABAJOS EJECUTADOS EN EL CONCEPTO No.: 11 - 6.03.1.	m ³ - km	45.600
11 - 15.04	SOBREACARREOS DE MATERIALES CORRESPONDIENTES A LOS TRABAJOS EJECUTADOS EN EL CONCEPTO No.: 11 - 7.03.1.	m ³ - km	70.200

CATALOGO DE CONCEPTOS

4) EL CHIFLON.

CLAVE	CONCEPTO	UNID	CANT
DIQUE VERTEDOR			
7-1.00.0	DESMONTE.		
7-1.03.1	DESMONTE, DESENRAICE, DESYERBE Y LIMPIA DEL TERRENO PARA PROPCSITC DE CONSTRUCCION.	ha	2
7-1.03.1	DESMONTE, DESENRAICE, DESYERBE Y LIMPIA DEL TERRENO PARA BANCOS DE PRESTAMOS.	ha.	1
3-1.00.0	DESPALME.		
8-1.03.1	DESPALME EN LA ZONA DE CONSTRUCCION Y EN LOS PRESTAMOS LATERALES. EN MATERIAL COMUN.	m ³	1.000
3-1.03.2	DESPALME EN LOS BANCOS DE PRESTAMOS DE ARENA.	m ³	100
3-1.03.3	REGRESO DEL MATERIAL PRODUCTO DEL DESPALME EN LOS BANCOS DE PRESTAMO.	m ³	100
11-1.00.0	BOMBEO.		
11-1.03.1	BOMBEO PARA DESAGÜE DE CIMENTACIONES.	h.e.	250
11-2.00.0	EXCAVACION.		

11-2.03.1	EXCAVACION EN CUALQUIER MATERIAL EXCEPTO ROCA PARA LA CONSTRUCCION DEL DIQUE VERTEDEDOR.....		
11-2.03.2	CON ACARREO LIBRE DEL MATERIAL PRODUCTO DE LA EXCAVACION EN EL 1er. km.	m ³	4.000
11-2.03.3	COMPENSACION ADICIONAL AL PRECIO UNITARIO DE EXCAVACION CUANDO ESTA SEA EN AGUA O EN MATERIAL LODOSO.	m ³	1.000
11-5.00.0	FORMACION DE TERRAPLENES DE MATERIAL IMPERMEABLE.		
11-5.03.4	OBTENCION, ACARREO EN EL 1er. km Y COLOCACION DE MATERIAL IMPERMEABLE COMPACTADO.	m ³	10.000
11-6.00.0	FORMACION DE FILTROS O ZONAS DE TRANSICION.		
11-6.03.1	OBTENCION, ACARREO EN EL 1er. km Y COLOCACION DE MATERIAL PERMEABLE PROVENIENTE DE BANCOS DE PRETAMOS (REZAGA O ARENA Y GRAVA).	m ³	4.400
11-7.00.0	ENROCAMIENTO.		
11-7.03.1	OBTENCION, ACARREO EN EL 1er. km Y COLOCACION DE ENROCAMIENTO PROVENIENTE DE BANCOS DE PRETAMOS.	m ³	2.800
047 - G	CONCRETO HIDRAULICO.		
G. 11	CONCRETO HIDRAULICO, POR UNIDAD DE OBRA TERMINADA (INCISO 02.026 - H. 10).		
a	SIMPLE, COLADO EN SECO DE f'c = 150 kg/cm ²		

	1) EN DENTELLONES LONGITUDINALES.	m ³	508
11- 15.00.0	ACARREOS Y SOBRECARREROS.		
11- 15.00.1	SOBRECARREROS DE MATERIALES CORRESPONDIENTES A LOS TRABAJOS EJECUTADOS EN EL CONCEPTO No.: 11- 5.03.4.	m ³ - km	21.400
11- 15.03	SOBRECARREROS DE MATERIALES CORRESPONDIENTES A LOS TRABAJOS EJECUTADOS EN EL CONCEPTO No.: 11- 6.03.1.	m ³ - km	154.000
11- 15.04	SOBRECARREROS DE MATERIALES CORRESPONDIENTES A LOS TRABAJOS EJECUTADOS EN EL CONCEPTO No.: 11- 7.03.1.	m ³ - km	131.500

PUENTE CARRETERO

3.01.02 ESTRUCTURAS.

SUBESTRUCTURAS.

047- C EXCAVACION PARA ESTRUCTURAS.

C. 02 H)	EXCAVADO POR UNIDAD DE OBRA TERMINADA (INCISO 02.022 - H. 01 - H).	m ³	770
----------	--	----------------	-----

047- D RELLENOS.

D. 02 C)	DE EXCAVACIONES PARA ESTRUCTURAS POR UNIDAD DE OBRA TERMINADA (INCISO 02.023 - H. 01 - C).	m ³	580
----------	--	----------------	-----

G- 11 CONCRETO HIDRAULICO. POR UNIDAD DE OBRA TERMINADA (INCISO 02.026 - H. 10).

A)	SIMPLE. COLADO EN SECO DE f'c = 250 kg/cm ²		
----	---	--	--

FALLA DE ORIGEN

	1) EN CUERPOS DE PILAS Y MUROS.	m ²	250
	2) EN CORONA Y DIAFRAGMA DE ESTRIBOS	m ²	12
	3) EN ALEROS.	m ²	250
B)	SIMPLE. COLADO EN AGUA DE f'c = 250 kg/cm ²		
	1) EN ZAPATAS DE PILAS.	m ²	135
047 - H	ACERO PARA CONCRETO HIDRAULICO.		
H. 04)	ACERO DE REFUERZO POR UNIDAD DE OBRA TERMINADA (INCISO 02.027 - H. 03).		
A)	VARILLA DE fy = 4.000 kg/cm ²		
	1) EN CUERPO DE PILAS. MUROS Y ZAPATAS.	kg	71.000
SUPERESTRUCTURA.			
047 - G	CONCRETO HIDRAULICO.		
G. 11	CONCRETO HIDRAULICO. POR UNIDAD DE OBRA TERMINADA (02.026 - H. 10).		
A)	SIMPLE. COLADO EN SECO DE f'c = 250 kg/cm ²		
	1) EN LOSA Y DIAFRAGMAS.	m ²	310
	2) EN BANQUETAS.	m ²	25
	3) EN PARAPETOS.	m ²	15
G. 12	JUNTAS DE DILATACION. POR UNIDAD DE OBRA TERMINADA (INCISO 02.02 - H. 11).		
A)	METALICAS.		
	1) DE ACERO ESTRUCTURAL A - 36	kg	290
B)	NO METALICAS.		
	1) CARTON ASFALTICO DE 4 cm DE ESPESOR.	m ²	25
	2) CARTON ASFALTICO DE 2.5 cm DE ESPESOR.	m ²	35
	3) SIKAFLEX 1 - A O SIMILAR DE 2 cm DE ESPESOR.	dm ²	1.210

ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA

347 - H	ACERO PARA CONCRETO HIDRAULICO.		
H. 04	ACERO DE REFUERZO POR UNIDAD DE OBRA TERMINADA (INCISO 02.027 - H. 03).		
A)	VARILLAS DE $f'_{y} = 4.000 \text{ kg/cm}^2$		
	1) EN LOSAS Y DIAFRAGMAS.	kg	62.000
	2) EN BANQUETAS.	kg	2.400
	3) EN PARAPETOS.	kg	1.700
047 - I	ESTRUCTURAS DE CONCRETO REFORZADO.		
I. 02)	ESTRUCTURA DE CONCRETO REFORZADO (INCISO 02.028 - . 01).		
C)	TUBOS DE CARTON COMPRIMIDO PARA ALIGERAR LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES.		
	1) DE 21 cm DE DIAMETRO EN BANQUETA.	m	275
	2) DE 76 cm DE DIAMETRO EN LOSA.	m	320
386 - L	CARPETAS DE CONCRETO ASFALTICO.		
L. 03	CARPETAS DE CONCRETO ASFALTICO, POR UNIDAD DE OBRA TERMINADA DE 4 cm DE ESPESOR (INCISO 081 - H. 02) :		
A)	COMPACTADA AL 95 %	m ²	20
347 - Y	TRABAJOS DIVERSOS.		
Y. 12	DRENES DE TUBO DE PVC DE 7.6 cm DE DIAMETRO Y 25 cm DE LONGITUD EN LOSA DE SUPERESTRUCTURA.	pz	50
Y. 13	APOYOS INTEGRALES DE NEOPRENO.		
A)	NEOPRENO ASTM D2240. DUREZA 60.	dm ³	170

CAPITULO 8

8. PRESUPUESTO DE LAS OBRAS.

En este capítulo se presenta el presupuesto de cada una de las obras que integran el proyecto de las estructuras de control de la Laguna de Calazaja, el cual se hizo a partir del catálogo de conceptos y cantidades de obra que se formó para el paquete de concurso de las mismas.

En relación a los precios aplicados a cada uno de los conceptos, son representativos de los existentes a mediados del año de 1990; algunos de ellos corresponden a los aplicados por la CIA al presupuesto de bordo - camino Paraiso - Cometierra.

Con el objeto de tener el costo total de cada obra, al costo directo obtenido se le agrego un porcentaje del 28% que representa los indirectos y utilidades del contratista (esto podría variar de acuerdo con la propuesta de construcción seleccionada).

A continuación se presenta el costo total de cada obra y el total de todas ellas:

DIQUE EL CHIFLON	\$ 657'043.827.00
PUNTE EL CHIFLON	\$ 1.506'571.520.00
DIQUE EL RAIZAL	\$ 679'493.082.00
DIQUE COMETIERRA	\$ 984'999.923.00
DIQUE PARAISO	\$ 249'115.635.00
COSTO TOTAL DEL PROYECTO	\$ 4.077'223.987.00

PRESUPUESTO DE OBRA

8.1 DIQUE VERTEDOR EL RAIZAL.

CLAVE	C O N C E P T O	UD.	CANT.	P.U. \$	IMPORTE \$
7 - 1.00.0	DESMONTE.				
7 - 1.03.1	DESMONTE. ETC.	ha	2	266.531	533.062
7 - 1.03.1	DESMONTE. ETC.	ha	1	266.531	266.531
7 - 3.00.0	BRECHAS DE ACCESO.				
7 - 3.03.1	CONST. BRECHAS.	km	2	3'500.000	7'000.000
8 - 1.00.0	DESPALME.				
8 - 1.03.1	DESPALME. ETC.	m ³	1.900	818	1'554.200
8 - 1.03.2	DESPALME. ETC.	m ³	75	818	61.350
8 - 1.03.3	REGRESO MAT.	m ³	75	391	29.325
11 - 1.00.0	BOMBEO.				
11 - 1.03.1	BOMBEO, ETC.	h.e.	250	4.500	1'125.000
11 - 2.00.0	EXCAVACION.				
11 - 2.03.2	EXCAVACION. ETC.	m ³	7.500	2.305	17'287.500
11 - 2.03.3	COMPENSACION.	m ³	500	750	375.000

11-5.00.0	FORMACION DE TERRAPLENES DE MATERIAL IMPERMEABLE.				
11-3.03.4	OBT. ACA. 1er. km	m ²	4.500	6.000	27'000.000
11-6.00.0	FORMACION DE FILTROS O ZONAS DE TRANSICION.				
11-6.03.1	OBT. ACA. 1er. km	m ²	4.000	6.000	24'000.000
11-7.00.0	ENROCAMIENTO.				
11-7.03.1	OBT. ACA. 1er. km	m ²	3.300	36.790	121'407.000
047 - H	CONCRETO HIDRAULICO.				
G. 11	CONCRETO HIDRAULICO UNIDAD TERMINADA.				
A	SIMPLE COLADO SECO f'c = 150				
	1) DENT. LONG.	m ²	613	175.000	107'275.000
11-15.00.0	ACARREO Y SOBREACARREOS.				
11-15.00.1	SOBREACARREOS.	m ² - km	9.000	710	6'390.000
11-15.03	SOBREACARREOS.	m ² - km	140.000	710	99'400.000
11-15.04	SOBREACARREOS.	m ² - km	165.000	710	117'150.000

COSTO DIRECTO :	530'853.970
INDIRECTOS MAS UTILIDAD (28 %) :	148'639.112
COSTO TOTAL :	679'493.082

PRESUPUESTO DE OBRA

3.2 DIQUE VERTEDOR COMETIERRA.

CLAVE	C O N C E P T O	UD.	CANT.	P.U. \$	IMPORTE \$
7 - 1.00.0	DESMONTE.				
7 - 1.03.1	DESMONTE. ETC.	ha	2	266.531	533.062
7 - 1.03.1	DESMONTE. ETC.	ha	1	266.531	266.531
7 - 3.00.0	BRECHAS DE ACCESO.				
7 - 3.03.1	CONST. BRECHAS.	km	6	3'500.000	21'000.000
8 - 1.00.0	DESPALME.				
8 - 1.03.1	DESPALME. ETC.	m ²	1.900	818	1'554.200
8 - 1.03.2	DESPALME. ETC.	m ²	100	818	81.800
8 - 1.03.3	REGRESO MAT.	m ²	100	391	39.100
11 - 1.00.0	BOMBEO.				
11 - 1.03.1	BOMBEO. ETC.	h.e.	50	4.500	225.000
11 - 2.00.0	EXCAVACION.				
11 - 2.03.2	EXCAVACION. ETC.	m ³	7.500	2.305	17'287.500
11 - 2.03.3	COMPENSACION.	m ³	300	750	225.000

11 - 5.00.0	FORMACION DE TERRAPLENES DE MATERIAL IMPERMEABLE.				
11 - 3.03.4	OBT. ACA. 1er. km	m ²	3.900	6.000	23400.000
11 - 6.00.0	FORMACION DE FILTROS O ZONAS DE TRANSICION.				
11 - 6.03.1	OBT. ACA. 1er. km	m ²	5.200	6.000	31'200.000.
11 - 7.00.0	ENROCAMIENTO.				
11 - 7.03.1	OBT. ACA. 1er. km	m ²	4.900	36.790	180'271.000
047 - H	CONCRETO HIDRAULICO.				
G. 11	CONCRETO HIDRAULICO UNIDAD TERMINADA.				
A	SIMPLE COLADO SECO f'c = 150				
	1) DENT. LONG.	m ²	480	175.000	159775.000
11 - 15.00.0	ACARREO Y SOBREACARREOS.				
11 - 15.00.1	SOBREACARREOS.	m ² - km	7.800	710	5'538.000
11 - 15.03	SOBREACARREOS.	m ² - km	197.600	710	140'269.000
11 - 15.04	SOBREACARREOS.	m ² - km	264.600	710	187'866.000

COSTO DIRECTO :	769'531.190
INDIRECTOS MAS UTILIDAD (28 %) :	215'468.733
COSTO TOTAL :	984'999.923

PRESUPUESTO DE OBRA

3.3 DIQUE VERTEDOR PARAISO.

CLAVE	C O N C E P T O	UD.	CANT.	P.U. S	IMPORTE S
7 - 1.00.0	DESMONTE.				
7 - 1.03.1	DESMONTE. ETC.	ha	2	266.531	533.062
7 - 1.03.1	DESMONTE. ETC.	ha	1	266.531	266.531
7 - 3.00.0	BRECHAS DE ACCESO.				
7 - 3.03.1	CONST. BRECHAS.	km	5	3'500,000	17'500,000
8 - 1.00.0	DESPALME.				
8 - 1.03.1	DESPALME. ETC.	m ²	700	818	572.600
8 - 1.03.2	DESPALME. ETC.	m ²	100	818	81.800
8 - 1.03.3	REGRESO MAT.	m ²	100	391	39.100
11 - 1.00.0	BOMBEO.				
11 - 1.03.1	BOMBEO. ETC.	h.e.	50	4.500	225.000
11 - 2.00.0	EXCAVACION.				
11 - 2.03.2	EXCAVACION. ETC.	m ²	700	2.305	1'613.500
11 - 2.03.3	COMPENSACION.	m ²	100	750	75.000

FALLA DE ORIGEN

11 - 5.00.0	FORMACION DE TERRAPLENES DE MATERIAL IMPERMEABLE.	DE			
11 - 3.03.4	OBT. ACA. 1er. km	m ³	1.000	6.000	6'000.000
11 - 6.00.0	FORMACION DE FILTROS O ZONAS DE TRANSICION.				
11 - 6.03.1	OBT. ACA. 1er. km	m ³	1.200	6.000	7'200.000
11 - 7.00.0	ENROCAMIENTO.				
11 - 7.03.1	OBT. ACA. 1er. km	m ³	1.300	36.790	47'827.000
047 - H	CONCRETO HIDRAULICO.				
G. 11	CONCRETO HIDRAULICO UNIDAD TERMINADA.				
A	SIMPLE COLADO SECO f'c = 150				
	1) DENT. LONG.	m ³	166	175.000	29'050.000
11 - 15.00.0	ACARRERO Y SOBREACARREOS.				
11 - 15.00.1	SOBREACARREOS.	m ³ - km	2.000	710	1'420.000
11 - 15.03	SOBREACARREOS.	m ³ - km	45.600	710	32'376.000
11 - 15.04	SOBREACARREOS	m ³ - km	70.200	710	49'842.000

COSTO DIRECTO :	194'621.590
INDIRECTOS MAS UTILIDAD (28 %) :	54'494.045
COSTO TOTAL :	<u>249'115.635</u>

PRESUPUESTO DE OBRA

6.4 DIQUE VERTEDOR EL CHIFLON.

CLAVE	C O N C E P T O	UD.	CANT.	P.U. S	IMPORTE S
7 - 1.00.0	DESMONTE.				
7 - 1.03.1	DESMONTE. ETC.	ha	2	266.531	533.062
7 - 1.03.1	DESMONTE. ETC.	ha	1	266.531	266.531
9 - 1.00.0	DESPALME.				
9 - 1.03.1	DESPALME. ETC.	m ²	1.000	818	818.000
8 - 1.03.2	DESPALME. ETC.	m ²	100	818	81.800
8 - 1.03.3	REGRESO MAT.	m ²	100	391	39.100
11 - 1.00.0	BOMBEO.				
11 - 1.03.1	BOMBEO. ETC.	h.e.	250	4.500	1.125.000
11 - 2.00.0	EXCAVACION.				
11 - 2.03.2	EXCAVACION. ETC.	m ³	4.000	2.305	9.220.000
11 - 2.03.3	COMPENSACION.	m ³	1.000	750	750.000
11 - 5.00.0	FORMACION DE TERRAPLENES DE MATERIAL IMPERMEABLE.				

FALLA DE ORIGEN

11 - 3.03.4	OBT. ACA. ter. km	m ³	10.000	6.000	64'200.000
11 - 6.00.0	FORMACION DE FILTROS O ZONAS DE TRANSICION				
11 - 6.03.1	OBT. ACA. ter. km	m ³	4.400	6.000	26'400.000
11 - 7.00.0	ENROCCAMIENTO.				
11 - 7.03.1	OBT. ACA. ter. km	m ³	2.800	36.790	103'012.000
047 - H	CONCRETO HIDRAULICO.				
G. 11.	CONCRETO HIDRAULICO UNIDAD TERMINADA.				
A	SIMPLE COLADO SECO f'c = 150				
	1) DENT. LONG.	m ³	508	175.000	88'900.000
11 - 15.00.0	ACARREO Y SOBREACARREOS.				
11 - 15.00.1	SOBREACARREOS.	m ³ - km	21.400	710	15'194.000
11 - 15.03	SOBREACARREOS.	m ³ - km	154.000	710	109'340.000
11 - 15.04	SOBREACARREOS.	m ³ - km	131.600	710	93'436.000

COSTO DIRECTO :	513'315.490
INDIRECTOS MAS UTILIDAD (28 %) :	143'728.337
COSTO TOTAL :	<u>657'043.827</u>

PUENTE CARRETERO

3.01.02 ESTRUCTURAS.

SUBESTRUCTURAS.

047 - C EXCAV. P/ESTRUCTURAS.

C. 02 H) EXCDO. P/U.O. TERM. m³ 770 5.200 4'004,000
(02.022 - H. 01 - H).

047 - D RELLENOS.

D. 02 C) EXC. P/ESTRUCT. m³ 580 8.000 4'840,000

G - 11 CONCRETO HIDRAULICO. POR
UNIDAD DE OBRA TERMINADA
(INCISO 02.026 - H. 10).

A) SIMPLE. COLADO EN SECO DE
f'c = 250 kg/cm²
= PILAS Y MUROS. m³ 250 600.000 150'000,000
= CORONA Y DIAFRAGMA. m³ 12 600.000 7'200,000
= EN ALEROS. m³ 250 600.000 150'000,000

B) SIMPLE. COLADO EN AGUA DE
f'c = 250 kg/cm²
= ZAPATAS PILAS. m³ 135 800,000 108'000,000

047 - H ACERO PARA CONCRETO
HIDRAULICO.

H. 04) ACERO DE REFUERZO. POR
UNIDAD DE OBRA TERMINADA
(INCISO 02.027 - H. 03).

A) VARILLA DE fy = 4.000 kg/cm²
CPO. PILAS. MUR. kg 71.000 3.200 227'200,000

SUPERESTRUCTURA.

047 - G CONCRETO HIDRAULICO.

G. 11 CONCRETO HIDRAULICO. POR
UNIDAD DE OBRA TERMINADA
(INCISO 02.026 - H. 10).

A)	SIMPLE. COLADO EN SECO DE $f'c = 250 \text{ kg/cm}^2$				
	- LOSA Y DIAFRAGMA.	m ²	310	660.000	204'600.000
	- EN BANQUETAS.	m ²	25	660.000	16'500.000
	- EN PARAPETOS.	m ²	15	660.000	9'900.000
G. 12	JUNTAS DE DILATACION. POR UNIDAD DE OBRA TERMINADA (INCISO 02.02 - H. 11).				
A)	METALICAS.				
	ACERO ESTRUCTURAL.	kg	290	18.000	5'220.000
B)	NO METALICAS (CARTON ASFALTICO).				
	1) 4 cm ESPESOR.	m ²	25	27.000	675.000
	2) 2,5 cm ESPESOR.	m ²	35	23.000	805.000
	3) SIKAFLEX 1-A	dm ²	1.210	7.500	9'075.000
047 - H	ACERO PARA CONCRETO HIDRAULICO.				
H. 04	ACERO DE REFUERZO. POR UNIDAD DE OBRA TERMINADA (INCISO 02.027 - H. 03).				
A)	VARILLAS DE $f'y = 4.000 \text{ kg/cm}^2$				
	- LOSA Y DIAFRAGMA.	kg	62.000	3.500	217'000.000
	- EN BANQUETAS.	kg	2.400	3.500	8'400.000
	- EN PARAPETOS.	kg	1.700	3.500	5'950.000
047 - I	ESTRUCTURAS DE CONCRETO REFORZADO.				
I. 02)	ESTRUCTURA DE CONCRETO REFORZADO (INCISO 02.028 - . 01).				
C)	TUBOS DE CARTON COMPRIMIDO PARA ALIGERAR LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES (BANQUETA Y LOSAS).				

	- 21 cm DIAMETRO.	m	275	28.000	7700.000
	- 76 cm DIAMETRO.	m	320	42.000	13440.000
086 - L	CARPETAS DE CONCRETO ASFALTICO.				
L. 03	CARPETAS DE CONCRETO ASFALTICO. POR UNIDAD DE OBRA TERMINADA DE 4 cm DE ESP. (INCISO 081 - H. 02):				
A)	COMPACTADA 95 %	m ²	20	800.000	16'000.000
047 - Y	TRABAJOS DIVERSOS.				
Y. 12	TUBO PVC 7.5	pz	50	10.000	500.000
Y. 13	APOYOS INTEGRALES DE NEOPRENO.				
A)	NEOPRENO ASTM DUREZA 60	dm ²	170	60.000	10'200.000

	COSTO DIRECTO :	1.177'009.000
	INDIRECTOS MAS UTILIDAD (28 %) :	329'562.520
	COSTO TOTAL :	<u>1.506'571.520</u>

CAPITULO 9

9. ESPECIFICACIONES COMPLEMENTARIAS DE CONSTRUCCION.

En este capítulo se presentan las especificaciones particulares que regirán en la construcción de las obras objeto de este contrato. Su contenido es el mismo que presentan las normas o disposiciones de las Dependencias federales y estatales encargadas de realizar obras de esta naturaleza; por tal motivo, en caso necesario para definición de términos, determinación de nuevos conceptos, aclaraciones, etc. se deberán consultar las especificaciones generales siguientes:

ESPECIFICACIONES GENERALES Y TECNICAS DE CONSTRUCCION DE LA EXTINTA SECRETARIA DE RECURSOS HIDRAULICOS (SRH)

NORMAS PARA CONSTRUCCION E INSTALACIONES DE LA SECRETARIA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES (SCT).

ESPECIFICACIONES TECNICAS DE CONSTRUCCION DE LA SECRETARIA DE DESARROLLO URBANO Y COMUNICACIONES DEL GOBIERNO DEL ESTADO DE CHIAPAS (SDUC).

En complementación, el contratista deberá cumplir con todos los trámites y requisitos legales y administrativos que la Secretaría de Desarrollo Urbano y Comunicaciones requiera para la contratación e inicio de las obras aquí presentadas y los cuales se entregarán por separado a estas Especificaciones.

El contratista deberá formular como requisito fundamental para iniciar las obras, un programa de trabajo y tambien un programa de utilización de equipo, donde tomará en consideración que la construcción de los diques vertederos deberá realizarse en un tiempo máximo de tres meses (estiaje) y el puente debera construirse en un lapso maximo de ocho meses (iniciando sus subestructura tambien en estiaje).

9.1 DESCRIPCION DE LAS OBRAS.

9.1.1 Puente carretero El Chiflón.

El puente carretero será de concreto reforzado, estará formado por una superestructura de cuatro

tramos de losa aligerada con tubos de cartón comprimido, teniendo doble carril de circulación con ancho de calzada de 7.00 m, cubierto con carpeta asfáltica y con la rasante a la elevación 8.50 m; contará además con dos rampas de acceso que lo unirán por un lado al borde - camino Las Palomas - Paraíso y por el otro con la población El Paraíso.

La subestructura estará formada por pilas y zapatas aisladas de concreto reforzado, desplantadas hasta el estrato resistente.

9.1.2 Diques Vertedores.

En los diques, cuando se presente la época de lluvia el agua de la Laguna verterá sobre sus coronas permitiendo el flujo, el intercambio de nutrientes y de peces entre ella y la zona de inundación del río Usumacinta.

Los diques estarán formados con materiales de la región, iniciándose con un corazon impermeable de arcilla compactada como se indica en los planos correspondientes, con respaldos de grava - arena o rezaga y protegidos con una coraza de enrocamiento en los taludes de aguas abajo y aguas arriba, coronas a la elevación + 3.00 msnm; las características específicas de cada uno de los diques, se listan en la siguiente tabla:

DIQUE	ALTURA MAXIMA DESDE EL DESPLANTE (m)	LONGITUD (m)
EL CHIFLON	5.50	65.00
EL RAIZAL	6.00	92.60
PARAISO	3.50	45.00
COMETIERRA	3.30	161.00

9.2 ESPECIFICACIONES PARTICULARES.

DESMONTE, DESHIERBE Y BRECHAS.

- 7 - 1.00.0 Desmorte.
- 7 - 1.01.0 Definición y ejecución. Este trabajo consiste en efectuar algunas o todas las operaciones siguientes: cortar, desenraizar, quemar y retirar de los sitios de construcción, los árboles, arbustos, hierbas o cualquier vegetación comprendida dentro del derecho de vía, las áreas de construcción y los bancos de préstamos indicados en los planos o que ordene desmontar el Ingeniero.
- 7 - 1.01.1 Estas operaciones pueden ser efectuadas indistintamente a mano o mediante el empleo de equipos mecánicos.
- 7 - 1.01.2 Todo el material vegetal proveniente del desmorte deberá colocarse fuera de las zonas destinadas a la construcción dentro del derecho de vía, en la zona de libre colocación.
- 7 - 1.01.3 Se entenderá por zona de libre colocación la faja de terreno comprendida entre la línea límite de la zona de construcción y una línea paralela a ésta distante 60 (sesenta) metros.
- 7 - 1.01.4 El material aprovechable proveniente del desmorte será propiedad de la Secretaría y deberá ser estibado en los sitios que indique el Ingeniero; no pudiendo ser utilizado por el Contratista sin el previo consentimiento de aquél.
- 7 - 1.01.5 Todo el material no aprovechable deberá ser quemado tomándose las precauciones necesarias para evitar incendios.
- 7 - 1.01.7 Las operaciones de desmorte deberán efectuarse invariablemente en forma previa a los trabajos de construcción con la anticipación necesaria para no entorpecer el desarrollo de éstos.
- 7 - 1.02.0 Medición y pago. El desmorte se medirá tomando como unidad la hectárea con aproximación de un decimal.
- 7 - 1.02.1 No se estimará para fines de pago el desmorte que efectúa el contratista fuera de las áreas de desmorte que se indiquen en el proyecto y / o las ordenadas por el Ingeniero.
- 7 - 1.02.2 Si la quema de material " no aprovechable " no pudo ser efectuada en forma inmediata al desmorte por razones no imputables al contratista, se computará únicamente un avance del 90 % del desmorte efectuado.

Quando se haga la queme y se terminen los trabajos de desmonte, se estimará el 10 % restante.

- 7 - 3.00.0 Brechas de acceso.
- 7 - 3.01.0 Definición y ejecución. Se denominaran brechas de acceso los caminos provisionales que el contratista tenga que construir como auxiliares y / o que en el curso de los trabajos construya la Secretaría o terceras personas para trasladar a los sitios de trabajo objeto del contrato, su personal, equipo y materiales que deba emplear, así como para efectuar los aprovisionamientos necesarios.
- 7 - 3.01.1 El contratista deberá construir todas las brechas de acceso que se requieran y apruebe el Ingeniero, para efectuar los trabajos objeto del contrato.
- 7 - 3.01.3 El contratista deberá informar al ingeniero respecto a la localización aproximada de las brechas de acceso que proyecte construir y deberá atender las órdenes del ingeniero tendientes a aprovechar hasta donde sea posible estas brechas para la construcción posterior de caminos definitivos, así como para evitar cualquier exceso de su desarrollo que no sea justificado, bien sean consideradas las brechas individualmente o en conjunto. Si el contratista construye algún tramo de brecha o brecha completa que hayan sido objetadas por el ingeniero, no tendrá derecho a la compensación que por este trabajo le corresponde.
- 7 - 3.01.5 Cada una de las brechas de acceso será conservada por el contratista mientras la requiera para los trabajos objeto del contrato.
- 7 - 3.01.6 El personal de la Secretaría tendrá derecho a usar todas las brechas que haya construido el contratista. Asimismo, mientras no entorpezcan a las operaciones del contratista, podrán transitar por ellas otros contratistas y en general terceras personas.
- 7 - 3.02.0 Medición y pago. La medición para fines de pago de las brechas de acceso que construye el contratista, de acuerdo con sus necesidades y previa aprobación del ingeniero, se hará en kilómetros, con aproximación al decámetro, independientemente del ancho y características de cada brecha y de sus tramos, siempre que satisfagan los requisitos de estas especificaciones.
- 7 - 3.02.2 En aquellos casos que por el volumen de la obra el contratista tenga que construir brechas que simplemente faciliten sus operaciones en general se sujetará a lo dispuesto en estas especificaciones, pero no tendrá derecho al pago de las mismas, salvo que en el contrato se estipule lo contrario.

DESAPALME DE AREAS DE CONSTRUCCION Y BANCOS DE PRESTAMO.

- 8 - 1.00.0 Despalme.
- 8 - 1.01.0 **Definición y ejecución.** Se entenderá por despalme la remoción de las capas superficiales de terreno natural, cuyo material no sea aprovechable para la construcción, que se encuentren localizadas sobre los bancos de préstamo. También se entenderá por despalme la remoción de las capas de terreno natural que no sean adecuadas para la cimentación o despiante de un terraplén.
- Se denominará banco de préstamo el lugar del cual se obtengan materiales naturales que se utilicen en la construcción de obras.
- 8 - 1.01.2 El material producto del despalme deberá ser retirado fuera de la superficie del banco de préstamo que se va a explotar y colocado en la zona de libre colocación o en aquella que señale el ingeniero.
- 8 - 1.01.3 Se entenderá por zona de libre colocación, la faja de terreno comprendida entre el perímetro del banco de préstamo y una línea paralela a éste distante 60 (sesenta) metros.
- 8 - 1.02.0 **Medición y pago.** La medición de los volúmenes de materiales excavados para efectuar el despalme se hará tomando en cuenta como unidad el metro cúbico y empleando el método de promedio de áreas extremas. El resultado se considerará en unidades completas.
- 8 - 1.02.1 En el caso de que el material producto del despalme deba ser retirado, por condiciones del proyecto y / o por las instrucciones del ingeniero, fuera de la zona de libre colocación, la distancia del acarreo se medirá a partir de la línea límite del banco de préstamo hasta el centro de gravedad del banco de desperdicio.
- 8 - 1.02.3 El movimiento del material producto del despalme que efectuará el contratista fuera de la zona de libre colocación se será pagado al contratista de acuerdo con las especificaciones 11 - 5.00.0 y subsecuentes.
- 11 - 1.00.0 Desviación y control del río y desagüe de cimentaciones.
- 11 - 1.01.0 **Definición y ejecución.** Se entenderá por " desviación y control del río y desagüe de cimentaciones ", el conjunto de obras provisionales o definitivas que se realicen según el proyecto y / o las órdenes del ingeniero, tales como ataguías, canales, etc; para desviar y controlar el río durante el período de construcción del puente y diques, a fin de que no interfiera con los trabajos respectivos, así como el bombeo que sea necesario para efectuar el desagüe de las excavaciones hechas para la cimentación del puente y de los siques, a fin de que puedan construirse en seco.

- 11 - 1.01.2 Los procedimientos, el equipo y el programa de construcción a que se sujetará la ejecución de una obra de desviación y control de desagüe, deberán ser invariablemente aprobados por la Secretaría.
- 11 - 1.01.3 Los trabajos comprenderán la excavación para apoyo de ataguías, tejos o canales. La formación de ataguías con los materiales que se indique en los planos correspondientes. En todos los casos los trabajos se regirán por las especificaciones de este paquete.
- 11 - 1.02.1 Medición y pago. Las obras de desviación y control del río se medirán y pagarán según los conceptos ejecutados que correspondan y que forman parte del catálogo, midiéndose en las mismas unidades y pagándose con los precios correspondientes.
- 11 - 1.02.2 El bombeo necesario para el desagüe de cimentaciones se medirá en horas efectivas de bombeo (h.e), con aproximación a la unidad. Al efecto se medirá directamente en campo las horas de bombeo realizadas.
- 11 - 1.02.3 En ningún caso se pagarán los trabajos correspondiente a esta especificación, que no hayan sido aprobadas u ordenadas por el Ingeniero.
- 11 - 2.00.0 Excavación para la cimentación de ataguías, de la cortina, obra de toma, canal vertedor y dentellones.
- 11 - 2.01.0 Definición y ejecución. Se entenderá por excavaciones para cimentación de ataguías, de la cortina, obra de toma, canal vertedor y dentellones, las que se realicen tanto para su cimentación como para alojar esas estructuras o que formen parte de ellas. Incluyendo las operaciones de afine y limpia, la remoción del material producto de las excavaciones a los bancos de desperdicios que señale el Ingeniero dentro de los límites de acarreo libre, disponiéndolo de tal forma que no interfiera con el desarrollo normal de los trabajos y la conservación de dichas excavaciones por el tiempo que requiera para la construcción satisfactoria de las estructuras mencionadas. Dichas operaciones incluyen igualmente los trabajos que deben efectuar el contratista para alojar al material previamente a su extracción.
- 11 - 2.01.1 Las excavaciones deberán efectuarse de acuerdo con los datos del proyecto y / o las órdenes del ingeniero.

- 11 - 2.01.2 Las excavaciones para la cimentación de los diques se harán a la profundidad suficiente para remover todos los materiales que según el proyecto y / o juicio del ingeniero sean adecuados para la cimentación. Se removerá todo el material común y la roca alterada o fracturada hasta llegar a las líneas y niveles que señalen los planos o que establezca el ingeniero hasta la profundidad necesaria para descubrir el terreno firme sobre el cual se desplantará el dique. Se removerán igualmente todas las salientes y protuberancias de cualquier clase de material o roca fija que a juicio del ingeniero deben retirarse para obtener una superficie más regular, conveniente para el desplante.
- 11 - 2.01.3 Los materiales que deberán removerse incluirán la capa de tierra húmeda, basura, material vegetal de cualquier clase, raíces, material susceptibles de putrefacción y objetables por otros conceptos que impidan la liga apropiada de la cortina, cualquiera que sea el tipo de ésta, con el terreno sobre el cual se cimentará, o que por cualquier otra causa sea inadmisibles a juicio del ingeniero.
- 11 - 2.01.4 Los materiales excavados que no sean utilizables o no sean necesarios para la construcción permanente, serán depositados en los bancos en forma razonablemente pareja de acuerdo con las indicaciones del ingeniero. Todos los materiales de desperdicio se considerarán propiedad de la Secretaría.
- 11 - 2.02.0 Medición y pago. Las excavaciones para limpia de las áreas de cimentación, de diques, obra de toma y puentes se medirán en m³ con aproximación de un decimal. Al efecto se determinará directamente en la excavación el volumen de los diversos materiales excavados de acuerdo con las secciones de proyecto y / o las órdenes del ingeniero.
- 11 - 2.02.1 No se estimarán para fines de pago las excavaciones hechas por el contratista fuera de las líneas de proyecto y / o las órdenes del ingeniero, ni la remoción de derrumbes originados por causas imputables al contratista que al igual que las excavaciones que efectúe fuera del proyecto y / o las órdenes del ingeniero serán consideradas como sobreexcavaciones y se procederá respecto a ellas en los términos de la especificación 5 - 18.00.0.
- 11 - 2.02.2 En aquellos casos que por indicaciones del proyecto y / o del ingeniero el material producto de la excavación se coloque en bancos de desperdicios fuera de la zona de acarreo libre se estimará y pagará por separado al contratista este movimiento, en los términos de la especificación 11 - 15.00.00 y subsiguientes.
- 11 - 5.00.0 Formación de terraplenes de material impermeable.

FALLA DE ORIGEN

- 11 - 5.01.0 Definición y ejecución. Los terraplenes de material impermeable para las ataguías, dentellón, trincheras y zona central de diques, se construirán hasta las líneas y elevaciones que se muestran en los planos o que determine el ingeniero. Las operaciones, calidad de materiales, requisitos del equipo de construcción, etc., que se relacionen con la ejecución de estos trabajos deberán sujetarse a lo establecido en estas especificaciones o, en su caso, a las modificaciones que establezca el ingeniero.
- 11 - 5.01.2 Previamente a la colocación del material impermeable en el dentellón, trinchera o cuerpo del dique, la cimentación deberá haber sido desaguada y satisfactoriamente preparada a juicio del ingeniero. La cimentación para el terraplén que se preparará por medio de nivelación y rodamiento del equipo de compactación, de manera que su parte superficial quede consolidada y pueda ligarse a la primera capa de material del terraplen, como ésta a las capas siguientes. Las superficies de rocas contra o sobre las cuales se deberá colocar material para la sección impermeable del dique, se limpiarán de todo material suelto o inconveniente a mano o por medios efectivos y aceptados por el ingeniero y se humedecerán para lograr una liga satisfactoria con el material impermeable.
- 11 - 5.01.3 Las porciones del dique designadas como material impermeable inclusive cualquier terraplen de prueba, se formarán con una mixtura de arcilla, limo y arena provenientes de las excavaciones hechas en los bancos de préstamo, que señale el proyecto y / u ordene el ingeniero, para la obtención del material impermeable. Las operaciones de extracción y de colocación de las capas individuales deberán hacerse de tal forma que el material resulte con una graduación aceptable para la consolidación requerida.
- 11 - 5.01.4 La distribución y graduación con los materiales deberá ser como se muestra en los planos o como lo indique el ingeniero y deberán formar un conjunto homogéneo, libre de lentes, bolsas y capas esencialmente diferentes en textura y graduación del material circunvecino. Las operaciones combinadas de excavación y colocación serán tales que el material al ser compactado quede suficientemente meciado para obtener el grado máximo factible de consolidación y estabilidad.
- 11 - 5.01.5 Los cargamentos sucesivos se voltearán sobre el terraplén a manera de producir la mejor distribución del material a juicio del ingeniero, para cuyo efecto este podrá designar los lugares donde deberán depositarse los cargamentos individuales, con el fin que en la porción central se tenga la zona más impermeable, y que la permeabilidad vaya aumentando gradualmente hacia los taludes de aguas arriba y de aguas abajo del dique.
- 11 - 5.01.6 No se colocaran en la zona impermeable del dique piedras con dimensiones máximas mayores de 125 cm. Si llegasen a encontrarse piedras de esas dimensiones, se eliminarán, ya sea en el sitio de la excavación o después de haber sido transportadas al terraplén, pero antes de que los materiales hayan sido compactados. Tales piedras se colocaran en las zonas permeables del dique, o se desperdiciarán, según lo determine el ingeniero.

Si se llegasen a encontrar raíces de árbol o ramas, éstas se sacarán antes de llevar a cabo la compactación. El material impermeable se colocará en los diques en capas continuas, aproximadamente horizontales y cuyo espesor no será mayor de 15 (quince) centímetros después de haber sido compactadas tal como se especifica; el relleno de la trinchera del dentellón se podrá colocar en capas con pendientes no mayores de 20 a 1, si esto facilita la construcción. Si en opinión del ingeniero la superficie de la cimentación o la superficie rodillada de cualquier capa de material de terrcerías se encuentra demasiado seca o lisa para ligarse debidamente con la capa de material que se colocará sobre ella, se humedecerá y trabajará con rastra o escarificador u otro equipo apropiado a satisfacción del Ingeniero hasta una profundidad suficiente para obtener una superficie satisfactoria para la lla antes que sea colocada la siguiente capa de material.

11 - 5.01.7 Antes y durante las operaciones de compactación, el material en cada capa deberá tener el mejor contenido factible de humedad requerido para fines de compactación según la determinación del ingeniero y este contenido de humedad será uniforme en toda la capa. Para obtener el mejor contenido de humedad factible se exigirá del contratista la práctica de las operaciones que el Ingeniero considere necesarias. La aplicación de agua al material se hará en el sitio de excavación en el préstamo de acuerdo con el procedimiento que fije el ingeniero, para asegurar la uniformidad de la humedad. Si es necesario se agregará agua suplementaria por medio de rociado en el terraplén, para obtener la uniformidad requerida en el contenido de humedad.

11 - 5.01.8 Para la consolidación del terraplén se emplearán rodillos apisonadores que deberán llenar los requisitos siguientes:

a) Tambores de los rodillos. Cada tambor de un rodillo tendrá un diámetro exterior no menor de 1.52 (uno cincuenta y dos) metros y será de longitud no menor de 1.22 (uno veintidos) metros, ni mayor de 1.83 (uno ochenta y tres) metros. El espacio entre dos tambores adyacentes, cuando descansen sobre una superficie a nivel, no será mayor de 0.38 (cero punto treinta y ocho) metros y no menor de 0.30 (cero punto treinta) metros. Cada tambor quedará libre para girar sobre su eje; cada tambor deberá estar equipado con una válvula adecuada para aliviar de presión o de lastre.

b) Patas apisonadoras. Los rodillos tendrán por lo menos una pata apisonadora por cada 645 cm² de superficie del tambor. La distancia entre centros de las patas apisonadoras, medida en la superficie del tambor, no será menor que 0.23 (cero punto veintitres) metros. La longitud de cada pata apisonadora, medida desde la superficie exterior del tambor tendrá un mínimo de 0.23 (cero punto veintitres) metros, el área seccional de cada pata apisonadora se mantendrá entre 45 (cuarenta y cinco) y 64 (sesenta y cuatro) cm², medidos sobre un plano normal al eje de la pata y a una distancia de 20 (veinte) cm de la superficie del tambor.

c) **Peso del rodillo.** El peso de cada rodillo, con su carga completa, no deberá ser menor de 59.5 kg por cada centímetro de longitud del tambor.

La carga del lastre y la operación de los rodillos quedarán sujetas a la aprobación del ingeniero. La carga empleada en los rodillos será la necesaria para obtener la consolidación deseada. Si sobre una sola capa de material en el terraplén se usan varios rodillos todos deberán ser del mismo tipo y esencialmente de las mismas dimensiones, a satisfacción del ingeniero. Los tractores que se usen para arrastrar los rodillos deberán tener suficiente potencia para arrastrarlos satisfactoriamente y no serán arrastrados a una velocidad superior de 4.5 (cuatro punto cinco) km / hora, que corresponde a la tercera velocidad hacia adelante de un tractor caterpillar D - 8 cuando los tambores llevan lastre completo.

Durante las operaciones de compactación con rodillos, el contratista mantendrá los espacios entre las patas apisonadoras limpios de materiales que en opinión del ingeniero puedan impedir la obtención de la compactación deseada para ello. La Secretaría no aceptará ningún rodillo cuyo limpiador no sea efectivo.

11 - 5.01.9 Con las excepciones previstas en la especificación 11 - 5.01.12 cada capa de material, después de haber sido acondicionada con el contenido óptimo de humedad, según la especificación 11 - 5.01.7, se consolidará normalmente por medio de 12 (doce) pasadas del rodillo apisonador especificado con anterioridad o menos si esto se encuentra conveniente de acuerdo con el resultado de las pruebas a que se refiere la especificación 11 - 5.01.10 si el contenido de humedad es menor que el más favorable para la consolidación, no se procederá al uso de los rodillos sin la aprobación específica del ingeniero y en ese caso se requerirán pasadas adicionales de rodillo según lo especifique el propio ingeniero. Si el contenido de humedad fuera mayor que el más favorable para la compactación el uso de los rodillos se aplazara hasta que el material haya secado lo necesario para contener la humedad más favorable. El grado de compactación mínimo que se deba obtener es el de 95 % con una humedad igual a la óptima, referidos ambos datos a la prueba de compactación dinámica de la C.N.A.

11 - 5.01.10 Antes de empezar las operaciones a gran escala en la colocación del material en el dique, el contratista construirá bajo la dirección del ingeniero uno o varios terraplenes de prueba con el material que se usará en la zona de material impermeable del dique. El equipo del contratista que se use en la construcción de los terraplenes de prueba inclusive las unidades motrices para el arrastre de los rodillos y el equipo para el acarreo, depósito y distribución del material, será el mismo que se haya aceptado para emplearse en la construcción del dique, salvo que en la construcción de cada terraplén de prueba se usaran únicamente rodillos de un solo tipo de dimensiones esencialmente iguales, según el criterio del ingeniero y que cumplan con la especificación 11 - 5.02.8. Los procedimientos de construcción del terraplén de prueba se variaran y se controlarán con la dirección del ingeniero para determinar las condiciones más deseables para la consolidación.

El ingeniero fijará la localización de los terraplenes de prueba que quedarán dentro de la porción de tierra de la cortina; el contenido de humedad al colocar los materiales; el espesor de distribución; el lastre de los rodillos y el número de pasadas de rodillos sobre cada capa de material.

Cada terraplén de prueba consistirá:

- a) Marcar un tramo de 30 m de longitud y 5 m de ancho.
- b) El material se vacía de tal modo, que al extenderlo quede una capa de aproximadamente 20 cm de espesor.
- c) Se extiende el material con la cuchilla del tractor, hasta formar una capa uniforme de 20 cm libres dejando en sus extremos una zona para maniobra, igual a la longitud del equipo (aproximadamente 5 m en cada extremo).
- d) Una vez extendido el material se determina su contenido de humedad, que debe ser el óptimo o ligeramente inferior o superior a él. Si es mayor que lo deseado se deja secar, pero si es menor a pesar de haberse regado el préstamo, es necesario aplicarle un riego adicional.
- e) Se compacta el material de la siguiente manera:

Curvas de Compactación.

- 1) Con los resultados obtenidos se elabora una gráfica, en cuyo eje horizontal se presenta el número de pasadas del equipo y en el vertical los promedios de los grados de compactación. Se dibuja una curva por cada contenido de humedad.
- 2) Examinando las curvas se elige la que da mayor eficiencia del equipo, o sea, la que proporciona los grados de compactación más altos. El contenido de humedad correspondiente a esa curva, es el que se usa durante la construcción.

El contratista llevará a cabo todo el trabajo necesario para la construcción de los terraplenes de prueba como aquí se ha descrito inclusive el regado, secado, escarificación, mezcla y rastreo de material, según las órdenes del ingeniero y bajo su dirección.

11 - 5.02.0

Medición y pago. La formación de terraplenes de material impermeable se pagará en metros cúbicos, con aproximación de un decimal. Al efecto, se determinará directamente en la obra el volumen del terraplén, formado con el material impermeable según el proyecto y / o las órdenes del ingeniero. La determinación del volumen se hará utilizando el método de promedio de áreas extremas en estaciones de 20 metros o las que se requieran según la configuración del terreno.

FALLA DE ORIGEN

- 11 - 5.02.1 No se medirán para fines de pago, aquellos volúmenes de terrapién construido fuera del proyecto y / o las órdenes del ingeniero, ni aquellos volúmenes que deban ser removidos y repuestos por el contratista por no haber llenado los requisitos de compactación exigidos por el laboratorio o por haber sido alterado su compactación por lluvia.
- 11 - 5.02.3 El acarreo del material producto del banco de préstamo a una distancia mayor de un kilómetro en los kilómetros subsiguientes, el primero le será pagado y estimado al contratista de acuerdo con la especificación 11 - 15.00.0 y subsiguientes.
- 11 - 6.00.0 Formación de Filtros o zonas de transición.
- 11 - 6.01.0 Definición y ejecución. Se entenderá por formación de filtros o zonas de transición, el conjunto de operaciones que deba ejecutar el contratista para formar con los materiales permeables que señale el proyecto y / o las órdenes del ingeniero, los filtros o zonas de transición de los diques o ataguías.
- 11 - 6.01.1 El material permeable podrá ser el producto de las excavaciones del dique o de cualquier otra parte de la obra, o bien se obtendrá de bancos de préstamo de grava y arena o de rezaga de canteras.
- 11 - 6.01.2 La colocación de material permeable en ataguías y diques, se hará extendiéndolo en capas de 30 cm de espesor compactándolo con el paso del equipo de transporte de material o con cuatro pasadas del tractor, en la forma señalada en la especificación 9 - 4.04.2, no se requiere edición de agua durante el proceso de compactación.
- (9 - 4.04.2) Se entenderá por bordo o terraplén semicompactado aquel que se construya colocando el material con su humedad natural en capas sencillamente horizontales, de espesor uniforme de menor o igual a 30 (treinta) cm, cada capa será compactada uniformemente en toda su superficie con el paso sobre ella de los equipos de construcción o transporte de acuerdo con alguno o algunos de los procedimientos siguientes:
- a) Con cuatro pasadas de tractor caterpillar D - 8 o similar con traslape entre cada pasada y la anterior o menor del 25 % del ancho de la banda de dicho tractor.
 - b) Con el peso natural de las estrepas mecánicas cuando se use ese equipo para la construcción de los terraplenes.
 - c) Con el peso natural del equipo de construcción empleado para transportar el material de el banco de préstamo y el equipo de construcción utilizado para tender ese material.

En las zonas permeables en las que se haya aplicado alguno de los métodos de compactación anteriores, debe alcanzarse una compacidad relativa del 90 %, con objeto de garantizar que los asentamientos sean mínimos y que no se producirán problemas de licuación.

- 11 - 6.01.3 El ingeniero indicará las zonas del dique o ataguías donde se colocará cada carga del material permeable para distribuir los materiales de diferente procedencia en tal forma que la graduación que resulte sea la apropiada.
- 11 - 6.02.0 Medición y pago. La formación de filtros o zonas de transición se medirá en metros cúbicos con aproximación de un decimal. Al efecto se determinarán directamente en la obra por el procedimiento de áreas extremas en estaciones de 20 m. los volúmenes de material permeable colocados según el proyecto o las órdenes del ingeniero.
- 11 - 6.02.1 La formación de filtro o zonas de transición le será pagada al contratista a los precios unitarios estipulados en el contrato para los conceptos de trabajo que se señalen en la especificación 11 - 6.03.0, los cuales incluyen la extracción y carga del material en el banco de préstamo su acarreo en el primer kilómetro y su tendido y colocación en el lugar de utilización, así como su compactación.
- 11 - 6.02.4 El acarreo del material permeable en los kilómetros subsiguientes al primero ya sea que este material provenga de bancos de préstamo, de almacenamiento o directamente de las excavaciones, le será pagado al contratista de acuerdo con la especificación 11 - 15.00.0 y subsiguientes.

1 - 7.00 0 Enrocamientos.

1 - 7.01.0 Definición y ejecución. Se entenderá por formación de enrocamiento al conjunto de operaciones que deberá ejecutar el contratista para formar los pedraplenes de enrocamiento que señale el proyecto en ataguías y diques.

1 - 7.01.2 Los enrocamientos estarán constituidos por fragmentos de roca sana, densa y resistente al intemperismo y bien graduada. De acuerdo a que en las épocas en las que el nivel del agua rebasa la cota 3.00 msnm, escurrirá sobre los taludes de los diques vertedores es necesario que las rocas que forman la coraza de protección del dique tengan un peso máximo que impida que el agua los arrastre. Por tal motivo, la piedra producto de explotación del banco será seleccionada, no aceptándose rocas con un peso menor de 30 kg y con los siguientes porcentajes en peso:

DIAMETRO DE ESPERA
EQUIVALENTE (M)

Peso entre	30 y 100	kg	35 %	0.35	----	0.45
Peso entre	100 y 800	kg	40 %	0.45	----	0.90
Peso mayor de los	800	kg	25 %	0.90		
			100 %			

El enrocamiento en los taludes de los diques de acceso al puente el Chiflón, también cumplirán los requisitos antes establecidos.

- 11 - 7.01.4 Al colocar el enrocamiento en secciones adyacentes a estructuras de concreto deberá tenerse especial cuidado en evitar cualquier daño a las superficies de las estructuras, haciendo el relleno correspondiente en forma manual si esto se requiere a juicio del Ingeniero.
- 11 - 7.01.5 La colocación del enrocamiento en los taludes deberá ser efectuado a volteo, acomodando las rocas con tractor y a mano de tal manera de lograr una superficie uniforme resistente al paso del agua, procurando que las piedras de mayor tamaño queden en la superficie del talud.
- 11 - 7.01.6 Deberán dejarse durante la colocación del enrocamiento los huecos o espacios necesarios para el colado de las costillas o dentellones longitudinales de concreto en la separación y geometría que se indica en los planos respectivos.
- 11 - 7.02.0 Medición y pago. La formación de enrocamiento se medirá en metro cúbico con aproximación de un decimal. Al efecto se determinará directamente en la obra por el procedimiento de áreas extremas en estaciones de 20 m, el volumen de roca colocado según el proyecto y /o las órdenes del Ingeniero.
- 11 - 7.02.1 La formación de enrocamiento le será pagado al contratista a los precios unitarios estipulados en el contrato para los conceptos de trabajo que se señalen en la especificación 11 - 7.03.0 los cuales incluyen la extracción y carga del material del banco de préstamo, su acarreo en el primer kilómetro y su colocación a volteo en el enrocamiento.
- 11 - 15.00.0 Acarreos y sobrecarreos.
- 11 - 15.01.0 Definición y ejecución. Se entenderá por acarreo la operación consistente en transportar a una distancia no mayor de un kilómetro para ser utilizados según el proyecto y /o las órdenes del Ingeniero los siguientes materiales:
- a) Arena y grava, naturales clasificados.
 - b) Arena y grava, producto de trituración.
 - c) Piedra para mampostería y zampeados.
 - d) Agua para mamposterías, morteros y concreto.
 - e) Cemento, fierro de refuerzo, acero estructural y compuestas.

- 11 - 15.01.1 Se entenderá por sobreacarreo, la operación consistente en transportar los materiales señalados en la especificación anterior a una distancia mayor de un kilómetro.
- 11 - 15.01.2 También se entenderá por sobreacarreo, la operación consistente en transportar los materiales señalados como producto de la excavación para la cimentación de ataguas, de diques y dentellones a una distancia mayor del acarreo libre que se señala en las especificaciones correspondientes para cada uno de estos conceptos de trabajo, ya sea que el material vaya a ser utilizado en otro lugar de la obra, o bien depositado en bancos de almacenamiento o desperdicio, así como el acarreo a una distancia mayor de 1.0 (uno) kilómetro del material impermeable, la arena y grava naturales sin clasificar, rezaga productos de canteras y piedras que se utilicen para la formación de terrapienes, filtros o enrocamientos, cuyo primer kilómetro de acarreo forma parte de los conceptos de trabajo respectivos.
- 11 - 15.02.5 Medición y pago. El sobreacarreo de arena y grava naturales sin clasificar que se utilicen en la formación de filtros o zonas de transición a una distancia mayor de un kilómetro, se medirá en m³ - km con aproximación a la unidad. El número de metros cúbicos - kilómetro, que se pagará a la contratista será el que resulte de multiplicar el volumen de rezaga o piedra acarreada, medida como se señala en la especificación 11 - 15.02.0, por el número de kilómetros de acarreo subsecuente al primero, considerándose como kilómetro completo la fracción que resultare.
- 11 - 15.02.9 El acarreo a una distancia mayor de un kilómetro del material producto de las excavaciones hechas para la cimentación de ataguas, de diques y dentellones se medirá en m³ - km que se pagará al contratista, será el que resulte de multiplicar el volumen del material acarreado a una distancia mayor de un kilómetro por el número de kilómetros subsecuentes al primero, considerándose como kilómetro completo la fracción que resultare. El volumen del material acarreado se determinará directamente en los bancos de desperdicios, de almacenamiento o en el lugar de su utilización cuando el material haya sido aprovechado en algún otro lugar de la obra.
- 11 - 15.02.10 En todos los casos la distancia de acarreo, se medirá según la ruta transitable más corta o bien aquella que utilice el ingeniero. La distancia de acarreo se medirá entre los lugares que se citan a continuación:
- a) Para el acarreo de grava y arena sin clasificar, rezaga, piedras para mamposterías, enrocamientos y material impermeable, para formación de terrapienes, la distancia de acarreo se medirá entre el centro de gravedad del terrapién, o estructura formados con dichos materiales.

EXCAVACIONES PARA ESTRUCTURAS.

- 022 - B Definición.
- 022 - B.01 El proyecto fijará y / o la Secretaría ordenará si las excavaciones para estructuras deben ejecutarse a mano o con méquina. En este último caso, el equipo de construcción será previamente autorizado por la Secretaría. Cuando el pago se haga por unidad de obra terminada, no se requiere la autorización anterior.
- 022 - B.02 Cuando en el proyecto se y / o la Secretaría ordene que las paredes de la excavación puedan servir de molde a un colado sus dimensiones no deberán excederse en más de 10 (diez) centímetros respecto a las fijadas en el proyecto. En caso de que se excedan de dicho límite será forzoso poner moldes, salvo orden en contrario de la Secretaría.
- 022 - B.03 Cuando la cimentación deba hacerse en un lecho de roca o suelo que pueda ser afectado rápidamente por el intemperismo, las excavaciones deberán suspenderse a 15 (quince) centímetros aproximadamente arriba del nivel del desplante. La excavación de esta capa deberá hacerse inmediatamente antes de ejecutar la obra.
- 022 - G Medición.
- 022 - G.01 La medición de los volúmenes excavados se hará tomando como unidad el metro cúbico.
- 022 - G.02 Los volúmenes de excavaciones para estructuras se consideran de acuerdo con 1 (una) de las 2 (dos) modalidades que se indican a continuación:
- a) Para cualquier profundidad a partir del borde mas bajo del terreno original, verificándose en la excavación misma tomando como base los volúmenes fijados en el proyecto con las modificaciones en más o menos que sean autorizadas por la Secretaría.
 - b) Para cualquier profundidad. Por unidad de obra terminada, precisamente los fijados en el proyecto, independientemente de los que en realidad ejecute el contratista por convenir a sus intereses, por el procedimiento que haya adoptado o por cualquier otra circunstancia. Únicamente se considerarán las variaciones en más o menos por cambio de proyecto que autorice la Secretaría.
- 022 - G.03 Cuando se proceda a clasificar el material producto de la excavación los porcentajes de

los materiales a, b y c que integren los volúmenes se determinarán en la propia excavación. Siempre que sea posible se hará la medición directa de los volúmenes correspondientes a cada uno de los materiales a, b y c. Lo anterior no es aplicable a excavaciones pagadas por obra terminada.

022 - H Base de pago.

022 - H.01 Las excavaciones para estructuras se pagarán a los precios fijados en el contrato para el metro cúbico del material excavado de acuerdo con su clasificación, como sigue:

a) Materiales a, b y c, a cualquier profundidad, en seco estos precios unitarios incluyen lo que corresponde por: remoción, extracción, afinación, carga, acarreo libre, descarga y depósito de material en el lugar y forma que fije el proyecto, según se excave:

- 1) A mano.
- 2) A máquina.

b) Para materiales a, b y c, a cualquier profundidad cuando se requiera bombeo pero sin incluirlo. Estos precios unitarios incluyen lo que corresponda por: remoción, extracción, afinamiento, carga, acarreo libre, descarga y depósito del material en el lugar y forma que fije el proyecto según se excave:

- 1) A mano.
- 2) A máquina.

c) Para materiales a, b y c, a cualquier profundidad, cuando se requiera bombeo incluyendo este. Estos precios unitarios incluyen lo que corresponda por: remoción, extracción, afinamiento, bombeo, carga, acarreo libre, descarga y depósito del material en el lugar y forma que fije el proyecto según se excave:

- 1) A mano.
- 2) A máquina.

e) Por unidad de obra terminada cualesquiera que sea su clasificación y profundidad. Este precio unitario incluye lo que corresponda por: desmonte, desviación de corrientes, remoción en seco o en agua, a mano o con máquina, extracción, afinamiento de taludes, bombeo, ademes y tablaestacados, extracción de

FALLA DE ORIGEN

seriunbes y / o azolves, cargas, acarreos y descargas, deposito de material en el lugar y forma que fije el proyecto, afinamiento, compactación y limpieza de la superficie de despiante, obras auxiliares, relleno con el material producto de la excavación compactado al 90 % (noventa por ciento) , mínimo en su caso, maniobras, en general todo lo necesario para efectuar la excavación y los tiempos de los vehículos empleados en los transportes durante las cargas y las descargas.

RELLENOS.

- 023 - B Definición.
- 023 - B.01 Los rellenos consisten en la colocación de materiales en excavaciones para estructuras o en las obras de drenaje para su protección utilizando el producto de las excavaciones para estructuras o el de préstamos como lo fije el proyecto y / o lo ordene la Secretaría.
- 023 - D Materiales.
- 023 - D.01 Los materiales que se empleen en el relleno de las excavaciones para estructuras o en las obras de drenaje para su protección serán preferentemente aquellos que provengan de las mismas excavaciones. De no ser aceptable el material de la excavación para la formación del relleno se deberá hacer éste con material prestado previamente autorizado por la Secretaría.
- 023 - F Ejecución.
- 023 - F.01 Los rellenos se ajustarán a los procedimientos de ejecución fijados en el proyecto y / u ordenados por la Secretaría.
- 023 - F.02 El proyecto fijará y / o la Secretaría ordenará si los rellenos deben ejecutarse a mano o con equipo mecánico. En este último caso, el equipo será previamente autorizado por la Secretaría. Cuando el pago se haga por unidad de obra terminada no se requiere la autorización anterior.
- 023 - F.03 El contratista iniciará los trabajos de relleno, cuando la Secretaría, previa inspección del sitio donde se ejecutarán, verifique que se ha cumplido con lo fijado en el proyecto y / o lo ordenado por la misma.

FALLA DE ORIGEN

023 - G Medición.

023 - G.01 Los materiales para rellenos se medirán tomando como unidad el metro cúbico.

023 - G.02 Los volúmenes se medirán como se indica a continuación:

a) En relleno de excavaciones para estructuras, en el lugar de relleno, tomando como base los volúmenes fijados en el proyecto, con las modificaciones en más o menos, ordenados por la Secretaría.

b) En relleno para la protección de las obras de drenaje, empleando el método del promedio de áreas extremas en el lugar de su colocación.

c) En relleno de excavaciones para estructuras por unidad de obra terminada, los volúmenes serán precisamente los fijados en el proyecto, independientemente de los que realidad ejecute el contratista por convenir a sus intereses, por el procedimiento que haya adoptado o por cualquier otra circunstancia; únicamente se considerarán las variaciones en más o menos por cambios que autoricen la Secretaría.

d) En relleno para la protección de las obras de drenaje por unidad de obra terminada, empleando el método del promedio de áreas extremas en el lugar de su colocación.

023 - H Base de pago.

023 - H.01 Los materiales para relleno se pagaran a los precios fijados en el contrato, de acuerdo con 1 (uno) de las modalidades que se mencionan a continuación, según sea el caso:

a) Para el metro cúbico de material a o b empleado en relleno de excavaciones para estructuras, medido según el párrafo (023 - G.02.a) de este capítulo. Estos precios unitarios incluyen lo que corresponda por: remoción y extracción de préstamos o de depósito, carga, descarga, colocación y compactación al 90 % (noventa por ciento), salvo lo fijado en el proyecto y / o lo ordenado por la Secretaría, extracción, carga, acarreo libre y aplicación del agua para la compactación y los tiempos de los vehículos empleados en los transportes durante la extracción carga y aplicaciones del agua.

b) Para el metro cúbico de material a o b empleado en relleno para la protección de las obras de drenaje, medido según el párrafo (023 - G.b) de este capítulo. Estos precios unitarios incluyen lo que corresponda por: remoción o extracción del préstamo o depósito, carga, acarreo libre, descarga, colocación y compactación al 90 % (noventa

por ciento), salvo lo fijado en el proyecto y / o lo ordenado por la Secretaría. extracción, carga, acarreo libre y aplicación del agua de compactación y los tiempos de los vehículos empleados en los transportes durante la extracción, carga y aplicación del agua.

c) Por unidad de obra terminada, para el metro cúbico de obra terminada cualquiera que sea su clasificación y profundidad empleado en relleno de excavaciones para estructuras, medido según el párrafo (023 - G.02.c) de este capítulo. Este precio unitario incluye lo que corresponda por: desmonte y despalle, demolición y extracción del préstamo o del depósito, carga acarreo y descarga, colocación y compactación al 90 % (noventa por ciento), salvo lo fijado en el proyecto y / o lo ordenado por la Secretaría; extracción, carga, acarreo y aplicación del agua para compactación y los tiempos de los vehículos empleados en los transportes durante la extracción, carga y descarga de los materiales y aplicación de agua.

d) Por unidad de obra terminada, para el metro cúbico de material cualquiera que sea su clasificación y profundidad empleado en relleno para la protección de las obras de drenaje, medido según el párrafo (023 - G.02.d) de este capítulo. Este precio unitario incluye lo que corresponda por: desmonte y despalle, remoción y extracción del préstamo o del depósito, carga, acarreo y descarga, colocación y compactación al 90 % (noventa por ciento), salvo lo fijado en el proyecto y / o lo ordenado por la Secretaría, extracción, carga, acarreo y aplicación del agua para compactación y los tiempos de los vehículos empleados en los transportes durante la extracción, carga y descarga de los materiales y / o aplicación del agua.

MAMPOSTERÍA.

024 - B Definición.

024 - B.01 Las mamposterías son los elementos estructurales que se construyen con piedra juntado con mortero de cemento o de cal o sin juntar de acuerdo con lo fijado en el proyecto y / o lo ordenado por la Secretaría.

En este capítulo se tratan los siguientes tipos de mamposterías:

a) De segunda clase.

b) De tercera clase.

c) Seca.

FALLA DE ORIGEN

- 024 - B.02 Mampostería de segunda clase es la que se construye con piedra toscamente labrada, rastreada y juntaada con mortero de cemento.
- 024 - B.03 Mampostería de tercera clase es la que se construye con piedra sin labrar, juntaada con mortero de cemento, de cal hidratada en polvo o de cal hidratada en pasta.
- 024 - B.04 Mampostería seca es la que se construye con piedra sin labrar, debidamente acomodada para dejar el menor número de vacíos, sin emplear mortero.
- 024 - D Materiales.
- 024 - D.01 Las piedras deberán pesar como mínimo 30 kg, excepto las que se empleen para acuar. Se desearán las piedras redondeadas y los cantos rodados sin fragmenter. Las piedras que se utilicen deberán estar limpias exentas de costras. Si sus superficies tienen cualquier material extraño que reduzca la adherencia, se limpiarán o se lavarán y serán rechazadas si tienen grasas, aceites y / o si las materias extrañas no son removidas.
- 024 - D.02 Los lugares de los cuales podrán obtenerse la piedra, la arena y el agua son los indicados e continuación:
- a) Para la piedra, la arena y el agua, de bancos fijados por la Secretaría o propuestos por el contratista y aprobados por la misma.
 - b) Para la piedra, la que provenga de cortes y canales o de excavaciones para estructuras, previa orden o aprobación de la Secretaría.
 - c) Para la piedra de pepena, previa orden de los sitios fijados y / o aprobados por la Secretaría.
- 024 - G Medición.
- 024 - G.01 La medición se hará tomando como unidad el metro cúbico. Como base se considerará el volumen fijado en el proyecto con las modificaciones en más o en menos que sean autorizadas por la Secretaría.
- 024 - H Base de pago.

024 - 01 La mano de obra de segunda clase se pagará al precio fijado en el contrato para el metro cúbico de acuerdo con 1 (una) de las 3 (tres) modalidades que se indican a continuación:

a) Para cualquier altura, cuando la piedra se haya obtenido como se indica en el párrafo (024 - D.02.a) de este capítulo. Este precio unitario incluye lo que corresponda por: desmonte y despulme de bancos; extracción o adquisición de la piedra de la arena del agua y del acarreo libre del agua, adquisición y transporte del cemento al lugar de la obra, cargas, descargas y almacenamiento de los distintos materiales; desperdicios y mermas, rostreados y labrado de la piedra, limpieza y / o lavado de la piedra cribado y / o lavado de la arena, fabricación del mortero, elevación y colocación de la piedra y mortero, junteo, humedecimiento de paramentos, andamios y los tiempos de los vehículos empleados en el transporte del agua durante las cargas y las descargas.

b) Para cualquier altura, cuando la piedra se haya obtenido como se indica en el párrafo (024 - D.02.b) de este capítulo. Este precio unitario incluye lo que corresponda por: selección de la piedra, extracción o adquisición de la arena y del agua, el acarreo libre del agua, adquisición y transporte del cemento al lugar de la obra, cargas y descargas, almacenamiento de los distintos materiales, desperdicios y mermas, rostreado y labrado de piedra y del mortero, junteo, humedecimiento de paramentos, andamios y los tiempos de los vehículos empleados en el transporte del agua durante las cargas y descargas.

c) Para cualquier altura cuando la piedra se haya obtenido como se indica en el párrafo (024 - D.02.c) de este capítulo. Este precio unitario incluye lo que corresponda por: peñera de la piedra, extracción y adquisición de la arena y del agua, acarreo libre del agua, adquisición y transporte del cemento al lugar de la obra, cargas, descargas y almacenamiento de los distintos materiales, desperdicios y mermas, rostreado y labrado de la piedra, limpieza y / o lavado de la piedra, cribado y / o lavado de la arena, fabricación del mortero, elevación y colocación de la piedra y del mortero, junteo, humedecimiento de paramentos, andamios y los tiempos de los vehículos empleados en el transporte del agua durante las cargas y las descargas.

CONCRETO HIDRAULICO.

026 - B Definición.

026 - B.01 El concreto hidráulico es la mezcla y combinación de cemento Portland, agregados

pedregos seleccionados, agua y acondicionantes en su caso, en dosificación adecuada, que al fraguar adquiere las características previamente fijadas.

026 - D **Materiales.**

026 - D.01 Los materiales que se emplean en la fabricación del concreto hidráulico son: los siguientes: cemento portland en sus tipos I, II, III, IV y V, puzolánico tipo IP y de escorias de altos hornos tipo IE, agua, agregado fino y agregado grueso.

026 - D.02 Cuando se requiera se usarán aditivos que pueden ser de los tipos: aditivos, agentes inclusores de aire, puzolanas, cloruro de calcio y otros.

026 - D.03 A menos que el proyecto lo fije y/o la Secretaría ordene otra cosa, deberá entenderse que se usará cemento portland tipo I.

026 - H **Base de pago.**

026 - H.01 El concreto hidráulico se pagará al precio fijado en el contrato para el metro cúbico de concreto de acuerdo con la f.c. de que se trate. Estos precios unitarios incluyen lo que corresponda por: desmonte y despilme de bancos, extracción o adquisición de los agregados fino y grueso, del agua y de la piedra en el caso del concreto ciclópeo, acarreo libre del agua, adquisición y transporte del cemento al lugar de la obra, cargas, descargas, almacenamiento y manejo en la obra para los distintos materiales, trituración y/o cribado y/o lavado de los agregados fino y grueso, mezclado, transporte, agua para los agregados fino y grueso, mezclado, transporte, agua para el humedecimiento de los moldes, vaciado, colocación de la piedra en el caso del concreto ciclópeo, acomodo y compactación de la revoltura, mermas y desperdicios, preparación de las juntas de construcción, curado, acabado y los tiempos de los vehículos empleados en el transporte del agua y cemento durante las cargas y descargas.

026 - H.02 Las juntas de dilatación se pagarán a los precios fijados en el contrato como se indica a continuación:

a) De junta metálica por kilogramo. Este precio unitario incluye lo que corresponda por: valor de adquisición y transporte de los materiales a la obra, cargas, descargas y almacenamientos, fabricación, adaptación, colocación y los tiempos muertos de los vehículos empleados en los transportes durante las cargas y las descargas.

b) De la junta no metálica por metro cuadrado o decímetro cuadrado, según sea el caso. Estos precios unitarios incluyen lo que correspondan por: valor de adquisición y transporte de los materiales a la obra, cargas, descargas y almacenamientos, fabricación, preparación, colocación y los tiempos de los vehículos empleados en los transportes durante las cargas y de las descargas.

023 - H.03 La obra falsa se pagará a los precios fijados en el contrato como se indica a continuación:

a) Por metro cúbico de concreto colado. Estos precios unitarios incluyen lo que corresponda por la parte proporcional del valor de adquisición de los materiales de acuerdo con el número de usos que fije la Secretaría, transporte de los materiales a la obra, cargas, descargas y almacenamiento, preparación, la parte proporcional de la fabricación y montaje de la obra falsa, desperdicios, desmantelamientos, remoción y estiba y los tiempos de los vehículos empleados en los transportes durante las cargas y descargas.

b) Por kilogramo de obra falsa metálica. Este precio unitario incluye lo que corresponda por la parte proporcional del valor de adquisición de los materiales y trabajo de taller, de acuerdo con el número de usos que fije la Secretaría, transporte a la obra, cargas, descargas y almacenamientos, adaptación conforme al proyecto, montaje, desmantelamiento, remoción y estiba y los tiempos de los vehículos empleados en los transportes durante las cargas y las descargas.

c) Por metro cúbico de madera empleada. Este precio unitario incluye lo que corresponda por la parte proporcional del valor de adquisición de la madera y el herraje de acuerdo con el número de usos que fije la Secretaría, transporte de la madera y del herraje a la obra, cargas, descargas y almacenamientos, preparación, fabricación y colocación de la obra falsa, desperdicios, desmantelamientos, remoción, estiba y los tiempos de los vehículos empleados en los transportes durante las cargas y descargas.

026 - H.04 La bonificación en el pago de obras falsas por alturas mayores de 4 (cuatro) metros se hará para el volumen de concreto hidráulico colado por cada metro o fracción adicional de altura, con la cantidad estipulada en el contrato. No se hará la bonificación anterior, cuando el pago del concreto hidráulico se haga por unidad terminada.

026 - H.05 Los moldes se pagarán al precio fijado en el contrato como se indica a continuación:

a) Por metro cuadrado de molde de madera, metálico o de cualquier otro material empleado. Estos precios unitarios incluyen lo que correspondan por: la parte proporcional de valor de adquisición del material y herraje empleado de acuerdo con el número de usos que fije la Secretaría, trabajos de taller y transporte del material y del herraje a la obra, cargas, descargas y almacenamientos, preparación, fabricación,

aceitado y colocación de los moldes, desperdicios, desmantelamientos, remoción, estiba y los tiempos de los vehículos empleados en los transportes durante las cargas y las descargas.

b) Por metro cúbico de concreto colado. Estos precios unitarios incluyen lo que corresponda por: la parte proporcional del valor de adquisición de los materiales y trabajos de taller, de acuerdo con el número de usos que fije la Secretaría, transporte de los materiales a la obra, cargas, descargas y almacenamientos, preparación, fabricación, aceitado y colocación de los moldes, desperdicios, desmantelamiento, remoción y estiba, y los tiempos de los vehículos empleados en los transportes durante las cargas y descargas.

c) Por kilogramo de molde metálico. Este precio unitario incluye lo que corresponda por: la parte proporcional del valor de adquisición, de acuerdo con el número de usos que fije la Secretaría, trabajo de taller y transporte de los materiales a la obra, cargas, descargas y almacenamiento, adaptación conforme al proyecto, aceitado, montaje, desperdicios, desmantelamiento, remoción, estiba y los tiempos de los vehículos empleados en los transportes durante las cargas y las descargas.

026 - H.10

El concreto hidráulico por unidad de obra terminada, se pagará al precio fijado en el contrato para el metro cúbico de concreto de acuerdo con la f'c de que se trate. Estos precios unitarios incluyen lo que corresponda por: permisos de explotación de bancos, desmonte y despalle de bancos, extracción y adquisición de los agregados fino y grueso, agua y piedra en el caso del concreto ciclópeo, los acarrees que sean necesarios, trituración y / o cribado y / o lavado de los agregados fino y grueso y de la piedra, adquisición y transporte del cemento, aditivos, puzolanas, cloruro de calcio y agentes inclusores de aire al lugar de la obra, cargas, descargas, almacenamientos y movimientos en la obra de todos los materiales, parte proporcional del costo de la madera, herraje y / o acero u otros materiales para obra falsa y moldes, transporte de estos materiales a la obra, fabricación, aceitado y colocación de la obra falsa y de los moldes cualquiera que sea su altura, bombeo y obras auxiliares para efectuar el colado bajo agua, elaboración del concreto, transporte de la revoltura, agua para el humedecimiento de los moldes, colado a cualquier altura, colocación de la piedra en el caso del concreto ciclópeo, acomodo y compactación de la revoltura, mermas y desperdicios, preparación de las juntas de construcción, curado, incluyendo agua y / o los materiales, descimbrado y remoción de la cimbra, acabados, limpieza de la obra y en general todo lo necesario para la ejecución y los tiempos de los vehículos empleados en los transportes durante las cargas y las descargas.

ACERO PARA CONCRETO HIDRAULICO.

Estos precios unitarios incluyen lo que corresponda por: valor de adquisición de los alambres, cables o barras y su transporte hasta la obra, cargas y descargas, protección, almacenamiento, cortado, desperdicios, formación de los cables, anclajes, ductos, accesorios necesarios, colocación, tensado, lechada, mortero, editivos u otro material que indique el proyecto y su inyección, concreto para los sellos de anclaje, maniobras, derecho de patente y asesoramiento, todos los materiales, equipo y operaciones requeridos para la ejecución del trabajo y los tiempos de los vehículos empleados en los transportes durante las cargas y descargas.

027 - H.03 Las varillas, rejillas de alambre, metal desplegado y otros elementos estructurales, por unidad de obra terminada se pagarán a los precios fijados en el contrato para el kilogramo del tipo y sección correspondientes. Estos precios unitarios incluyen lo que corresponda por: valor de adquisición y su transporte hasta la obra, cargas y descargas, almacenamiento, cortado, desperdicio, doblado, empalmes traslapados o soldados, limpieza, armados con alambre de amarre y / o puntos de soldadura y / o separadores, colocación conforme al proyecto y los tiempos de los vehículos empleados en los transportes durante las cargas y descargas.

027 - H.04 Los alambres, cables y barras que se empleen en concreto presforzado, por unidad de obra terminada, se pagarán a los precios fijados en el contrato para el kilogramo. Estos precios unitarios incluyen lo que corresponda por: valor de adquisición de los alambres, cables o barras, transporte hasta la obra, cargas y descargas, protección, almacenamiento, cortados, desperdicios, formación de cables, anclajes, ductos, accesorios necesarios, colocación, tensado, lechada, mortero, aditivos u otro material que indique el proyecto y su inyección, concreto para los sellos de anclaje, maniobras, derecho de patente y asesoramiento, todos los materiales, equipo y operaciones requeridos para la ejecución del trabajo y los tiempos de los vehículos empleados en los transportes durante las cargas y las descargas.

ESTRUCTURAS DE CONCRETO REFORZADO.

028 - B Definición.

028 - B.01 Las estructuras de concreto reforzado son las constituidas por 1 (uno) o varios colados en el lugar o precolados, de acuerdo con lo fijado en el proyecto y / o lo ordenado por la Secretaría.

028 - D Materiales.

- 028 - D.01 Los tubos que se empleen en la construcción de elementos estructurales para aligerarlos, serán del tipo y características fijadas en el proyecto y / u ordenadas por la Secretaría, excepto cuando el pago se haga por unidad de obra terminada. Si durante la ejecución de los trabajos el equipo presenta deficiencias, el contratista estará obligado a corregirlas o a retirar las unidades defectuosas y reemplazarlas por otras en buenas condiciones.
- 028 - D.02 La forma y dimensiones de las estructuras o de sus partes, así como la colocación del acero de refuerzo y demás operaciones que se requieran, se sujetarán a los fijados en el proyecto.
- 028 - D.03 En estructuras precoladas el contratista se obligará a:
- Facilitar el acceso a la planta, para que el personal que fije la Secretaría verifique el cumplimiento del proyecto, los procedimientos de construcción y efectúe el muestreo, así como las pruebas que considere necesarias.
 - Tomar todas las precauciones necesarias en los transportes, almacenamientos, maniobras y montajes de los elementos precolados para evitar que estos sean dañados, la reposición y / o reparación de los elementos que resulten dañados, serán por cuenta del contratista.
- 028 - D.04 En elementos estructurales aligerados se observará lo siguiente:
- Quando se empleen tubos:
 - No deberán colocarse los que estén deformados, rajados o raspaduras que hayan deteriorado su superficie.
 - Una vez que estos se ajusten a la longitud de proyecto, sus extremos se sellarán con tapones adecuados para impedir que penetre el agua, la lachada de cemento o la revoltura.
 - Se mantendrá en su posición de proyecto, apoyándolos sobre silletas y sujetándolos firmemente para evitar que durante el colado se desplacen.
 - Además de lo indicado en los incisos (01.02.026 - F.18) y (01.02.026 - F.19) de este trabajo, se tendrá especial cuidado en el colado y vibrado del concreto, para evitar deformaciones en los tubos, garantizar el acomodo de la revoltura y obtener un buen acabado.

b) Cuando se empleen bloques:

- 1) No deberán colocarse los que presenten grietas, deformaciones o despostilladuras.
- 2) Cuando se requiera formar unidades de 2 (dos) o mas piezas, estas deberán unirse firmemente mediante grapas, flejes u otro procedimiento aprobado por la Secretaria
- 3) Se mantendrá en su posición de proyecto, fijándolos firmemente a los moldes, para evitar su desplazamiento durante el colado.
- 4) Inmediatamente antes del colado, deberán mojarse adecuadamente.

028 - D.05

Para dar por terminada la construcción de una estructura de concreto reforzado, se verificarán los alineamientos, posiciones, niveles, dimensiones, forma y acabados de los elementos estructurales, de acuerdo con lo fijado en el proyecto y / u ordenado por la Secretaria, dentro de las tolerancias que se indican a continuación:

- a) Las dimensiones de cualquier sección transversal, de una trabe o columna, no diferirán de las de proyecto en más de $0.05 e + 10$ mm o menos de $0.03 e + 3$ mm, en donde "e" es el espesor o dimensión para la que se considera la tolerancia.
- b) El espesor de zapatas, losas, muros y cascarones, no diferirá del proyecto en más de $0.05 e + 5$ mm o menos de $0.03 e + 3$ mm, en donde "e" es el espesor de la losa, muro o cascarón.
- c) Los ejes de la sección transversal de una columna en el desplante, no distarán de los del trazo en más de $0.01 e + 10$ mm, en donde "e" es la dimensión de la sección de la columna, perpendicular al eje de que se trate.
- d) Los ejes longitudinales de columnas en distintos niveles de una estructura, no distarán del eje vertical del proyecto en más de $0.01 e + 10$ mm, en donde "e" es la dimensión de la columna, perpendicular al eje desplazado.
- f) La distancia entre el eje centroidal de una columna y la recta que une los centroides de las secciones transversales extremas, no será mayor de $0.01 e + 5$ mm, en donde "e" es la dimensión de la sección de las columnas perpendiculares a la medida de la tolerancia.
- g) La distancia entre el eje centroidal de una trabe de sección constante y la recta que une los centroides de las secciones transversales extremas, no será mayor de

$0.02 h + 10 \text{ mm}$, o de $0.02 b + 10 \text{ mm}$, en donde "h" es el peralte de la trabe y "b" es el ancho de la trabe.

h) Los ejes de trabes en los elementos de apoyo no distarán de los del proyecto, en más de $0.02 b + 5 \text{ mm}$, en donde "b" es el ancho de la trabe.

i) En el caso de trabes que deban ir apañadas con los elementos de apoyo, la tolerancia anterior se limita a 3 (tres) milímetros.

j) La altura o separación entre dos losas consecutivas no excederá a la de proyecto, en más de 2 (dos) centímetros.

k) La desviación angular de los ejes de cualquier sección transversal de una trabe y/o columna respecto a los proyectos, no excederá de $2^{\circ} 17'$ (dos grados diecisiete minutos), que es el ángulo cuya tangente es igual a 4 (cuatro) centésimos.

028 - G Medición.

028 - G.01 Las estructuras de concreto reforzado se medirán como a continuación se indica:

a) Para el concreto, según se indica en la cláusula (01.02.026 - G) de este trabajo, en lo que corresponde.

b) Para el acero de refuerzo, según se indica en la cláusula (01.02.027 - G) de este trabajo, en lo que corresponde.

c) Los tubos para aligerar estructuras se medirán colocados, tomando como unidad para cada tipo, diámetro y calibre. Como base se tomará la cantidad fijada en el proyecto con las modificaciones en más o en menos autorizadas por la Secretaría.

d) Los bloques para losas aligeradas se medirán colocados, tomando como unidad la pieza para cada tipo y dimensiones. Como base se tomará la cantidad fijada en el proyecto con las modificaciones en más o menos autorizadas por la Secretaría.

028 - G.02 En montaje de elementos estructurales reforzados se medirá de acuerdo con 1 (una) de las 2 (dos) modalidades que se indican a continuación:

a) Tomando como unidad la tonelada de concreto reforzado. Como base se tomará el peso fijado en el proyecto con las modificaciones en más o menos autorizados por la Secretaría.

b) Tomando como unidad la pieza del elemento estructural de acuerdo con lo fijado en el proyecto y / o el ordenado por la Secretaría.

028 - G.03

Las estructuras de concreto reforzado por unidad de obra terminada, se medirán de acuerdo con 1 (una) de las 4 (cuatro) modalidades que se indican a continuación:

a) Tomando como unidad el metro cúbico de concreto precolado de acuerdo con la cubicación fijada en el proyecto, haciendo las modificaciones necesarias por cambios autorizados por la Secretaría.

b) Tomando como unidad el metro cúbico de concreto precolado y montado de acuerdo con la cubicación fijada en el proyecto, haciendo las modificaciones necesarias por cambios autorizados por la Secretaría.

c) Tomando como unidad la pieza fabricada, de acuerdo con las características fijadas en el proyecto.

d) Tomando como unidad la pieza fabricada y montada de acuerdo con las características fijadas en el proyecto.

028 - H

Base de pago.

028 - H.01

Las estructuras de concreto reforzado se pagarán como se indica a continuación:

a) El concreto, a los precios fijados en el contrato, según se indica en la cláusula (01.02.026 - H) de este libro en lo que corresponda.

b) Los tubos para aligerar los elementos estructurales, a los precios fijados en el contrato para el metro de tubo de cada tipo y diámetro. Estos precios unitarios incluyen lo que corresponda por: valor de adquisición o de fabricación, cargas, transportes, acarreo al sitio de colocación, descargas, almacenamientos, cortes, juntas y tapones, desperdicios, anclajes, colocación, operaciones requeridas para la ejecución del trabajo y los tiempos de los vehículos empleados en los transportes durante las cargas y las descargas.

c) Los bloques para las losas aligeradas, a los precios fijados en el contrato para la pieza. Estos precios unitarios incluyen lo que corresponda por: valor de adquisición o de fabricación, cargas, transportes, acarreo al sitio de colocación, descargas, almacenamientos, desperdicios, elementos de unión, anclajes, colocación, operaciones requeridas para la ejecución del trabajo y los tiempos de los vehículos empleados en los transportes durante las cargas y las descargas.

028 - H.02

El montaje de los elementos estructurales reforzados se pagará al precio fijado en el contrato, de acuerdo con 1 (una) de las 2 (dos) modalidades que se indican a continuación:

a) Para la tonelada. Este precio unitario incluye lo que corresponda por: cargas, transportes, descargas y almacenamientos de todos los materiales y de los elementos estructurales, obra falsa, materiales, equipo y mano de obra que se requieran para el montaje, remoción de la obra falsa y los tiempos de los vehículos empleados en los transportes durante las cargas y las descargas.

b) Para la pieza. Este precio unitario incluye lo que corresponda por: cargas, transportes, descargas y almacenamiento de todos los materiales y de los elementos estructurales, obra falsa, materiales, equipo y mano de obra que se requieran para el montaje, remoción de la obra falsa y los tiempos muertos de los vehículos empleados en los transportes durante las cargas y las descargas.

028 - H.03

Las estructuras de concreto reforzado, por unidad de obra terminada, se pagarán de acuerdo con 1 (una) de las 4 (cuatro) modalidades que se indican a continuación:

a) Al precio fijado en el contrato para el metro cúbico de concreto reforzado colocado en el lugar de acuerdo con la f'c de que se trate. Estos precios unitarios incluyen lo que corresponda por: concreto hidráulico de acuerdo con lo indicado en el inciso (01. 02. 026 - H.10) de este trabajo, acero para concreto hidráulico, de acuerdo con lo indicado en el inciso (01. 02. 027 - H.03) de este libro y los otros materiales, equipo y operaciones necesarias para la ejecución del trabajo.

b) Al precio fijado en el contrato para el metro cúbico de concreto reforzado precolado y montado de acuerdo con la f'c de que se trate. Estos precios unitarios incluyen lo que corresponda por: concreto hidráulico de acuerdo con lo indicado en el inciso (01. 02. 026 - H.10) de este trabajo, cargas, transportes, descargas y almacenamiento de las piezas, obra falsa, equipo y mano de obra que se requiera para el montaje, remoción de la obra falsa, otros materiales y operaciones necesarias para la ejecución del trabajo y los tiempos de los vehículos empleados en los transportes durante las cargas y descargas.

c) Al precio fijado en el contrato para la pieza fabricada de acuerdo con la f'c de que se trate, entregada en el lugar que fije la Secretaría. Estos precios unitarios incluyen lo que corresponda por: concreto hidráulico, de acuerdo con lo indicado en el inciso (01. 02. 026 - H.10) de este trabajo, acero para concreto hidráulico, de acuerdo con lo indicado en el inciso (01. 02. 027 - H.03) de este libro, cargas,

transportes, descargas y almacenamientos de las piezas, otros materiales, equipo y operaciones necesarios para la ejecución del trabajo y los tiempos de los vehículos empleados en los transportes durante las cargas y las descargas.

d) Al precio fijado en el contrato para la pieza fabricada y montada de acuerdo con la f'c de que se trate. Estos precios unitarios incluyen lo que corresponda por: concreto hidráulico de acuerdo con lo indicado en el inciso (01. 02. 026 - H.10) de este trabajo, acero para concreto hidráulico, de acuerdo con lo indicado en el inciso (01. 02. 027 - H.02) de este mismo. cargas, descargas, transportes, almacenamiento, obra falsa, equipo y mano de obra que se requieran para el montaje, remoción de la obra falsa, otros materiales y operaciones necesarias para la ejecución del trabajo y los tiempos de los vehículos empleados en los transportes durante las cargas y descargas.

CONCLUSIONES

En el ramo de la construcción antes de iniciar una obra cualesquiera que sea su importancia y magnitud y, previo a la elaboración del proyecto, se requiere un estudio y reconocimiento físico del lugar donde se pretenda realizar dicha obra.

Lo que hace interesante este trabajo es el hecho de ser un compendio de una serie de estudios de diversas especialidades propias de la Ingeniería civil, lo que hace ver la importancia de cada una de las materias que se cursan durante la carrera y su aplicación física en el ejercicio de la profesión.

En los capítulos anteriores de este trabajo se describe paso a paso los estudios y factores que se tomaron en consideración para el diseño y cálculo de las obras, así mismo se da una serie de indicaciones para que durante la ejecución y funcionamiento de las mismas no se afecte considerablemente el ecosistema de la zona.

Como se ha mencionado con anterioridad, las obras tendrán que ejecutarse en un plazo máximo de tres meses aprovechando la temporada de sequía, lo que significa que la compañía constructora que gane el concurso debe contar con suficiente equipo y maquinaria para que pueda concluir las obras en ese lapso.

Por diversas razones económicas y políticas, los trabajos se iniciaron dos años después de haberse terminado la elaboración del proyecto ejecutivo siendo necesario introducir algunas variantes en el proyecto original con el fin de satisfacer los requerimientos y necesidades propias de las obras. Fue así como a mediados de febrero de 1992 se inicia la construcción de la primera etapa de las obras mencionadas, a continuación se describe someramente como se llevó a cabo la construcción de las obras:

Con el propósito de concluir las obras oportunamente ya que para esa fecha la Laguna se mantenía llena debido a que la temporada de lluvia se había prolongado más lo previsto, el flujo de las aguas a través de los arroyos o canales naturales por donde se vaciaba la Laguna no permitían ninguna actividad donde tenían que desplantarse los diques, fue necesario construir ataguías o tapones de terraplén aguas arriba y aguas abajo sobre los arroyos El Chiflón, El Raizal, El Paraiso y Comelterra para encerrar las áreas de abajo y que, a la vez sirvieran para el paso de los equipos y maquinarias para atacar los frentes señalados, enseguida se procedió a desalojar el agua mediante bombeo de

achique, paralelamente a esta actividad se hicieron los levantamientos topográficos, partiendo del banco de nivel proporcionado por la CNA se revivieron los trazos de los ejes, áreas, cotas y secciones transversales de los diques, así como la ubicación exacta de las pilas, altura y eje del puente, alineando este último con el eje de la carretera recién terminada quedando integrado dentro del camino.

Antes de iniciar la excavación para el desplante de las zapatas de las columnas del puente y de los diques, en los bancos de préstamo y áreas de trabajo se hizo un despalme de 15 y 30 cm de espesor respectivamente, y una vez terminada la excavación al nivel indicado se compactó el corte del terreno natural hasta la compactación requerida, enseguida se inició la colocación y tendido de capas de arcilla formándose el corazón impermeable de los diques hasta llegar al nivel de proyecto, una vez terminada esta fase, se procedió con la colocación y tendido de la capa de filtro compuesto de grava y arena dándole una compactación mediante el bandeado de los tractores y paso de los equipos de carga.

Posteriormente se realiza la excavación sobre la capa de filtro y arcilla compactada para el desplante de los dentellones de concreto simple y, finalmente se colocó la última etapa de enrocamiento efectuándose el acomodo de las rocas con tractores y retroexcavadores y manualmente a las cercanías de los dentellones para no dañar a estos.

Cabe señalar que toda vez que se concluía un concepto señalado se hacía un levantamiento topográfico para el control y cuantificación de volúmenes.

Por último, se hace la observación que la ejecución del proyecto descrito en este trabajo se concluyeron oportunamente antes de la llegada de las lluvias y actualmente dichas obras cumplen su cometido.

BIBLIOGRAFIA

- 1.- TRATADO DE HIDRAULICA
Ferro José H.
Ed. Ahembra.

- 2.- PROBLEMAS DE HIDRAULICA Y MECANICA DE FLUIDOS PARA ESTUDIANTES DE INGENIERIA
Francis Jonh Robert.
Ed. Dark.

- 3.- TEORIA Y MECANICA DE FLUIDOS
Gales Ranald V.
Ed. Mc. Graw.

- 4.- HIDRAULICA GENERAL VOL. I Y II
Sotelo Avila Gilberto.
Ed. Limusa.

- 5.- OBRAS HIDRAULICAS
Torres Herrera Francisco.
Ed. Limusa.

- 6.- HIDRAULICA BASICA
Silvestre Paschoal.
Ed. Limusa.

- 7.- FUNDAMENTOS DE HIDRAULICA GENERAL
Silvestre Paschoel.
Ed. Limusa.

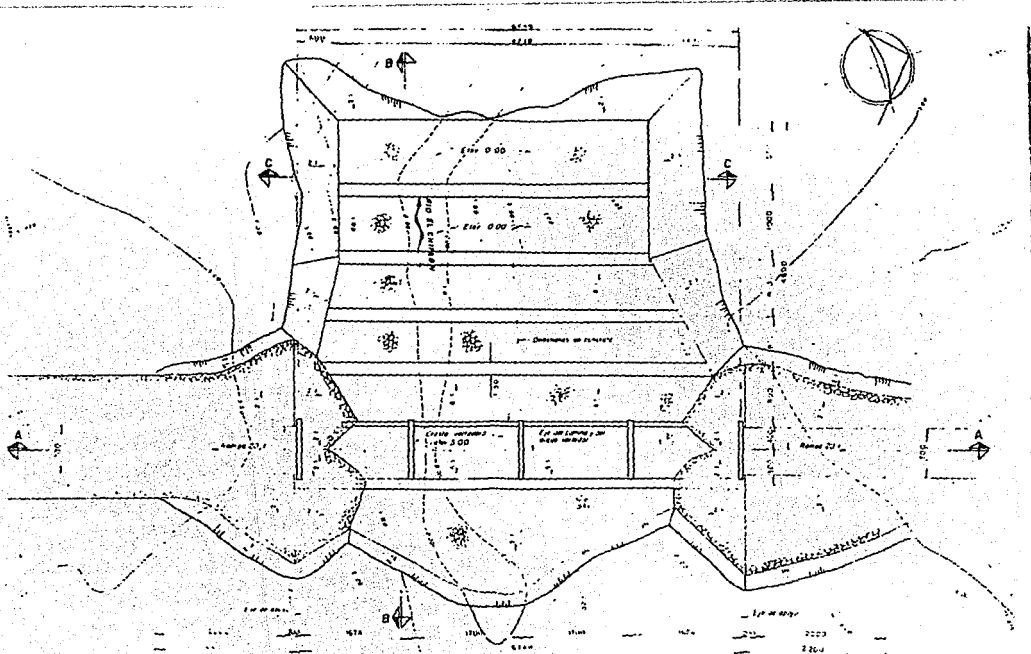
- 8.- PRÉSA DE TIERRA Y ENROCAMIENTO
Marsel Raúl J.
Ed. Limusa.

- 9.- PROYECTO DE PRESAS PEQUEÑAS
Dossart.

- 10.- DISEÑO DE PRESAS PEQUEÑAS
Publicaciones técnicas de Recursos Hidráulicos

- 11.- HIDRAULICA DE LOS CANALES ABIERTOS
Ven Te Chow.
Ed. Limusa.

- 12.- MECANICA DE SUELOS TOMO I Y II
Juárez Badillo,
Rico Rodríguez.
Ed. Limusa.



PLANTA # 12 1750

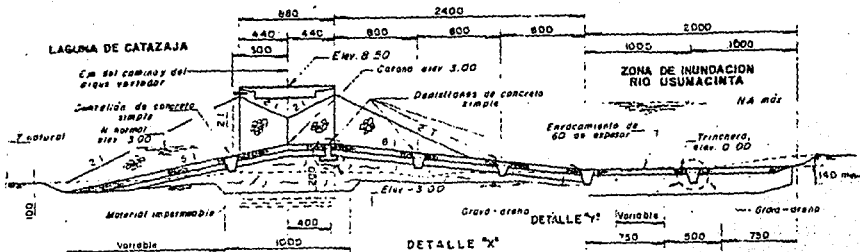
FALLA DE ORIGEN

ESTRUCTURAS DE CONTROL DE
LA LAGUNA DE CATAZAJA CHIS

TESIS PROFESIONAL

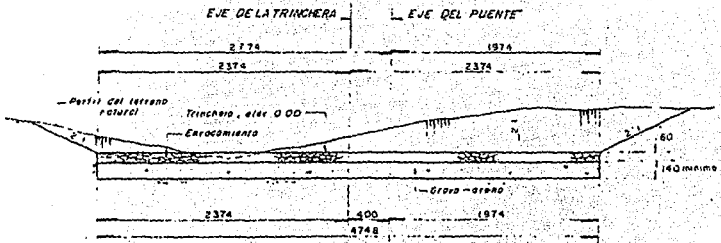
PLANO: DIQUE VERTEDOR EL CHIFLOR

Universidad Nacional Autónoma de México
UNIDAD ACADÉMICA E.N.E.P. ACATLÁN E.O.O. DE MEX.



CORTE B-B

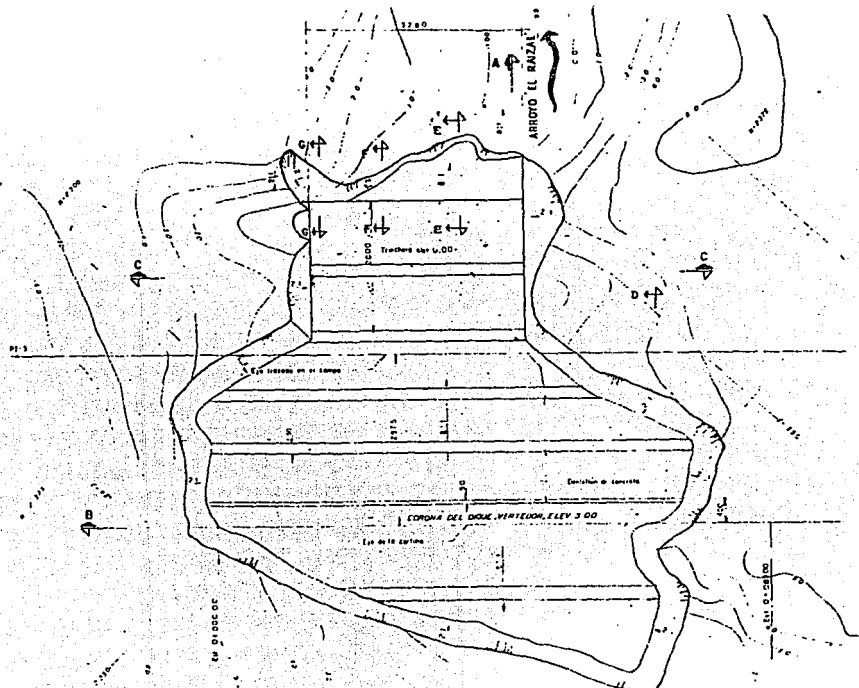
ESC 1 250



CORTE C-C

ESC 1 250

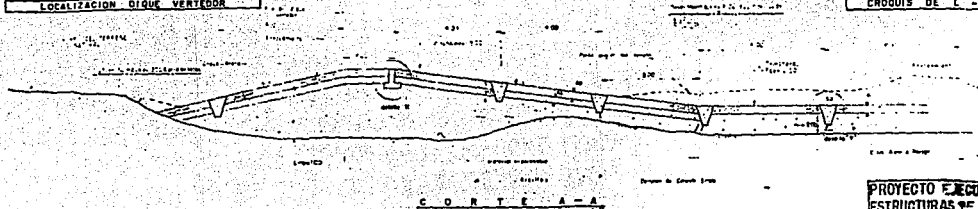
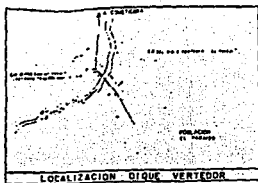
PROYECTO EJECUTIVO DE LAS ESTRUCTURAS DE CONTROL DE LA LAGUNA DE CATAZAJA, CHIS.	
TESIS PROFESIONAL	
7140	SIGUE FELICIDAD EL ANTIJON
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO	



PLANTA

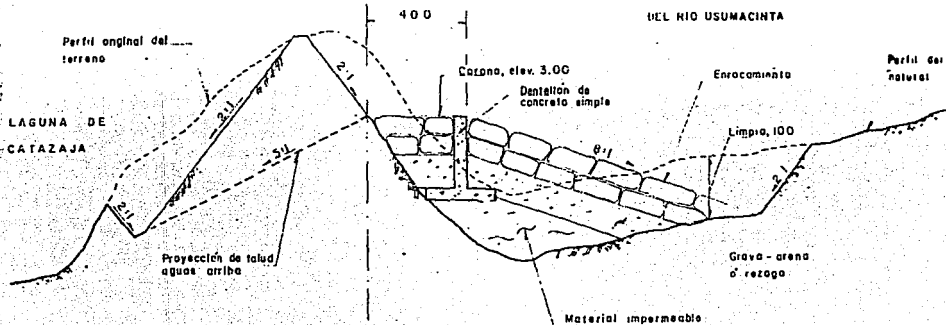
ESC. 1:250

PROYECTO EJECUTIVO DE LAS ESTRUCTURAS DE CONTROL DE LA LAGUNA DE CATAZAJA, CHIS	
TESIS	PROFESIONAL
DIQUE VERDEADOR EL RAIZAL	
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO	
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES EN INGENIERÍA	ESTADÍSTICA Y SISTEMAS DE INFORMACIÓN



PROYECTO EJECUTIVO
ESTRUCTURAS DE CONTRA
LA LAGUNA DE OJAZAJ
 TECNICO PROFESIONAL
 DISEÑO Y EJECUCION DEL P...
 INGENIERIA CIVIL
 EL TAZOZO, GUATEMALA

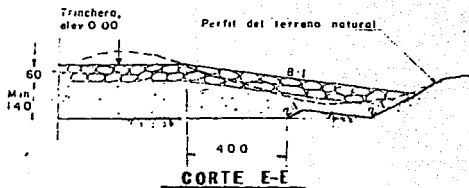
ZONA DE INUNDACION
DEL RIO USUMACINTA



CORTE D-D

DATOS DE PROYECTO

Nivel de aguas máximas extraordinarias.	6.20 m. s. n. m.
Elevación normal del agua en la laguna (estiaje).	3.00 m. s. n. m.
Elevación de la cresta vertedera.	3.00 m. s. n. m.
Longitud de la cresta vertedera.	70.00 m.



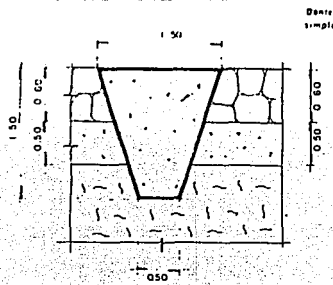
PROYECTO EJECUTIVO DE LAS
ESTRUCTURAS DE CONTROL DE
LA LAGUNA DE CATAZAJA, CHIS.

TESIS PROFESIONAL

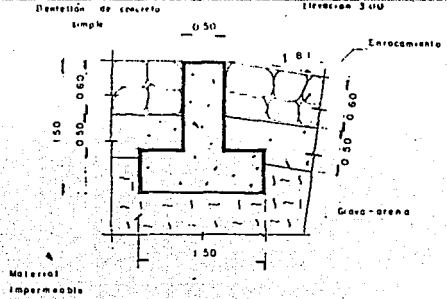
TITULO: INGENIERO VEREDERO EL SAIZAL

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

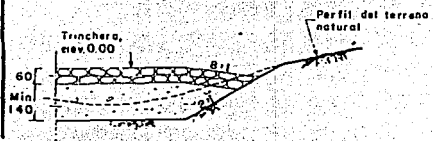
INSTITUTO ACADÉMICO DE INGENIERÍA EN SISTEMAS DE CONTROL DE INUNDACIONES



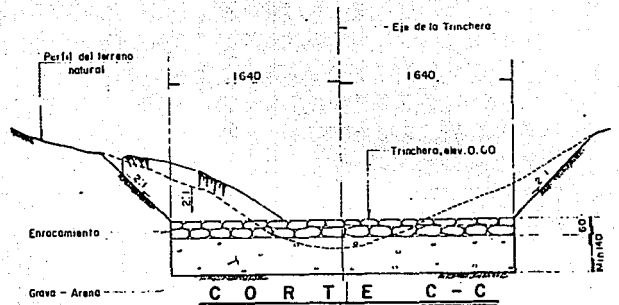
DETALLE "Y"



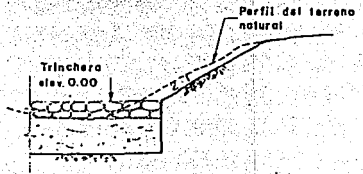
DETALLE "X"



CORTE F-F



CORTE C-C



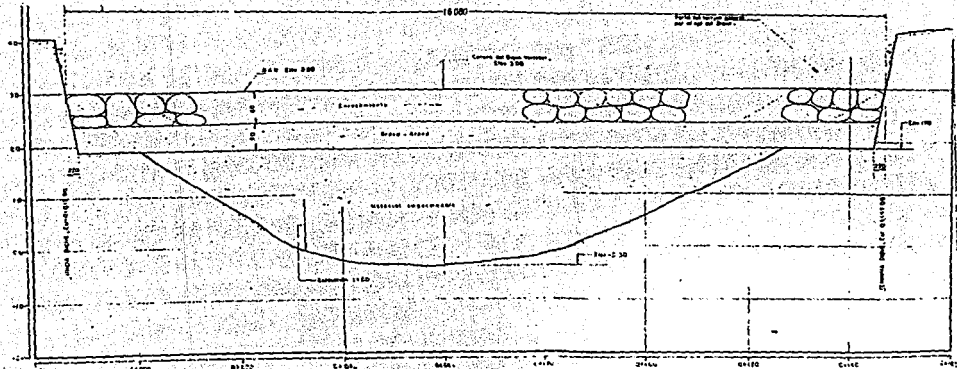
CORTE G-G

PROYECTO EJECUTIVO DE LA
 ESTRUCTURAS DE CONTROL DE
 LA LAGUNA DE CATAZAJA, CH.

TESIS PROFESIONAL

PLANO: OCHO VENTERO EL CAJAZ
 UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
 DIVISIÓN ACADÉMICA DE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS

ELEVACIONES EN METROS



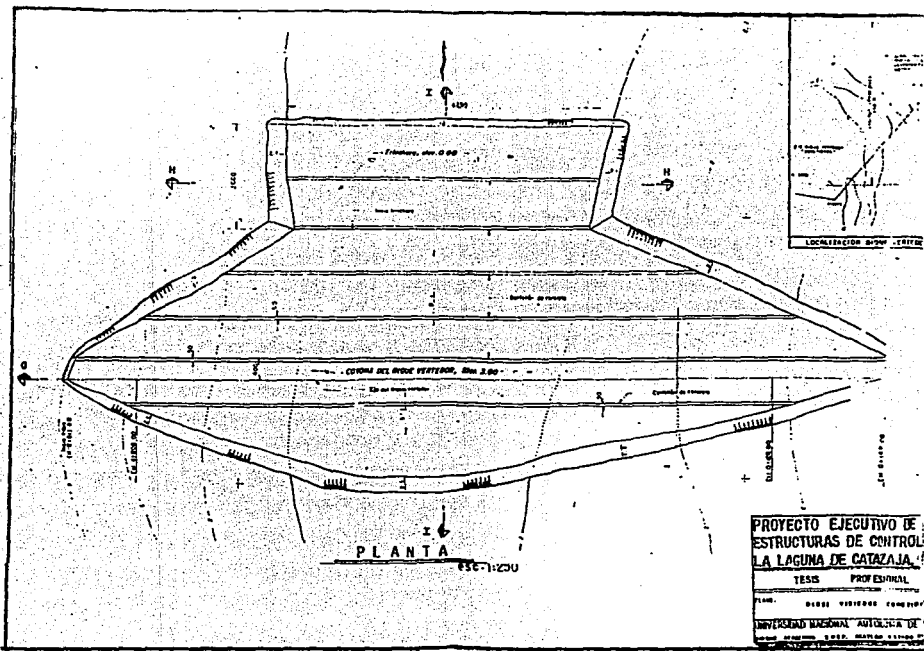
G O R Y E G - G

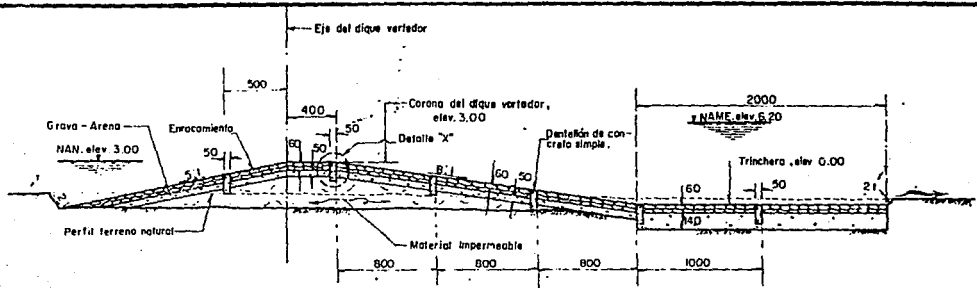
PROYECTO EJECUTIVO DE LAS
ESTRUCTURAS DE CONTROL DE
LA LAGUNA DE CATAZAJA, CHS

TESIS PROFESIONAL

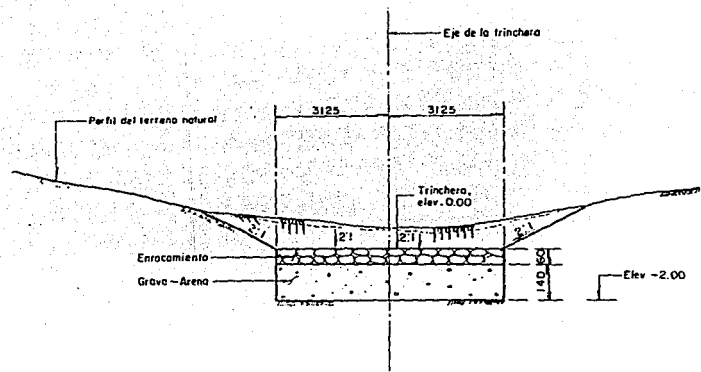
1960 DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO





C O R T E I - I



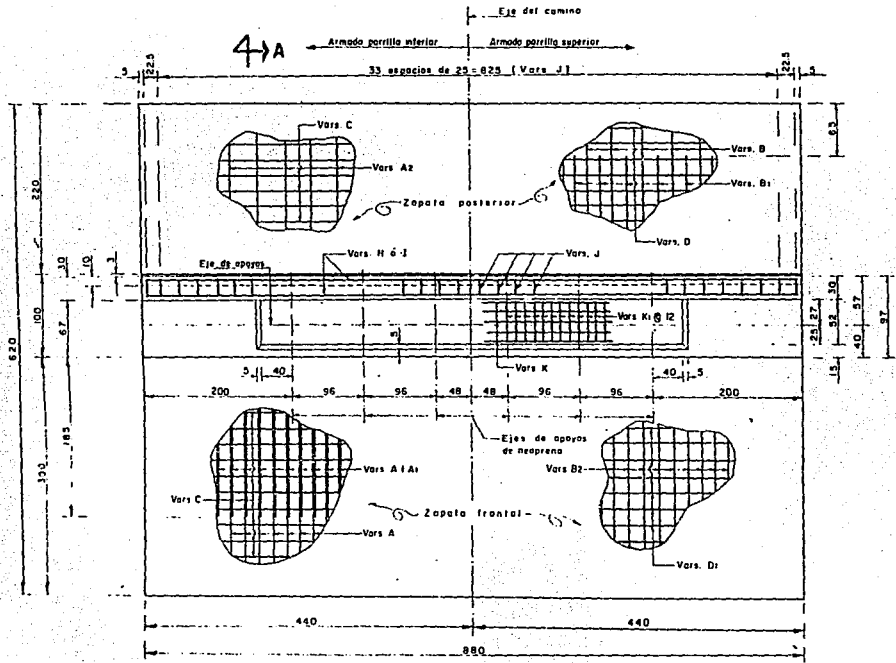
C O R T E H - H

PROYECTO EJECUTIVO DE LAS
 ESTRUCTURAS DE CONTROL DE
 LA LAGUNA DE CATAZAJA, CHIS.

TESIS PROFESIONAL

PLANO: DISEÑO PRELIMINAR COMPLETO

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
 INSTITUTO ACADÉMICO DE INVESTIGACIONES Y ESTUDIOS DE INGENIERÍA



4 A

PLANTA

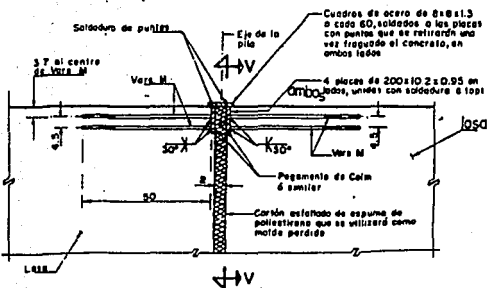
esc.: 1/33/3

PROYECTO EJECUTIVO DE LAS
 ESTRUCTURAS DE CONTROL DE
 LA LAGUNA DE CATAZAJA, CHIS.

TESIS PROFESIONAL

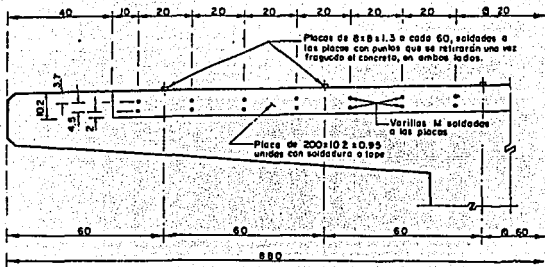
PLANO: PUENTE CARRETERO EL CHUILCA
 SUBESTRUCTURAS - PILAS 1 Y 2

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
 DIVISIÓN ACADÉMICA - CARRERAS ESTADO DE MÉXICO



JUNTA DE DILATACION
ELEVACION

ESC. 1:10



CORTE V-V

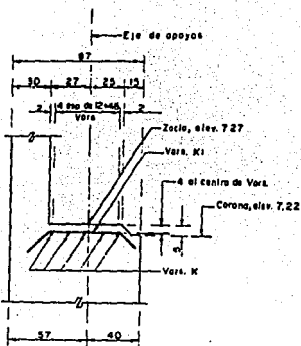
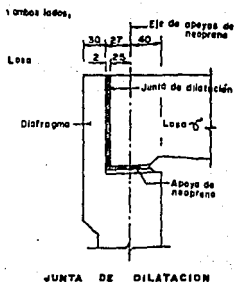
ESC. 1:10

PROYECTO EJECUTIVO DE LAS
ESTRUCTURAS DE CONTROL DE
LA LAGUNA DE CATAZAJA, CHIS.

TESIS PROFESIONAL

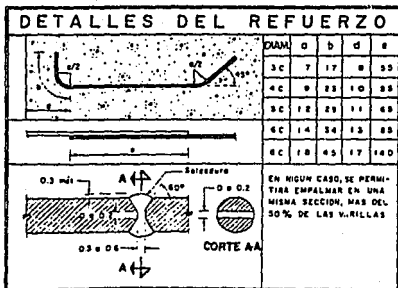
PLANO PUENTE PARALELO EL C-FLON
INVESTIGADORA - PILAS 2514

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
MEXICO, D.F. CENTRO DE INVESTIGACIONES Y ESTUDIOS DE INGENIERIA



DETALLE DEL REFUERZO EN ZOCLO

Esc. 1:20



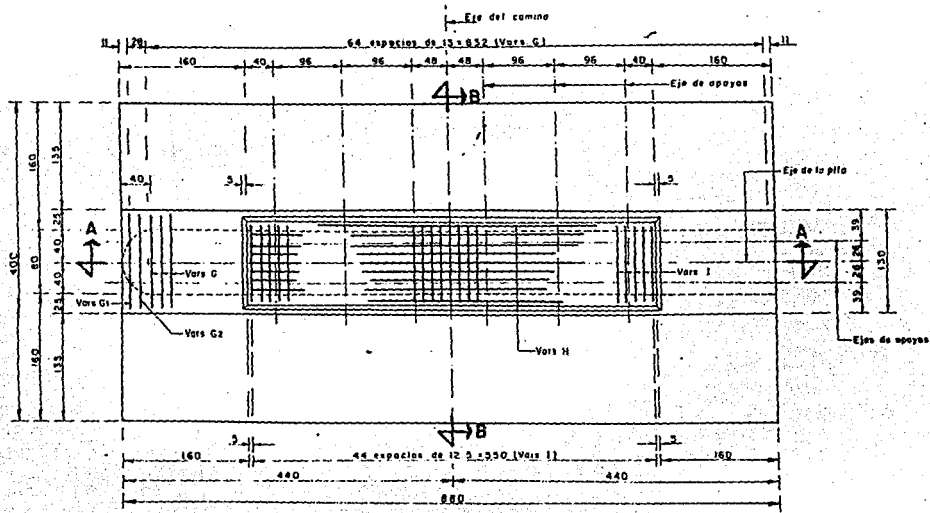
PROYECTO EJECUTIVO DE LAS
ESTRUCTURAS DE CONTROL DE
LA LAGUNA DE CATAZAJA, CHIS.

TESIS PROFESIONAL

PLANO, PUENTE CARRETERO EL ENILLO
SUBESTRUCTURAS - PILAS Y 5

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

DIVISION DE INGENIERIA Y DEPARTAMENTO DE ESTADOS DE MEXICO



P L A N T A

Esc. 1/337r

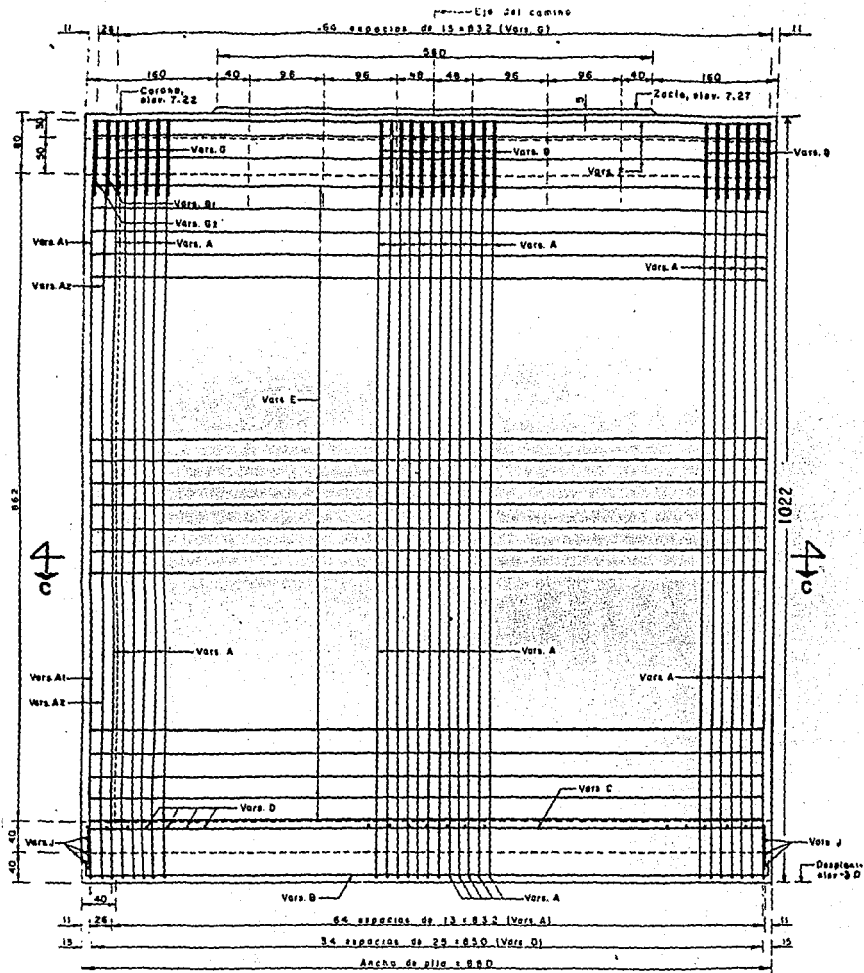
**PROYECTO EJECUTIVO DE L.
ESTRUCTURAS DE CONTROL I
LA LAGUNA DE CATAZAJA, CH.**

TESIS PROFESIONAL

PRIMO: PUENTE CARRETERO EL CHIFLON
SUBESTRUCTURA - PILAS ESTAC.

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEX.

UNIDAD ACADEMICA ENEP MERIDA ESTADO DE YUC.

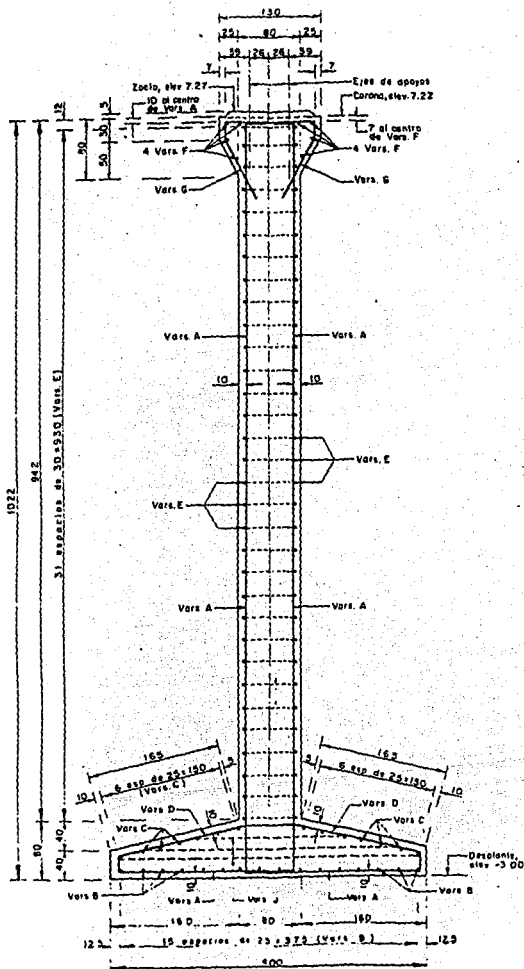


C O R T E A - A
(E L E V A C I O N)

SUBESTRUCTURA

PILAS, 2,3 Y 4

ESC. 1/35'00"



CORTE B-B

esc. 1:33 1/2

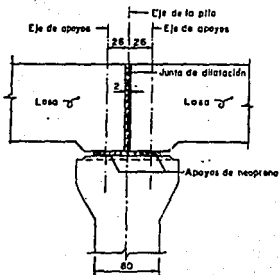
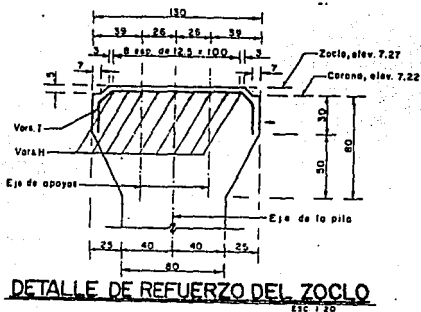
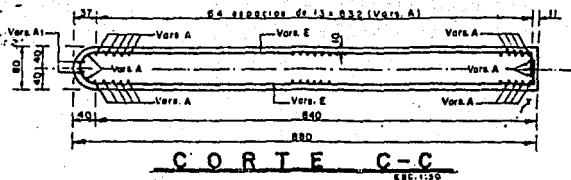
PROYECTO EJECUTIVO DE LAS
ESTRUCTURAS DE CONTROL DE
LA LAGUNA DE CATAZAJA, CHIS.

TESIS PROFESIONAL

PLANO: FUENTE FABRICADA DE CHIFLON
SUNESTRUTURA - PILAR 2114

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

MÓDULO ACADÉMICO DE INGENIERÍA EN OBRAS DE ARTES
CARRERA DE INGENIERÍA EN OBRAS DE ARTES



(VER DETALLES DE ELEVACION Y CORTE V-V)

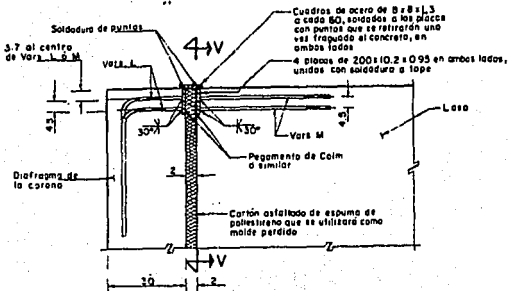
PROYECTO EJECUTIVO DE LAS
ESTRUCTURAS DE CONTROL DE
LA LAGUNA DE CATAZAJA, CHIS.

TESIS PROFESIONAL

PLANO: PUENTE CASATEIRO EL CERRILLO
SUBESTRUCTURA - PILAS 1.011

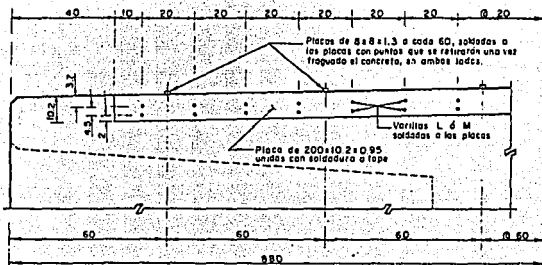
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

UNIDAD ACADÉMICA CENEP ANÁLISIS ESTADO DE DISEÑO



JUNTA DE DILATACION
ELEVACION

Esc. 1:10



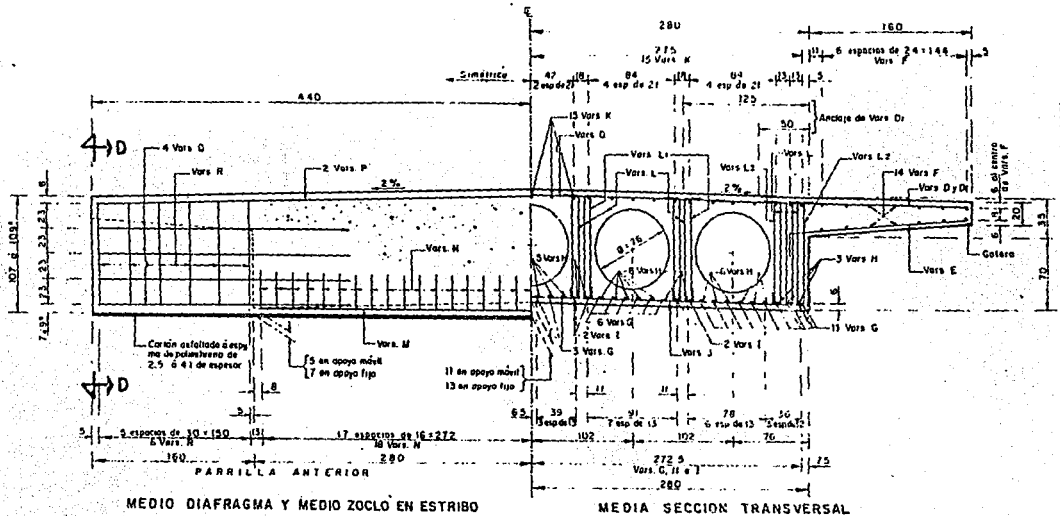
CORTE V-V

Esc. 1:10

PROYECTO EJECUTIVO DE LAS
ESTRUCTURAS DE CONTROL DE
LA LAGUNA DE CATAZAJA, CHIS.

TESIS PROFESIONAL

PLANO PUENTE CARRETERO EL CHIFLON
SUBESTRUCTURAS - PILAS Y 5
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
UNIDAD ACADÉMICA DE INVESTIGACIONES ESTADISTICAS DE MEXICO



C O R T E B - B

ESC 1:25

FALLA DE ORIGEN

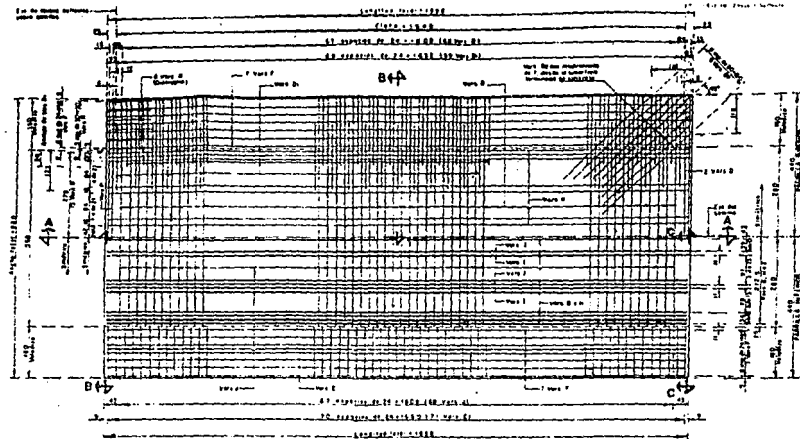
PROYECTO EJECUTIVO DE LAS
ESTRUCTURAS DE CONTROL DE
LA LAGUNA DE CATAZAJA, CHIS

TESIS PROFESIONAL

PLAN: PUENTE CARRETERO EL EMPILON
SUPERESTRUCTURA

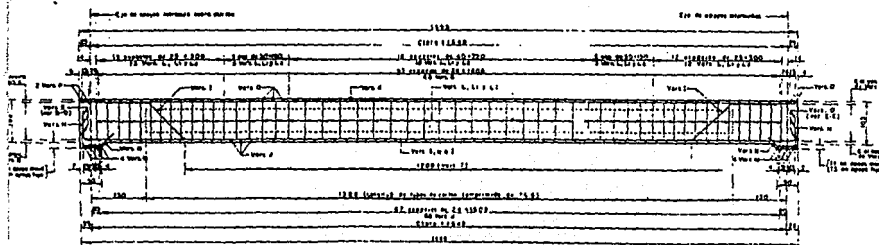
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

SISTEMA ACADÉMICO D.F.P. HAITIÁN ESTADO DE CHIS



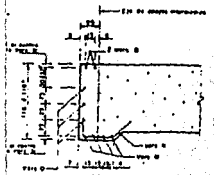
PLANTA DEL MODULO TIPO

ESC-150



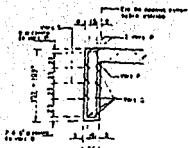
CORTE A-A

ESC-150



CORTE E-E

ESC-150



CORTE D-D

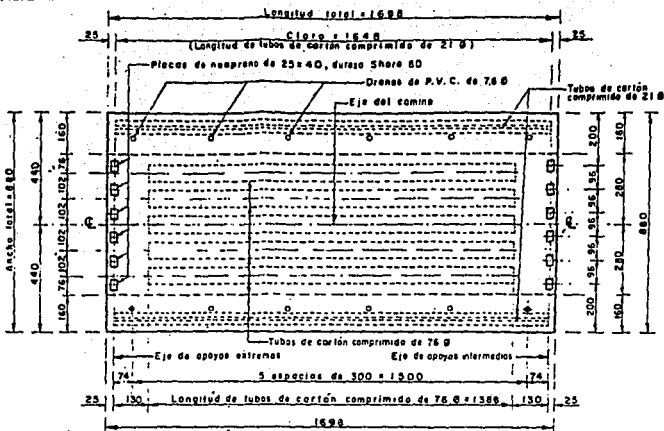
ESC-150

PROYECTO EJECUTIVO DE L/
ESTRUCTURAS DE CONTROL C/
LA LAGUNA DE CATAZAJA, CH

TESIS PROFESIONAL

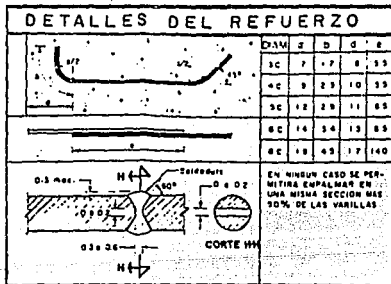
PLANO FUENTE CARRETERO AL CHIFA SUPERESTRUCTURA

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEX
 MEXICO ACADÉMICA Y DEP. ACATEPEC ESTADO DE O.



LOCALIZACION DE TUBOS, APOYOS Y DRENES

ESC. 1:100



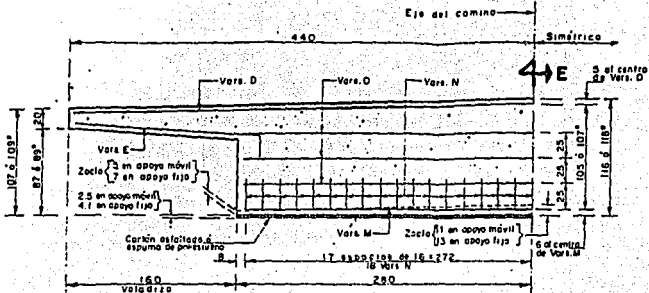
PROYECTO EJECUTIVO DE LAS
ESTRUCTURAS DE CONTROL DE
LA LAGUNA DE CATAZAJA, CHIS.

TESIS PROFESIONAL

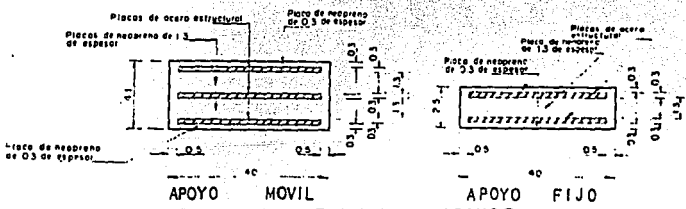
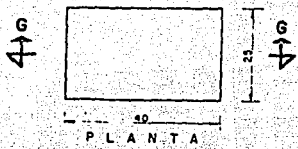
PLANO: PUENTE CARRETERO EL CHILLON
SUPERESTRUCTURA

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MEXICO

DIVISION ACADÉMICA C.E.S.P. ESTADO DE CHIS.

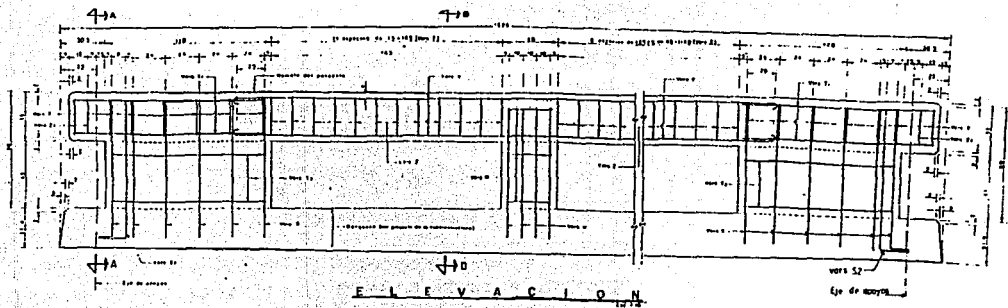
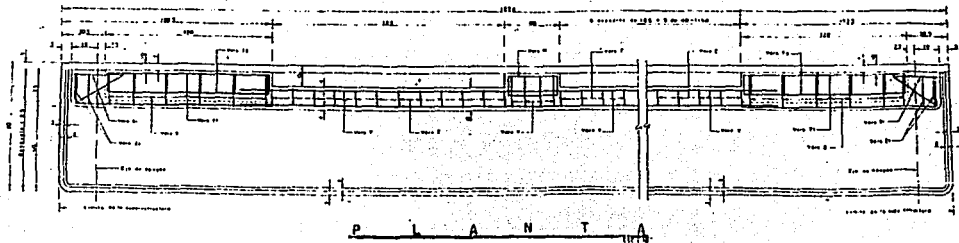


PARRILLA POSTERIOR
 MEDIO ZOCLO SOBRE PILA
CORTE C-C
 ESC. 1:25



DETALLE DE LOS APOYOS DE NEOPRENO
CORTE G-G

PROYECTO EJECUTIVO DE LAS ESTRUCTURAS DE CONTROL DE LA LAGUNA DE CATAZAJA, CHIS.
 TESIS PROFESIONAL
 PLANO PLANTE CARRETERO EL CHIFLON SUPERESTRUCTURA
 UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
 TERCER SEMESTRE DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL



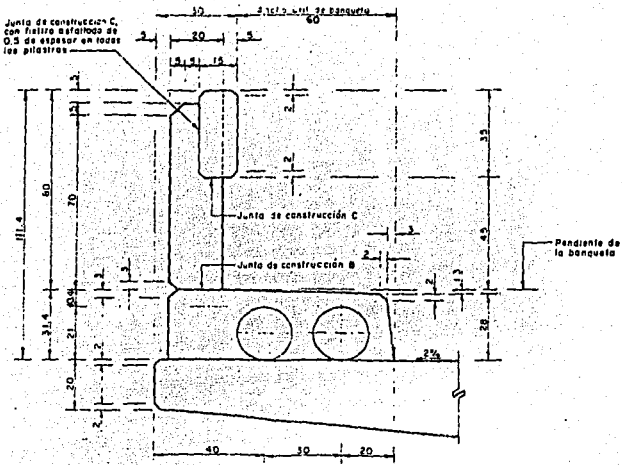
PROYECTO EJECUTIVO DE LAS
 ESTRUCTURAS DE CONTROL DE
 LA LAGUNA DE CATAZAJA, CHIS

TESIS PROFESIONAL

PLANO PUENTE SOBRE EL CAÑON
 PARQUE 10

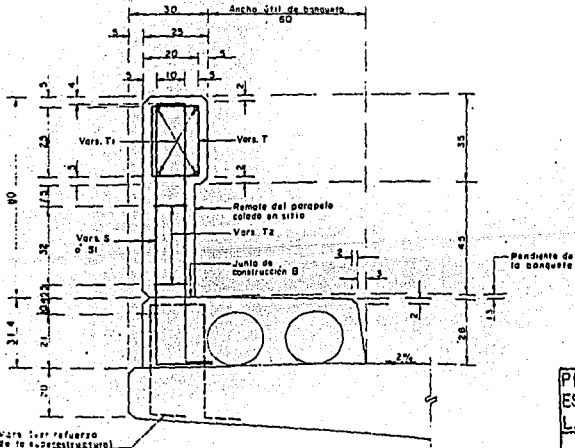
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MEXICO
 INSTITUTO DE INVESTIGACIONES Y ENSEÑANZA DE INGENIERIA

FALLA DE ORIGEN



DIMENSIONES

ESC. 1/10



CORTE A-A

ESC. 1/10

**PROYECTO EJECUTIVO DE LAS
ESTRUCTURAS DE CONTROL DE
LA LAGUNA DE CATAZAJA, CHIS.**

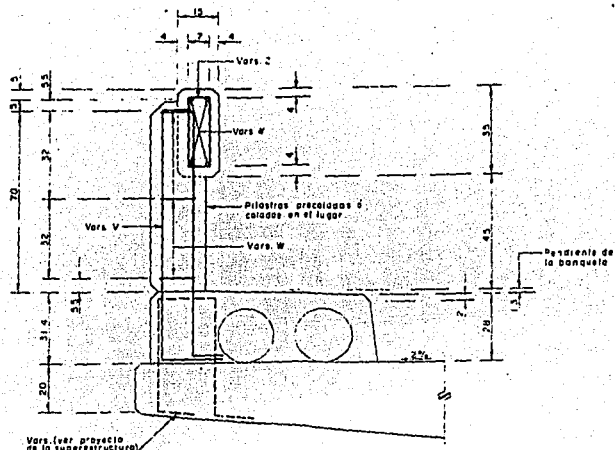
TESIS PROFESIONAL

PLANO PUENTE CARRETERO EL EMPLOCA

PARAPETO

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

Ciudad de México, a 20 de Septiembre de 1958



C O R T E B - B
DETALLE DEL REFUERZO
 ESC 1:10

PROYECTO EJECUTIVO DE LAS ESTRUCTURAS DE CONTROL DE LA LAGUNA DE CATAZAJA, CHIS.	
TESIS PROFESIONAL	
PLANO:	PUENTE CARRETERO EL CHIFLON PARAPETO
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO	
UNIDAD ACADÉMICA ENEP ACATLÁN ESTADO DE MEX.	