

243

137-3-37



INGENIERIA

TESIS PROFESIONAL  
QUE PARA OBTENER EL  
TITULO DE INGENIERO  
CIVIL PRESENTA EL  
ALUMNO ALVARO ALBUERNE.

1937

UNICO



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

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

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

A MIS QUERIDOS PADRES

José Antonio ALBUERNE y

Antonia MENENDEZ DE ALBUERNE.

000

TEMA DE TESIS DE EXAMEN PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL  
QUE SE PROPONE PARA EL ALUMNO ALVARO ALBUERNE.

Al Norte de la Zona que constituye el Sistema Nacional de Riego N° 2, en el Estado de Tamaulipas, existe una extensión de terrenos de 25, 000 hectáreas que se proyecta regar aprovechando las aguas del Río Frío complementadas con las que puedan derivarse del Río Guayalejo.

El tema consistirá en hacer un estudio de conjunto del problema, indicando cuales son los de detalle que deberán emprenderse, tanto Topográficos como Hidrológicos, Geológicos y Agroeconómicos para la debida formación del Proyecto completo.

Como de una parte de este proyecto, se hará en detalle el relativo a la Presa de Derivación y Boca-toma sobre el Río Frío.

Se presentará una memoria descriptiva de todo el proyecto además en lo relativo a la presa de derivación se formulará memoria descriptiva con planos de detalle, cálculos y presupuesto de la obra.

Los demás detalles sobre el tema se proporcionarán al suscrito tan pronto como los requiera.

México, D. F., 18 de noviembre de 1936.

F I R M A D O .

Ing. Antonio Coria.-

-PRIMERA PARTE-

Estudio de Conjunto del Problema.-

- CAPITULO I.- Informe sobre el Proyecto -  
del Río Guayalejo presentado  
por el suscrito a la Comisión  
Nacional de Irrigación.-
- CAPITULO II.- Consideraciones sobre el Pro-  
yecto del Río Frio sacadas -  
del Informe de la Cia. White  
a la Comisión Nacional de --  
Irrigación.
- CAPITULO III.- Puntos más importantes del Proyecto.-

-SEGUNDA PARTE-

Presa Derivadora en el Río Frio.-

- CAPITULO I.- Plan General del Estudio.-
- CAPITULO II.- Proyectos y Cálculos.-
- CAPITULO III.- Presupuestos.

PRIMERA PARTE .

Estudio de <sup>o</sup>Conjunto del Problema.-

## C A P I T U L O I.-

### INFORME SOBRE EL PROYECTO DEL RIO GUAYALEJO PRESENTADO POR EL SUSCRITO A LA COMISION NACIONAL DE IRRIGACION.-

El río Guayalejo nace en la sierra de Jaumave Edo. de Tamaulipas. Al pasar por Jaumave trae un gasto sumamente pequeño, pero cerca de la parte superior del cañón, como a unos 10 kms. aguas abajo de Jaumave brota de las rocas y formaciones calizas un manantial, y ya cerca del cañón se une con -- otro manantial para formar una sola corriente que es la conocida con el nombre de Río Guayalejo.

Por la topografía del lugar, tiene un recorrido muy largo. Pasa por las poblaciones de Llera y Xicoténcatl. -- Aguas abajo de este último lugar en un lugar llamado las Ad-- juntas se une con el Río Sabinas, para más tarde unirse cerca de Limón con los Ríos Frio y Comandante, y por último en un lugar denominado "La Mora" se une con el Río Mante para formar una corriente conocida con el nombre de Río Tamesí, afluente del río Pánuco.

En Llera existen grandes cantidades de terrenos de primera calidad, que actualmente riegan los agricultores del lugar, aprovechando las aguas del río Guayalejo empleando medios rudimentarios que hacen muy deficiente dicho riego.

En Xicoténcatl los propietarios de la finca "La Piedra" hicieron una presa y canales de riego, para su propiedad y terrenos vecinos. Actualmente tanto la presa como los canales se encuentran totalmente destruidos. Esto viene a demostrar que ya se ha tratado de aprovechar para riego las aguas

del Río Guayalejo, en vista de la buena calidad de tierras - que existen en su margen izquierda. Con todo y la buena voluntad de los propietarios de terrenos, todos estos riegos han sido un completo fracaso por falta de dirección y principalmente por falta de dinero.

Tanto Llera como Xicoténcatl son dos pueblos compuestos exclusivamente de familias de pequeños agricultores y ejidatarios, que no cuentan con más medio de vida que la pobre cosecha de maíz que logran levantar en tiempo de lluvias, expuesta a los peligros de inundaciones o de sequías. Una comisión de agricultores pidió al C. Presidente de la República los ayudara reconstruyendo los antiguos canales de "La Piedra" o construyendo nuevos, habiéndose dado principio a los estudios en el mes de junio de 1935.

-----

Trabajos preliminares y criterio que se siguió para estudiar la formación de un Sistema de Riego con 25 000 Hectáreas.

Primeramente se pensó en hacer un pequeño proyecto de riego, aprovechando la presa destruída y los antiguos canales de "La Piedra"; hecho un reconocimiento por el Dr. Paul Waitz escogió un nuevo sitio para la cortina en un conglomerado macizo a 50 mts. aguas arriba de la antigua presa.

Se hizo un reconocimiento de los antiguos canales y se vió que era incosteable su reparación por dos causas: 1°.- Que tienen grandes pérdidas de aguas por filtraciones. 2°.- Que siendo un canal que corre por una de las márgenes del río, sirve únicamente para regar una corta extensión de terreno, beneficiando a determinado número de agricultores, teniéndose,

más al Sur, grandes extensiones de tierra virgen de primera calidad.

En vista de lo cual se procedió a hacer un estudio topográfico con la idea de no abarcar una zona mayor de ----- 4000 Ha., porque se creía que el río Guayaleño no tendría un gasto mayor de 2 m<sup>3</sup>/seg. en estiaje.

Instalada una estación de aforo con cable y canastilla a 500 m. aguas arriba del sitio escogido para la cortina, y la cual se operó con molinete eléctrico "Curley", se encontró que en los meses de abril y mayo en que el río tiene su mínimo gasto, variaba entre 5 y 6 M<sup>3</sup>/seg., siendo su gasto en los demás meses del año, en que es necesario el riego, entre 8 y 10 M<sup>3</sup>/seg.

En vista de lo anteriormente expuesto, los estudios topográficos se ampliaron hasta cubrir un área de 14000 Ha.

Tomando en consideración que 4000 Ha. abarcarían rancharías, derechos de vía, caminos, etc., se tendría una zona efectiva de 10 000 Ha. de riego.

En esa época se pensó en darle riego a la población de Llera, y para eso se hizo una localización de un probable vaso de almacenamiento, con el objeto de que aprovechando el cauce del río como canal y con dos presas de derivación, una en Llera y otra en Xicoténcatl, se regara el mayor número de Ha. posible, ya que como se dijo anteriormente, se cuenta con grandes extensiones de tierras vírgenes de primera calidad.

Cuando se iban a empezar los trabajos topográficos, se recibieron órdenes para que la brigada de Llera pasara por Xicoténcatl con el fin de activar los trabajos en este último lugar.

Al estar haciendo los estudios en Xicoténcatl se revisaron los informes de la Cía. White, en los que proponía aprovechar las aguas del río Frío, mediante una presa de deriva-  
ción en su nacimiento y traer un canal principal con un desa-  
rrollo de 27 Kms., hasta las márgenes del Guayalejo. Después  
de regar 5000 Hs. en el proyecto de río Frío, pasar las aguas  
por un sifón a la margen izquierda del Guayalejo, donde se re  
garían 10 000 Hs.

Aprovechando las aguas de los ríos Guayalejo y Frío --  
es posible formar un sistema de riego para 25 000 Hs., el cual  
quedaría dividido en tres zonas, según el plano adjunto.

1/a. Zona.- Proyecto Río Guayalejo:	10 000 Hs.
2/a. Zona.- Proyecto río Frío:	5 000 Hs.
3/a. Zona.- Extensión proyecto río Frío:	10 000 Hs.

ESTUDIOS TOPOGRAFICOS. -- Por ser esta región de una vegetación  
tropical sumamente exuberante y con una altura de 8 m., no --  
fué posible el empleo de la plancheta. Por ser muy planos --  
los terrenos, sería muy costoso el hacer una triangulación.

Se empezó por hacer una configuración apoyada en una  
cuadrícula, trazada por medio de tránsito con dos posiciones  
y nivelada con nivel fijo.

Al dibujarse la primera parte configurada, se proyec-  
tó una preliminar del canal principal, la cual fué trazada en  
el campo, para limitar los terrenos regables. La pendiente --  
de dicha preliminar fué de 0.0004. Se vió que era necesario  
hacer una presa de derivación con el objeto de subir el nivel  
de las aguas 2 m. y sacar el canal por un túnel. El canal --  
muerto no sería mayor de 2.5 Km.

La preliminar del canal principal se unió con una li-

nea astronómica E-W de 12 Km. de desarrollo, que serviría de apoyo para la cuadrícula donde a su vez se apoyaría la configuración de los terrenos regables de la extensión del Río -- Frio.

El Polígono que encierra las 14 000 Hs. del proyecto del río Guayalejo quedó limitado por la preliminar del canal principal, la línea astronómica E-W y una poligonal llevada -- por el río. Se chocó el cierre por medio de varias pequeñas poligonales cerradas, que se llevaron siguiendo los caminos y la vía férrea, teniendo lados comunes entre sí y con el polígono límite.

Se hizo el levantamiento topográfico del pueblo de Xicoténcatl y se fijaron todas las rancherías. Se configuró el sitio escogido para hacer la cortina. Se monumentó la zona -- configurada.

- HECHO HASTA LA FECHA -

- 1.- Configuración de 14 000 Hs. de terrenos regables. (Proyecto del río Guayalejo) 1/a. Zona.
- 2.- Topografía al detalle del sitio de la presa en el río Guayalejo.
- 3.- Preliminar del canal principal.
- 4.- Monumentación.
- 5.- Dibujo a escala 1:10000 de los terrenos regables. 1/a. Zona.
- 6.- Dibujo a escala 1:500 de la topografía al detalle del sitio de la presa.
- 7.- Se proyectaron los canales.

- LA CIA. WHITE TIENE HECHO EN EL RIO FRIO: -

- 1.- Configuración de 6000 Hs. de terrenos regables - (Proyecto Río Frio.- 2/a. Zona.

2.- Exploraciones geológicas en dos probables sitios de presa.

- FALTA POR HACER -

- 1.- Exploraciones geológicas del sitio de la presa en el río Guayalejo.
- 2.- Topografía al detalle del sitio de la presa en el río Frio.
- 3.- Topografía al detalle en el sifón para el río Guayalejo.
- 4.- Configuración de los terrenos regables para la extensión del río Frio. (S/a. Zona).
- 5.- Trazo y estudio de canales y desagües (hojas tipo).
- 6.- Proyectos y presupuestos.

VIAS DE COMUNICACION.- El proyecto del río Guayalejo y la extensión del río Frio son atravesados por el Ferrocarril Calles-Guerrero que une a las líneas Tampico-San Luis y Tampico-Monterrey, pasando este Ferrocarril por la población de Xicoténcatl que es el centro principal del proyecto. Se tiene además la facilidad de poder construir una carretera de 10 Kms. que una Xicoténcatl con la carretera nacional, México-Iaredo; esta última carretera atraviesa la zona regable del Proyecto del Río Frio.

FACILIDADES DEL PROYECTO.- Con tal sistema de caminos los cultivos podrian cosecharse y transportarse sin costo prohibitivo en su producción.

El clima y la tierra se prestan para el cultivo del maiz, garbanzo, caña de azúcar, tomate y otros vegetales para la exportación, así como para las frutas citrossas, plátanos, mangos y aguacates.

Agregando además las facilidades que ofrece el riego por lo plano de los terrenos.

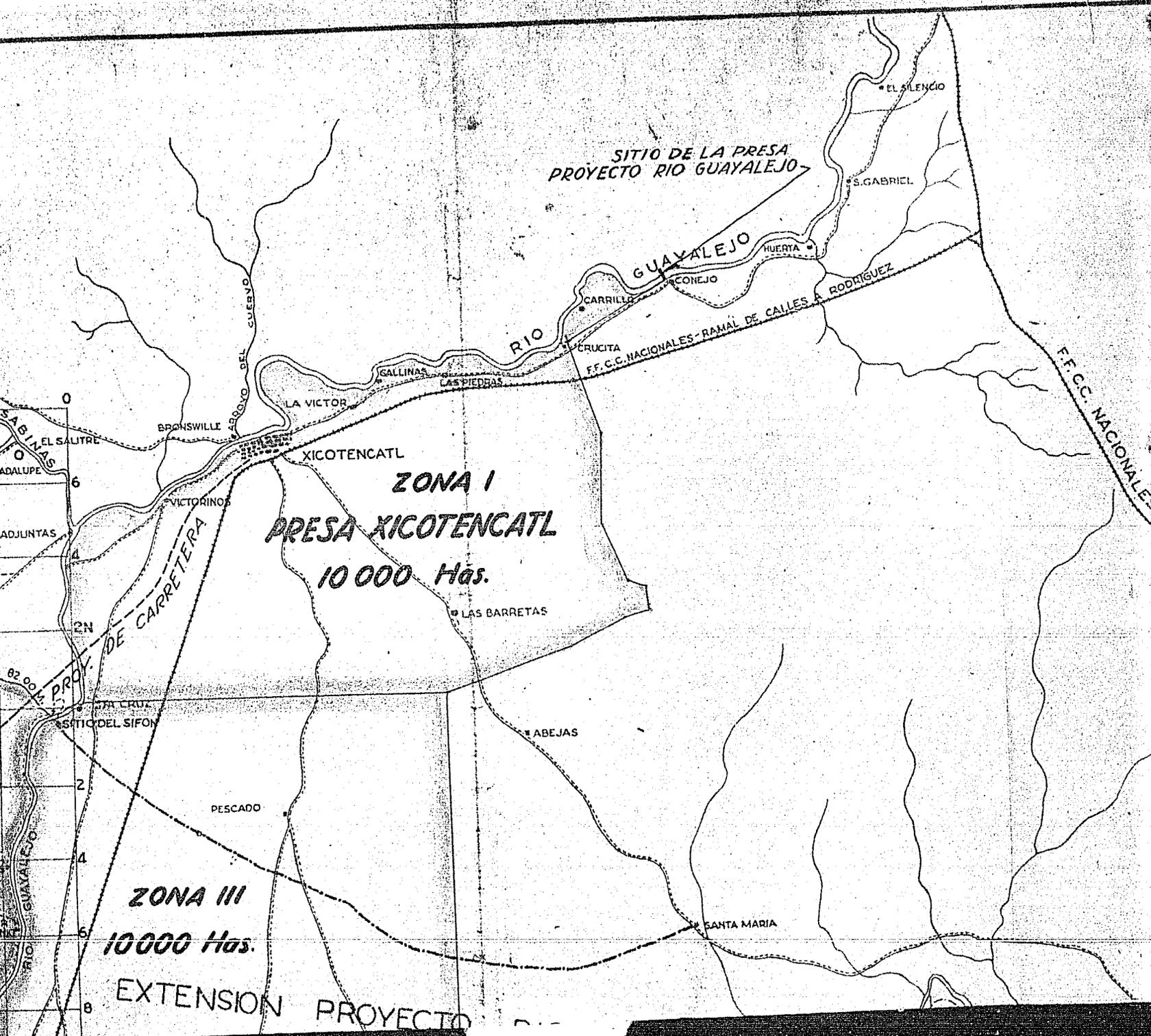
IMPORTANCIA ECONOMICA DEL PROYECTO.-

- 1.- Hacer para el país una fuente de riqueza de tierras vírgenes que nunca han sido cultivadas por el hombre.
- 2.- Ayudar a miles de familias de pequeños agricultores y ejidatarios que se encuentran en la peor de las miserias.
- 3.- Por los presupuestos globales y aproximados que se han hecho del costo de las obras, se calcula que no ascenderían a más de \$ 4 000 000.00, para riego de 25 000 Hs., lo que da un costo por hectárea de \$ 160.00, valor muy aceptable y que hace más recomendable el proyecto.

Para terminar, me permito sugerir se dé a este proyecto la importancia que verdaderamente tiene, con el objeto de iniciar la construcción en el año de 1937.

-----





SITIO DE LA PRESA  
PROYECTO RIO GUAYALEJO

GUAYALEJO

RIO

CARRILLO

CONEJO

HUERTA

RODRIGUEZ

CRUCITA

F.F.C.C. NACIONALES - RAMAL DE CALLES A

F.F.C.C. NACIONALES

CALLINAS

CASPIEDRAS

LA VICTOR

BRONSWILLE

XICOTENCATL

**ZONA I**  
**PRESA XICOTENCATL**  
**10 000 Has.**

LAS BARRETAS

ABEJAS

SANTA MARIA

PESCAADO

VICTORINOS

0

6

4

2N

2

4

6

8

SABINAS  
EL SALITRE  
ADALUPE

ADJUNTAS

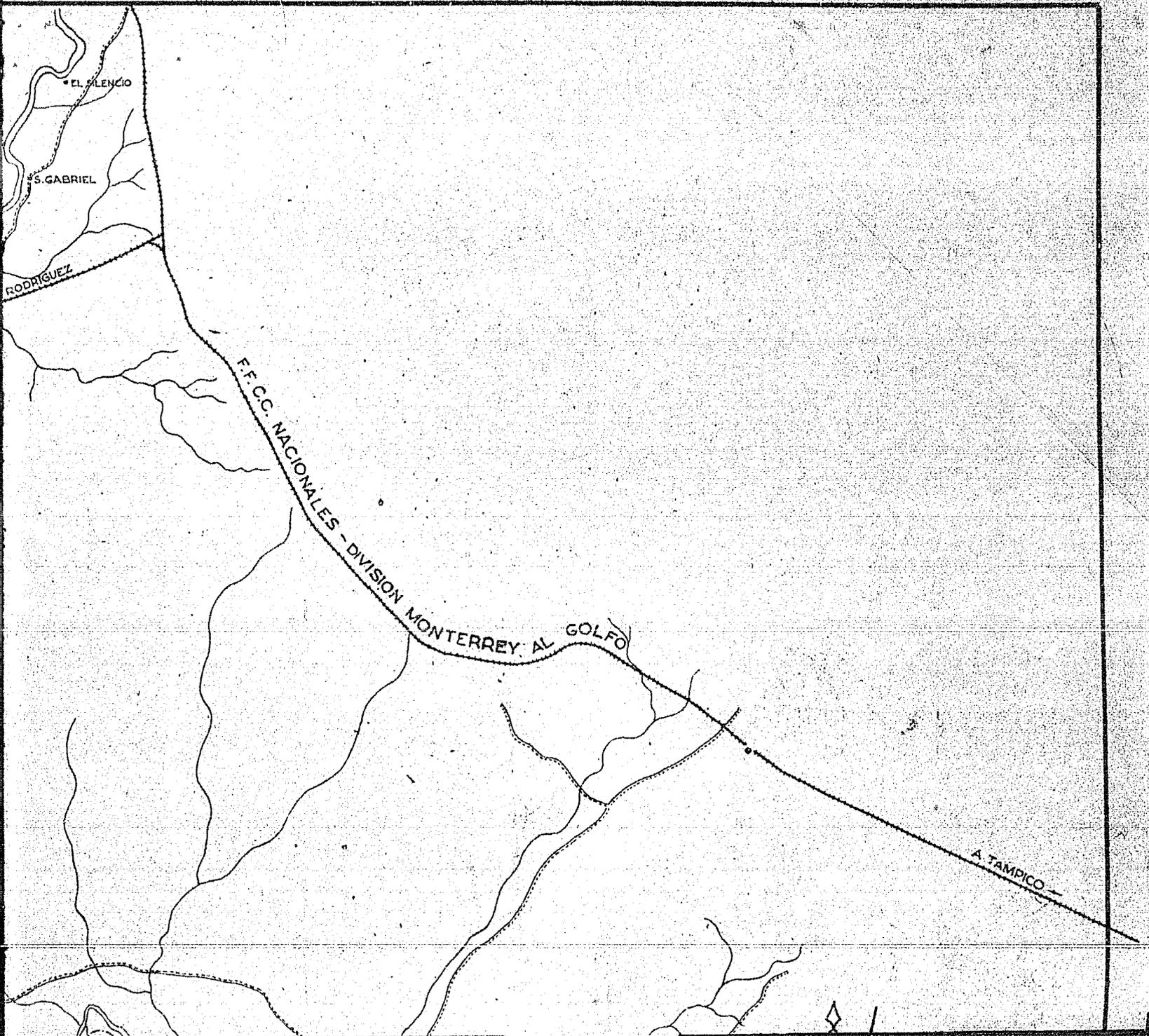
62.000 PRO

SIFON DEL SIFON

RIO GUAYALEJO

**ZONA III**  
**10000 Has.**

EXTENSION PROYECTO



EL SILENCIO

S. GABRIEL

RODRIGUEZ

F.F.C.C. NACIONALES - DIVISION MONTERREY AL GOLFO

A TAMPICO

RIO BOQUILLA

RIO COMANDANTE

MANCILLA

LA MISION

105

TIERRAS TIRADAS

LA GARCIA

LIMON

ESTE

LA UNION

LA RAYA

LA DEPA

EL PERREO

LAT. CANAL

SANTA ELENA

LAT. CANAL OESTE

CANTON

DRENAJE

CANAL

PROYECTO

RIO

OESTE

LAT. CANAL OESTE

EL OLIVO

LAT. CANAL OESTE

LA UNION

LAT. CANAL OESTE

CANTON

LAT. CANAL OESTE

CAMPAMENTO

RIO MANTE

PRESA DE DERIVACION

CANAL

LAT. CANAL OESTE

CAMPAMENTO

RIO MANTE

PRESA DE DERIVACION

CANAL

LAT. CANAL OESTE

CAMPAMENTO

RIO MANTE

PRESA DE DERIVACION

CANAL

LAT. CANAL OESTE

CAMPAMENTO

RIO MANTE

PRESA DE DERIVACION

CANAL

LAT. CANAL OESTE

CAMPAMENTO

RIO MANTE

PRESA DE DERIVACION

CANAL

LAT. CANAL OESTE

CAMPAMENTO

RIO MANTE

PRESA DE DERIVACION

QUINTERO

CANTON

VILLA JUAREZ

LAT. CANAL OESTE

CAMPAMENTO

RIO MANTE

PRESA DE DERIVACION

CANAL

LAT. CANAL OESTE

CAMPAMENTO

RIO MANTE

PRESA DE DERIVACION

CANAL

LAT. CANAL OESTE

CAMPAMENTO

RIO MANTE

PRESA DE DERIVACION

CANAL

LAT. CANAL OESTE

CAMPAMENTO

RIO MANTE

PRESA DE DERIVACION

CANAL

LAT. CANAL OESTE

CAMPAMENTO

RIO MANTE

PRESA DE DERIVACION

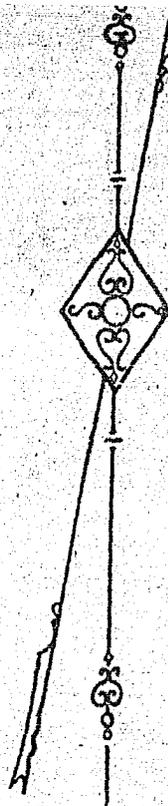
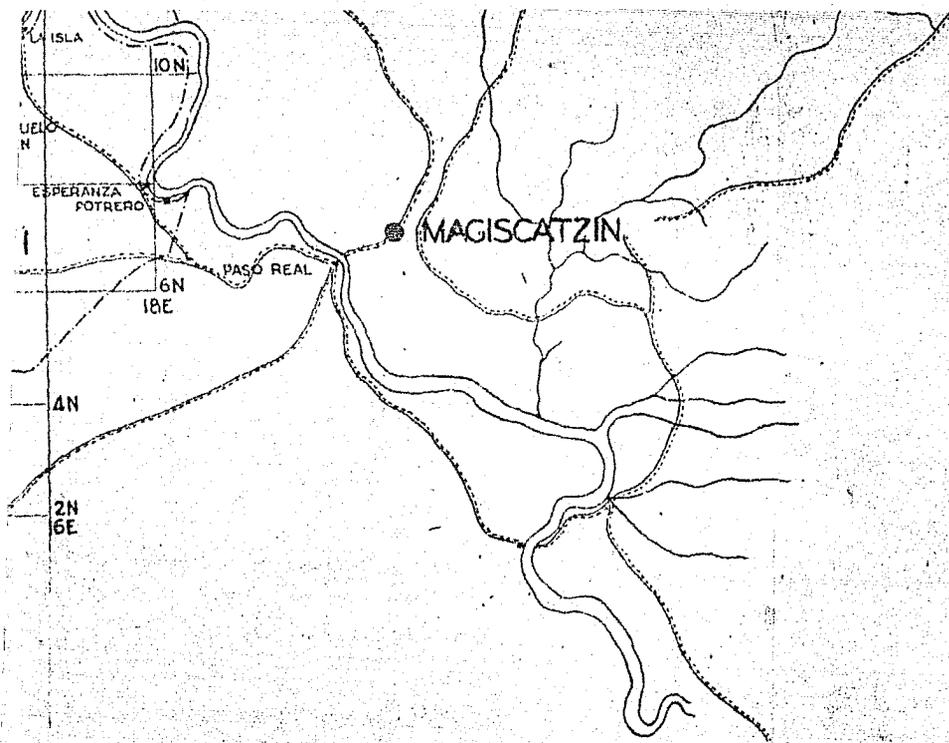
CANAL

LAT. CANAL OESTE

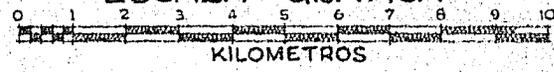
CAMPAMENTO

RIO MANTE





ESCALA GRAFICA



COMISION NACIONAL DE IRRIGACION	
ESTADOS UNIDOS MEXICANOS.	
PLANO GENERAL	
PROYECTO RIO MANTE	
Y	
PROYECTOS PROPUESTOS	
DIBUJADO POR R.H.P.	PROPUESTO POR
CALCADO POR	APROBADO POR
VERIFICADO POR	
CAMP. RIO MANTE-AGOSTO 24-1928.	

## C A P I T U L O   I I .

### CONSIDERACIONES SOBRE EL PROYECTO DEL RIO FRIO, SACADAS DEL - INFORME DE LA CIA. WHITE A LA COMISION NACIONAL DE IRRIGACION.

El río Frio es uno de los más importantes tributarios del Río Guayalejo. Nace de las formaciones calizas al pie de la Sierra Madre de Tamsulipas, en varios manantiales situados a 20 kilómetros al Oeste del Pueblo de Xicoténcatl, Tamps. El río, de éste punto corre en dirección Sur-Este atravesando un valle muy fértil por una distancia de veinticinco kilómetros, hasta un punto cerca de Limón donde se une al Río Guayalejo.

Aparte de las tierras a lo largo del Río Frio; existe una planicie grande que se encuentra situada al Este del Río Guayalejo. Todas estas tierras todavía están cubiertas de vegetación tropical, las cuales en su mayoría son de primera - tanto en lo que respecta a la calidad de la tierra como por - su adaptabilidad para ser irrigadas.

La Cia. White en sus observaciones Hidrométricas encontró para el Río Frio un gasto mínimo de 7 a 8 m<sup>3</sup>/s. y un - máximo de 200 m<sup>3</sup>/s.

Desde esa época no se volvieron hacer aforos en el - Río Frio, sino que se fueron apreciando los gastos por medio de una escala, y la gráfica de gastos construida por la Cia. White. Por lo que encontramos que hay años en que el gasto - mínimo llega hasta 5 m<sup>3</sup>/s. pero los gastos máximos no se han podido apreciar. Después de estas observaciones nosotros tomaremos un gasto mínimo de 3 a 7 m<sup>3</sup>/s. y un máximo de 200 -- m<sup>3</sup>/s.

Dice en su informe la Cia. White que usando una dota-

ción de agua como la supuesta para el proyecto del Hante se podrían regar hasta 20 000 hectáreas. Siendo para mí un poco exagerado. Si consideramos que el gasto de 6 a 7 m<sup>3</sup>/s. únicamente se conserva un mes, y en los demás meses del año en que se necesita el riego hay un gasto variable de 7 a 10 m<sup>3</sup>/s. podríamos regar 15 000 hectáreas 5000 en el Proyecto del Río Frio y 10 000 en la Extensión al Este del Río Guayalejo.

La localización del Río Frio, así como los terrenos que riega se pueden ver en el Plano General que se acompaña en el capítulo I.

En este proyecto no hay sitios de Almacenamientos que se puedan aprovechar, por lo que el consumo de agua depende únicamente de la corriente principal del Río. Sin embargo una solución económica para abastecerse de agua se puede lograr construyendo un sistema que utilice el gasto mínimo como base pero construyendo los canales con la suficiente capacidad para acarrear una cantidad adicional de agua cuando la misma pueda aprovecharse.

La mayor parte de estas extensiones son tierra de primera. La tierra es negra con subsuelo de pizarra, variando en profundidad de 1 a 5 metros. Cerca de las márgenes del Guayalejo la tierra es de consistencia de aluvión con profundidades de 7 a 10 metros.

Las tierras al sur del Río Frio son divididas por numerosos arroyos que se extienden desde las montañas hasta el río. Una línea preliminar que se corrió desde el nacimiento del Río Frio hasta el Río Comandante mostró que un sistema de canales para la irrigación de estas tierras sería muy costoso

debido a que varios kilómetros de la localización estarían y serían excavados en caliza, siendo necesario también muchas estructuras de drenaje para pasar los arroyos. Una derivación más abajo cerca de la Cota 80 haría aprovechable 2500 hectáreas pero requeriría un sistema largo de canales, con igual número de estructuras para drenaje. Los costos para tal aprovechamiento no parecen estar justificados por haber extensiones más grandes de tierra en el lado izquierdo del Río Frio, que se pueden alcanzar con un sistema mucho más económico de canalización.

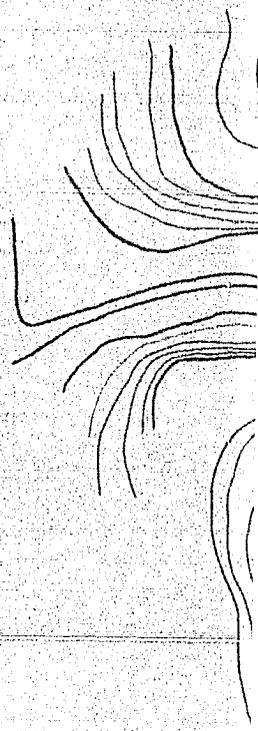
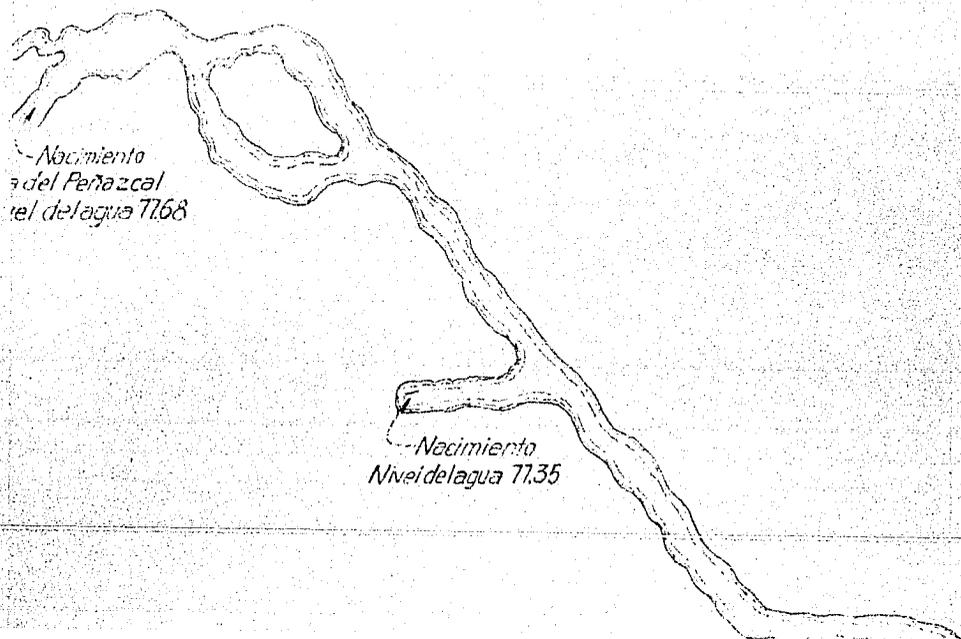
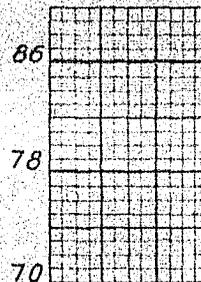
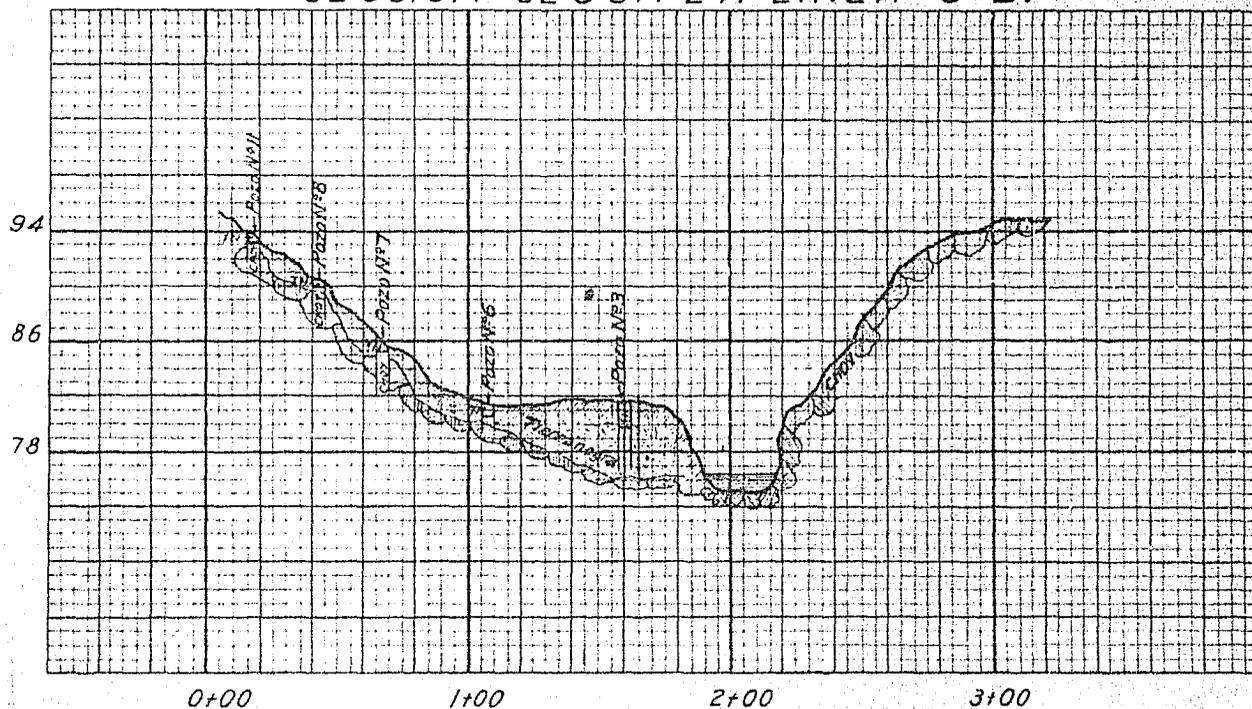
El Doctor Waitz en su informe Geológico para escoger el sitio de la presa dice que una derivación más alta a la Cota 79.- (Véase configuración de sitios de presas adjunto).- la cual es la salida del arroyo de los naranjos, resultaría en pérdida de agua debido a un escape al Sur por formaciones de calizas que predominan al Sur del Río Frio. Considerando que existe bastante tierra aprovechable más abajo de dicha cota donde se puede utilizar el agua, se decidió que el mejor y más factible de los proyectos sería uno que empezaría cerca del Rancho de Ahualulco con una derivación no más alta de la Cota 79.- (Sitio N° 2 marcado en el plano).-

Las exploraciones Geológicas en este sitio mostraron que el subsuelo está constituido por Choy.-

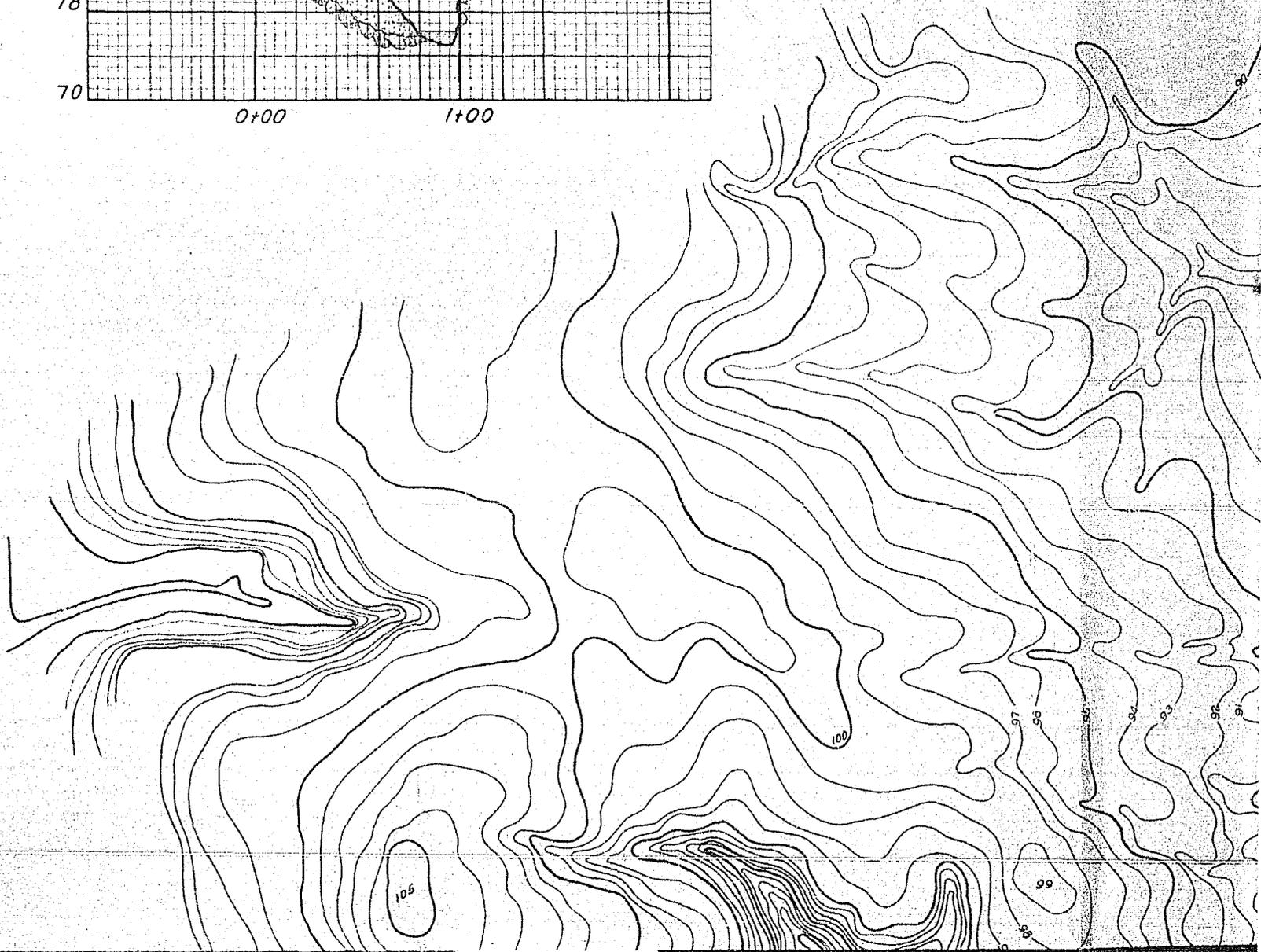
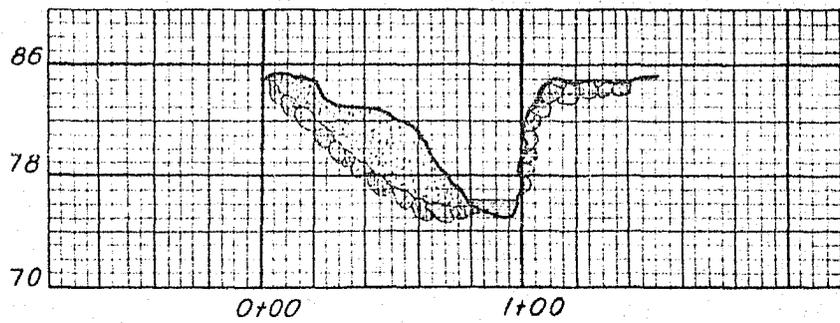
Choy es el nombre regional de una variedad de pizarra; que ofrece la peculiaridad de que debe estar siempre cubierto de tierra o sumergida en el agua porque a la intemperie se altera y cuya alteración trae consigo la disgregación del material.

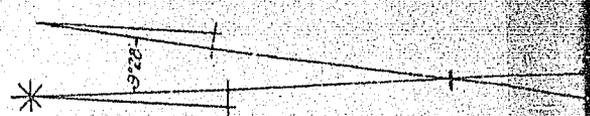
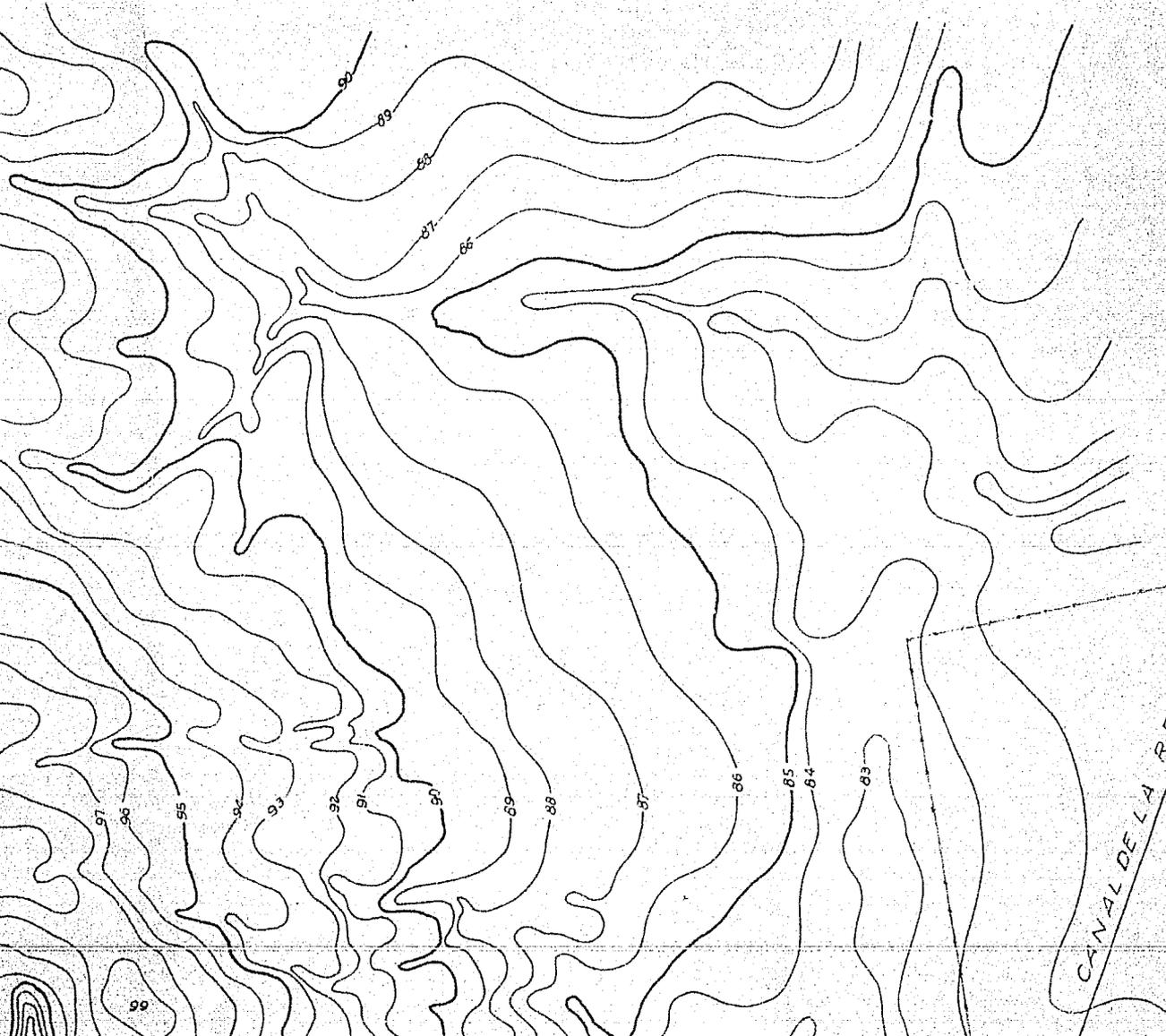
Es una piedra muy dura e impermeable pero hay que tener cuidado de no dejarla nunca a la intemperie.-

SECCION SEGUN LA LINEA C-D.

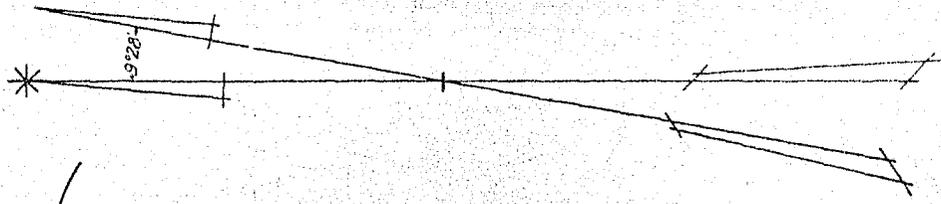
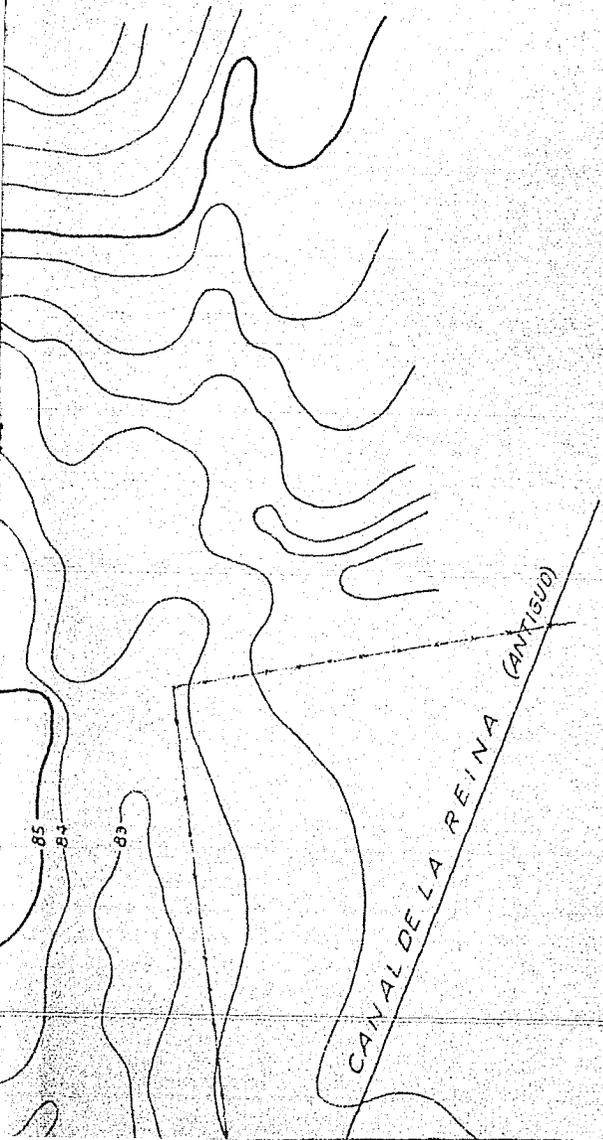


SECCION SEGUN A-B.





CANAL DE LA REINA (ANTIGUO)



**NOTA:**

*Plano tomado de  
The J.C. White Engineering Corp. S.C.*

*Nacimiento  
Nivel del agua 8006*

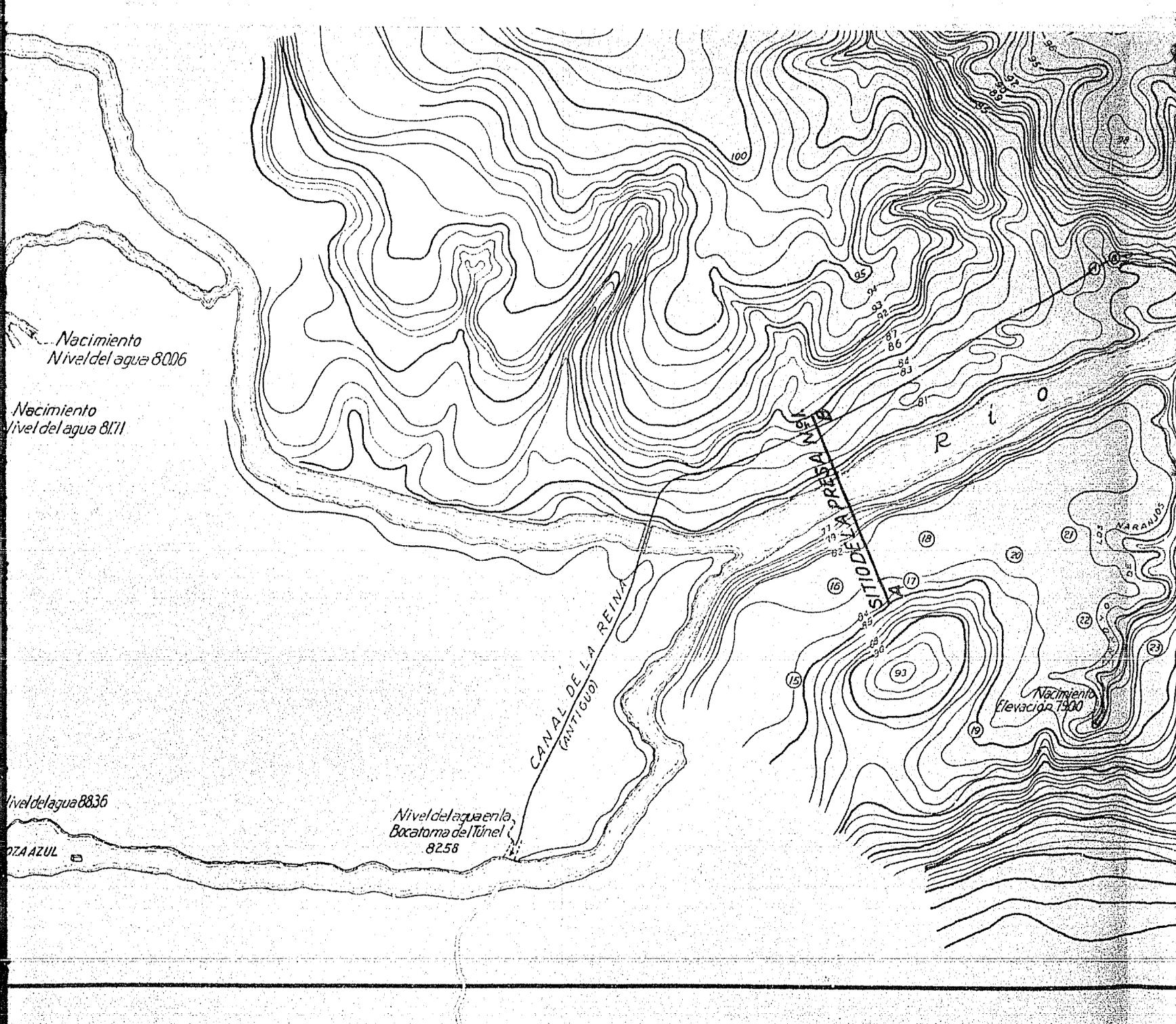
The map shows a river system with two springs. The upper spring is labeled 'Nacimiento Nivel del agua 8006'. The lower spring is labeled 'Nacimiento Nivel del agua 8171'. The river flows from the upper spring, then from the lower spring, and then from a reservoir labeled 'POZA AZUL' which has a water level of 'Nivel del agua 8836'. The river continues to the right. The map is a topographic representation with contour lines and a river channel.

*Nacimiento  
Nivel del agua 8171*

*Nivel del agua 8836*

*POZA AZUL*

*Nacimiento  
Nivel del agua 9218*



Nacimiento  
Nivel del agua 8006

Nacimiento  
Nivel del agua 8171

CANAL DE LA REINA  
(ANTIGUO)

SITIO DE LA PRESA N° 19

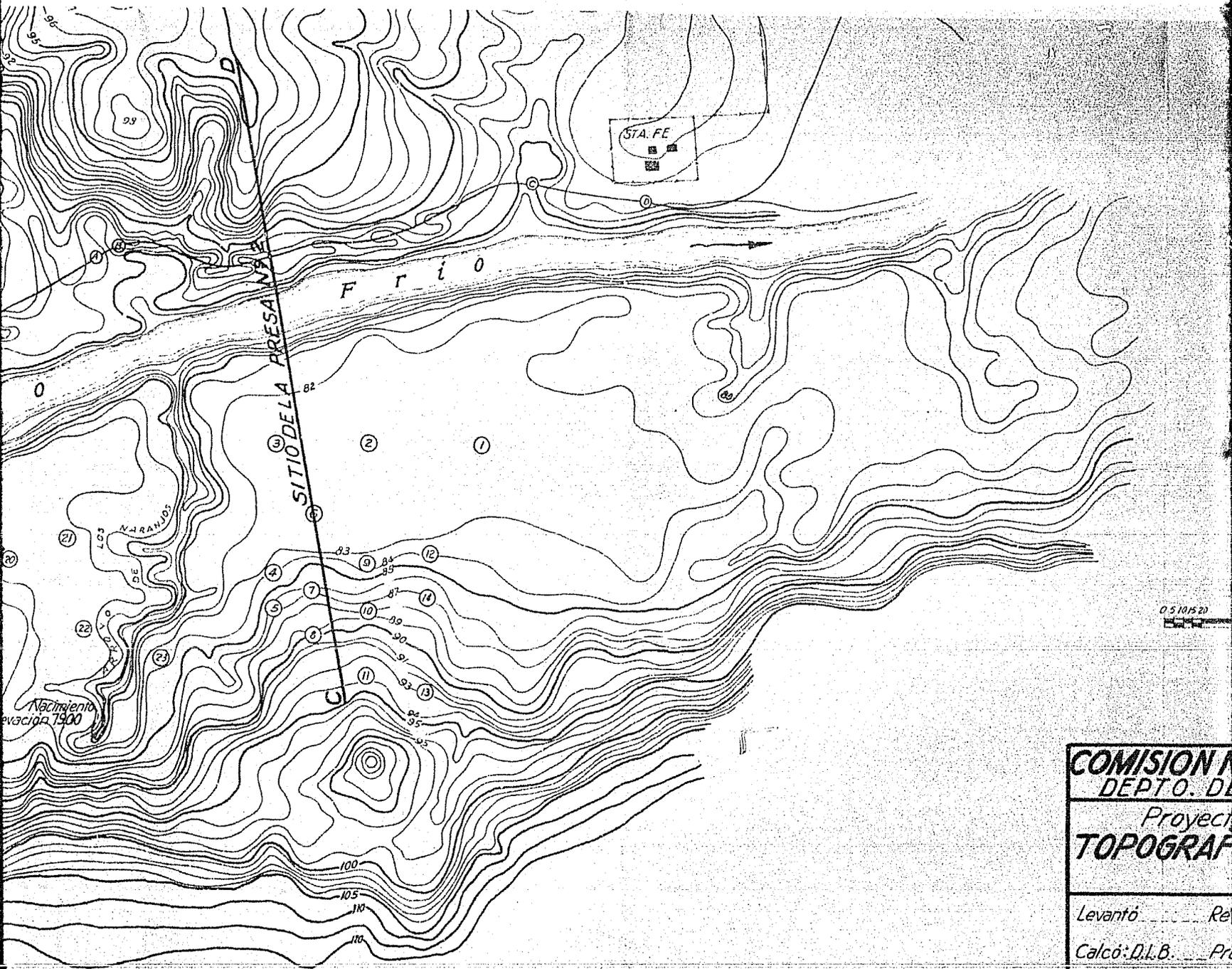
R i o

Nacimiento  
Elevación 7300

Nivel del agua en la  
Boca toma del Túnel  
8258

Nivel del agua 8836

OZA AZUL

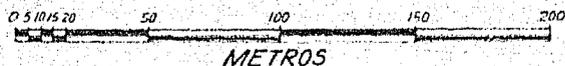
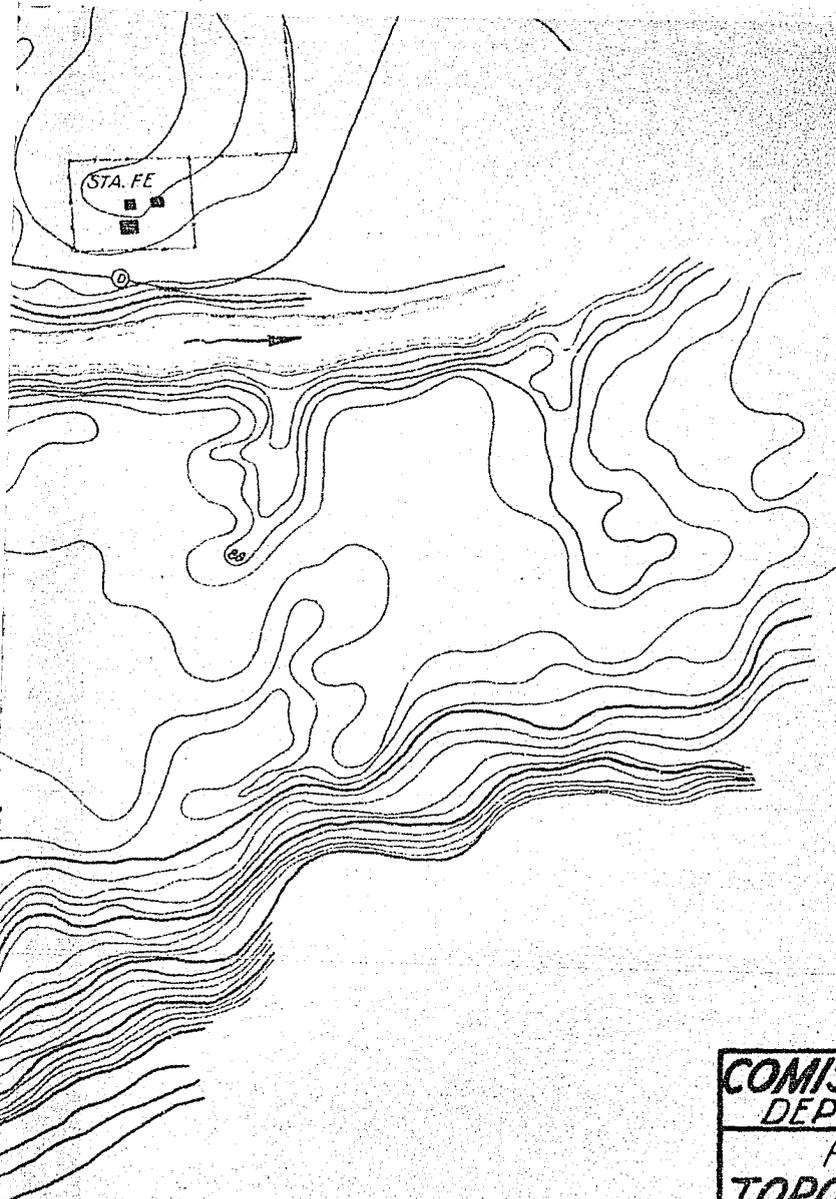


COMISION M  
 DEPTO. D...  
 Proyecto  
 TOPOGRAFIA

Levantó ..... Re  
 Calcó: D.L.B. .... Pr

MEXICO, D.F.  
 JULIO-1936.

Los círculos indican el sitio de los pozos de prueba.



**COMISION NACIONAL DE IRRIGACION**  
**DEPTO. DE ESTUDIOS Y PROYECTOS**

*Proyecto Rio Frio - Edo. de Tamps.*

**TOPOGRAFIA DEL SITIO DE LA PRESA**

Levantó: ..... Revisó: ..... Recomendó: *ING. CONSULTOR*

Calcó: *D.L.B.* Propuso: ..... Aprobó: *VOCAL EJECUTIVO*  
*JEFE DEL DEPTO*

MEXICO, D.F.  
 JULIO-1936.

**2403-C-1.**

*circulos indican el sitio de los pozos de prueba.*

### C A P I T U L O   I I I .

#### PUNTOS MAS IMPORTANTES DEL PROYECTO.

Tanto en el capítulo I como en el Plano General que se acompaña en dicho capítulo, se explica de que manera quedaría constituido un nuevo Sistema de Riego para 25 000 Hectáreas.- Se hacen ver las obras necesarias y se da una explicación sobre estudios Topográficos llevados a efecto, así como la importancia Económica del Proyecto.-

Respecto a Estudios Geológicos se explica en capítulos anteriores lo hecho y lo faltante por hacer.-

Los estudios Agroeconómicos no terminarán hasta el año de 1937 por lo que me es imposible dar un resumen referente a dichos estudios; pero si por reconocimientos personales en todas las tierras que abarca el nuevo sistema puedo asegurar que las tierras son de primera calidad pudiéndose cosechar toda la variedad de productos propios de tierra caliente, ya que en esa región es sumamente difícil que se registre alguna helada.-

Para terminar la primera parte voy hacer un resumen general de las obras más importantes que son necesarias construir para llevar a efecto este Proyecto.-

PROYECTO DE XICOTENCATL.- Se necesita una presa de Derivación y al mismo tiempo Vertedora con el objeto principal de elevar 2 metros el nivel de las aguas. Se construirá un canal Principal y Boca Toma con capacidad para 10 m<sup>3</sup>/s.- Siendo el canal Principal de 50 Km. de desarrollo.- Es necesario una red de canales secundarios y desagües, siendo las excava-

ciones en tierra.-

De caminos se hará una carretera de 10 Km. para unir Xicoténcatl con la carretera Nacional México-Laredo.- Como obra principal se haría un puente para dar paso en el Río -- Guayalejo. Con esta vía de comunicación y el ferrocarril Calles-Guerrero estaría muy bien comunicado para sacar los productos a los principales mercados de la República y del Ex-tranjero.-

El riego sería para 10 000 Hectáreas y en caso de haber sobrantes de agua, se aprovecharían para el riego en la Extensión del Río Frio.

PROYECTO DEL RIO FRIO.- Se necesita una presa Derivadora de la cual hablará más adelante por ser el proyecto escogido para su desarrollo al detalle. El canal principal sería de - una capacidad de 10 m<sup>3</sup>/s. con un desarrollo de 27 Km. hasta las márgenes del Río Guayalejo, donde pasarían las aguas por un sifón a la margen izquierda de dicho río.- Este canal - tiene como obra principal una alcantarilla para pasar la Carretera Nacional México-Laredo.- Se regarían 5 000 Hectáreas.- Se encuentra muy bien comunicada por atravesarlo la Carretera Nacional México-Laredo.-

EXTENSION PROYECTO RIO FRIO.- Este proyecto se regaría con - las aguas que vienen del Río Frio.- Actualmente no se han - hecho trabajos topográficos.- En esta extensión se regaría el mayor número de Hectáreas con las aguas que pasarán por - el sifón y los sobrantes que hubiera en el Proyecto del Gua-yalejo.- Observaciones posteriores darían el número exacto regables pero no sería menor de 10 000 Hectáreas.

Se encuentra muy bien comunicado por atravesarlo el ferrocarril Calles-Guerrero.-

La principal obra sería el Sifón para pasar el río - Guayalejo.- Las excavaciones de los canales serían en tierra.-

-----

S E G U N D A   P A R T E .

Presa Derivadora en el Rio Frio.-

---

## C A P I T U L O I.

### PLAN GENERAL DEL ESTUDIO.-

- 1°.- Deducción de la capacidad del canal.-
- 2°.- Estudio Geológico del sitio más apropiado para la presa de Derivación y Tipo de la misma.-
- 3°.- Tirante económico en el canal que gobernara la corona de la presa.-
- 4°.- Deducción del gasto del vertedor basándose en el resumen de gastos y volúmenes del Río Frio.-
- 5°.- Formación del Proyecto y Presupuesto.

### SOLUCION DEL ESTUDIO.-

1°.- Después de observar detenidamente el registro de gastos y volúmenes en este Río se llegó a la conclusión que el gasto recomendable para el canal es de 10 m<sup>3</sup>/s. Por lo tanto el canal que se proyecte así como su Boca Toma serán para 10 m<sup>3</sup>/s.- Para un canal de este tipo y una pendiente suave para perder el mínimo de tierras regables, admitimos que el canal tenga una pendiente de 0.25 m. por kilómetro.- Tomando unas tablas tipos hechas por la Comisión Nacional de Irrigación, se encuentra que:  $V = 0.727$  m/s.- Tirante de agua = 1.97.- B = 4 m. H = 2.50.- Corona = 3 m.- Corte económico = 1.54 m.-

La elevación de la plantilla del canal en la presa de derivación será tal que no produzca una elevación de la Cota 76 como mínimo de la lámina de agua al cruzar el río Guayalejo en el Km. 27.- Por lo tanto la elevación de la plantilla del canal en el Km. 0 00 se propone este a la cota 80.78. Si

para el funcionamiento de la compuerta en la Boca-Toma admitimos una pérdida de 0.50 m. entonces la cota de la corona de la cortina es la  $83.25 - 80.78 - 1.97 - 0.50$ .

SELECCION DEL SITIO DE LA PRESA.- De acuerdo con el informe geológico del Doctor Paul Waitz, debe escogerse el sitio N° 2 (Plano Topográfico para el sitio de presa).- Porque el sitio N° 1 aunque tal vez sería más económico, no se estudia por el peligro que existe de que al construir una presa más arriba de la cota 79, nacimiento del arroyo de los Naranjos, se filtre el agua através de las calizas y tenga salida por dicho arroyo, ya que nace de un manantial que brota en las formaciones calizas. Teniéndose la ventaja de las aportaciones que puede dar el arroyo en tiempo de estiaje.-

Se adjunta plano sobre los sitios de presa.-

- TIPO DE PRESA -

El tipo de presa escogido de acuerdo con el material que va a servir de cimentación es un tipo de Gravedad.- Según datos de exploraciones Geológicas el subsuelo esta formado por capas de Choy de gran dureza en su estado natural, pero que una vez expuesto a la intemperie viene una descomposición del mismo ocasionando desgañamiento y pulverización.- Al proyectar la cortina se debe procurar que al material que sirva de cimentación siempre quede cubierto para evitar que se debilita su estructura.-

Se hizo un presupuesto global para comparar una cortina vertedora de 185 m. de largo y otra de 55 m. de longitud.- Se vió que la segunda es la más económica.- Consiste en lo siguiente:-

- 1°.- Una cortina vertedora de mampostería de 55 metros de largo por 2.45 de alto.- Con mortero de cemento.-
- 2°.- Un muro de Retención de tierras de 14 m. de alto y con la misma sección que el muro de tierra y que sirve de unión.- También se construirá de mampostería con mortero de cemento.-
- 3°.- Un muro de tierra de 125 m. de largo y 7 m. de alto, cuya corona alcanza la cota 88.-

VERTEDOR.- Estudiando los registros Hidrométricos del Río se observa que el gasto máximo en el lapso de 9 años fué de 209 m<sup>3</sup>/s.- Se propone que el vertedor tenga capacidad suficiente para admitir una creciento 100% mayor que la registrada.- -- Por lo tanto el gasto del vertedor será de 400 m<sup>3</sup>/s.

Una condición para el cálculo de este vertedor es la longitud reducida que deberá tener el mismo por ser el cañón relativamente estrecho y que al hacer un vertedor ancho ocasionaría grandes movimientos de tierra.-

CALCULO DEL VERTEDOR.-

$$Q = c l h^{3/2}$$

$$c = 1.74$$

$$L = 55 \text{ metros}$$

$$Q = 400 \text{ m}^3/\text{s.}$$

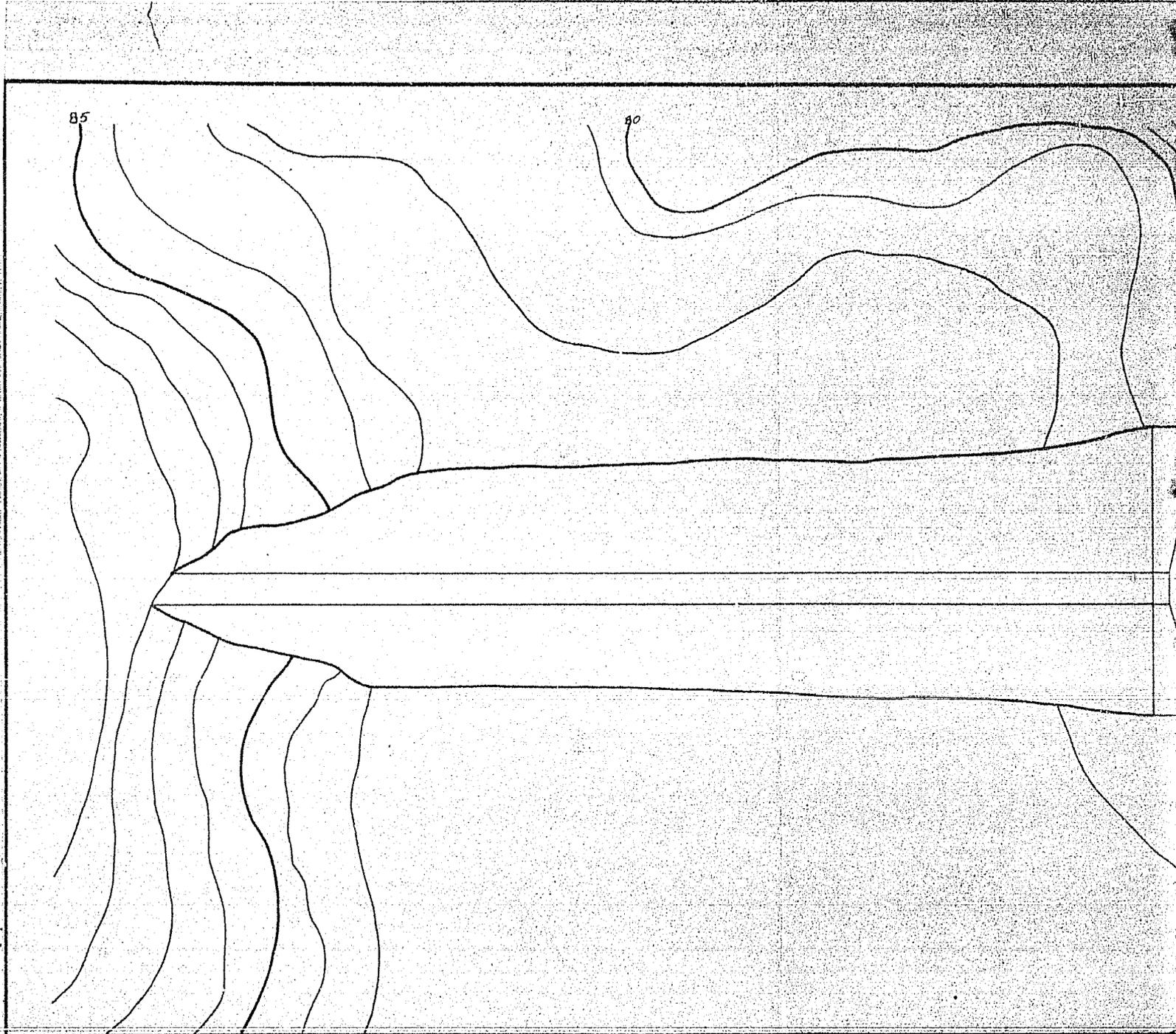
$$h = \sqrt[3]{\left(\frac{400}{1.74 \times 55}\right)^2} = 2.60$$

$$h = 2.60 \text{ m.}$$

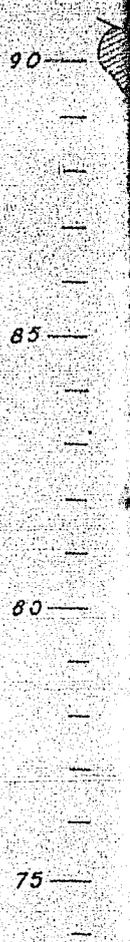
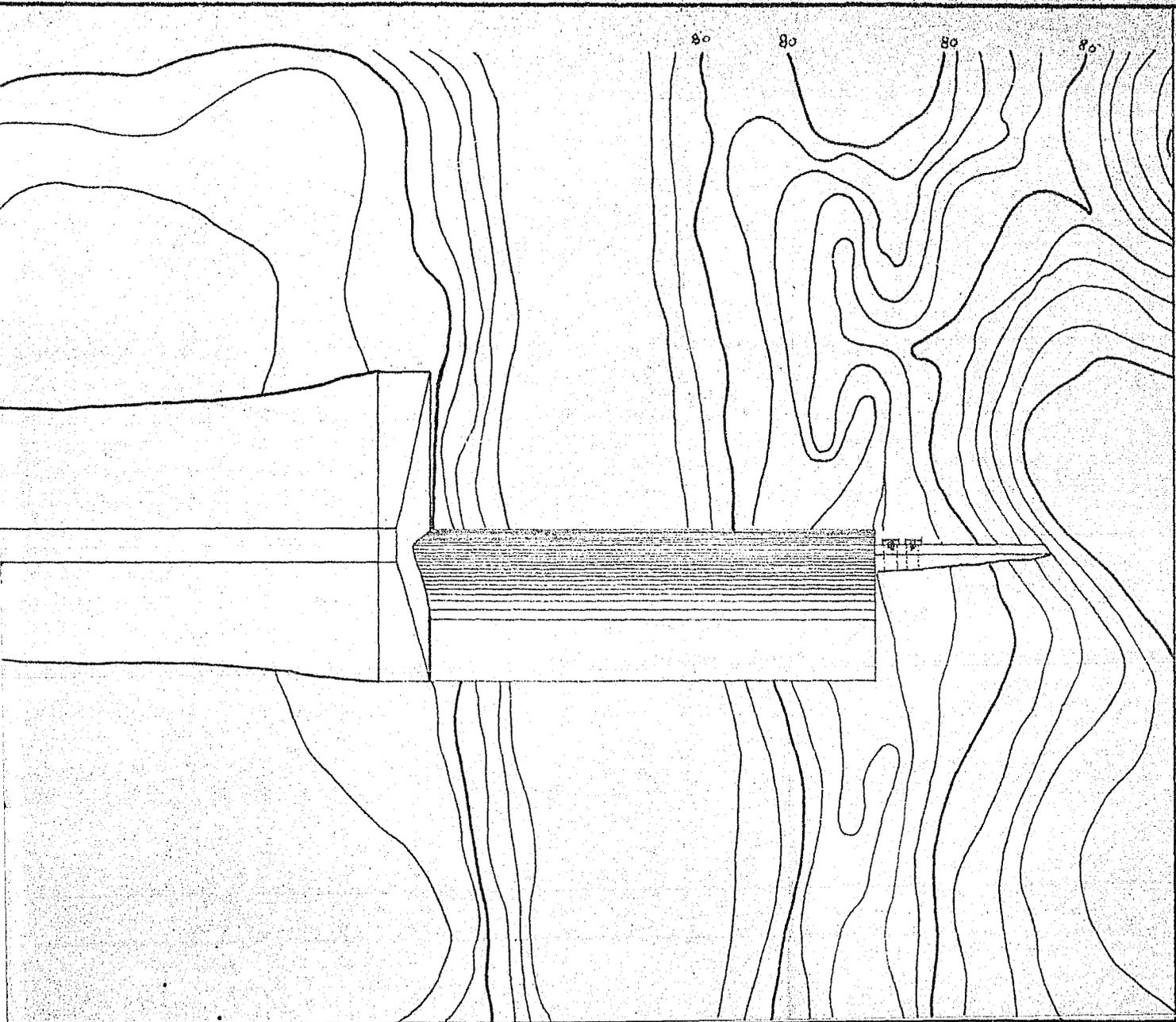
85

80

**PLANTA GENERAL**  
ESCALA 1:500

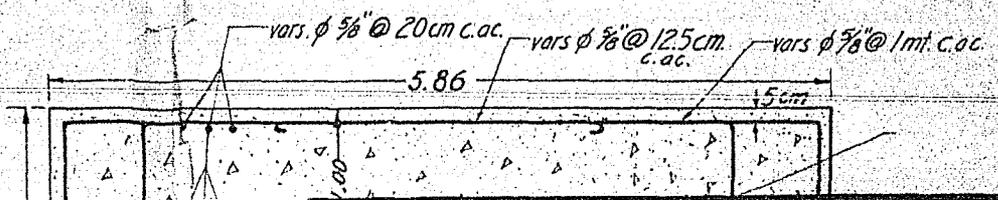
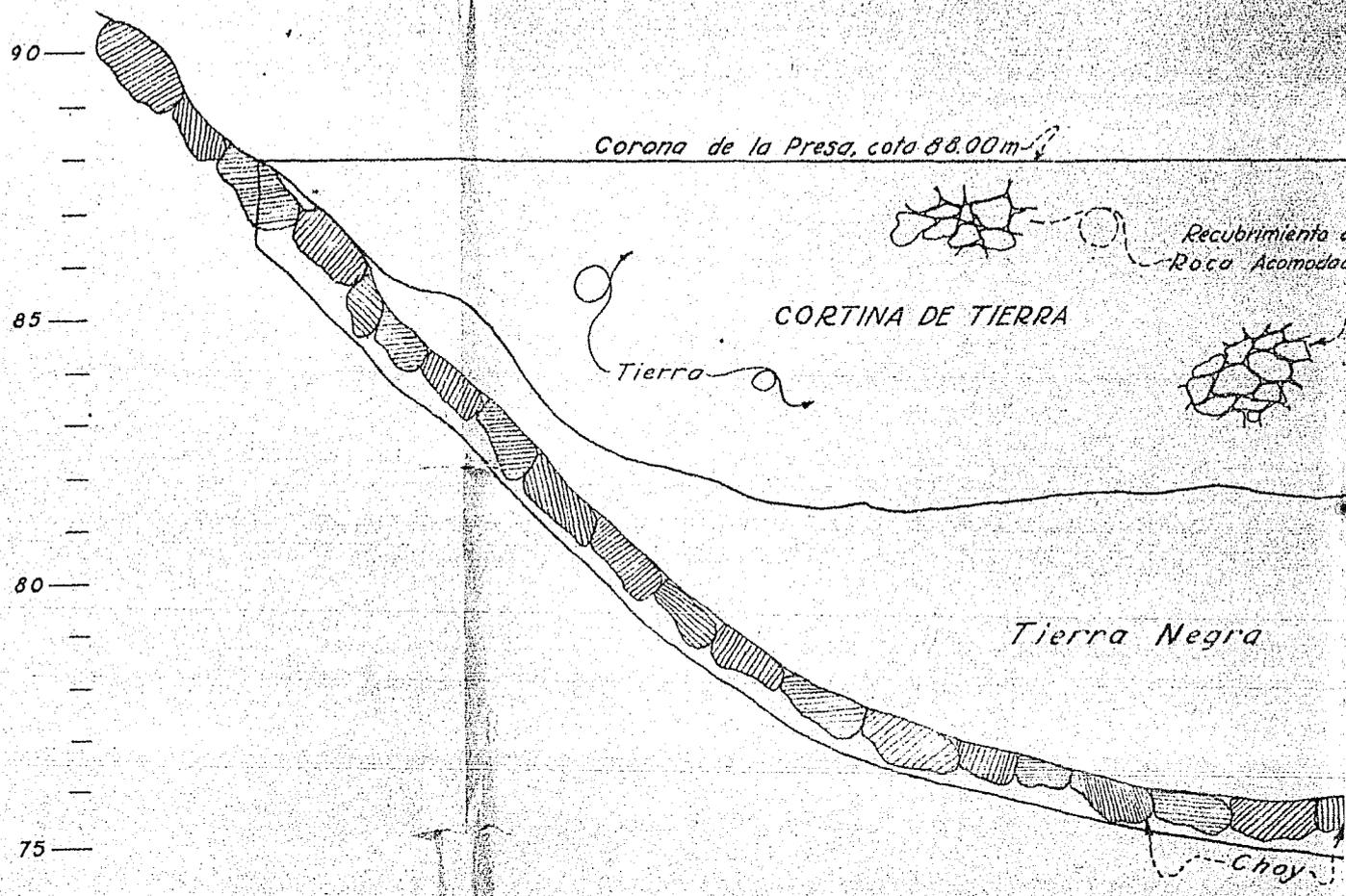
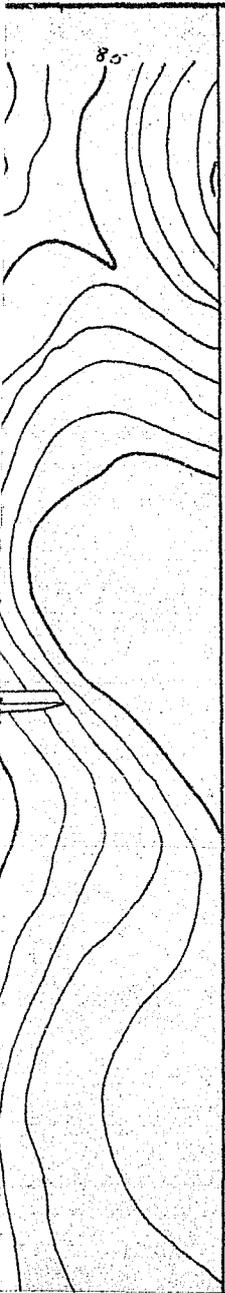


**PLANTA GENERAL**  
ESCALA 1:500



**PLANTA GENERAL**  
ESCALA 1:500

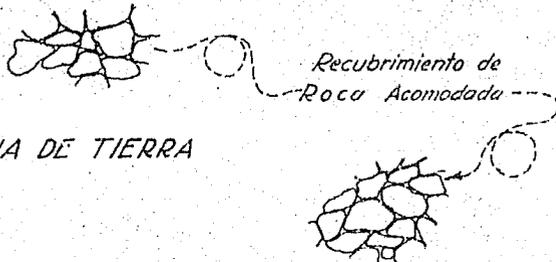
**DETALLES PARA LA CONSTRUCCION**



ES PARA LA CONSTRUCCION

PL

de la Presa, cota 88.00m



CORTINA DE TIERRA

Nivel de aguas Máximas (85.85m)

Cresta del Vertedor, cota 83.25

VERTEDOR DE DEMASIAS

Tierra Negra

Plantilla del Canal

OBRA DE TOMA

Choy

Losa del Colchón

Dentellón

0.92

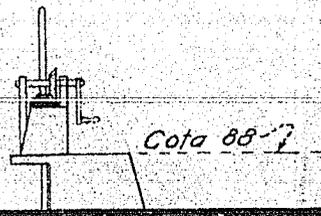
1.50

# PERFIL GENERAL

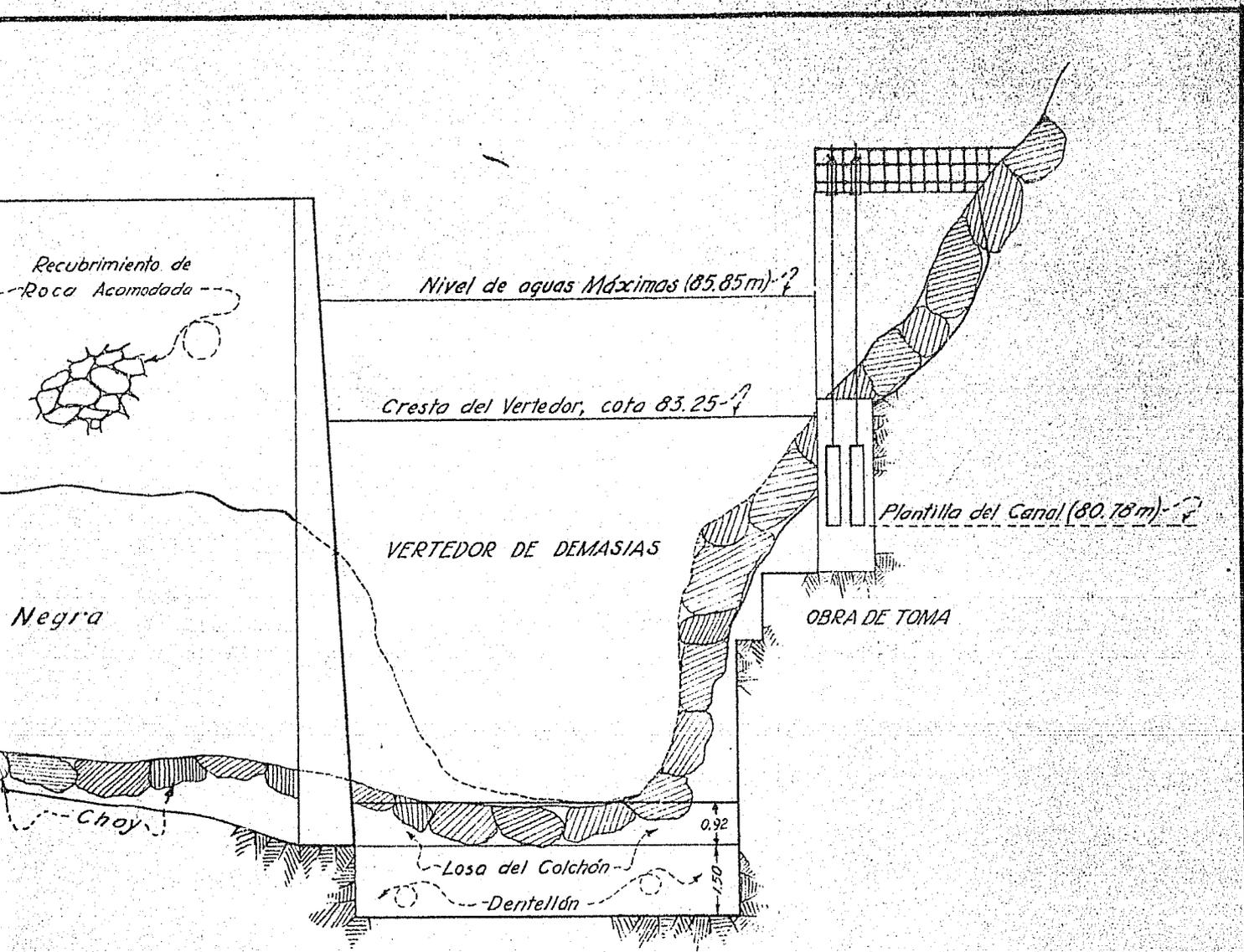
ESCALAS { VERT 1:100  
HOR 1:500

20cm c.ac. vars  $\phi \frac{3}{8}$ " @ 12.5cm. c.ac. vars  $\phi \frac{3}{8}$ " @ 1mt. c.ac.

5.86 15cm

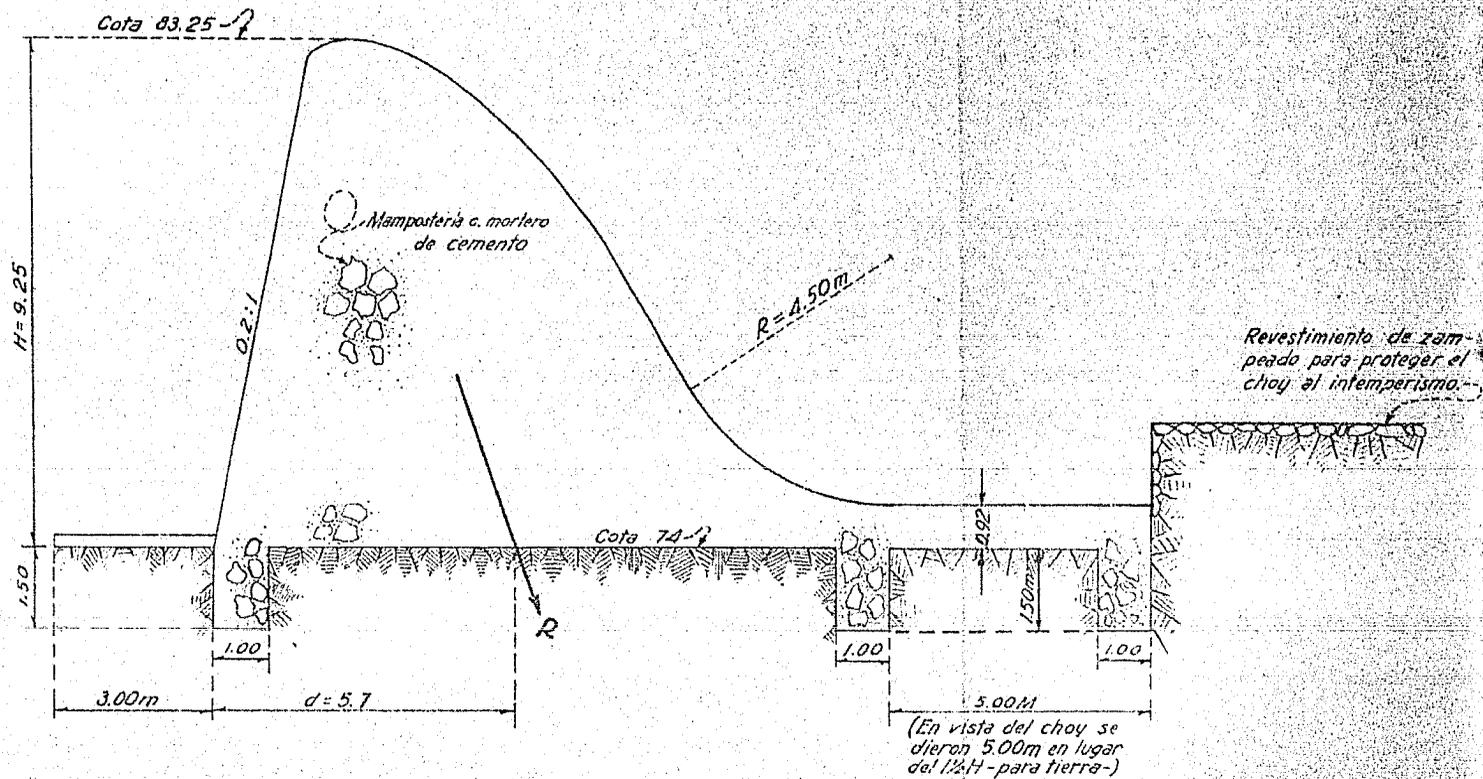


Cota 88



# PERFIL GENERAL

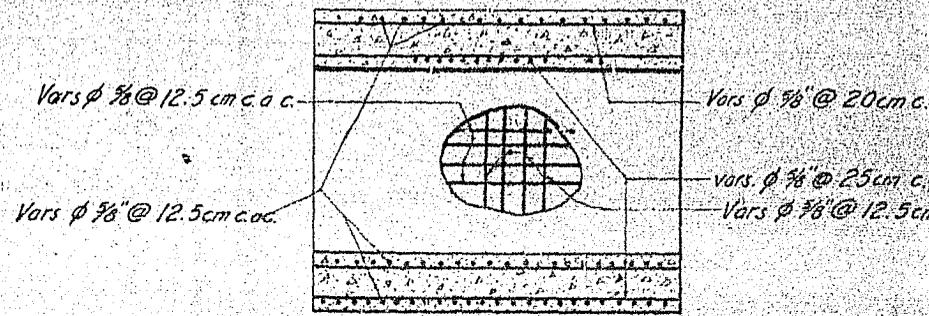
ESCALAS { VERT 1:100  
HOR 1:500



ESCALA 1:100

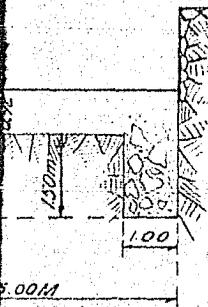
## SECCION DEL VERTEDOR

# DEL MARCO RIGIDO

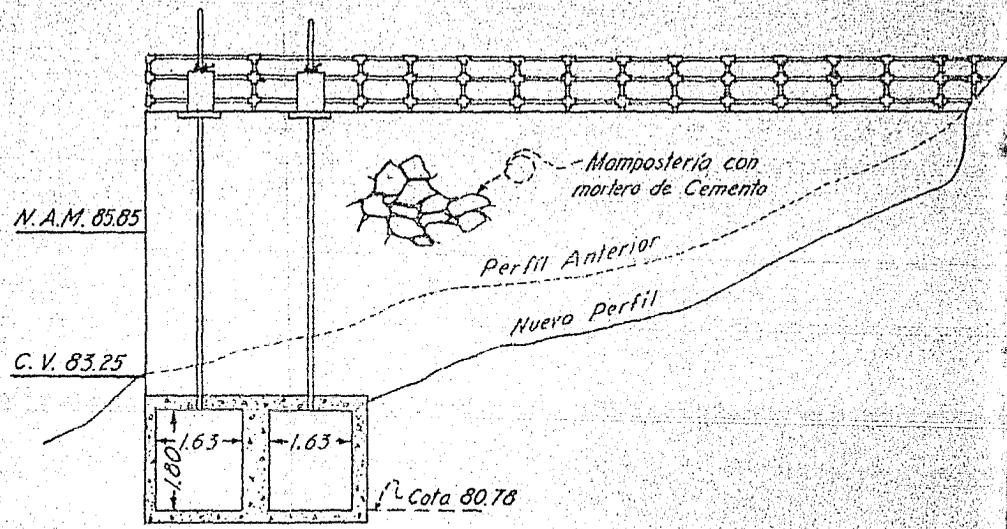


**SECCION LONGITUDINAL**

Revestimiento de zampeado para proteger el choy al intemperismo.



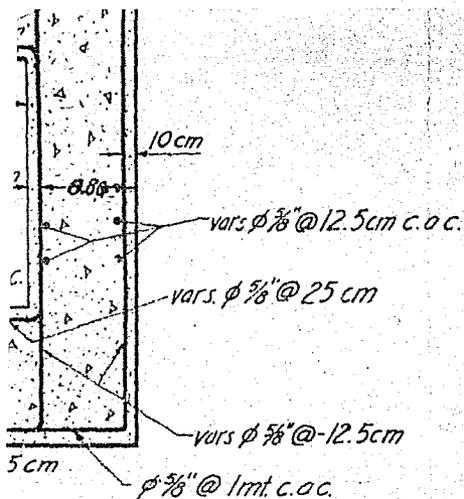
La altura del choy se reduce a 5.00m en lugar de 5.50m (para tierra)



## OBRA DE TOMA

ESCALA 1:100

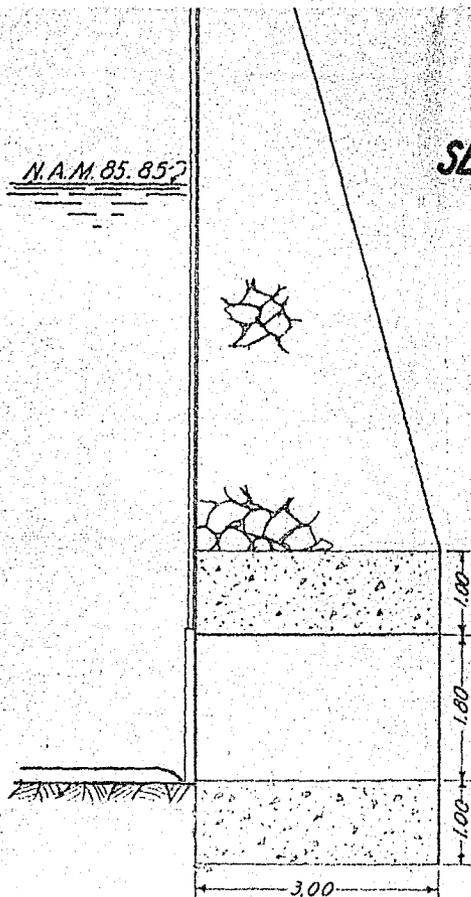




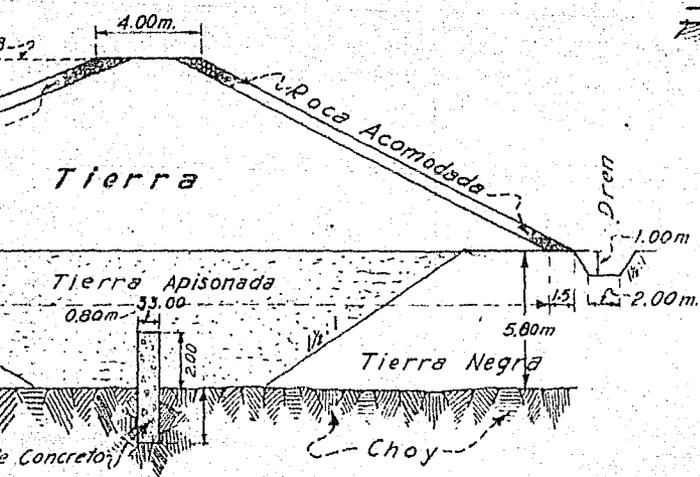
N.A.M. 85.852

## SECCION DE LA OBRA DE TOMA

ESCALA 1.5 cm : 1 m.



NOTA.-Todas las medidas se dan en Metros. En centímetros cuando es necesario.



DEL MURO DE TIERRA

UNIVERSIDAD NAL. A. DE MEXICO  
FAC. DE INGENIERIA

TESIS PROFESIONAL

ALVARO ALBUERNE

Proyecto de Río Frio, Tamaulipas.

PRESA VERTEDORA

México, D. F.  
Diciembre - 1936

# SECCION DE LA OBRA DE TOMA

ESCALA 1.5cm : 1m

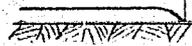
N.A.M. 85.852

@12.5cm c.c.

@25cm

@12.5cm

c.c.



NOTA.- Todas las medidas se dan en Metros. En centímetros cuando es necesaria

Roca Acomodada

Dren

-1.00m

-2.00m

5.80m

Tierra Negra

Choy

E TIERRA

UNIVERSIDAD NAL. A. DE MEXICO  
FAC. DE INGENIERIA

TESIS PROFESIONAL

ALVARO ALBUERNE

Proyecto de Río Frio, Tamaulipas.

**PRESA VERTEDORA**

México, D. F.  
Diciembre-1936

## C A P I T U L O   I I .

### PROYECTOS Y CALCULOS.-

Este capítulo lo vamos a dividir en cuatro partes.-

- a).- Presa Vertedora de mampostería con mortero de cemento de 9.25 m. de alto por 55 m. de largo.
- b).- Muro de Retención de tierras con 14 m de alto.-
- c).- Muro de Tierra.-
- d).- Bocatoma y Desarenador.-

a).- Presa Vertedora.-

Se adjunta un plano al detalle para todas las obras necesarias.

Para dibujar la parábola se tomaron los datos que da el Creager, los cuáles se multiplican por h.- Se tomaron las tablas para pared vertical ya que supusimos una pared aguas arriba de 0.2 :1.

Después de multiplicar por  $h = 2.60$

Las tablas son las siguientes.-

	x Momp.	x Mant.Sup.	x Mant.Inf.
0	0.328	-2.160	0.328
0.26	0.094	-2.090	0.094
0.56	0.018	-2.010	0.018
0.78	0.000	-1.920	0.000
1.04	0.018	-1.830	0.018
1.56	0.156	-1.610	0.164
2.08	0.369	-1.330	0.308
2.60	0.668	-0.990	0.694
3.12	1.032	-0.570	1.070
3.64	1.470	-0.078	1.530
4.42	2.100	+0.793	2.390
5.20	3.170	+1.790	3.410
6.50	5.100	+3.900	5.460
7.80	7.440	+6.500	8.090
9.10	9.930	+9.520	11.080
10.40	12.820	+13.000	14.590
11.70	16.180	+17.000	18.590



DESPLAZAMIENTO.-

0.50 coeficiente de fricción

$$W \times 0.50 > R_{11}$$

$$85^T > 67.66 \text{ T.}$$

No existe deslizamiento.-

CALCULO DE LA SUBPRESION.-

$$U = \frac{W H \phi \lambda}{2}$$

W = peso de  $1m^3$  de agua.-

H = altura del Vertedor.- Considerando la lámina de -  
agua máxima que vierte.

$\phi$  = 0.5 coeficiente de penetración que es una relación  
entre la superficie mojada y la superficie total.-

$\lambda$  = longitud de la Base.-

$$U = \frac{1000 \times 11.85 \times 0.5 \times 10.8}{2} = \frac{63990}{2} = 31995$$

$$U = 32 \text{ T.}$$

Esta fuerza se considera aplicada a  $1/3 \lambda$  a partir -  
del punto aguas arriba.-

No consideramos Subpresión aguas abajo porque en el  
supuesto caso que el cañón se estreche se procura drenar con  
el objeto que no suba el nivel aguas abajo, y que nunca exis-  
ta subpresión, aguas abajo.-

-VOLTEO.-

$$R_{V-U} = Q \text{ (una nueva fuerza).}$$

$$Q = 182.54 - 32 = 150.54$$

Considerando para el volteo una fuerza Q de 150 T. -  
aplicada en el centro de gravedad del Trapecio.

Momentos para que no exista Volteo.-

$$M Q > M R_h$$

$$M Q = 150 T \times 6.18 = 927 \text{ Tm.}$$

$$M R_h = 67.6 T \times 3.18 = 215 \text{ Tm.}$$

Momento Estabilizante.-

$$M Q - M R_h = 927 - 215$$

$$712 \text{ Tm.}$$

CALCULO DE LOS ESFUERZOS.-

q es el esfuerzo aguas abajo.-

p " " " " arriba.-

$$q = \frac{2 R_v}{\lambda} \left( \frac{3d}{\lambda} - 1 \right) = \frac{2 \times 182.54}{10.8} \left( \frac{3 \times 5.7}{10.8} - 1 \right)$$

$$p = \frac{2 R_v}{\lambda} \left( 2 - \frac{3d}{\lambda} \right) = \frac{2 \times 182.54}{10.8} \left( 2 - \frac{3 \times 5.7}{10.8} \right)$$

$$q = 19.60 \text{ T/m}^2 = 19600 \text{ K/m}^2 = 1.96 \text{ K/cm}^2$$

$$p = 14.2 \text{ T/m}^2 = 14200 \text{ K/m}^2 = 1.42 \text{ K/cm}^2$$

Por lo tanto se encuentra dentro de toda seguridad.-

CALCULO DE F.-

F = coeficiente de seguridad.-

$$F = \frac{2s \lambda^2 + K \lambda - J}{A + 2 \rho \lambda^2}$$

$$A = H (H + 3h)$$

s = 2.6 peso especifico de la mampostería.-

$$\lambda = 10.8$$

$$K = 2 s a + \tan \theta [3 (H + 3h) - s H]$$

$$J = s a^2 + \tan \theta H [2 s a + \tan \theta (H + 3h)]$$

$$a = 3.3$$

$$\tan \theta = 0.2$$

$$H = 9.25$$

$$h = 2.60$$

$$\phi = 0.5$$

$$K = 2 \times 2.6 \times 3.3 + 0.2 \left[ 3 (9.25 \times 3 \times 2.60) - 2.6 \times 9.25 \right]$$

$$K = 17.16 + 5.42 = 22.58$$

$$J = 2.6 \times 3.3^2 + 0.2 \times 9.25 \left[ 2 \times 2.6 \times 3.3 + 0.2 (9.25 \times 3 \times 2.60) \right]$$

$$J = 28.51 + 38.05 = 66.56$$

$$F = \frac{2 \times 2.6 \times 10.8^2 + 22.58 \times 10.8 - 6656}{9.25 (9.25 + 3 \times 2.60) + 2 \times 0.5 \times 10.8^2} = \frac{884.03}{274.35}$$

$$F = 3.21$$

DATOS GENERALES.- Para la construcción del Vertedor.

- 1° Todas las medidas necesarias para la construcción van en el dibujo de la sección.-
- 2° Se considera un cimiento de 1 m por ser Choy el subsuelo.
- 3° La profundidad de los dentellones son a criterio del constructor, pero recomiendo una profundidad de 1.5 m. y un espesor de 1 m.-
- 4° El Choy es un material impermeable y muy resistente para la cimentación, pero al hacer las excavaciones debe tenerse especial cuidado que no quede a la intemperie, por lo que conforme se van haciendo las excavaciones irias llenando de agua, cuya agua no debe sacarse hasta el momento mismo de construir.
- 5° En este caso debe usarse piedra caliza muy abundante en la región, por no servir el Choy como material de construcción.
- 6° En vista de que el Choy se disgrega a la intemperie, existe el peligro que a no verter la presa, el Choy aguas abajo sufra alteraciones que podrían perjudicar la construcción, por lo que es de recomendarse un revestimiento de 20 metros en el cauce del Río, aguas abajo de la presa - vertedora.

b).- MURO DE RETENCION.-

Este muro desde su mitad hasta la corona afectará la misma forma que el muro de tierra.

En su sección será pared vertical del lado de las tierras, con una corona de 2 metros y una base de 6 metros.

Se hicieron estudios comparativos con una viga can-  
tiliver de concreto reforzado, siendo menos costoso el muro  
de mampostería con mortero de cemento, teniéndose la ventaja  
del ahorro de material en la parte de la unión con la corti-  
na vertedora; ya que se procurará, que prácticamente esa -  
unión no exista sino que al construir hacer un sólo macizo -  
del muro y la cortina.

Se le dió metro y medio de cimentación quedando a -  
juicio del Ingeniero constructor la modificación de esta me-  
dida.-

Este caso de muro se podría calcular por secciones  
ya que variaría su perfil, pero para comodidad de la cons-  
trucción el perfil será para el mayor empuje de tierras, te-  
niéndose así, una mayor seguridad.

- C A L C U L O S -

$P =$  empuje de tierras  $1 \text{ m}^3$  de tierra = 1600 kilos.-

$W =$  altura del muro = 14 metros

Para taludes de  $1\frac{1}{2} : 1$   $P = 0.143 \times 1600 \times 14^2 = 45$  Toneladas.-

$W = \frac{2+6}{2} \times 14 \times 2600 = 146$  Toneladas.

$R = \sqrt{W^2 + P^2} = 153$  Toneladas. La resultante pasa por el  
tercio medio.-

La subpresión se considera nula.-

DESPLAZAMIENTO.- coeficiente de fricción = 0.5

$$146 \times 0.5 > 45 \quad 73 > 45$$

No existe deslizamiento.

VOLTEO.-

$M W > M P$ .-

$$\therefore 146 \times 3.82 > 45 \times 4.66 \quad 558 \text{ Tm.} > 210 \text{ Tm.}$$

NO EXISTE VOLTEO.-

Momento Estabilizante.-

$$558 \text{ Tm} - 210 \text{ Tm} = 348 \text{ Tm.-}$$

ESFUERZOS.-

p = esfuerzo lado de la tierra.-

$$p = \frac{2 \times 146}{6} \left( 2 - \frac{3 \times 37}{6} \right)$$

$$p = \frac{2 R_V}{\lambda} \left( 2 - \frac{3d}{\lambda} \right)$$

$$q = \frac{2 \times 146}{6} \left( \frac{3 \times 3.7}{6} - 1 \right)$$

$$q = \frac{2 R_V}{\lambda} \left( \frac{3d}{\lambda} - 1 \right)$$

$$p = 48.66 \times 0.15 = 7.3 \text{ T/m}^2 = 7300 \text{ K/m}^2$$

$$q = 48.66 \times 0.85 = 41.36 \text{ T/m}^2 = 41360 \text{ K/m}^2$$

$$p = 0.73 \text{ K/cm}^2$$

$$\therefore q = 4.14 \text{ K/cm}^2$$

Al construirse se tendrá el mismo cuidado que ya se recomendó de que el Choy nunca quede a la intemperie.

e) MURO DE TIERRA.-

En el plano adjunto al principio del capítulo, se dan medidas y detalles para su construcción.

Aunque prácticamente no es necesario hacer recubrimiento en la parte aguas abajo, para mayor seguridad haremos un recubrimiento de 1 metro.-

El recubrimiento aguas arriba será de  $1\frac{1}{2}$  metro.

Este muro tendrá un dentellón de 0.80 m de ancho, con una profundidad de 2 metros en la roca, y 2 metros en el corazón del muro.- Se hará de concreto.

Prácticamente no se calcula pero veremos la relación de las fuerzas horizontal y vertical.

P = Presión hidrostática.

W = Peso propio que consideramos como si fuera todo

de tierra.

$$P = \frac{10000 H}{2 \cos \theta} \quad (H+2h) = \frac{10000^2}{2 \cos \theta} \quad H = 4.65$$

$$\tan \theta = \frac{2.5}{1} = 2.5 \quad \theta = 69^{\circ}12'$$

$$\cos \theta = 0.3714$$

$$\sin \theta = 0.9285$$

$$\therefore P = \frac{1000 \times 4.65^2}{2 \times 0.3714} = 12684 \text{ Kilos}$$

$$W = \frac{4 + 35.5}{2} \times 7 \times 1000 = 221200 \text{ Kilos}$$

$$P = 13 \text{ Toneladas}$$

Consideramos

$$W = 221 \text{ "}$$

P se descompone en  $P_h$  y  $P_v$

$$P_v = P \sin \theta = 13 \times 0.9285 = 12.07 \text{ T.}$$

$$P_h = P \cos \theta = 13 \times 0.3714 = 4.93 \text{ T.}$$

W se descompone en  $W_h$  y  $W_v$

$$W_v = W + P_v = 221 + 12 = 233 \text{ Toneladas}$$

$$W_h = P_h = 5 \text{ "}$$

Con estas fuerzas se ve claramente que se encuentra en muy buenas condiciones de Estabilidad.

No deben darse taludes mayores de  $2\frac{1}{2}$  a l aguas arriba y 2:1 aguas abajo.-

#### d).- BOCATOMA.-

Me referiré únicamente a la Bocatoma, ya que el desarenador no es necesario en nuestro caso por no traer el río ningún material de arrastre.- Si afirmamos que no existirá azolve es por lo siguiente:

1°.- El Río Frío nace de manantiales que brotan de formaciones calizas en la Sierra Madre.-

2°.- La presa se encuentra muy cerca de la unión de los brazos que forman el río, y en ese pequeño trayecto corre por pizarras de Choy.-

En el plano adjunto al principio del capítulo se dan toda clase de detalles para la construcción de la Bocatoma.- La cual consistirá en dos orificios ahogados de 5 m<sup>3</sup>/s de capacidad para cada uno.-

CALCULO HIDRAULICO.-

Q = 5 m<sup>3</sup>/s, h = 0.41 considerando una pérdida de 0.09 m para orificios ahogados.-

C = 0.6

ℓ = 1.80 m o sea la altura del orificio.-

b = ancho del orificio.-

$$Q = c a \sqrt{2gh} \quad a = \frac{Q}{c\sqrt{2gh^2}} \quad a = \frac{5}{0.6\sqrt{2 \times 9.81 \times 0.41}} = \frac{5}{1.708}$$

$$\therefore a = 2.935 \text{ m} \quad b = \frac{2.935}{1.80} = 1.63 \text{ m.-}$$

Cada uno de los orificios tendrá por dimensiones 1.80 x 1.63, para que trabajen como orificios ahogados con una carga de 0.41 m que es la mínima.

Vamos a obtener el area del orificio que se necesita para la carga máxima que es cuando las aguas alcanzan la elevación de 85.85.- Considerando una pérdida de carga de 0.15 m, se tiene que la carga es.-

$$(85.85 - 82.75) - 0.15 = 2.95 \text{ m.-}$$

Suponiendo que van a trabajar como orificios ahogados.

$$Q = c a \sqrt{2gh} \quad a = \frac{Q}{c\sqrt{2gh}} = \frac{5}{0.6\sqrt{19.62 \times 2.95}} = 1.082 \text{ m}^2$$

$$\ell_1 = \frac{a}{b} = \frac{1.082}{1.63} = 0.665 \text{ m.-}$$

Debe estar la parte inferior de la compuerta elevada

0.665 m del piso para que desfoguen los 5 m<sup>3</sup>.

Vamos a ver si con esta altura no se nos produce salto hidráulico, pues en ese caso ya el desfogue, no trabaja como orificio ahogado sino como escurrimiento libre.

Cálculo de los Tirantes Conjugados.-

Sabemos que:

$$d_1 = 0.63 \lambda_1 = 0.63 \times 0.665 = 0.412$$

$$d_2 = \frac{d_1}{2} \left( -1 + \sqrt{1 + \frac{8q^2}{gd_1^3}} \right)$$

Siendo  $q = \frac{Q}{b} = \frac{5}{1.63} = 3.065$  m<sup>3</sup>/s por metro de anchura reemplazando valores:

$$d_2 = \frac{0.412}{2} \left( -1 + \sqrt{1 + \frac{8 \times 3.065^2}{9.81 \times 0.412^3}} \right)$$

$$d_2 = 0.206 \left( -1 + \sqrt{1 + \frac{75.20}{0.6867}} \right) = 0.206 \times 9.50 = 1.96$$

$$d_2 < d_n \quad d_n = 1.97 \text{ Tirante canal.}-$$

De donde se ve que no se produce salto hidráulico y siempre trabajará como orificio ahogado.-

- C O M P U E R T A S -

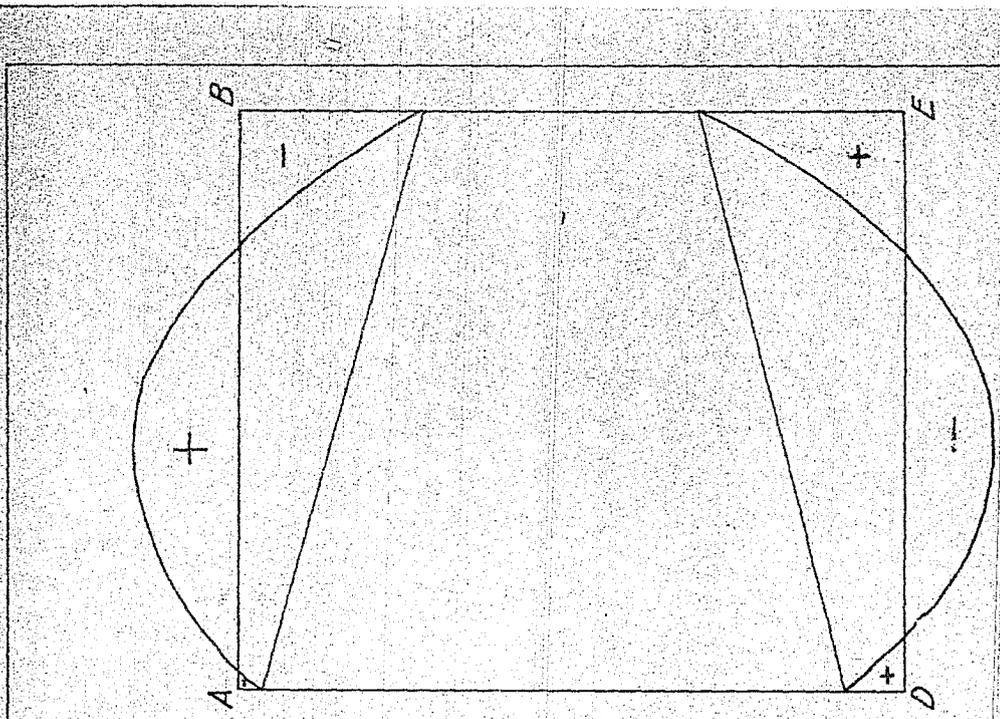
Elevación del borde inferior de la compuerta trabajando del orificio con carga mínima: 80.78 1.80 = 82.58 m.

Elevación del borde inferior de la compuerta trabajando del orificio con carga máxima 80.78 0.665 = 81.445.

Como datos para poder hacer el pedido de las compuertas podemos dar los siguientes datos.

Debe usarse una compuerta típica de fierro fundido - cuyas medidas son de 1.63 x 1.80, que se mueva por un sistema de engranes.-

El vástago es de 6.50 metros y la carga máxima es de 5.07 metros.-



GRAFICA DE MOMENTOS

Member	Node	Length (m)	Area (m <sup>2</sup> )	Stiffness (EI)	Fixed End Moment (kNm)	Free End Moment (kNm)	Member End Moment (kNm)
AB	A	0.18	0.37	0.18	0	0	0
	B	0.18	0.37	0.18	0	0	0
BC	B	0.4	0.8	0.36	0	0	0
	C	0.4	0.8	0.36	0	0	0
CD	C	0.18	0.37	0.18	0	0	0
	D	0.18	0.37	0.18	0	0	0
DE	D	0.4	0.8	0.36	0	0	0
	E	0.4	0.8	0.36	0	0	0

DISTRIBUCION DE MOMENTOS

Node	Sum of Moments (kNm)
A	-1499
B	-12506
C	+12008
D	+12042
E	+1929

SUMA DE LOS MOMENTOS

Con estos datos son suficientes para hacer el pedido de la compuerta.

La bocanoma consistirá en un muro de mampostería con mortero de cemento cuya corona alcanzará la cota 88.- El muro tendrá una corona de 1 m y una base de 3 m.- Al proyectar lo procuramos que la resultante pasara por el tercio medio y que las fatigas unitarias le soporte la mampostería.-

Este muro descansará en un largo de 5.86 m sobre un marco rígido de concreto donde irán los orificios.-

En la corona del muro haremos una marquesina de 0.50m para poder accionar el mecanismo de las compuertas.- Esta marquesina es tan pequeña que no es necesario calcularla.

#### MARCO RIGIDO.-

A principios del capítulo y en el plano general que se adjunta van las medidas y colocación del fierro para el marco rígido.- Se calculó el marco rígido para una carga unitaria de 14002 kilos por metro y para la condición más desfavorable que es cuando no pasa agua.- Para el caso de que únicamente un orificio tuviera agua no se calculó por ser muy pequeña la presión hidrostática comparada con la carga unitaria.

Para el cálculo del marco rígido, suponemos espesores. Para las losas de 1 metro y para la columna central 1 m, y para las exteriores 0.80.- Más adelante veremos que estos espesores resultan más pequeños pero los conservaremos con el objeto de disminuir el fierro.-

$$1.63 + 0.40 + 0.50 = 2.53$$

$$1.80 + 0.50 + 0.50 = 2.80.$$

Se adjunta un dibujo sobre los momentos y distribución de los mismos hasta llegar a un 4% del momento original.

Los momentos en A, B y C tienen un mismo valor.

W = peso de la losa A B, por metro.-

P<sub>1</sub> = 14092 kilos o sea la carga unitaria.-

p = p + w = 14092 + 2500 = 16592 kilos.-

Momentos para A B y C.

$$M = \frac{p l^2}{12} = \frac{16592 \times 2.53^2}{12} = \frac{106188.8}{12} = 8849 \text{ Kgm.}$$

Ahora calcularemos los momentos en D, E y F para lo que necesitamos calcular primeramente la reacción por metro.

Peso de la estructura sin considerar la losa inferior.-

$$(0.8 \times 2 \times 1.80 \times 1.80 \times 5.86) \times 1 = 10.54 \text{ m}^3 \times 2500 \\ = 26350 \text{ kilos.-}$$

La reacción unitaria es;  $\frac{26350}{5.86} = 4497$  kilos

más 14096 = 18593 kilos.

$$M = \frac{p l^2}{12} = \frac{18593 \times 2.53^2}{12} = \frac{118995}{12} = 9916 \text{ Kgm.}$$

La rigidez será la siguiente:

$$t = \frac{l^3}{253} = 0.4 \text{ para las piezas A B, B C, D E y E F}$$

$$t = \frac{0.8^3}{2.80} = \frac{0.512}{2.80} = 0.18 \text{ para las piezas AD y CF.}$$

$$t = \frac{l^3}{2.80} = 0.36 \text{ para la pieza B E.}$$

Ahora haremos la distribución de momento la cual aparece en la gráfica. La rigidez será 1 para las columnas de los lados para la central será.

$$\frac{0.36}{0.18} = 2, \text{ y para las losas } \frac{0.4}{0.18} = 2.22$$

Una vez que ya se tiene la distribución de los momentos se hace la suma algebraica de ellos y se dibuja la gráfica.

de momentos para determinar la carga en cada una de las columnas.

La carga de la columna central es:

$$2 \times p = 3 \times 16592 = 49776 \text{ kilos.}$$

La carga de las otras dos columnas será de:

$$b = \frac{1}{2} \times a = 2.53 \times 1.50 = 1.05$$

$$1.05 \times 16592 = 17000 \text{ kilos.}$$

Con estas cargas vemos si los peraltes supuestos son suficientes.-

Si a la losa superior le damos un recubrimiento de 0.10 m el peralte será de 0.90 siendo el momento máximo 12.500 Kgm.

$$d = 0.345 \sqrt{\frac{M}{b}} = 0.345 \times 115 = 40 \text{ cm.}$$

Y a la losa inferior otro recubrimiento de 10 cm. con el momento máximo.

$$d = 0.345 \sqrt{13696} = 42 \text{ cm.}$$

De donde se ve que los peraltes supuestos están en buenas condiciones de estabilidad.

Para la columna central suponiendo un revestimiento, de 10 cm. de cada lado el peralte sería 0.60.

$$0.80 \times 1 = 0.60 \times 10000 = 6000 \text{ cm}^2 \times 50 \text{ K} = 300.000 \text{ kilos}$$

Para las columnas exteriores suponiéndoles un revestimiento de 0.10 m de cada lado.

$$0.60 \times 1 = 0.60 \times 10000 = 6000 \text{ cm}^2 \times 50 \text{ K} = 300.000 \text{ kilos.}$$

Dejaremos iguales los peraltes supuestos y disminuirémos la cantidad de fierro.

CALCULO DEL FIERRO.

Lo calcularemos únicamente para las losas y a las columnas por estar tan sobradas lo daremos el fierro mínimo.

Losa Superior.-

$$A_s = 0.001 \frac{M}{d} = 0.001 \frac{700000}{90} = 7.8 \text{ cm}^2$$

Pondremos para el momento positivo o sea en la parte inferior de la losa.-

$$\frac{7.8}{1.93} = 4 \text{ varillas de } 5/8''$$

Separadas 0.25 c/u.

En la parte superior de dicha losa calcularemos el fierro para los dos momentos negativos máximo y mínimo.

$$A_s = 0.001 \frac{M}{d} = 0.001 \frac{1250600}{90} = 14 \text{ cm}^2$$

Pondremos 8 varillas de 5/8'' separadas 12.5 cm.

Para el momento mínimo.

$$A_s = 0.001 \frac{M}{d} = 0.001 \frac{150000}{90} = 1.7 \text{ cm}^2$$

Quiere decir que solamente una varilla de 5/8'' separada 1 m correremos todo lo largo de la losa y 7 varillas únicamente tendrán de largo la parte central de la viga, - o sea 40 diámetros más largo desde los dos puntos donde el cemento es 0.

Fierro por temperatura.

$$0.002 A_s = 0.9 \times 1 = 0.9 \text{ m}^2 = 9000 \text{ cm}^2$$

$$A_s = 18 \text{ cm}^2$$

Por temperatura se debe poner 10 varillas de 5/8'' a 20 cm. de separación, porque pondremos en la parte superior y en la inferior de la losa.

Losa Inferior.

El fierro para el momento negativo va en la parte superior de la losa.-

$$A_s = 0.001 \frac{M}{d} = 0.001 \frac{700000}{90} = 7.8 \text{ cm}^2$$

Prácticamente llena el mismo fierro que la losa superior.-

Es decir que la losa inferior en su parte superior llevaría 4 varillas de 5/8" separadas 0.25 c/u. y en su parte inferior 1 varilla de 5/8" corrida en toda su longitud y 7 varillas más de 5/8" separadas 12.5 cm. en su parte central es decir 40 diámetros más a cada lado del momento nulo.

El fierro por temperatura es el mismo 10 varillas de 5/8" separadas 20 cm.

Fierro para las Columnas.-

Para la Central.-

Usaremos el fierro mínimo.-

$$0.005 \text{ del area } A_s = 0.005 \times 8000 = 40 \text{ cm}^2$$

De cada lado de la columna pondremos 20 cm<sup>2</sup> o sean 10 varillas de 5/8" separadas 10 cm cada uno.

Fierro por temperatura.-

$$A_s = 0.002 \quad A = 0.002 \times 8000 = 16 \text{ cm}^2$$

Pondremos 8 varillas de 5/8" 4 de cada lado separadas 25 cm.

Columnas Exteriores.-

Fierro mínimo.-

$$0.005 \text{ del area } A_s = 0.005 \times 6000 = 30 \text{ cm}^2$$

De cada lado de la columna 15 cm<sup>2</sup> o sean 8 varillas de 5/8" separadas 12.5 cm.

Fierro por temperatura.-

$$A_n = 0.002 A = 0.002 \times 6000 = 12 \text{ cm}^2$$

Pondremos 6 varillas de  $\frac{5}{8}$ " o sean 3 de cada lado  
separadas 33 cm.-

CAPITULO III.

PRESUPUESTO.

2380 M <sup>3</sup>	excavación en tierra a razón de \$ 0.40 M <sup>3</sup> .	\$ 952.00
1473 M <sup>3</sup>	excavación en roca a razón de \$ 4.00 M <sup>3</sup> .	5892.00
3375 M <sup>3</sup>	de tierra apisonada a \$1.00 M <sup>3</sup> .	3375.00
2500 M <sup>3</sup>	roca acomodada a \$ 6.00 M <sup>3</sup> .	15000.00
785 M <sup>3</sup>	excavación en roca para los dentellones a \$ 6.00 M <sup>3</sup> .	4710.00
5530 M <sup>3</sup>	mampostería con mortero de cemento a \$ 20.00 M <sup>3</sup> .	110600.00
438 M <sup>3</sup>	de concreto a \$40.00 M <sup>3</sup> .	17520.00
1683 Kilos	de fierro para el refuerzo a \$ 0.25 kilo.	420.75
150 M <sup>2</sup>	de zampado a \$ 6.00 M <sup>2</sup> .	900.00
2	compuertas con un valor de \$ 3,000.00 c/u.	6000.00
TOTAL:		<u>\$ 165369.75</u>

CIENTO SESENTA Y CINCO MIL TRESCIENTOS SESENTA Y NUEVE PESOS SETENTA Y CINCO CENTAVOS.

México, D. F. diciembre de 1936.