

29/71

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE INGENIERIA

ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD TECNICA
DEL PROYECTO HULES-CALABOZO. HGO. Y VER.

TESIS PROFESIONAL
FELIX FRANCO SIXTO

MEXICO, D. F., ENERO DE 1986



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

I N D I C E

CAPITULO I

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

CAPITULO II

DESCRIPCION DE LA ZONA DE PROYECTO	3
1. Características fisiográficas de la zona	3
1.1 Ubicación	
1.2 Orografía y topografía	
1.3 Geología regional	
1.4 Estudios agrológicos	
1.5 Factores climatológicos e hidrometeorológicos	
1.6 Hidrografía e hidrometría	
2. Usos del agua y del suelo	24
2.1 Usos del agua	
2.2 Uso actual del suelo	
2.3 Agricultura	
2.4 Ganadería	
3. Infraestructura	28
3.1 Obras hidráulicas	
3.2 Medios de comunicación	
3.3 Electrificación	
3.4 Agua potable y alcantarillado	
3.5 Centros educativos	

CAPITULO III

ANALISIS DE LA SITUACION ACTUAL Y SU PROYECCION 32

- 3.1 Balance agua-suelo
- 3.2 Prognosis en ausencia de acciones
- 3.3 Objetivo del proyecto
- 3.4 Cédula de cultivos
- 3.5 Patrón de cultivos

CAPITULO IV

SISTEMAS HIDRAULICOS ALTERNATIVOS 40

- 4.1 Concepción de sistemas
- 4.2 Preselección de sistemas por su costo
- 4.3 Clasificación de alternativas de tamaño
- 4.4 Dimensionamiento hidráulico de las presa Hules y
Camaitlán
- 4.5 Estimación preliminar de costos y programas de inversión
- 4.6 Análisis de tamaño

CAPITULO V

INGENIERIA DE PROYECTO 57

- 5.1 Descripción general de los esquemas seleccionados
- 5.2 Descripción de las instalaciones del esquema Calabozo-
Camaitlán
- 5.3 Descripción de las instalacines del esquema Hules-
Tempoal
- 5.4 Obras complementarias y trabajos preagrícolas
- 5.5 Presupuestos y programas de inversión

CAPITULO VI

COCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 80

P L A N O S 83

A MIS PADRES

Sr. José Carmen Franco Morales

Sra. María Luisa Sixto de Franco

Que con sus sacrificios hicieron
de mí un profesionista.

A MIS HERMANOS

Calixto

Isabel

Raúl

Esperanza

Eduardo

María Luisa

Por su apoyo y comprensión

A MI ESCUELA

A MIS MAESTROS

A MI DIRECTOR DE TESIS

Ing. Florentino Mejía Chávez

C A P I T U L O I

INTRODUCCION

La República Mexicana es uno de los países más montañosos del mundo, lo que provoca gran parte de los contrastes e irregularidades del clima, y hacer que predominen los terrenos con pendientes pronunciadas que limitan la extensión y la calidad de las tierras disponibles para el cultivo.

La calidad de los suelos, su pendiente, su espesor, su drenaje y su riqueza en elementos nutrientes para las plantas están estrechamente relacionados con el clima y la topografía. En realidad los factores limitantes para la agricultura del territorio nacional son la aridez y la topografía accidentada.

De una superficie total de casi 200 millones de hectáreas, México solo cuenta con unos 24.5 millones de hectáreas de tierras aptas para la agricultura. El resto del territorio está ocupado por 50 millones de hectáreas con pastos naturales en llanuras y lomeríos; 36 millones de hectáreas de bosques y 42 millones de hectáreas de terrenos cerriles improductivos y dispersos. Esto es, la superficie para el desarrollo de la agricultura de México apenas si llega al 12% del área total y se encuentra diseminada en todo el territorio, siendo muy contados los núcleos de cierta importancia.

El aprovechamiento óptimo de las aguas superficiales solamente permitirá el riego de 7 millones de hectáreas áridas, semiáridas, húmedas y semihúmedas; otros 2 millones de hectáreas podrán regarse con aguas subterráneas de las mismas zonas, y un millón de hectáreas más, situadas en las zonas húmedas, que podrán cultivarse sin necesidad de riego, pero que requieren costosas obras de control, encauzamiento de los ríos y drenaje de los terrenos. En total, solo podrán cultivarse en condiciones de seguridad unos 10 millones de hectáreas; los 14.5 millones de

hectáreas restantes tendrán que cultivarse de temporal, en condiciones más o menos favorables, comunes en esta clase de cultivos.

* Actualmente ya hay bajo riego una superficie de 4.9 millones de hectáreas, aprovechando aguas superficiales, y poco más de medio millón que se riegan con aguas subterráneas.

Es por esto que el proyecto Hules - Calabozo, localizado al noroeste del Estado de Veracruz y al noreste del de Hidalgo, es uno de los muchos proyectos que están en estudio, ya que al llevarse a cabo su construcción incrementaría el desarrollo de la agricultura del país, lo cual es necesario, pues el crecimiento de la población en México es desproporcionado con lo que produce el campo.

Sin embargo, con todas estas superficies de cultivo no se puede tener la seguridad de satisfacer a la creciente población de México, que llegará a cifras muy elevadas en estos próximos años, por lo que es indispensable adoptar varios procedimientos para incrementar la producción agrícola del país.

C A P I T U L O I I

DESCRIPCION DE LA ZONA DE PROYECTO

1. CARACTERISTICAS FISIOGRAFICAS DE LA ZONA

1.1) Ubicación

La superficie por beneficiar, con las obras de infraestructura que en este documento se proponen, esta localizada al noroeste del Estado de Veracruz y al noreste del de Hidalgo. Dicha superficie se extiende hacia ambos márgenes de los ríos Tempoal, Los Hules y Calabozo, así como del arroyo Camitlán, afluente derecho de este último. La superficie total abarca 30 000 ha, de las cuales 14 000 ha, la mayor parte, quedan situadas hacia la margen izquierda de los ríos Los Hules y Tempoal; 6 000 quedan comprendidas entre los ríos Los Hules y Calabozo; y el resto - 10 000 ha - hacia la margen derecha de los ríos Calabozo y Tempoal.

Asimismo, la zona de estudio se encuentra localizada en la cuenca baja del río Pánuco - en los valles de los ríos -- Tempoal, Los Hules y Calabozo -, es de forma alargada y su orientación general es de noroeste - sureste, extendiéndose sensiblemente paralela al curso de los ríos Calabozo y Tempoal. Al noreste limita con el parteaguas que divide a esta última corriente con el río Tamozus y al suroeste con las estribaciones de la sierra de Zacualtipán.

Geográficamente está ubicada - como puede observarse - en el Croquis (1.1.1) - entre los 21°06' y 27°27' de latitud nor-

te y entre los 98° 07' y 98° 25' de longitud oeste. Su altitud -varía entre 33 y 150 metros sobre el nivel del mar.

Políticamente estas extensiones forman parte de los municipios Tempoal de Sánchez, Tantoyuca, Platón Sánchez, Chiconamel, Chalma y Chicontepepec, en el estado de Veracruz y Huejutla de Reyes y Huautla, en el de Hidalgo, cuyas cabeceras municipales de igual nombre, son los centros urbanos más importantes en dicha región.

1.2) Orografía y Topografía

La zona de estudio forma parte de la Llanura Costera del Golfo y se localizan al pie de las estribaciones de la sierra de Zacualtipán —misma que se extiende de noroeste a sureste y — que pertenece al sistema orogénico denominado Sierra Madre Oriental—. En ella se encuentran los cerros Mesa de Huautla, San Francisco, Teopanahuatl y Los Planes, ubicados en las inmediaciones de la zona por beneficiar.

Finalmente, hacia el noreste del área e interrumpiendo la citada Llanura Costera, se encuentran los cerros Botica, Temetate, Chichinaco y Calavera, con elevaciones que no rebasan los 300 m.s.n.m, y que a su vez son formadores del parteaguas — que distribuye las aguas precipitadas hacia las corrientes del río Tempoal y del Tamozus.

Entre la información básica consultada en materia topográfica, figuran las cartas elaboradas por la Secretaría de la Defensa Nacional —escala 1:500 000, con curvas de nivel a cada 50 m— y las propias de la Dirección General de Geografía — escala 1:50 000, con curvas de nivel equidistante a 10 y 20 m—.

A fin de conocer en detalle la naturaleza del relieve de la zona, se realizó, en el año de 1972, un levantamiento -

topográfico terrestre, entre las elevaciones 150 y 40 m.s.n.m., - que cubrió la superficie de 60 000 ha, del que se obtuvieron planos escala 1:5 000 y, posteriormente, reducciones 1:20 000, curvas de nivel a cada metro. Dicho estudio comprende a los valles de los ríos Los Hules y Calabozo, así como los terrenos ubicados hacia ambas márgenes del arroyo Camaitlán y del río Tempoal, hasta unos 23 km aguas abajo de la confluencia de este río con el - arroyo San Pedro.

Asimismo, se llevaron a cabo los levantamientos topográficos de los posibles sitios de aprovechamiento denominados - Hules, Acatepec y Camaitlán, sobre los ríos Los Hules, Calabozo y Camaitlán, respectivamente, tanto de los vasos, escala 1:20000 como de las boquillas, escala 1:2 000, con curvas a cada metro - de equidistancia vertical.

1.3) Geología regional

En la zona se localizan rocas sedimentarias marinas, ígneas extrusivas y depósitos continentales de espesores variables, cuyos orígenes fluctúan entre el Cretácico y hasta el Reciente.

En lo que se refiere a las boquillas, la del proyecto Hules es topográficamente simétrica, con una longitud de 580 m presentando en ambas márgenes pendientes moderadas, donde las lutitas y areniscas están cubiertas por suelo, arcilla, grava y arena aflorando únicamente en el cauce del río, por lo demás el vaso de almacenamiento presenta características geológicas similares a la boquilla. De acuerdo con los ensayos de permeabilidad se puede decir que este sitio presenta condiciones geológicas -- aceptables para la construcción de dicha obra.

Por lo que se refiere a la boquilla Calabozo, tiene una longitud de 350.0 m y topográficamente es asimétrica, presen

tando la margen derecha una mayor pendiente con un ángulo de --- aproximadamente 45°. Ambas márgenes se encuentran enmascaradas por una delgada capa de suelo y arcilla. En el cauce aparecen gravas y arenas recientes. Por lo que respecta a la estabilidad de la - cortina, las areniscas y areniscas sanas presentan un echado casi horizontal, lo cual disminuye la posibilidad de deslizamiento. Por lo tanto, se puede considerar que este sitio también presenta -- condiciones aceptables.

1.4) Estudios agrológicos

Para la formulación del proyecto, se llevaron a cabo dos estudios agrológicos a nivel semidetallado que cubrieron en -- conjunto 62 440 ha. El primero de ellos comprende los suelos -- localizados hacia ambas márgenes del río Camaitlán y una porción - de los ubicados en la margen derecha del río Calabozo. El segundo abarca los terrenos comprendidos entre ambas márgenes de ríos Los Hules, San Pedro y Tempoal. La mayor parte de ellos mostraron su origen a base de rocas sedimentarias - areniscas, lutitas y margas, siendo profundos, con texturas de finas a medias y cuyo relieve -- varía de fuertemente ondulado a ondulado, con áreas planas de -- ligera pendiente.

Por otra parte y tomando en consideración su clasifi- cación para usos agrícolas por áreas, se detectaron suelos de -- primera, segunda, tercera y cuarta clase que abarcan 3 885 ha, -- 34 155, 7 958 y 3 115 ha, respectivamente. Cabe aclarar que existen 13 686 ha, pertenecientes a suelos de sexta clase que no son - aptos para el desarrollo de labores agrícolas, según queda asenta- do en el Cuadro (1.4.1.)

1.5) Factores climatológicos e hidrometeorológicos

Con el fin de establecer el comportamiento de las -- características climáticas de la zona de estudio, se analizaron --

CUADRO (1.4.1)
 SERIES Y CLASES DE SUELOS
 (ha)

SERIE	SUPERFICIE		CLASIFICACION AGRICOLA				
	ha	%	Primera	Segunda	Tercera	Cuarta	Sexta
Canaitlán	3 362	5.4	X	X	X		
San Diego	10 372	16.6		X	X	X	X
Hules-Calabozo	25 553	40.9	X	X	X		
Dos Caminos	7 340	11.8		X	X	X	X
El Lucero	947	1.5		X	X		
Las Mesas	260	0.4			X	X	X
Chiconamel-Las Piedras	8 339	13.4				X	X
Cuatro Narices	2 508	4.0				X	X
Los Pericos	3 759	6.0		X	X		
TOTALES	62 440	100.0	3 885	34 155	7 598	3 115	13 686

FUENTE: Estudios agrológicos semidetallados de los proyectos de riego Canaitlán y Hules-Calabozo,

Edos de Ver. e Hidalgo, S A R H , 1979.

los registros de seis estaciones climatológicas localizadas dentro de ellas y en sus inmediaciones. En el Cuadro (1.5.1.) se relacionan dichas estaciones, así como su ubicación, el período de observaciones considerado y los promedios anuales de sus registros de temperatura, precipitación, evaporación y evapotranspiración potencial, así como las temperaturas extremas.

De acuerdo a la clasificación de Thornthwaite, el clima es, en general, cálido con concentración de calor en el verano (A'a'), variando su categoría de humedad desde semiseco, con pequeña demasía de agua (C₁d) en la parte occidental de la zona, hasta semihúmedo, con pequeña deficiencia de agua (C₂r) al oriente de la misma. Por otra parte, de acuerdo al sistema de clasificación modificado de Kopen, existen variaciones climáticas en la región, misma que pudiera caracterizarse por ser extremosa (e), aunque el clima predominante es de tipo (Aw₂), es decir el más húmedo de los cálidos subhúmedos, aunque en una pequeña porción del sur de la zona se presenta el cálido húmedo, con lluvias en verano (Amw").

La temperatura media anual presenta ligeras variaciones; al norte, sur y oeste de la zona se acerca a los 24°; para disminuir al este hasta 23° en las cercanías de Tantoyuca. En los climogramas de la Gráfica (1.5.1) puede apreciarse su marcha anual, observándose que los meses más cálidos son mayo y junio, mientras el más frío es enero.

Los valores máximos absolutos de temperatura observados en la zona varían entre 45° y 49°C, ocurriendo la primera en las inmediaciones de Tantoyuca, al oriente del área y la segunda en Tempoal, al norte de la misma. A su vez, la temperatura mínima absoluta oscila entre 0° y 1°C, ocurriendo el primero de dichos valores en toda la extensión en estudio, ya que el segundo se presenta en Tantoyuca.

CUADRO (1.5.1)

INFORMACION CLIMATOLOGICA DE LAS ESTACIONES CONSIDERADAS

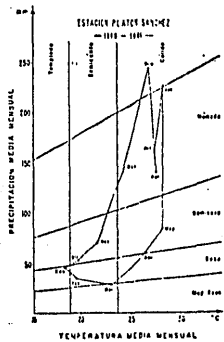
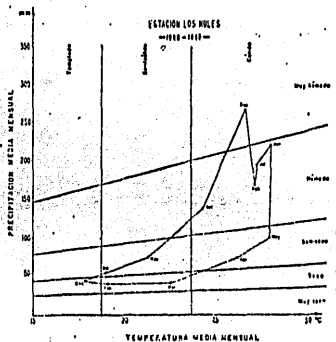
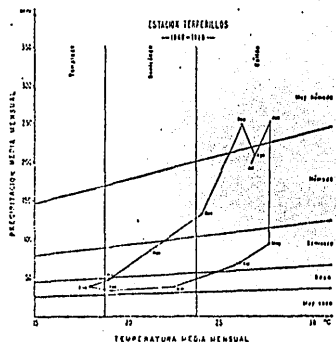
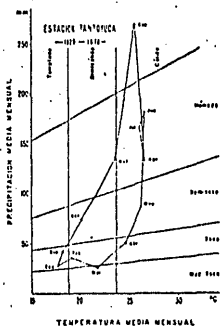
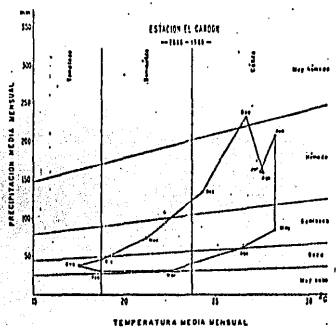
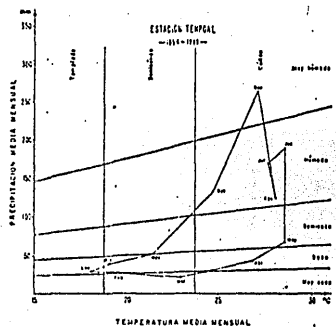
ESTACION	COORDENADAS		PERIODO	TEMPERATURA (°C)			PROMEDIO ANUAL (mm)		
	LAT 'N	LONG 'W		MAXIMA	MEDIA	MINIMA	PRECIPITACION	EVAPORACION	EVAPOTRANSPIRACION POTENCIAL
TEMPOAL	21°32'	98°24'	1954-1980	49.0	24.4	0.0	1 175.1	1 434.3	1 355.8
EL CARDON	21°24'	98°29'	1960-1980	48.5	23.9	0.0	1 277.0	1 310.8	1 323.2
TANTOYUCA	21°22'	98°14'	1925-1976	45.0	23.0	1.0	1 232.0	-	1 219.2
PLATON SANCHEZ	21°18'	98°23'	1960-1981	47.0	24.3	0.2	1 248.5	1 401.1	1 349.4
LOS HULES	21°09'	98°17'	1960-1980	46.5	24.0	0.0	1 413.1	1 351.1	1 316.2
TERRERILLOS	21°02'	98°09'	1960-1980	48.0	23.8	0.0	1 438.6	1 228.0	1 297.7

CUADRO (1.5.1)

INFORMACION CLIMATOLOGICA DE LAS ESTACIONES CONSIDERADAS

ESTACION	COORDENADAS		PERIODO	TEMPERATURA (°C)			PROMEDIO ANUAL (mm)		
	LAT N	LONG W		MAXIMA	MEDIA	MINIMA	PRECIPITACION	EVAPORACION	EVAPOTRANSPIRACION POTENCIAL
TEMPOAL	21°32'	98°24'	1954-1980	49.0	24.4	0.0	1 175.1	1 434.3	1 355.8
EL CARDON	21°24'	98°29'	1960-1980	48.5	23.9	0.0	1 277.0	1 310.8	1 323.2
TANTOYUCA	21°22'	98°14'	1925-1976	45.0	23.0	1.0	1 232.0	-	1 219.2
PLATON SANCHEZ	21°18'	98°23'	1960-1981	47.0	24.3	0.2	1 248.5	1 401.1	1 349.4
LOS HULES	21°09'	98°17'	1960-1980	46.5	24.0	0.0	1 413.1	1 351.1	1 316.2
TERRERILLOS	21°02'	98°09'	1960-1980	48.0	23.8	0.0	1 438.6	1 228.0	1 297.7

GRAFICA (1.5.1)
CLIMOGRAMA CCJUN EL METODO DE THORNTHWAITE



La precipitación media anual en la región fluctúa --de acuerdo a los registros de las estaciones aludidas-- entre los 1 175 y 1 439 mm, notándose que se incrementa a medida que se avanza hacia el sureste de la misma, alcanzando el valor máximo en las cercanías de la estación Terrerillos. La precipitación media ponderada alcanza unos 1 300 mm.

En los climogramas mencionados se observa que la temporada lluviosa abarca el lapso junio-octubre, periodo en el que se concentran entre el 67 y el 76% de la precipitación anual. El mes con mayor lluvia es septiembre, cuando la media mensual llega hasta 272 mm en las cercanías de Tantoyuca. Por su parte, febrero y marzo son los meses de menor precipitación media, cuando la lluvia varía desde 22 mm, en Tempoal, hasta 40 mm, en Los Hules.

La evaporación media anual en la región fluctúa entre 1 228 mm en Terrerillos y 1 434 mm en Tempoal, notándose que se incrementa hacia el norte del área estudiada. La mayor parte de la evaporación ocurre en el lapso marzo-septiembre en el que se concentra entre el 72 y el 74%, ocurriendo el primero de dichos valores en las inmediaciones de Terrerillos y el segundo en la porción septentrional del área.

De acuerdo al método de Thornthwaite, la evapotranspiración potencial en la zona varía de 1 219 y 1 356 mm, observándose que se incrementa en Tantoyuca. Como puede observarse en la Gráfica (1.5.2.), la evapotranspiración se concentra en su mayor parte en los meses de abril a octubre, periodo en el que ocurre entre un 77% en Tantoyuca y un 79% en Tempoal y El Cardón. El lapso en que, generalmente, la precipitación sobrepasa a la evapotranspiración potencial abarca de junio a noviembre.

1.6) Hidrografía e hidrometría

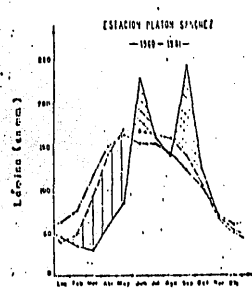
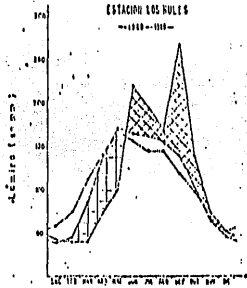
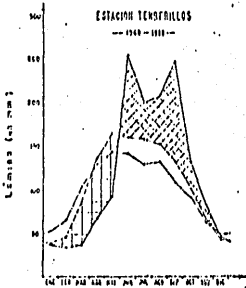
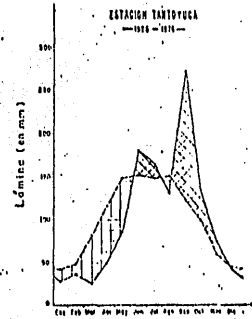
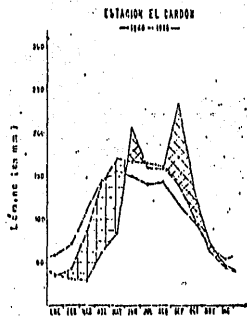
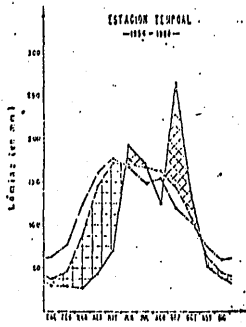
El río Tempoal drena una parte de las aguas precipi-

GRAFICA (1.5.2)

RELACION ENTE LA PRECIPITACION, LA EVAPORACION Y EVAPOTRANSPIRACION POTENCIAL

CLIMATOLOGIA

Precipitación (mm) ———
 Evaporación (mm) ———
 Evapotranspiración potencial (mm) ———
 Deficiencia (mm) [diagonal lines]
 Excedente (mm) [cross-hatch]



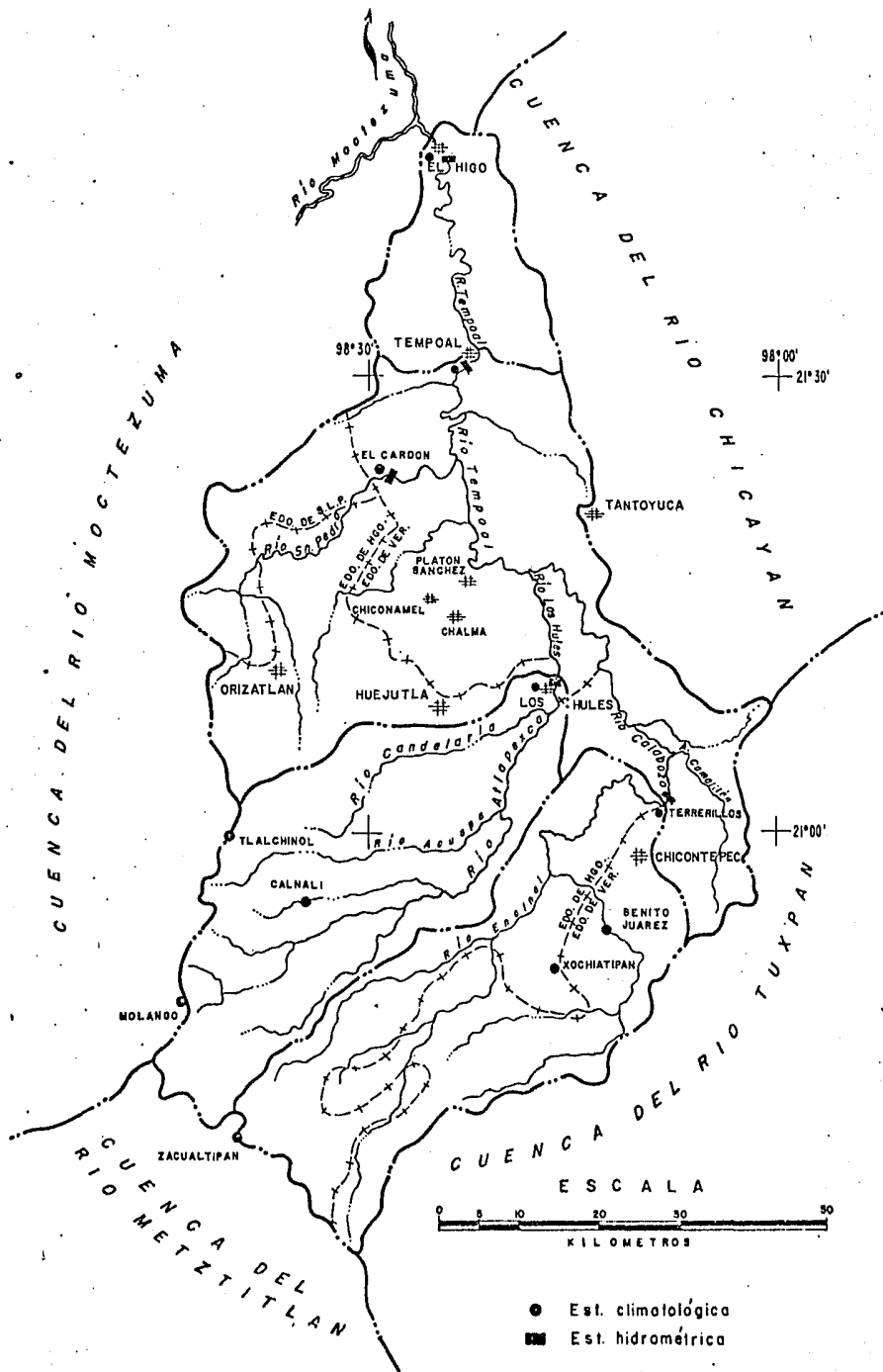
tadas en la ladera noreste de la Sierra de Zacualtipán, comprendida en las inmediaciones de los límites estatales de San Luis - Potosí, Veracruz e Hidalgo, correspondiendo a estos últimos la mayor extensión de su cuenca. Dicha corriente es el último afluente importante que aporta sus aguas, por la margen derecha, al río Moctezuma, que a su vez descarga, por la misma margen, al río Pánuco. Por lo demás, el río Tempoal se inicia a partir de la confluencia de los ríos Calabozo y Hules, tal como puede apreciarse en el Croquis (1.6.1.).

El río Calabozo tiene sus orígenes a los 2 000 msnm, cerca del poblado Huayacocotla, Ver., conociéndosele con el nombre de río Hormiguero. Inicialmente sigue la dirección noreste, recorriendo unos 65 km hasta pasar cerca del poblado Huautla, tramo en que cambia de nombre, primero al de río Chahuatlán y luego al río Encinal. A partir de dicho poblado el río cambia, tanto de dirección —sensiblemente hacia el este—, como de nombre, ahora por el de río Calabozo, recorriendo aproximadamente 15 km hasta llegar al sitio donde la SARH tiene ubicada la estación hidrométrica Terrerillos. A partir de ahí altera su rumbo al norte y después de recorrer unos 5 km recibe, por su margen derecha, las aportaciones del arroyo Camaitlán. Este nace en las faldas del cerro Ayacaxtle a unos 300 metros, cerca del poblado Ixcacuaticla en el estado de Veracruz. Inicialmente sigue la dirección norte, por unos 20 km aproximadamente, hasta llevar a las cercanías del poblado Camaitlán, para después torcer hacia el noroeste por otros 15 km, dirección que conserva hasta su unión con el río calabozo. A partir de ahí, éste cambia su dirección al noroeste, misma que conserva por unos 40 km hasta unirse al río Los Hules, a la altura del poblado Campana, para formar el río Tempoal.

El río Los Hules nace en las cercanías del poblado de Zacualtipán, Hgo., a unos 2 300 m.s.n.m. con el nombre de arroyo Malita siguiendo inicialmente una dirección noreste por -

CROQUIS (1.6.1)

CUENCAS DE LOS RIOS HULES Y CALABOZO



unos 15 km, para después virar al este por otros 15 km; a partir de ahí toma el nombre de río Chinameca alterando su rumbo al noroeste y después de recorrer unos 20 km en dicha dirección recibe, por la margen izquierda, las aportaciones del arroyo Ocotitla y unos 5 km adelante, por la misma margen, las del río Calinali. A partir de esta unión toma el nombre de río Atlapexco, para continuar con la misma dirección por otros 25 km aproximadamente —tramo en que se le une, por la margen izquierda, el río Acoapa—, — hasta llegar a las cercanías de la estación hidrométrica Los Hules, operada por la SARH, donde recibe, también por la margen izquierda, las aportaciones del río Candelaria; a partir de este punto modifica su rumbo ligeramente hacia el norte y ya con el nombre de río Los Hules recorre aproximadamente 25 km para unirse al río Calabozo.

Como ya se indicó, a partir de la confluencia de los ríos Calabozo y Los Hules se forma el río Tempoal, que sigue primeramente una dirección hacia el oeste, por unos 5 km, hasta pasar por las cercanías del poblado Platón Sánchez; a partir de — ahí toma un rumbo ligeramente hacia el norte recorriendo unos 20 km, para llegar al sitio donde se le une, por la margen izquierda al río San Pedro. Continuando con la misma dirección, el Tempoal todavía recorre otros 40 km para unirse finalmente al río Moctezuma, en las cercanías de la población El Higo, Ver.

Los escurrimientos de los ríos Los Hules, Calabozo, Tempoal y San Pedro han sido registrados en las estaciones hidrométricas Los Hules, Terrerillos, Tempoal y El Cardón. La estación Los Hules se encuentra situada a unos 20 km al sureste del poblado de Platón Sánchez, Ver. En el Cuadro (1.6.2.) se consig~~nan~~ los volúmenes mensuales y anuales del río Los Hules; el volumen medio anual para el periodo 1959-1979 es de 968.9 hm³, siendo 1975 el año de mayor escurrimiento con 1 656.7 hm³ y 1964 el de menor volumen con 378.2 hm³. Como puede observarse en el citado Arreglo, el escurrimiento se concentra en el lapso junio-octu

CUADRO (1.6.2)
 VOLUMENES DE ESCURRIMIENTO
 ESTACION LOS RUILES
 (millones de m³)

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEPT	OCT	NOV	DIC	ANUAL
1959	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	99.3	52.4	-
1960	31.1	18.2	15.0	12.2	13.5	7.9	124.7	43.2	156.7	105.3	97.7	61.6	687.1
1961	42.7	30.9	16.5	8.3	6.4	196.5	206.5	177.8	133.2	98.7	77.4	26.1	1 021.0
1962	15.5	10.4	9.6	53.4	35.6	86.2	105.4	28.1	188.0	70.5	34.4	40.7	677.8
1963	20.8	12.7	9.2	4.4	11.8	31.4	306.9	89.9	70.8	39.2	33.8	20.6	661.5
1964	16.0	11.5	10.3	30.1	10.0	39.2	33.6	14.3	51.8	57.1	33.1	70.6	378.2*
1965	25.3	12.8	10.0	13.9	14.0	22.7	89.5	288.6	88.9	113.0	42.6	20.8	749.1
1966	17.7	17.4	17.4	32.1	63.2	237.0	115.6	77.9	153.7	199.6	56.9	22.6	1 011.1
1967	19.1	15.0	18.7	10.8	18.2	25.1	19.5	137.7	495.8	223.5	65.1	31.7	1 980.2
1968	21.5	16.5	15.5	22.2	54.3	67.1	141.8	110.2	247.8	139.5	45.3	63.7	945.4
1969	34.4	21.0	19.1	23.0	22.7	7.3	101.6	180.8	519.7	111.0	46.9	39.1	1 127.5
1970	19.6	18.9	15.0	8.8	6.0	163.2	143.9	93.4	315.2	112.6	29.7	15.0	943.3
1971	10.5	7.1	6.8	25.4	11.8	35.7	41.9	105.0	124.0	318.0	89.9	32.8	808.9
1972	18.3	20.5	15.9	10.2	25.0	162.6	211.4	170.7	78.6	151.4	59.4	26.8	950.8
1973	16.1	11.9	11.1	5.3	33.0	166.7	168.1	363.4	125.6	184.3	38.1	36.8	1 160.4
1974	29.9	16.2	15.9	20.3	17.4	86.7	263.7	54.6	558.8	134.9	66.8	45.7	1 311.0
1975	32.8	22.5	14.5	10.3	13.4	37.5	130.0	2457.7	913.8	158.8	45.0	28.4	1 656.7*
1976	26.1	15.3	23.0	15.7	39.5	92.3	406.2	208.5	354.3	262.7	74.1	46.9	1 564.6
1977	30.1	23.7	17.7	14.2	17.4	35.3	24.2	25.1	62.9	95.1	82.3	38.4	466.4
1978	17.6	14.8	14.2	11.9	7.2	171.6	60.2	175.0	474.9	329.0	65.8	35.6	1 381.8
1979	23.7	17.3	16.6	20.7	17.5	79.4	56.4	164.7	277.7	34.1	45.0	43.2	796.3
PROMEDIO	23.4	16.7	14.6	17.7	21.9	87.9	137.6	138.6	269.6	146.9	58.5	38.1	968.9
DESVIACION ESTANDAR	8.0	5.4	4.0	11.5	15.8	69.9	100.7	92.6	224.4	84.2	21.8	14.9	337.1

* Volúmenes extremos.

FUENTE: Boletín Hidrológico #32, Tomos I y III,
 Subdirección de Hidrología, S.A.R.H.

bre, periodo en el que escurre aproximadamente el 81% del total-anual, mientras que los meses de menor escurrimiento son de enero a mayo.

La estación Terrerillos se encuentra situada sobre el río Calabozo, aproximadamente a 8 km al noreste de Chicontepec, Ver. En el Cuadro (1.6.3.) se consignan los volúmenes mensuales y anuales medios de esta estación; el volumen medio anual para el periodo 1960-1980 es de 1 025.2 hm³, siendo 1976 el año de mayor escurrimiento con 1 868.2 hm³ y 1964 el de menor volumen con 324.2 hm³. En el cuadro mencionado podemos observar que el mayor escurrimiento ocurre en el lapso junio-octubre, periodo en que se concentra aproximadamente el 82% del total anual, mientras que los meses más secos abarcan de febrero a mayo.

La estación Tempoal se encuentra ubicada sobre el río del mismo nombre, a unos 2 km al suroeste del poblado de Tempoal, Ver. En el Cuadro (1.6.4) pueden verse los volúmenes mensuales y anuales de dicha estación; el volumen medio anual para el periodo 1954-1980 es de 2 959.7 hm³, siendo 1955 el año de mayor escurrimiento con 7 033.4 hm³ y 1957 el de menor volumen con 1 019.1 hm³. En el referido Arreglo podemos observar que el mayor escurrimiento ocurre en el lapso junio-octubre, periodo en el que se concentra el 81% del total anual, mientras que los meses de menor escurrimiento son de febrero a abril.

Por último, la estación El Cardón está localizada sobre el río San Pedro, cerca de la ranchería El Cardón, a unos 18 km al sur suroeste de Tempoal, Ver. En el Cuadro (1.6.5.) se consignan los volúmenes mensuales y anuales medios de dicha estación; el volumen medio anual para el periodo 1960-1979 es de 394.7 hm³, siendo 1976 el año de mayor escurrimiento con 677.5 hm³ y 1977 el de menor caudal con 132.4 hm³. Tal como se observa en el cuadro mencionado, el mayor escurrimiento ocurre en el lapso junio-octubre, periodo en el que se concentra aproximadamente

CUADRO (1.6.3)
 VOLUMENES DE ESCURRIMIENTO
 ESTACION TEMPRALICE
 (millones de m³)

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEPT	OCT	NOV	DIC	ANUAL
1960	-	-	-	-	-	4.2	101.0	69.4	178.3	103.4	105.7	79.3	-
1961	47.4	28.0	10.9	6.0	4.7	174.6	253.4	243.9	146.9	162.2	105.7	27.6	1 211.3
1962	15.1	9.2	7.5	57.3	28.0	77.0	128.0	72.6	170.2	51.6	29.5	32.2	628.2
1963	17.2	8.8	6.4	3.7	5.0	29.1	304.7	126.2	79.9	40.8	29.3	17.7	668.8
1964	14.9	8.1	5.8	14.1	6.9	32.8	39.0	8.0	30.6	49.6	38.7	75.7	324.2*
1965	27.9	8.7	7.0	19.8	24.2	48.5	146.7	332.8	119.1	82.5	35.0	12.8	865.0
1966	9.3	10.4	8.5	8.9	26.5	266.7	104.7	103.4	171.8	229.2	60.4	20.5	1 019.9
1967	15.6	11.4	15.3	7.2	10.8	23.9	20.8	162.0	545.2	161.3	69.9	23.8	1 067.2
1968	18.1	14.2	14.7	16.1	47.0	75.4	167.7	124.2	253.4	151.6	45.0	58.3	985.7
1969	35.0	31.9	26.2	18.8	34.1	7.8	89.9	197.6	664.5	138.1	55.8	36.4	1 336.1
1970	16.5	14.1	12.4	6.7	5.1	192.5	148.4	106.1	307.9	98.2	24.5	12.1	944.5
1971	9.4	6.9	6.8	36.6	7.9	45.5	66.9	139.1	175.8	423.0	123.1	31.5	1 072.5
1972	20.8	14.8	16.6	7.0	8.6	164.0	248.6	176.9	101.7	95.7	41.7	18.9	1 915.3
1973	11.11	6.8	8.5	3.6	25.8	210.2	176.8	389.8	147.9	184.5	32.2	36.3	1 243.5
1974	40.8	11.4	9.0	11.7	13.8	154.3	306.9	60.4	582.9	151.1	52.1	34.3	1 420.7
1975	21.4	16.3	8.5	4.3	8.5	28.6	112.0	267.6	769.5	154.3	40.4	23.5	1 454.9
1976	18.6	13.0	22.8	9.7	26.4	76.8	446.0	329.6	459.9	335.0	81.7	48.7	1 868.2*
1977	29.5	23.6	13.8	7.9	8.4	35.1	40.6	37.9	75.8	145.4	77.1	28.3	523.4
1978	13.4	11.7	12.8	10.7	3.8	129.9	91.4	215.0	486.7	361.8	52.4	29.1	1 418.8
1979	16.7	12.4	11.5	11.7	10.4	55.5	46.0	197.2	333.0	36.0	52.6	42.4	824.9
1980	25.7	16.4	17.9	16.3	7.7	14.2	15.7	111.9	332.1	83.8	36.3	24.6	702.6
PRECEDIO	21.2	13.9	12.1	13.9	15.7	87.9	145.5	163.4	292.1	154.2	56.6	34.0	1 025.2
DESVIA—	10.3	6.8	5.6	12.7	12.3	76.8	111.2	106.5	213.3	105.5	27.8	18.3	370.9
CICLO ESTADIST.													

* Volúmenes extremos.

FUENTE: Boletín Hidrológico n.º 32, Tomos I y III,
 Subdirección de Hidrología, S.A.R.H.

CUADRO (1.6.4)
 VOLÚMENES DE ESCURRIMIENTO
 ESTACION TEMPORAL
 (Millones de m³)

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP.	OCT	NOV	DIC	ANUAL
1954	-	-	32.1	31.7	18.9	32.2	351.5	108.8	-	1 386.4	185.6	72.9	-
1955	45.4	36.1	29.3	17.2	15.0	10.6	1 023.3	460.4	3 273.9	1 619.7	317.6	185.9	7 033.4*
1956	129.6	61.8	40.5	31.4	50.3	269.3	645.2	320.3	1 821.3	175.4	127.6	69.5	3 741.2
1957	50.6	33.2	24.6	34.5	46.0	41.8	75.5	76.2	206.7	283.0	103.7	43.3	1 019.1*
1958	63.7	35.5	22.8	12.0	89.1	487.9	1 675.0	211.6	724.9	1 621.0	496.5	224.1	5 664.1
1959	125.9	106.1	119.7	170.6	72.8	437.4	237.1	194.1	198.4	411.6	247.5	90.3	2 419.5
1960	35.3	28.4	22.0	24.6	35.8	19.5	214.2	123.4	429.8	352.2	378.5	197.2	1 860.9
1961	118.8	90.8	37.6	22.6	15.8	506.2	662.3	624.2	393.9	313.5	294.4	70.0	3 150.1
1962	33.3	21.3	17.0	149.6	108.4	198.3	313.0	58.2	481.7	189.1	104.0	122.9	1 795.8
1963	50.4	26.4	17.7	8.2	30.2	40.3	831.6	245.1	177.3	98.5	87.2	42.0	1 654.9
1964	31.9	21.8	18.4	120.3	38.6	90.1	99.3	29.8	114.6	166.7	97.4	247.7	1 076.6
1965	73.1	30.0	22.1	57.0	72.5	84.6	294.3	853.9	301.7	312.3	145.0	47.3	2 293.8
1966	35.3	42.5	41.4	74.3	132.1	700.9	338.7	212.3	374.6	601.4	172.8	60.0	2 786.3
1967	48.1	35.6	41.2	23.0	32.8	58.7	54.2	368.2	1 504.1	749.3	232.1	116.5	3 263.8
1968	71.3	45.1	60.8	49.4	242.5	178.9	391.7	272.0	790.9	419.9	131.4	183.8	2 837.7
1969	102.3	47.0	41.8	61.4	97.7	16.3	258.0	387.6	1 654.6	386.5	169.0	101.0	3 323.2
1970	44.2	45.4	39.2	21.5	20.0	565.6	502.5	290.1	864.8	353.4	75.7	40.8	2 863.2
1971	25.3	18.9	15.7	75.0	26.4	109.5	136.4	292.9	420.3	953.8	272.5	94.6	2 441.3
1972	53.1	69.0	52.3	26.7	65.7	473.1	643.6	498.7	198.7	301.8	132.8	51.2	2 566.7
1973	35.7	25.5	35.3	12.2	92.4	620.4	595.6	973.4	460.6	512.7	107.8	137.8	3 599.4
1974	84.2	36.9	49.7	56.8	64.5	398.5	986.3	149.8	1 667.3	483.0	203.1	116.7	4 296.8
1975	73.2	60.1	34.3	19.3	25.2	93.5	330.7	568.2	2 482.6	421.3	117.4	65.8	4 291.6
1976	65.0	44.3	78.2	38.8	115.1	197.0	1 011.9	615.2	845.4	830.1	276.3	151.9	4 269.2
1977	90.4	73.7	52.8	32.0	35.9	74.5	69.6	60.7	168.8	333.4	239.6	101.5	1 332.9
1978	44.1	39.8	34.8	31.4	17.2	470.8	165.7	421.2	1 313.3	836.2	215.9	100.1	3 690.5
1979	56.7	38.0	35.4	45.9	43.5	192.0	117.2	377.1	789.5	105.6	137.2	154.7	2 692.8
1980	91.8	65.3	78.6	49.0	30.6	41.8	29.8	134.5	601.5	287.3	105.9	70.3	1 586.4
PROMEDIO	64.6	45.3	40.5	48.0	60.6	237.4	446.5	330.7	856.2	537.2	191.6	109.5	2 959.7
DESVIACION ESTÁNDAR	30.0	21.6	23.0	40.5	49.5	218.0	391.0	240.0	790.7	425.0	100.3	58.1	1 401.0

* Volúmenes extremos.

FUENTE: Boletín hidrologico # 32, Tomos I y III, Subdirección de Hidrología, S.A.R.H..

CUADRO (1.6.5)
 VOLUMEN DE DESCUENIMIENTO DEL RINYO SAN PEDRO
 ESTACION EL CARON, VFR.
 - hm³ -

AÑOS	ENE	FEB	MAR	PER	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
1960	-	-	-	-	-	3.4	18.0	11.9	48.7	65.1	64.0*	22.4	-
1961	77.5*	13.9	4.7	1.9	1.3*	67.3	80.9	55.8	59.0	31.7	43.1	9.5	396.6
1962	4.5	2.6	2.9	18.0	20.2	12.1	33.5	4.4	94.7	33.1	30.2	25.8	272.0
1963	11.2	3.9	2.2	0.7*	14.4	6.5	81.2	12.4	18.9	18.5	11.1	9.0	197.0
1964	6.4	2.9	1.7	11.3	14.0	12.7	9.6	4.1*	19.3*	17.0	17.9	36.1*	145.9
1965	12.0	4.1	3.1	11.5	9.8	11.0	32.0	67.8	22.6	49.6	23.7	6.4	244.7
1966	6.5	10.1	8.6	10.9	12.9	67.8	24.9	18.5	17.4	31.7	10.5	6.4	222.1
1967	4.5	3.1	3.4	1.5	3.0	7.7	5.7	20.7	109.2	119.7	27.2	12.6	548.3
1968	10.6	7.1	12.8	16.1	100.1*	36.1	46.6	16.7	143.3	63.2	23.3	35.6	511.5
1969	17.3	9.1	7.9	18.7*	23.2	4.4	47.5	45.9	227.4	50.3	22.9	13.4	480.0
1970	5.9	11.5	6.6	2.7	1.7	145.5*	56.8	27.1	110.1	31.8	8.5*	4.1*	412.3
1971	2.5*	1.6*	1.0*	7.3	4.9	20.9	12.4	32.7	56.8	149.4*	27.6	19.9	336.0
1972	9.3	15.3*	11.0	4.8	24.0	100.5	90.2	55.3	10.9	33.1	13.4	5.8	373.6
1973	4.0	3.4	5.0	1.2	29.1	91.5	89.6	144.3*	53.1	74.2	14.0	21.6	522.9
1974	10.4	4.3	13.6	11.9	15.3	71.7	171.0	9.0	239.7	52.6	30.9	12.0	642.4
1975	8.4	7.6	2.9	1.6	1.7	22.4	46.0	66.7	369.0*	42.3	9.4	9.3	580.0
1976	0.4	4.6	18.4*	5.0	26.4	36.5	193.2*	94.5	138.6	87.4	42.2	22.3	677.5*
1977	11.5	11.1	6.4	3.0	3.3	3.3*	2.4*	4.1	17.3	36.5	19.7	13.3	132.4*
1978	4.3	6.7	4.5	2.4	2.7	78.0	6.4	37.9	217.8	101.6	32.9	14.2	509.1
1979	8.7	4.8	4.6	8.2	8.8	48.5	8.3	33.9	103.6	8.3*	18.3	28.4	294.2
PROMEDIO	8.7	6.7	6.4	7.3	16.7	42.4	52.4	41.7	110.9	54.5	25.4	16.4	394.7
DESVIACION ESTANDAR	4.2	4.1	4.7	6.0	22.2	40.1	52.7	37.0	103.1	36.3	13.2	9.6	166.7

* Volúmenes extras.
 FUENTE: Boletín Hidrológico N.º 32, Tomos I y III, Administración de Hidrología, S.A.R.H.

el 77% del total anual, mientras que los meses de menor escurrimiento son de enero a abril.

Los gastos máximos instantáneos ocurridos en las estaciones consideradas aparecen en el Cuadro (1.6.6), donde --- puede apreciarse que el mayor de ellos — de 6 000 m³/s — ocurrió a la altura de la estación Tempoal, en septiembre de 1955, mientras que el menor — de 177 m³/s — tuvo lugar en el sitio de la estación El Cardón, en octubre de 1977.

CUADRO (1.6.6)

GASTOS MAXIMOS INSTANTANEOS

-m³/s-

AÑO	ESTACION LOS HULES		ESTACION TERREÑILLOS		ESTACION TEMPOAL		ESTACION EL CARDON	
	Fecha	Gasto	Fecha	Gasto	Fecha	Gasto	Fecha	Gasto
1955	-	-	-	-	30 de Sep	6 000.0*	-	-
1956	-	-	-	-	14 de Sep	4 424.0	-	-
1957	-	-	-	-	28 de Sep	449.0*	-	-
1958	-	-	-	-	15 de Sep	4 100.0	-	-
1959	-	-	-	-	26 de Oct	1 507.6	-	-
1960	20 de Oct	452.6	20 de Oct	314.0	24 de Nov	1 227.0	23 de Nov	1 080.0
1961	15 de Jun	434.5	15 de Jun	525.0	16 de Jun	852.9	20 de Jun	303.5
1962	27 de Jun	457.5	4 de Jul	565.9	28 de Jun	739.2	23 de Sep	262.0
1963	3 de Jul	947.4	3 de Jul	895.9	4 de Jul	1 800.0	2 de Jul	481.0
1964	30 de Nov	258.0*	1 de Dic	397.1	2 de Dic	748.0	26 de May	188.6
1965	21 de Oct	414.9	12 de Ago	659.4	13 de Ago	792.7	21 de Oct	338.0
1966	26 de Jun	742.2	26 de Jun	1 121.7	28 de Jun	1 778.0	26 de Jun	287.0
1967	24 de Sep	1 009.4	24 de Sep	1 153.0	26 de Sep	2 245.0	24 de Sep	854.2
1968	12 de Sep	1 096.0	12 de Sep	611.2	19 de Sep	1 145.0	18 de Sep	476.0
1969	7 de Sep	825.0	7 de Sep	2 224.2	8 de Sep	1 948.0	7 de Sep	555.8
1970	26 de Sep	800.0	28 de Jun	1 420.0	28 de Sep	1 418.0	27 de Jun	560.0
1971	10 de Oct	1 064.0	10 de Oct	1 488.5	11 de Oct	1 630.0	10 de Oct	720.4
1972	23 de Oct	1 110.0	25 de Jul	529.0	29 de Jul	989.0	12 de Jun	320.0
1973	27 de Jun	749.0	22 de Jun	1 740.0	28 de Jun	1 668.0	13 de Ago	392.0
1974	21 de Jun	1 950.0	23 de Sep	3 187.8*	24 de Sep	4 950.0	23 de Sep	1 198.3*
1975	10 de Sep	2 470.0	10 de Sep	2 085.0	13 de Sep	4 040.0	12 de Sep	1 128.3
1976	11 de Jul	937.7	30 de Sep	1 000.5	1 de Oct	1 257.8	6 de Jul	414.0
1977	22 de Nov	559.0	22 de Nov	291.2*	26 de Oct	482.5	25 de Oct	177.0*
1978	24 de Sep	2 874.0*	24 de Sep	2 152.3	25 de Sep	3 725.0	24 de Sep	1 127.4
1979	9 de Sep	1 032.0	30 de Ago	656.0	10 de Sep	1 592.0	9 de Sep	667.0
1980	-	-	26 de Sep	994.1	27 de Sep	1 162.0	-	-

* Gastos extremos.

FUENTE: Boletín Hidrológico N°32, Tomos I y III, Subdirección de Hidrología, SARH.

2. USOS DEL AGUA Y DEL SUELO

2.1) Usos del agua

De acuerdo con la información proporcionada por la Dirección General de Usos del Agua y Prevención de la Contaminación, basada en los datos del IX Censo General de la Población, dentro de los nueve municipios del estado de Veracruz y los trece del de Hidalgo en que se halla comprendida la cuenca de la zona de proyecto, el volumen de agua extraído durante 1970 asciende a 265 hm³, que representa sólo el 13% del escurrimiento de los ríos Hules y Calabozo. Como puede apreciarse en el Cuadro (2.1.1.), tal volumen fue empleado en los sectores doméstico, pecuario, industrial y agrícola, pudiendo advertirse que la mayor utilización —el 88%— corresponde a éste último, dando riego a 16 439 ha distribuidas en esos municipios.

2.2) Uso actual del suelo

Según la investigación practicada, para establecer el uso que en la actualidad se da a los suelos de la superficie beneficiable —cuyo resumen figura en el Cuadro (2.2.1)— el 22% de la misma se halla abierto al cultivo, aunque cabe señalar que apenas cerca del 15% de este recurso recibe riego; el 59% corresponde a terrenos de uso pecuario; el 11% se halla enmontado; y al restante 8% no se le identificó su uso.

2.3) Agricultura

La agricultura es, después de la ganadería, la actividad económica más importante que se desarrolla en la zona de proyecto. Se realiza predominantemente bajo régimen de temporal, cultivándose, en orde de importancia, maíz, frijol, cítricos y mango. Asimismo, existen, en las riberas de las corrientes principales, pequeñas zonas de riego donde se cultiva básicamente ta

CUADRO (2.1.1)

USOS DEL AGUA EN LA CUENCA ALTA DEL RIO TEMPOAL

(miles de m³)

USO	EXTRACCION	CONSUMO	DESCARGA
<u>ESTADO DE VERACRUZ</u>			
Doméstico	5 271	1 581	3 690
Pecuario	9 623	2 889	6 734
Industrial	11 485	1 835	9 650
Agrícola	86 140	82 039	4 101
Subtotal	<u>112 519</u>	<u>88 344</u>	<u>24 175</u>
<u>ESTADO DE HIDALGO</u>			
Doméstico	4 549	1 364	3 185
Pecuario	2 058	619	1 439
Industrial	67	3	64
Agrícola	145 762	138 821	6 941
Subtotal	<u>152 436</u>	<u>140 807</u>	<u>11 629</u>
<u>RESUMEN</u>			
Doméstico	9 820	2 945	6 875
Pecuario	11 681	3 508	8 173
Industrial	11 552	1 838	9 714
Agrícola	231 902	220 860	11 042
TOTAL	<u>264 955</u>	<u>229 151</u>	<u>35 804</u>

FUENTE: Dirección General de Usos del Agua y Prevención de la Contaminación, S A R H., 1975

baço.

Entre los agricultores existen dos niveles de conocimiento, el primero, y más generalizado, es bajo y corresponde a los que se dedican a explotar cultivos tradicionales, mismos que emplean técnicas rudimentarias obteniendo bajos rendimientos. A un nivel más elevado se hallan los agricultores que siembran tabaco y que utilizan técnicas modernas para el desarrollo de esta actividad.

De la misma forma, el grado de tecnificación es, con mucho, más avanzado para el tabaco —que recibe riego por aspersión—, siendo el único cultivo al que se le aplican fertilizantes y plaguicidas, además sólo los agricultores dedicados a este cultivo reciben crédito y asesoría técnica por parte de TABAMEX, dependencia que capta la totalidad de la producción. El resto de los productos agrícolas se destina a cubrir la demanda local y —muy poco para la venta en mercados foráneos.

Con todo, la disponibilidad precaria de agua —derivada de las deficiencias inherentes al régimen de lluvias— y la falta de prácticas de fertilización origina rendimientos bastante bajos.

2.4) Ganadería

La actividad pecuaria de la zona se practica en forma extensiva y consiste principalmente en la explotación de ganado bovino de raza cebú, charolay, holstein y criollo, así como —cruzas entre ellas, estimándose que en el año de 1979 existían —unas 60 000 cabezas. Dicha actividad se halla orientada a la producción de carne que se destina a cubrir la demanda local y el —resto, la mayor parte, es enviado a otras ciudades del país, principalmente la ciudad de México, estimándose estas remesas en --- 10 500 cabezas anualmente. La producción de leche es baja y un —

gran porcentaje es adquirido por la Compañía Lechera Nestlé.

El ganado equino guarda el segundo lugar en importancia dentro de la actividad pecuaria —con 2 700 cabezas en ese mismo año—, y le siguen el caprino y el mular, siendo el ganado porcino el de menor importancia.

3. INFRAESTRUCTURA

3.1) Obras hidráulicas

En el área de estudio se localiza la unidad de riego-Platón Sánchez, perteneciente al Distrito de Riego No.60. Dicha -unidad beneficia unas 380 ha del ejido Mecapala, aprovechando los escurrimientos del río Calabozo mediante bombeos directos del río. Adicionalmente, existen otras obras que, en menor escala, también utilizan las corrientes que atraviesan la zona, ya sea con sistemas de bombeo o bien con tomas directas.

En la actualidad y como parte integrante del denominado Programa de la Huasteca Hidalguense, están realizándose diversas obras de infraestructura de temporal mediante la construcción de redes de caminos; destaca, como obra hidráulica, la realizada en la Unidad Calabozo, donde se está construyendo un sistema de riego —con una extensión aproximada de 1 000 ha— que será abastecido por una planta de bombeo instalada sobre el río Calabozo, unos 2 km aguas abajo de la confluencia del río Camaitlán.

3.2) Medios de comunicación

La Carretera Federal N° 105 —en su tramo Tempoal de Sánchez-Platón Sánchez-Chalma-Huejutla de Reyes— atraviesa longitudinalmente la zona en estudio. De esta vía, a la altura de --Tempoal de Sánchez, parte la Carretera Federal N° 127 que conduce a la ciudad de Tuxpan. Algunos caminos revestidos, que entroncan con aquella vía, llegan a las poblaciones de Tantoyuca, Zacaltianguis, Chiconamel y La Laja, localizadas todas ellas en las inmediaciones del área de proyecto.

Por lo que hace a la transportación aérea, el aeropuerto más próximo a la zona es el de la ciudad de Tampico, clasificado de medio alcance.

El puerto de Tampico —considerando como de altura—, representa el medio principal para las conexiones marítimas comerciales.

3.3) Electrificación

La Comisión Federal de Electricidad, a través del Sistema Intercomunicado Sur, Area Oriental —con capacidad instalada de 2 326 MW—, suministra energía eléctrica a la zona beneficiable. En sus inmediaciones, se cuenta con tres plantas termoeléctricas denominadas Altamira, Andonegui y Poza Rica, en los municipios de Altamira, Tampico y Molocán —los primeros en Tamaulipas y el otro en Veracruz—, y que tienen una capacidad instalada de 916 000, 27 200 y 117 000 kW, respectivamente. Existe además una central de turbogas en el municipio de Tampico, Ver., con una capacidad instalada de 14 000 kW.

El fluido es conducido por una línea de conducción de 33 kV, desde la subestación Andonegui al poblado Tempoal de Sánchez, sitio desde donde se distribuye a toda el área de proyecto mediante líneas de transmisión de 13.2 kV.

3.4) Agua potable y alcantarillado

De acuerdo con los datos consignados en el Censo General de Población 1970, aproximadamente el 16% de los habitantes de los municipios en que se encuentra el área por beneficiar recibe agua potable, la cual es suministrada mediante tomas domiciliarias; el 8% se abastece utilizando hidrantes públicos; y el 76% restante se provee empleando pozos someros, norias o directamente de las corrientes superficiales.

Por lo que se refiere al servicio de drenaje, se estima que sólo el 14% de la población mencionada cuenta con instalaciones de alcantarillado.

3.5) Centros educativos

Dentro de los seis municipios que comprenden a la zona por beneficiar, se hallan localizados 425 centros educativos. Su nivel abarca desde la instrucción preescolar hasta escuela superior en la que se imparten carreras de ingeniero en desarrollo rural y zootecnista. Esta información queda resumida en el Cuadro (3.5.1).

CUADRO (3.5.1)

CENTROS EDUCATIVOS POR MUNICIPIOS

ESCUELAS	VERACRUZ				HIDALGO		TOTAL
	Tantoyuca	Platón Sanchez	Chiconamel	Chalma	Huejutla	Orizotlán	
Preescolar	3	1	2	-	3	2	11
Primaria	124	24	20	30	115	59	372
Capacitación para el trabajo	1	1	-	-	-	-	2
Secundaria general	10	2	-	1	13	-	26
Secundaria con actividades tecnológicas agropecuarias	2	1	-	-	-	2	5
Normal	1	-	-	-	2	-	3
Bachillerato	2	-	-	-	2	-	4
Educación superior	-	-	-	-	1	-	1

FUENTE: Secretaría de Educación Pública, Estadísticas Anuales 1981.

C A P I T U L O III

ANALISIS DE LA SITUACION ACTUAL Y SU PROYECCION

3.1.) Balance agua-suelo

Como quedó definido al analizar la información climato lógica en el área beneficiable, las láminas de precipitación mensual exceden, en general, a las relativas de evapotranspiración potencial durante el lapso junio-noviembre, ocurriendo un significativo descenso de la lluvia en los meses de julio y agosto; este -- factor impide, en términos anuales, elevar los niveles de explotación agrícola por arriba de los ya alcanzados.

Ahora bien, como el escurrimiento medio anual de los ríos Los Hules y Calabozo asciende, en conjunto, a unos 2 000 hm³, y dado que existen 30 000 ha de suelos aptos para ser explotados -- agrícolamente bajo riego, el factor limitativo de desarrollo es el suelo.

3.2) Prognosis en ausencia de acciones

La carencia de una infraestructura hidráulica, acorde con la cuantía de los recursos agua y suelo ahí disponibles, no podrá ser superada por parte de los agricultores locales, toda vez -- que la magnitud de las inversiones en obras que se requieren para lograr el aprovechamiento de las aguas de los ríos Los Hules y Calabozo sobrepasa a la capacidad financiera de los usuarios de esas tierras. De ahí que, de no llevarse a efecto acciones por parte --

del gobierno federal, continuaría estancada la agricultura local, - alcanzándose según el análisis del Cuadro (3.2.1.), un valor de producción, a precios de 1980, de unos 302.168 millones de pesos anuales.

3.3) Objetivos del proyecto

De acuerdo con los recursos naturales disponibles en la zona, su ubicación, así como su nivel de desarrollo y problemática actual, las obras y acciones por llevar a cabo estarán encaminadas a incrementar la producción agrícola local. Para ello, resulta indispensable proveer de agua para riego a los terrenos susceptibles de alcanzar un desarrollo agrícola intensivo.

Las condiciones anteriores definen los objetivos prioritarios, los cuales estarán encaminados a:

- i) El incremento del aprovechamiento de la tierra hasta lograr un uso extensivo que propicie el desarrollo total de las actividades agrícolas.
- ii) Elevar el índice de utilización y distribución del agua disponible para riego.
- iii) Propiciar y mejorar las vías de comunicación, tanto internas como externas, que sirven para un movimiento más ágil y rápido de los productos generados en la zona.
- iv) Desarrollar e intensificar la tecnificación de las actividades.

Tanto las obras de infraestructura como las acciones -- propuestas, lograrán incrementar los rendimientos de la superficie abierta al cultivo e incorporar al riego las áreas que actualmente-

CUADRO (3.2.1)
 CARACTERISTICAS DE LA SITUACION SIN PROYECTO
 (a precios de 1980)

CULTIVOS	SUPERFICIE (ha)	RENDIMIENTO (ton/ha)	PRECIO MEDIO RURAL (\$/ton)	VALOR DE LA PRODUCCION (\$/ha)	VALOR TOTAL DE LA PRODUCCION (miles de \$)	INSUMOS (\$/ha)	COSTO DE LA PRODUCCION (miles de \$)
Ajonjolí	337	0.8	12 000	9 600	3 235	3 228	1 088
Caña de azúcar	37	56.0	398	22 288	825	8 314	308
Chile	88	1.1	11 000	12 100	1 065	8 600	757
Frijol	271	0.8	12 000	9 600	2 602	7 294	1 977
Jitomate	28	5.0	9 000	45 000	1 260	15 680	439
Maíz	4 622	0.9	4 500	4 050	18 719	2 032	9 392
Naranja	456	7.5	2 400	18 000	8 208	5 612	2 559
Papayo	25	15.5	4 300	66 650	1 666	15 056	376
Pastos	13 064			20 245	264 476	10 200	133 252
Sorgo	27	1.3	3 200	4 160	112	3 511	95
TOTAL	18 955				302 168		150 243

permanecen enmontadas. Como consecuencia de lo anterior, se logrará elevar considerablemente la producción agrícola y por ende acrecentar el índice de ocupación, alcanzando un mayor nivel de ingresos en la zona.

3.4) Cédula de cultivos

Conforme a las características de los suelos y a las condiciones climatológicas que prevalecen en la zona, se requiere que los obstáculos físicos que limitan su desarrollo agrícola se ven salvados al cumplir con los requerimientos de riego y drenaje, así como con la realización de los trabajos preagrícolas necesarios.

En el Cuadro (3.4.1) se plantea la cédula de cultivos, ciclos de siembra y cosecha, así como los rendimientos, precios, costos de producción y utilidades de cada cultivo factible en la zona de estudio, a fin de mejorar el aprovechamiento de los suelos. Esta información proviene de los campos de experimentación agrícola que operan en la zona y cuyas características son semejantes a las de la zona en estudio. Asimismo, se tomó en cuenta el conocimiento empírico de los agricultores y en cuanto a los costos de producción y utilidades para cada cultivo, se consideraron los referentes a la región.

3.5) Patrón de cultivos

Con el propósito de disponer de los elementos que permitieran hacer una cuantificación de la producción agrícola generable en la zona, así como las características de la demanda inherente a dicha producción, se procedió a elaborar un patrón de cultivos preliminar, el cual se obtuvo mediante un modelo de programación lineal que tiene como objetivo maximizar la utilidad de los agricultores, deducida a precios de 1980. Asimismo, hubieron de tenerse en cuenta las limitaciones impuestas por las características agroológicas, de mercado y la ocupación mensual de tierras a que hu

CUADRO (3.4.1)

CULTIVOS FACILITADOS

CULTIVO	FECHAS		PRECIO (\$/ton)	RENDIMIENTO (ton/ha)	VALOR DE LA PRODUCCION (\$/ha)	COSTO (\$/ha)	CUOTAS (\$/ha)	UTILIDAD (\$/ha)
	Siembra	Cosecha						
Ajenjoli	Marzo	Julio	12 000	0,8	9 600	5 504	700	3 395
Ajenjoli	Abril	Agosto	12 000	0,8	9 600	5 504	637	3 453
Ajenjoli	Mayo	Septiembre	12 000	0,8	9 600	5 504	530	3 566
Ajenjoli	Junio	Octubre	12 000	0,8	9 600	5 504	464	3 632
Ajenjoli	Octubre	Febrero	12 000	0,8	9 600	5 504	700	3 395
Ajenjoli	Noviembre	Marzo	12 000	0,8	9 600	5 504	870	3 226
Ajenjoli	Diciembre	Abril	12 000	0,8	9 600	5 504	950	3 146
Arroz	Mayo	Octubre	6 000	5,5	33 000	13 686	2 141	17 173
Arroz	Junio	Noviembre	6 000	5,5	33 000	13 686	2 238	17 076
Arroz	Julio	Diciembre	6 000	5,5	33 000	13 686	2 359	16 955
Chile	Octubre	Febrero	11 000	13,0	143 000	34 735	607	107 658
Chile	Noviembre	Marzo	11 000	13,0	143 000	34 735	636	107 629
Chile	Diciembre	Abril	11 000	13,0	143 000	34 735	672	107 593
Frijol	Enero	Mayo	12 000	2,1	25 200	11 774	648	12 778
Frijol	Febrero	Junio	12 000	2,1	25 200	11 774	633	12 793
Frijol	Junio	Octubre	12 000	2,1	25 200	11 774	618	12 808
Frijol	Julio	Noviembre	12 000	2,1	25 200	11 774	619	12 807
Frijol	Agosto	Noviembre	12 000	2,1	25 200	11 774	648	12 778
Jitomate	Junio	Octubre	9 000	11,9	107 100	32 203	539	74 358
Jitomate	Julio	Noviembre	9 000	11,9	107 100	32 203	539	74 358
Jitomate	Noviembre	Marzo	9 000	11,9	107 100	32 203	660	74 237
Jitomate	Diciembre	Abril	9 000	11,9	107 100	32 203	690	74 199
Jitomate	Enero	Mayo	9 000	11,9	107 100	32 203	752	74 145
Maiz	Mayo	Octubre	4 500	4,0	18 000	10 100	563	7 337
Maiz	Junio	Noviembre	4 500	4,0	18 000	10 100	623	7 277
Maiz	Junio	Diciembre	4 500	4,0	18 000	10 100	783	7 117
Maiz	Noviembre	Abril	4 500	4,0	18 000	10 100	1 004	6 896
Maiz	Diciembre	Mayo	4 500	4,0	18 000	10 100	1 072	6 828
Maiz	Enero	Junio	4 500	4,0	18 000	10 100	848	7 052
Sorgo	Mayo	Octubre	3 200	5,5	17 600	9 292	550	7 758
Sorgo	Junio	Noviembre	3 200	5,5	17 600	9 292	590	7 718
Sorgo	Julio	Diciembre	3 200	5,5	17 600	9 292	630	7 678
Sorgo	Diciembre	Mayo	3 200	5,5	17 600	9 292	1 030	7 278
Soya	Abril	Agosto	6 400	2,3	14 720	9 783	394	4 543
Soya	Mayo	Septiembre	6 400	2,3	14 720	9 783	394	4 543
Soya	Junio	Octubre	6 400	2,3	14 720	9 783	368	4 569
Alfalfa	Junio	Perenne	12 000	7,4	88 800	10 687	1 377	76 736
Caña	Perenne		415	102,0	42 330	33 745	2 308	6 277
Maranja	Perenne		2 400	12,7	28 800	12 121	1 222	15 457
Mango	Perenne		5 000	8,4	42 000	12 003	1 320	28 677
Papaya	Perenne		4 300	38,8	166 840	32 482	1 321	133 037
Passiflora	Perenne		-	-	59 155	49 626	1 208	16 622

NOTAS:
 * El ciclo vegetativo incluye el mes de preparación.
 ** Los cultivos perennes tienen rendimiento anual equivalente a la tasa del 12%.
 *** A precios de 1980.

biese lugar. Las características principales del patrón de cultivos aparecen consignados en el Cuadro (3.5.1)

De acuerdo con el referido patrón podrán cosecharse - 34 668 ha y tomando en cuenta que se halla referido a una superficie física de 24 224 ha, la intensidad de cultivos resultantes es de 1.43; por lo tanto, el rendimiento esperado asciende a 36 992 pesos por hectárea.

A su vez, en el Cuadro (3.5.2), se muestran las características de la producción agrícola que previsiblemente se lograrían a la maduración del proyecto. Tal como puede apreciarse - en dicho arreglo, el valor de la producción alcanzaría, a precios de 1980, unos 1 282.432 millones de pesos.

CUADRO (3.5.1)

PATRON DE CULTIVOS DE MAXIMA UTILIDAD

CULTIVOS	SUPERFICIE (ha)	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Ajonjolif	620			XX									
Ajonjolif	72					XX							
Ajonjolif	292	XXXXXXXXXXXXXXXXXX									XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX		
Arroz	515						XX						
Arroz	3 119							XX					
Chile verde	328	XXXXXXXXXXXXXXXXXX									XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX		
Frijol	3 844						XX						
Frijol	409							XX					
Frijol	620								XX				
Jitomate	211							XX					
Maiz	620	XX										XXXXXXXXXXXXXXXXXX	
Maiz	6 647	XX											
Sorgo	2 908								XX				
Sorgo	4 359	XX											XXXX
Soya	548					XX							
Aguacate	211	XX											
Naranja	609	XX											
Mango	187	XX											
Papayo	71	XX											
Pastos	8 478	XX											
T O T A L	34 668	21 802	21 802	21 802	21 802	21 802	21 802	21 802	21 802	21 802	21 802	18 578	21 802

Superficie física: 24 224 ha
 Intensidad de cultivos: 1.43

CUADRO (3.5.2)

PREVISIONES A LA MADURACION DEL PROYECTO

(a precios de 1980)

CULTIVOS	SUPERFICIE (ha)	RENDIMIENTO (ton/ha)	PRECIO MEDIO RURAL (\$/ton)	VALOR DE LA PRODUCCION (\$/ha)	VALOR TOTAL DE LA PRODUCCION (miles de \$)	INSUMOS (\$/ha)	COSTO DE LA PRODUCCION (miles de \$)
Ajonjolif	620	0.8	12 000	9 600	5 952	3 228	1 335
Ajonjolif	72	0.8	12 000	9 600	691	3 228	155
Ajonjolif	292	0.8	12 000	9 600	2 803	3 228	629
Arroz	515	5.5	6 000	33 000	16 995	9 159	4 717
Arroz	3 119	5.5	6 000	33 000	102 927	9 159	28 567
Chile	328	13.0	11 000	143 000	46 904	8 600	2 821
Frijol	3 844	2.1	12 000	25 200	96 869	7 294	28 038
Frijol	409	2.1	12 000	25 200	10 307	7 294	2 983
Frijol	620	2.1	12 000	25 200	15 624	7 294	4 522
Jitomate	211	11.9	9 000	107 100	22 598	15 680	3 308
Maiz	620	4.0	4 500	18 000	11 160	5 612	3 479
Maiz	6 647	4.0	4 500	18 000	119 646	5 612	37 303
Sorgo	2 908	5.5	3 200	17 600	51 181	6 927	20 144
Sorgo	4 359	5.5	3 200	17 600	76 718	6 927	30 195
Soya	548	2.3	6 400	14 720	8 067	5 745	3 148
Aguacate	211	7.4	12 000	88 800	18 737	6 774	1 429
Naranja	609	12.0	2 400	28 800	17 539	5 612	3 418
Mango	187	8.4	5 000	42 000	7 854	3 220	602
Papayo	71	38.8	4 300	166 840	11 846	15 056	1 069
Pastos	8 478	-	-	74 698	633 290	52 638	409 738
TOTAL	34 660				1 282 432		588 657

C A P I T U L O I V

SISTEMAS HIDRAULICOS ALTERNATIVOS

4.1. Concepción de sistemas

Para definir el aprovechamiento —o conjunto de -- aprovechamientos— destinados a servir la zona denominada Tempoal-Hules y Calabozo-Camaitlán, se analizaron cuatro esquemas alternativos, que contemplan la utilización de los caudales de uno o de ambos ríos y la construcción de las obras de almacenamiento y derivación:

- i) El Sistema I, que contempla el aprovechamiento del río los Hules para regar la zona Tempoal--Hules.
- ii) El Sistema II, que propone utilizar los escurremientos del río Calabozo para el riego de ambas zonas.
- iii) El Sistema III, que prevé la regulación del --río Camaitlán en el riego.
- i) El Sistema IV, que en adición al segundo sistema, pretende aprovechar los caudales del río - Los Hules en el riego de la totalidad del área conduciendo las aguas reguladas en Acatepec hacia dicha derivadora, a través de un túnel.

4.2) Preselección de sistemas por su costo

Con el propósito de elegir entre los sistemas pro

puestos, el más indicado para los fines del proyecto, se procedió a realizar el correspondiente análisis efectividad-costo, considerando, como medida de efectividad, el volumen de extracción de cada sistema. Para ello, se simuló el funcionamiento hidráulico de los mismos, con arreglo a la ley de demandas -- mostrada en el Cuadro (4.2.1) -- del patrón preliminar de cultivos formulado con ese objeto.

Como resultado de lo anterior, se obtuvieron las relaciones capacidad-extracción para los diversos sistemas planteados, los cuales se muestran en la Gráfica (4.2.1). Asimismo, se determinó que por simple derivación, en los sitios Hules y Terrerillos, es posible extraer con los sistemas I y II un volumen medio anual de 67.2 y 50 hm³, respectivamente.

Para establecer la altura de presa relacionada con la capacidad de conservación, se consideró que, en todos los casos, el vertedor sería de cresta libre; y, mediante la simulación del paso de la avenida máxima probable, se determinó el NAME. Sumando a estos valores la altura del bordo libre, se definió la propia de la cortina para las capacidades de conservación consideradas.

A fin de determinar el costo de las presas de almacenamiento, se elaboraron los correspondientes anteproyectos preliminares, estableciendo las principales cantidades de obra para diferentes tamaños, a las cuales se les aplicaron precios índices con objeto de definir las relaciones entre costo y altura de cortina. La relación capacidad de conservación-costo se determinó combinando esta última función con la de capacidad-altura de cortina, descrita ya en el párrafo anterior.

Posteriormente, se procedió a definir las relaciones extracción-costo de cada sistema, a través de las funciones de capacidad-extracción y costo-capacidad. Los resultados obte

CUADRO (4.2.1)

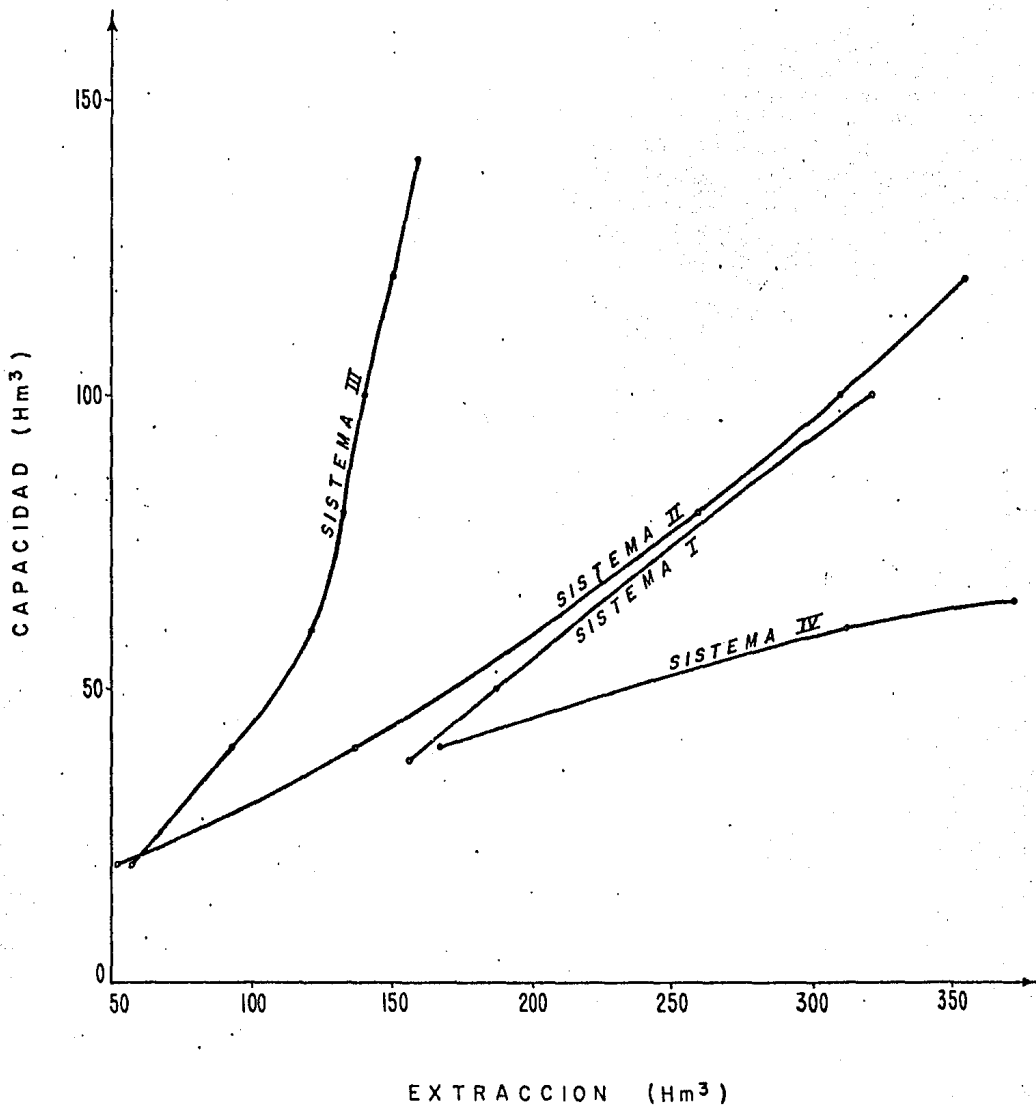
DISTRIBUCION MENSUAL DE LA DEMANDA

M E S	VOLUMEN * (miles de m ³)	VOLUMEN %
Enero	14 047.62	4.55
Febrero	20 761.66	6.73
Marzo	33 182.75	10.75
Abril	37 263.87	12.08
Mayo	33 125.31	10.74
Junio	15 698.70	5.09
Julio	16 977.52	5.50
Agosto	39 482.83	12.80
Septiembre	29 221.80	9.47
Octubre	33 781.37	10.95
Noviembre	19 287.21	6.25
Diciembre	15 731.50	5.10
T O T A L	308 562.14	100.00

Superficie física: 24 224 ha.

* Determinada a través del criterio de Blaney-Criddle, considerando una eficiencia global de 60%.

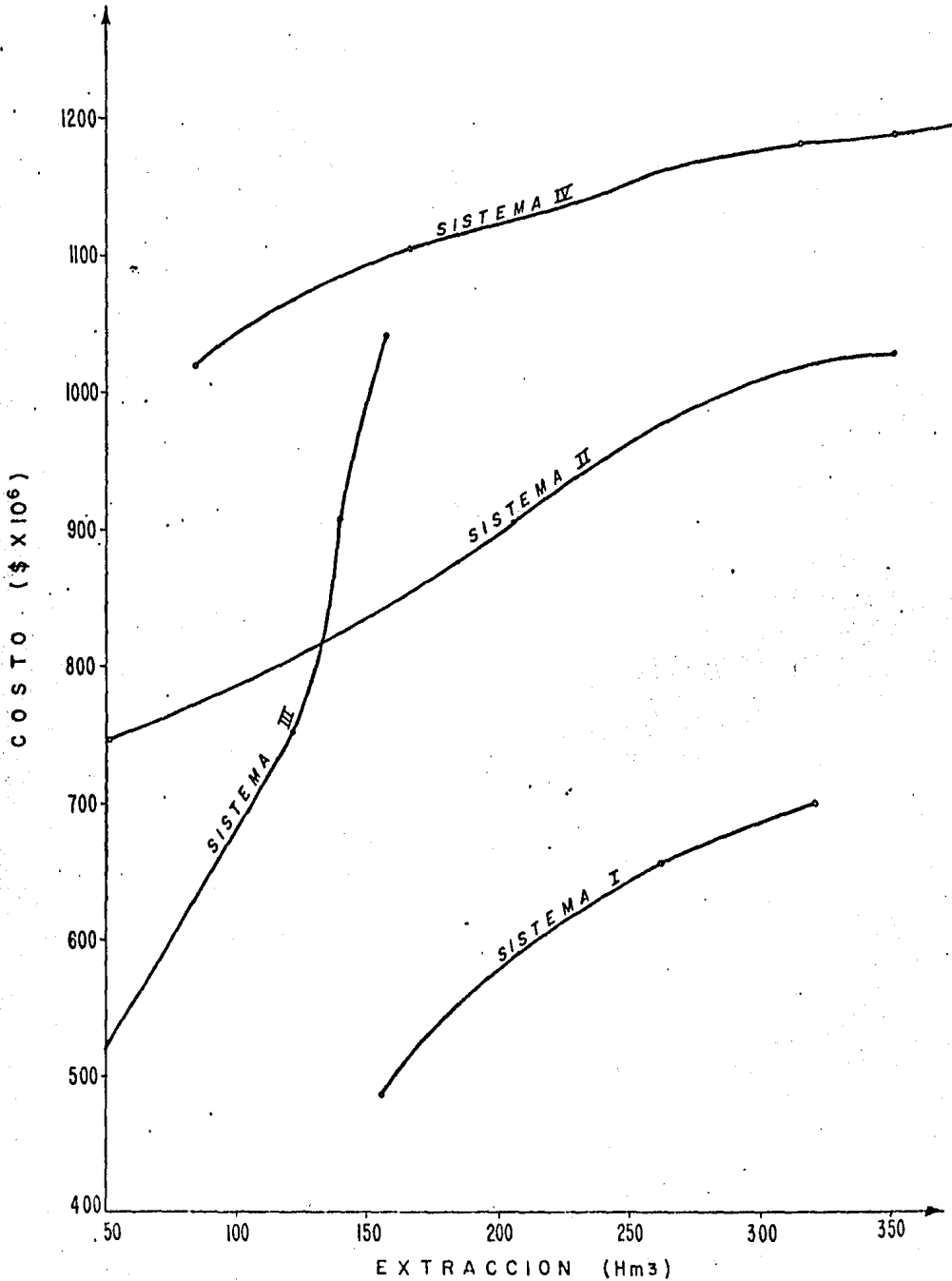
GRAFICA (4.2.1)
CURVA CAPACIDAD-EXTRACCION



nidos se muestran en la Gráfica (4.2.2), arreglo en el cual puede apreciarse que, para extracciones superiores a los 150 hm³, el esquema de menor costo es aquél que propone la erección de la presa de almacenamiento Hules —Sistema I— .

Ahora bien, tomando en cuenta que desde ese embase no es posible atender los suelos comprendidos en la zona Calabozo -Camaitlán —solo dominables desde los otros sistemas—, para su riego, el esquema que requiere de la menor inversión, tal como puede apreciarse en la gráfica anterior, es que incluye la presa Camaitlán —Sistema III— hasta una extracción cercana a 125 hm³; y para niveles de extracción superiores, en caso de ser necesario, el menor costo corresponde al sistema II. Obviamente, para los volúmenes de agua que es posible obtener por simple derivación, la mínima inversión requerida está asociada a los sistemas que consideran la construcción de las presas derivadoras Hules y Terrerillos.

CURVA EFECTIVIDAD-COSTO



4.3) Clasificación de alternativas de tamaño

Para determinar tanto la configuración de la superficie regable como su magnitud, se formuló el anteproyecto de -- los canales principales que partirían de las presas de derivación, terrerillos y Hules, y de almacenamiento, Camaitlán y Hules, definiéndose, con ello, la superficie máxima que técnicamente puede regarse desde dichas obras. Con ese mismo fin, adicionalmente se determinó la superficie máxima que --aún cuando no fuera posible dominarla por gravedad-- podría ser abastecida desde el almacenamiento Hules mediante plantas de bombeo, seis en total, localizadas sobre el río Tempoal.

De esta forma se llegó a establecer que la superficie máxima, técnicamente posible de beneficiar, asciende a --- 27 459 Ha, de los cuales 20 926 Ha corresponden a la zona Tempoal-Camaitlán. Cabe señalar que gran parte de la zona Tempoal-Hules --12 322Ha-- puede ser atendida por gravedad, mientras que para regar el resto de esa área --8 604 Ha-- se requeriría instalar seis plantas de bombeo sobre el río Tempoal, tres en cada margen, entre las que destaca la planta de bombeo aquí denominada B-4 (Platón Sánchez) --que además requeriría de una planta de rebombeo, identificada como RB-4, para atender 1 007 Ha--, con la cual se regaría una superficie total de 5 089 Ha ubicada hacia la margen izquierda del río Tempoal, inmediatamente aguas abajo del poblado de aquel nombre.

La propia configuración del anteproyecto y la capacidad de riego de los sistemas planteados, indujo al análisis de siete alternativas de tamaño, con objeto de determinar la escala más apropiada del proyecto. Las cinco primeras, que consideran el aprovechamiento del río Hules --Sistema I--, surgen de la adición sucesiva de terrenos aptos, comprendidos en la zona Tempoal-Hules, para incorporarse al área beneficiable, mientras

que las dos restantes corresponden únicamente al riego de la zona Calabozo-Camaitlán; a continuación se presenta una breve descripción de las obras que integrarían tales alternativas:

- i) La primera alternativa, denominada I-1, pretende el riego de 5 274 Ha ubicadas hacia el margen derecho del río Hules, utilizando para esto la presa derivadora Hules.
- ii) La alternativa I-2 contempla atender las 11 148 Ha de terrenos localizados hacia ambos márgenes del río Hules, para lo cual se requeriría de la erección de la presa de almacenamiento Hules.
- iii) La opción indentificada como I-3 incrementará el área hasta 16 237 utilizando, además de la estructura considerada en el caso anterior, la planta de bombeo B-4 (platón Sánchez) y la propia de rebombeo RB-4.
- iv) Por su parte, la alternativa I-4 tiene por objeto el riego de 17 411 Ha; las estructuras que la integran son similares a la alternativa anterior, el incremento del área se debe a un mayor desarrollo de un canal lateral de la margen derecha del río Hules, que cruza, mediante un sifón, hacia la margenderecha del río Calabozo, incorporando 1 174 Ha de éste margen.
- v) La quinta alternativa, denominada I-5, considera el riego de la totalidad de la zona Tempoal-Hules —20 926 Ha—, incorporando los terrenos regables mediante la instalación de las otras cinco plantas de bombeo.

- vi) A su vez, la ahora llamada alternativa II-1 pretende el riego de 3 925 Ha de terrenos - correspondientes a la zona Calabozo-Camaitlán utilizando para ello la presa derivadora Terrerillos.
- vii) Finalmente la séptima y última alternativa- denominada III-1, pretende el riego de la totalidad de la zona Calabozo-Camaitlán- - - - --6 533 Ha-- , para lo cual se requeriría de la construcción de la presa de almacenamiento Camaitlán.

Cabe señalar que, de entre las cinco primeras alternativas, la mejor opción es adicionable a la que resulte más conveniente para el riego de la zona Calabozo-Camaitlán, alternativas II-1 y III-1.

4.4) Dimensionamiento hidráulico de las presas Hules y Camaitlán.

A fin de determinar las características de las presas Hules y Camaitlán asociadas a cada una de las alternativas- de tamaño propuestas, se utilizaron los volúmenes de demanda relacionados con cada superficie, considerados proporcionarles al volumen que resulta del patrón de cultivos descritos en el capítulo anterior.

Considerando que dichos almacenamientos tendrían - una capacidad muerta de 30 y 5 hm³, respectivamente, y utilizando la ley de demanda del citado patrón, se simuló el funcionamiento de cada sistema, cuyos resultados se ilustran en el Cuadro (4.4.1), donde también se incluyen los correspondientes a - las alternativas que solamente contemplan derivación.

CUADRO (4.4.1)

RESUMEN DE LAS SIMULACIONES DE FUNCIONAMIENTO DE VASOS Y DERIVADORAS

— 1960-1980 —

ALTERNATIVA	VOLUMENES (hm ³)			PORCENTAJE DE:			
	CAPACIDAD	DEMANDA	EXTRACCION	APROVECHAMIENTO	DERRAMES	EVAPORACION	DEFICIT
I-1	-	67.2	66.3	7.4	92.6	-	1.3
I-2	40	154.7	151.0	15.6	84.6	-0.2	2.4
I-3	60	215.0	210.9	21.8	78.5	-0.3	1.9
I-4	65	228.5	224.4	23.2	77.1	-0.3	1.8
I-5	85	280.4	276.5	28.5	71.9	-0.4	1.4
II-1	-	50.0	49.1	2.6	97.4	-	1.8
III-1	40	93.0	88.3	54.2	47.1	-1.3	2.8

A su vez, para determinar la sobrecapacidad que - permitiese el paso de la avenida máxima respectiva por cada almacenamiento, se transitó ésta por cada una de las capacidades de conservación definidas mediante el proceso anterior, y suponiendo diversas longitudes de la cresta vertedora, con descarga libre. Mediante el correspondiente análisis económico, se estableció que la longitud de vertedor más conveniente es de 60 m para ambas presas. En el Cuadro (4.4.2) se consignan, para cada alternativa, las características de las presas Hules y Camaitlán figurando también ahí las elevaciones de la cresta vertedora, el NAME, el gasto máximo de descarga y la altura de corona, cuyo -- bordo libre sería de 3 m.

4.5) Estimación preliminar de costos y programas de inversión

El costo preliminar de las presas derivadoras Hules y Terrerillos se obtuvo de los presupuestos elaborados con base en las principales cantidades de obra consideradas en el -- anteproyecto de dichas presas.

En cuanto a la zona regable, se formuló el ante-- proyecto correspondiente a cada una de las distintas áreas que integran las alternativas, habiéndose estimado el antepresupuesto de las superficies que serían regadas por gravedad y de las atendibles por bombeo. Con respecto a las plantas de bombeo para el riego de estas últimas áreas, se determinaron las características de los equipos necesarios, estimándose, con base en -- precios índice, sus costos, asimismo, se estimó el consumo de -- energía eléctrica que, anualmente, implicaría su operación. Un resumen de las características de las plantas de bombeo propuestas para cada zona aparecen en el Cuadro (4.5.1), ordenadas según el sentido de la corriente.

CUADRO (4.4.2)
 CARACTERISTICAS DE LAS PRESAS*

ALTERNATIVA	CAPACIDAD TOTAL (hm ³)	ELEVACION C.V. (m.s.n.m)	CARGA SOBRE EL VERTEDOR (m)	GASTO MAXIMO DE DESCARGA (m ³ /s)	N A M E (m.s.n.m)
I-2	40	93.0	12.6	5 875	105.6
I-3	60	96.0	12.7	5 775	108.7
I-4	65	96.5	12.7	5 750	109.2
I-5	85	98.7	12.8	5 650	111.5
III-1	40	128.8	4.2	1 132	133.0

* Para todas las alternativas, la longitud del vertedor es de 60 m.

CUADRO (4.5.1)

CARACTERISTICAS DE LAS PLANTAS DE BOMBEO

UBICACION Y DENOMINACION	SUPERFICIE (ha)	POTENCIA (H.P)	COSTO DEL EQUIPO (millones de pesos*)	CONSUMO DE ENERGIA (MWh/año)
<u>MARGEN DERECHA</u>				
B - 1	912	400	7.080	750.3
B - 2	1 057	350	6.220	625.0
B - 3	1 134	375	6.125	700.0
<u>MARGEN IZQUIERDA</u>				
B - 4 (Platón Sánchez)	4 911	1 200	15.520	2 609.3
RB - 4	1 007	350	6.180	517.8
B - 5	125	40	1.120	749.5
B - 6	287	90	2.145	103.3

* A precios de 1980.

En relación con los almacenamientos, se elaboraron los anteproyectos y antepresupuestos de las presas, habiéndose determinado sendos costos índice en función del material por colocar en las cortinas, mismas que se aplicaron a los volúmenes correspondientes a los diferentes tamaños de presas mencionados en el inciso anterior, obteniéndose así los costos de presas para dichas capacidades. En el Cuadro (4.5.2) figuran los presupuestos de obra para cada alternativa.

Para establecer los programas de inversión, se consideró que el período constructivo de las alternativas que incluyen el almacenamiento Hules sería de cuatro años; y que las otras tres alternativas que no incluyen dicho embalse tendrían períodos constructivos de tres años. La distribución anual de las inversiones figuran en el Cuadro (4.5.3).

4.6) Análisis de tamaño

Con objeto de definir cuales serían, entre las alternativas planteadas para el riego de las dos zonas previamente identificadas, las opciones más recomendables para impulsar el desarrollo agrícola de la región, se procedió a realizar las correspondientes evaluaciones económicas, a nivel preliminar. Tales análisis se llevaron a cabo considerando como medida de efectividad el incremento en el valor agregado que tendría lugar al realizarse las acciones propuestas, valorado a los precios vigentes de 1980.

Los resultados de las evaluaciones económicas practicadas aparecen en el Cuadro (4.6.1), donde puede apreciarse -- que, para el riego de la zona Tempoal-Hules, la iniciativa que contempla atender las 20 926 Ha de esa zona mediante la erección de la presa de almacenamiento Hules y la instalación de las seis

CUADRO (4.5.2)
 PRESUPUESTO PRELIMINAR DE LA ZONA REGABLE
 (En millones de pesos a precios de 1980)

Sistema y Alternativa	Presa de Almacenamiento	Presa Derivadora	Zona* de riego	Obras con_ plementarias	Indenu_ zaciones	Trabajos preagrícolas	Maquinaria y equipo	Costo total
I-1	-	283.9	249.9	5.3	2.4	25.6	7.3	574.4
I-2	500.0	-	534.3	11.1	3.5	54.2	15.4	1 118.5
I-3	635.0	-	791.3**	16.2	4.3	78.9	22.5	1 548.2
I-4	660.0	-	865.9**	17.4	4.3	84.6	24.1	1 656.3
I-5	720.0	-	1 033.5**	20.9	7.0	101.7	29.0	1 912.1
II-1	-	329.6	250.3	3.9	1.4	19.1	5.4	609.7
III-1	660.0	-	404.4	6.5	2.1	31.8	9.0	1 113.8

* Incluye costos del canal principal y de los sistemas de distribución, drenaje y caminos.

** Incluye además el costo de la obra civil de las plantas de bombeo.

CUADRO (4.5.3)

PROGRAMAS DE INVERSION
En millones de pesos a precios de 1980

ALTERNATIVA	SUPERFICIE (ha)	COSTO TOTAL	A N O S			
			1	2	3	4
I-1	5 274	574.40	184.20	254.80	135.40	-
I-2	11 148	1 118.50	178.70	285.30	387.40	267.10
I-3	16 237	1 548.20	246.00	392.94	531.90	377.36
I-4	17 411	1 656.30	266.00	421.60	567.20	401.50
I-5	20 926	1 912.10	304.80	483.10	651.40	472.80
II-1	3 925	609.70	143.80	274.45	191.45	-
III-1	6 533	1 113.80	256.70	507.60	349.50	-

plantas de bombeo sobre el río Tempoal, como obras principales--
—alternativa I-5—, es la que genera el mayor valor presente de
los beneficios netos. A su vez, para dotar con agua a los suelos
aptos de la zona Calabozo-Camaitlán, como se observa en el cita-
do arreglo, la opción que considera el riego parcial de esa zona
—3 925 ha—, mediante la construcción de la presa derivadora Te
rrerillos, como obra de cabeza —alternativa II-1—, es la que -
produce el más alto valor presente de los beneficios netos, recom
endándose estas dos opciones para su estudio a mayor detalle.

C A P I T U L O V

INGENIERIA DE PROYECTO

5.1) Descripción general de los esquemas seleccionados.

De acuerdo con los resultados de los análisis referidos al capítulo anterior, el proyecto quedaría integrado por las obras consideradas en los esquemas de riego que se denominarán, de ahora en adelante, Calabozo - Camaitlán y Hules - Tempoal - Independientes entre sí y por lo tanto acumulables -, que contemplen el riego de las zonas previamente identificadas con esos nombres.

i) Esquema Calabozo - Camaitlán.

Este esquema contempla al riego de 3 925 Ha, mediante la construcción de la presa derivadora Terrerillos que atendería, por una parte, los terrenos ubicados hacia la margen derecha del río Calabozo, que comprenden 3 848 Ha y, por la otra, una pequeña porción situada entre este río y el Camaitlán que abarca 77 Ha.

ii) Esquema Hules - Tempoal.

La superficie por atender mediante la realización de las obras asociadas con esta propuesta ascienden a 21 222 Ha, de las cuales 6 512 Ha se hallan ubicadas en la margen derecha del río Los Hules, 5 474 Ha hacia la margen opuesta, 810 Ha sobre la margen derecha del río Calabozo, aguas abajo de la zona regable mediante el esquema anterior, y las 8 426 Ha restantes se hallan distribuidas en seis zonas ubicadas en ambos márgenes del río Tempoal - tres hacia cada margen -, aguas abajo del poblado Platón Sánchez. En el Croquis (5.1.1) se muestra la ubicación de las superficies y obras contempladas en ambos esquemas.

5.2) Descripción de las instalaciones del Esquema Calabozo - Camaitlán.

a) PRESA DERIVADORA TERRERILLOS.

Se ha previsto que esta estructura, principal obra de cabeza de este esquema, sea flotante, tipo indio, tomando en cuenta las características topográficas del sitio identificado con ese nombre. Ha sido diseñada para dar paso a un gasto de $4\ 900\ \text{m}^3/\text{s}$, asociado a un período de retorno de 100 años. La cresta vertedora tendría 300 m de longitud y el paso del caudal de diseño que alcanzaría una carga de 4.35 m.

La cortina estaría, formada, en su mayor parte por enrocamiento, con un muro de concreto simple de 9.5 m de altura y un metro de espesor, que se desplantaría sobre el material de acarreo a la elevación 84.5 m en toda su longitud. Hacia aguas arriba del eje de la presa se excavaría una trinchera en el material de acarreo - con 11.5 m de base, 4.5 m de profundidad y taludes de 1.5:1 sobre la que se colocaría un relleno de material impermeable compactado, mismo que se apoyaría sobre el muro de concreto. Entre el material impermeable y la chapa exterior de concreto para protección - misma que tendría 3.0 m de espesor y talud 3:1 -, se colocaría un filtro de arenas y gravas bien graduadas.

Hacia aguas abajo del muro vertedor se construiría un delantal de enrocamiento de 3.0 m de espesor que en su mayor longitud se hallaría sobre un filtro de arenas y gravas bien graduadas de 0.6 m de espesor, y éste a su vez se colocaría directamente sobre el material de acarreo. Dicho delantal se iniciaría con una banqueta de 5.0 m de ancho que serviría como vado, continuando con un talud de 12:1, por una distancia de 105.0 m, al término del cual se hallaría una trinchera trapecial de 8.0 m de base, 5.0 m de profundidad y taludes 2:1, con relleno de roca.

La obra de toma, localizada en la margen derecha, estará formada por un canal rectangular de 3.24 m de ancho - dimensión que incluye, en su inicio un muro intermedio de 0.2 m de espesor -, con una longitud de 80 m, para ligar, mediante una transición de 6.0 m de largo, al canal principal Terrerillos. Aquella estructura ha sido diseñada para dar paso a un gasto de $4.21 \text{ m}^3/\text{s}$, mismo que se regularía por medio de dos compuertas deslizantes de $1.22 \times 1.22 \text{ m}$, accionable desde un puente de maniobras ubicado a la cota 100.0 m. El umbral de esas compuertas se hallaría a la elevación 91.78 m, o sea 0.98 m arriba de la plantilla de la obra de limpia. El acceso se realizaría mediante un canal de 150 m de longitud, con pendiente horizontal a la elevación 90.8 m y ancho de plantilla de 4.5 m; se excavaría en el terreno natural formando taludes 2:1,

La derivadora contaría con una estructura desarenadora — ligada a la obra de toma de sección rectangular, que tendría 4.5 m de base, y se hallaría a la elevación 91.0 m en la sección de control se instalarían dos compuertas radiales de $2.0 \times 2.0 \text{ m}$, que serían operadas desde un puente localizado a la elevación 100.0 m y comunicaría con un canal rectangular — con longitud de 105.0 m, ancho de 4.5 m y pendiente de 0.0013 —, que ha sido diseñada para descargar un gasto de $20 \text{ m}^3/\text{s}$, en régimen supercrítico. (ver Plano General Derivadora Terrerillos).

En el cuadro (5.2.1) se muestran las principales características de la presa derivadora Terrerillos.

b) CANAL PRINCIPAL TERRERILLOS.

Esta estructura tendría su origen en la obra de toma de la derivadora Terrerillos, con plantilla a la elevación 91.80 m; sería de sección trapecial, con taludes 1.4:1, dominaría los terrenos bajos comprendidos entre los ríos Calabozo y Camaitlán — 77 Ha —, y cruzaría, mediante sifón, hacia la margen derecha de esta corriente, para atender las otras 3 848 Ha consideradas en el esquema Calabozo — Camaitlán.

CUADRO (5.2.1)

CARACTERISTICAS HIDRAULICAS DE LA
PRESA DERIVADORA TERRERILLOS

C O N C E P T O	UNIDAD	MAGNITUD
Avenida de diseño	m^3/s	4 900.00
Carga Hidráulica	m	4.35
Longitud de la cresta vertedora	m	300.00
Elevación de la cresta vertedora	msnm	94.00
Elevación al NAME	msnm	98.35
Elevación del nivel de operación	msnm	100.00
Capacidad obra de toma	m^3/s	4.21

La capacidad del canal variaría desde $4.21 \text{ m}^3/\text{s}$ en la obra de toma hasta $1.11 \text{ m}^3/\text{s}$ en su tramo final, tendría un desarrollo de 16.0 Km y estaría revestido de concreto en toda su longitud. En el cuadro (5.2.2) se consignan las características geométricas e hidráulicas de este canal, (ver plano N°4).

c) SISTEMAS DE DISTRIBUCION, DRENAJE Y CAMINOS

El sistema de distribución se hallaría constituido -- por canales laterales, sublaterales y ramales, de sección trapezoidal, taludes 1.5:1, revestidos de concreto en toda su longitud. A este nivel de estudios, únicamente se proyecta la localización en planta de los mismos, sin determinar sus características hidráulicas y geométricas, alcanzando una longitud total de 30.6 Km. Para dar una idea del tamaño de esos canales, baste señalar que el mayor de los laterales tendría una capacidad de $1.87 \text{ m}^3/\text{s}$ y dominaría una superficie de 1 300 Ha.

Para desalojar las aguas excedentes, se construiría una red de drenaje a cielo abierto que tendría una longitud total de 20.3 Km; de ellos 6.5 Km serían construídos en su totalidad, -- mientras que los 13.8 Km restantes consideran los drenes naturales mismos que sólo requerirían de una rectificación de la caja de sucauce.

Asimismo, se ha previsto construir un sistema de caminos internos de operación, servicio y enlace, de manera que las vías principales irían paralelas al canal principal, alcanzando -- 16.0 Km de longitud; las secundarias a las redes de distribución y drenaje, con una longitud de 50.9 Km y las de enlace formarían los circuitos de comunicación interna, llegando a tener 3.3 Km de longitud.

5.3) Descripción de las instalaciones del esquema Hules - Tempoal

CUADRO (5.2.2)

CARACTERISTICAS GEOMETRICAS E HIDRAULICAS
DEL CANAL PRINCIPAL TERRERILLOS.

TRAMO Km a Km	Q (m ³ /s)	A (m ²)	v (m/s)	b (m)	d (m)	r (m)	n	s
0+000-7+100	4.28	7.23	0.59	1.70	1.70	0.923	0.016	0.00010
7+100-14+300	2.55	4.90	0.52	1.40	1.40	0.760	0.016	0.00010
14+300-16+000	1.11	2.76	0.40	1.05	1.05	0.570	0.017	0.00010

a) PRESA DE ALMACENAMIENTO HULES

Esta estructura, principal obra de cabeza del Esquema Hules - Tempoal, ha sido diseñada para una capacidad total de --- 250.0 hm^3 , de los cuales 30.0 hm^3 corresponderían a azolves, ---- 55.0 hm^3 a riego y 165.0 hm^3 a sobrealmacenamiento. En el cuadro (5.3.1) se resumen sus principales características.

La cortina de esta presa tendría una altura máxima de 42.5 m desde su desplante y se construiría con materiales graduados, teniendo su corona 10.0 m de ancho y 585.0 m de longitud, a la elevación 113.5 m. Se hallaría constituida por un núcleo de material impermeable compacto, formando taludes 0.5:1 en ambos paramentos, que habría que desplantar sobre la base de una trinchera con 10.0 m de profundidad máxima y taludes 1:1, excavada en el material de acarreo hasta apoyarse sobre lutitas y areniscas. Adosados a dicho núcleo, se colocarían sendos cuerpos de transición, -- con espesor de 2 m, compuestos por filtros de arenas y gravas bien graduadas. Los respaldos de la cortina estarían formados por grava, arena y rezaga, producto de excavaciones y de bancos de préstamo, formando taludes 2:1. Por el lado mojado y sobre el material permeable se colocaría una chapa de enrocamiento de 3.0 m de espesor, mientras que en el lado seco ésta sería de 2.0 m.

El vertedor de la presa, localizado en la margen izquierda y cuyo eje longitudinal pasaría a unos 90 m de la cortina, ha sido diseñado para descargar $5\,730 \text{ m}^3/\text{s}$; para ello se ha previsto que, aguas arriba de la cresta vertedora tendría un canal de acceso con 70 m de plantilla que se reduciría a 60 m aguas abajo de la misma; en toda su longitud, sería de sección trapezoidal, con taludes -- 0.75:1, a excepción de la cresta vertedora. La obra de excedencias se iniciaría con un canal de acceso de 180 m de longitud, ubicado a la elevación 91.7 m, que inicialmente seguiría paralelo a la corriente, para cambiar su dirección unos 45.0 m antes del eje de la cortina. Dicho canal ligaría, mediante una transición, con-

CUADRO (5.3.1)

CARACTERISTICAS HIDRAULICAS DE LA PRESA

DE ALMACENAMIENTO HULES.

C O N C E P T O	UNIDAD	MAGNITUD
Capacidad total	hm ³	250.00
Capacidad útil	hm ³	55.00
Capacidad para azolves	hm ³	30.00
Sobre almacenamiento	hm ³	165.00
Gasto de diseño del vertedor	m ³ /s	5 730.00
Capacidad de la obra de toma	m ³ /s	30.00
Elevación nivel de azolves	msnm	91.50
Elevación de la cresta vertedora	msnm	98.70
Elevación al NAME	msnm	111.50
Elevación de la corona	msnm	113.50
Longitud cresta vertedora	m	60.00

la sección vertedora, de contorno rectangular y descarga libre, -- cuya cresta se hallaría de la cota 98.7 m. Continuaría con una transición de sección rectangular a trapecial, para conectar con un canal en rápida, que en sus primeros 60.0 m tendría una pendiente de 0.05, modificándose esta a 0.12 en sus 90.0 m restantes. Al extremo de este canal se construiría un deflector con radio de curvatura de 18.65 m y ángulo de salida de 30°; cuya nariz se localizaría a la elevación 88.5 m, (ver Plano General Presa Los Hules).

b) PLANTAS DE BOMBEO

Con objeto de servir las zonas aledañas del río Tempoal, aguas abajo del poblado Platón Sánchez, sería necesario instalar seis plantas de bombeo, tres hacia cada margen, cuyas obras de captación conectarían directamente a la citada corriente y que serían abastecidas con las aguas almacenadas en la presa Hules. En el cuadro (5.3.2) se resumen las principales características de -- esas obras, ordenadas según el sentido de la corriente.

c) CANALES PRINCIPALES

Canal Hules (margen derecha)

Se iniciaría al término de la obra de toma de la presa Hules, a la elevación 80.0 msnm; tendría 30.0 m³/s de capacidad inicial - caudal suficiente para regar la totalidad del área -- bifurcándose a los 300 m de recorrido para dar origen al canal principal de la margen izquierda, sitio donde además se descargarían - al río los gastos necesarios para alimentar las plantas de bombeo del río Tempoal. En dicha bifurcación se reduciría la capacidad - del canal principal Hules, margen derecha, a 6.6 m³/s para atender 7 322 Ha, de las cuales 6 512 Ha se ubican entre los ríos Los --- Hules y Calabozo, mientras que las restantes 810 Ha, se localizan hacia la margen derecha de esta corriente.

El canal principal, de sección trapecial y taludes --

CUADRO. (5.3.2)
PLANTAS DE BOMBEO SOBRE EL RIO TEMPOAL

UBICACION Y DENOMINACION	CARACTERISTICAS				BOMBAS Y MOTORES		
	AREA SERVIDA (ha)	GASTO TOTAL $\frac{m^3}{s}$	ALTURA DE BOMBEO (m)	POTENCIA TOTAL (H.P.) (1)	NUMERO DE UNIDADES	PONTECIA POR UNIDAD (HP) (2)	RPM
MARGEN DERECHA							
B-1	912	1.05	19.2	379	3-1	100-75	1170-1170
B-2	1 057	1.31	16.2	399	4	100	1170
B-3	1 134	1.31	14.4	355	3-1	100-50	1170-1170
MARGEN IZQUIERDA							
B-4 (Platón Sánchez)	4 911 (3)	4.84	13.2	1201	4-2	250-100	1170-1170
B-5	125	0.21	12.0	47	1	50	1170
B-6	287	0.47	12.0	95	2	50	1170

(1) Valores requeridos.

(2) Valores adoptados de acuerdo con las características comerciales.

(3) Incluye el área correspondiente al rebombéo.

1.5:1, tendría un desarrollo de 19.8 Km, su capacidad variaría desde la propia de la obra de toma hasta $0.41 \text{ m}^3/\text{s}$ en su tramo final, y se revestiría de concreto en toda su longitud, (ver planos 1 y 2).

Canal Hules (margen izquierda)

De acuerdo con lo anterior, esta estructura tendría - su principio en la margen opuesta, por lo que se requeriría construir un sifón de unos 600 m de longitud para conducir las aguas - hacia el canal principal Hules, margen izquierda propiamente dicho. Se ha previsto que su capacidad inicial sería de $5.4 \text{ m}^3/\text{s}$, suficiente para regar 5 474 Ha de terrenos aptos ubicados en esta margen, aguas arriba del poblado Platón Sánchez.

Este canal tendría 21.5 Km de longitud y su capacidad variaría desde $5.4 \text{ m}^3/\text{s}$ hasta $2.2 \text{ m}^3/\text{s}$ en su tramo final; sería de sección trapezoidal, con taludes 1.5:1 y estaría revestido de concreto en todo su desarrollo.

En el cuadro (5.3.3) se muestran las características-hidráulicas de los dos canales principales descritos. Asimismo, en el cuadro (5.3.4) se consignan las propias de los canales de la zonas de bombeo, (ver planos 1,2 y 3).

d) SISTEMAS DE DISTRIBUCION, DRENAJE Y CAMINOS

Los sistemas de distribución se hallarían constituidos por canales laterales, sublaterales y ramales, revestidos de concreto en toda su longitud, de sección trapezoidal y con taludes 1.5:1; - su longitud total sería de 165.6 Km. A este nivel de estudios, únicamente se proyectó la localización en planta de estos canales, sin determinar sus características hidráulicas y geométricos. Para dar una idea de su tamaño, baste señalar que el mayor de los laterales - precisamente el que cruzaría la margen derecha del río Calabozo - tendría una capacidad inicial de $2.52 \text{ m}^3/\text{s}$.

CUADRO (5.3.3.)

CARACTERISTICAS GEOMETRICAS E HIDRAULICAS DE LOS CANALES

TRAMO Km a Km	Q (m ³ /s)	A (m ²)	v (m/s)	b (m)	d (m)	r (m)	n	s
<u>Canal principal Los Hules, margen derecha</u>								
0+000 - 0+300	30.00	31.63	0.97	3.00	3.70	1.936	0.016	0.00010
0+300 - 3+500	6.60	10.00	0.66	2.00	2.00	1.086	0.016	0.00010
3+500 - 5+600	3.83	6.64	0.58	1.55	1.65	0.886	0.016	0.00010
5+600 - 9+400	2.55	4.90	0.52	1.40	1.40	0.760	0.016	0.00010
9+400 - 10+100	2.55	0.50	5.11	0.90	0.35	0.231	0.016	0.00600
10+100 - 12+400	2.14	3.19	0.67	1.05	1.15	0.614	0.017	0.00025
12+400 - 15+500	1.92	3.19	0.60	1.05	1.15	0.614	0.017	0.00020
15+500 - 18+100	0.80	1.72	0.52	0.75	0.85	0.451	0.018	0.00025
18+100 - 19+800	0.41	0.506	0.81	0.45	0.45	0.244	0.018	0.00141
<u>Canal principal Los Hules, margen izquierda</u>								
0+000 - 11+750	5.36	8.56	0.63	1.85	1.85	1.004	0.016	0.00010
11+750 - 15+570	3.83	6.64	0.58	1.55	1.65	0.886	0.016	0.00010
15+570 - 21+500	2.18	4.56	0.51	1.35	1.35	0.733	0.016	0.00010

CUADRO (5.3.4)
 CARACTERISTICAS GEOMETRICAS E HIDRAULICAS DE LOS CANALES EN LAS
 ZONAS DE BOMBEO

TRAMO km a km	Q (m ³ /s)	A (m ²)	v (m/s)	b (m)	d (m)	r (m)	n	s
<u>MARGEN DERECHA</u>								
<u>Canal principal B-1</u>								
0+000-0+400	1.050	1.721	0.61	0.75	0.85	0.451	0.018	0.00035
0+400-2+800	0.320	0.701	0.45	0.45	0.55	0.288	0.018	0.00035
<u>Canal principal B-2</u>								
0+000-1+720	1.310	2.400	0.55	0.90	1.00	0.533	0.017	0.00020
1+720-6+440	1.040	2.025	0.52	0.90	0.90	0.489	0.017	0.00020
6+440-8+450	0.210	0.506	0.41	0.45	0.45	0.244	0.018	0.00035
<u>Canal principal B-3</u>								
0+000-2+440	1.310	2.400	0.55	0.90	1.00	0.533	0.017	0.00020
<u>MARGEN IZQUIERDA</u>								
<u>Canal principal B-4 (Platón Sánchez)</u>								
0+000-8+600	4.84	7.92	0.61	1.70	1.80	0.967	0.016	0.00010
8+600-13+900	3.35	6.01	0.56	1.55	1.55	0.841	0.016	0.00010
13+900-21+150	2.18	4.56	0.48	1.35	1.35	0.733	0.017	0.00010
21+150-27+000	0.93	2.40	0.39	0.90	1.00	0.533	0.017	0.00010
<u>Canal principal B-5</u>								
0+000-0+950	0.210	0.506	0.41	0.45	0.45	0.244	0.018	0.00035
<u>Canal principal B-6</u>								
0+000-2+300	0.47	1.155	0.40	0.60	0.70	0.370	0.018	0.00020

Dicho sistema permitiría servir 21 222 Ha, de las -- cuales 20 966 Ha se atenderían por gravedad. La superficie res-- tante se hallaría formada por 13 lotes que, por su elevación -- en su mayoría entre 2 y 3 m sobre el nivel del agua conducida por -- canales--, no podrían ser dominados desde la red de distribución, previéndose que, por el tamaño de los equipos y el número requeri-- do de ellos en estas zonas, el riego se realizaría mediante bom-- beos a cargo de los propios usuarios.

Para el desalojo de las aguas excedentes, se construi-- ría un sistema de drenaje a cielo abierto cuya longitud total se-- ría de 153.5 Km, de los cuales en 73.3 Km se formaría la cubeta de los drenes, mientras que en el resto sólo se requerirían hacer ade-- cuaciones a los cauces naturales.

De la misma forma, se ha previsto construir un siste-- ma de caminos internos de operación y servicio, así como caminos - de enlace; las vías principales irían paralelas a los canales prin-- cipales y, en otras procciones, formarían circuitos de enlace; por-- su parte, los secundarios se localizarían en los canales de la red de distribución. Los primeros comprenderían una extensión de 78.1 Km, los secundarios tendrían 319.1 Km y los caminos de enlace serían de 13.5 Km de longitud, ver planos (1, 2, 3 y 4).

Cabe señalar que dentro de las longitudes descritas, - se encuentran incluídas las correspondientes a las redes de distribu-- ción, drenaje y caminos de las seis zonas que serían atendidas me-- diante bombeos desde el río tempoal. En el cuadro (5.3.5) se re-- sume, por zonas, la magnitud de los sistemas referidos.

5.4) Obras complementarias y trabajos preagrícolas.

Como obras complementarias se ha previsto llevar a ca-- bo las estructuras aforadoras y la construcción de pequeños tanques que funcionarían como cárcamos de bombeo, en aquellos lotes - - -

CUADRO (5.3.5)

LONGITUD DE LOS SISTEMAS DE DISTRIBUCION, DRENAJE Y CAMINOS

- en Km -

UBICACION	DISTRIBUCION	DRENAJE	C A M I N O S		
			Principales	Secundarios	Enlace
<u>Margen Derecha</u>	<u>84.55</u>	<u>60.50</u>	<u>26.76</u>	<u>145.05</u>	<u>3.65</u>
Hules	57.85	37.60	19.80	95.45	3.65
B-1	10.60	4.20	2.80	14.80	—
B-2	5.65	8.20	1.72	13.85	—
B-3	10.45	10.50	2.44	20.95	—
<u>Margen Izquierda</u>	<u>81.05</u>	<u>93.00</u>	<u>51.35</u>	<u>174.05</u>	<u>9.81</u>
Hules	51.95	48.50	21.00	100.45	5.40
B-4 (Platón S.)	26.10	41.50	27.00	67.60	4.41
B-5	1.20	1.00	0.95	2.20	—
B-6	1.80	2.00	2.40	3.80	—
T O T A L	165.60	153.50	78.11	319.10	13.40

en los que se ha considerado el riego mediante bombeos por parte de los usuarios. Asimismo, se planea la edificación de casas para canaleros, bomberos y preseros, además de un edificio para las oficinas del Distrito y la instalación de una red de intercomunicación.

Los trabajos preagrícolas consistirán en la realización, en forma prioritaria, de desmontes y nivelación en la zona -- Calabozo — Camaitlán — de acuerdo con los resultados obtenidos en los estudios agrológicos realizados en la zona beneficiable --, debido a que en este lugar las técnicas agrícolas se encuentran moderadamente desarrolladas.

5.5) Presupuestos y programas de inversión

Para la realización de las obras consideradas en los sistemas Calabozo — Camaitlán y Hules — Tempoal, se ha estimado que la inversión ascendería a 465.86 y 2 301.70 millones de pesos, respectivamente; valores referidos a los precios vigentes de 1981. Para el segundo caso, cabe mencionar que ya se incluyen los costos correspondientes a las plantas de bombeo contempladas en ese sistema.

Los resúmenes relativos a la inversión por sistema, según los diversos renglones de obra, aparecen en los cuadros ---- (5.5.1) y (5.5.2). Para su determinación se emplearon costos unitarios, bajo las siguientes consideraciones:

a) A partir del anteproyecto de la presa derivadora Terrerillos, se cuantificaron los principales conceptos de obra, a los que se aplicaron costos unitarios representativos de esos rubros.

b) De la misma forma, se obtuvieron las principales cantidades de obra requeridas para la creación de la presa de almacenamiento-Hules, aplicándose, a esos renglones, los costos unitarios correspondientes.

c) En cuanto a los canales principales considerados en ----- ambos sistemas, previo trazo y diseño preliminar de los mismos, se cubicaron las cantidades de obra más importantes que sirvieron de base para determinar su costo, mediante la aplicación de los costos unitarios respectivos.

d) Para definir los presupuestos de las obras complementarias, sistemas de distribución, drenaje y caminos, trabajos preagrícolas y maquinaria y equipo para conservación, a este nivel de juicio, se consideró suficiente aplicar para cada concepto de una obra un costo índice representativo, asociado a la superficie física por regar. Por su parte, en el caso de las indemnizaciones por afectación de terrenos, tanto de la zona regable como del área de embalse, se determinó su monto a partir de la extensión de los terrenos afectados.

El programa de inversiones que tendría lugar a la realización de las obras y acciones contempladas en el esquema Calabozo — Camaitlán, sería de tres años, tal como se muestra en el cuadro (5.5.3). Como ahí puede apreciarse, se ha previsto la conveniencia de iniciar la construcción, en el segundo año; es decir, un año después de que principie la propia del otro esquema.

Por su parte, para establecer el programa de inversiones del esquema Hules — Tempoal, se ha considerado que las estructuras ahí propuestas se llevarían a cabo en seis años, de manera que la construcción y equipamiento de las plantas de bombeo se realizaría durante el segundo y tercer año — para su puesta en operación el año siguiente —, mientras que la presa de almacenamiento Hules se construiría del segundo al sexto año. De acuerdo con dichas proporciones, la erogación de los recursos financieros habría de efectuarse en la forma indicada en el cuadro (5.5.4).

Conviene aclarar que, en los arreglos consignados con anterioridad, dentro del concepto plantas de bombeo han sido incluidas las inversiones relativas tanto a la construcción de la obra -

CUADRO (5.5.1)

RESUMEN DE INVERSIONES DEL SISTEMA CALABOZO-CAMAITTAN

En millones de pesos, a precios de 1981

CONCEPTOS	SUBTOTAL	SUPERVISION Y ADMINISTRACION	IMPREVISTOS	TOTAL
<u>OBRAS BASICAS</u>	<u>333.55</u>	<u>33.32</u>	<u>54.95</u>	<u>421.82</u>
Derivadora Terrorillos	166.25	16.59	27.40	210.24
Canal principal Terrorillos	50.94	5.09	8.36	64.39
Sistema de distribución	80.67	8.07	13.31	102.05
Sistema de drenaje	18.62	1.86	3.07	23.55
Sistema de caminos	17.07	1.71	2.81	21.59
<u>OBRAS COMPLEMENTARIAS</u>	<u>1.55</u>	<u>0.16</u>	<u>0.25</u>	<u>1.96</u>
Casas para canalero	0.40	0.04	0.06	0.50
Sistema de comunicación	0.79	0.08	0.13	1.00
Estructuras aforadoras	0.36	0.04	0.06	0.46
<u>TRABAJOS PREAGRICOLAS</u>	<u>25.04</u>	<u>2.50</u>	<u>4.13</u>	<u>31.67</u>
Desmonte	16.32	1.63	2.70	20.65
Nivelación	8.71	0.87	1.44	11.02
<u>INDEMNIZACIONES</u>	<u>4.21</u>	-	-	<u>4.21</u>
En la zona de riego	-	-	-	4.21
<u>MAQUINARIA Y EQUIPO PARA CONSERVACION</u>	<u>6.20</u>			<u>6.20</u>
S U M A S	360.14	35.98	59.33	465.86

CUADRO (5.5.2)

RESUMEN DE LAS INVERSIONES DEL SISTEMA HULES-TEMPOAL

En millones de pesos, a precios de 1981

CONCEPTOS	SUBTOTAL	SUPERVISION Y ADMINISTRACION	IMPRESVISTOS	TOTAL
<u>OBRA FISICAS</u>	<u>1 544.02</u>	<u>185.77</u>	<u>295.47</u>	<u>2 025.26</u>
Presa de almacenamiento Hules	627.30	94.10	144.20	865.60
Planta de bombeo Platón Sánchez y rebombeo	39.52	3.95	6.52	49.99
Plantas de bombeo río Tempoal	43.73	4.37	7.22	55.32
Canal principal Hules, margen derecha	49.56	4.95	8.18	62.69
Canal principal Hules, margen izquierda	74.32	7.43	12.26	94.01
Canal principal Hules, Platón Sánchez	71.41	7.14	11.79	90.34
Canales principales de las zonas de bombeo del río Tempoal	33.00	3.30	5.45	41.75
Sistema de distribución gravedad	246.35	24.64	40.65	311.64
Sistema de distribución bombas	173.24	17.33	28.58	219.15
Sistema de drenaje gravedad	56.85	5.69	9.38	71.92
Sistema de drenaje bombas	39.98	4.00	6.59	50.57
Sistema de caminos gravedad	52.11	5.21	8.60	65.92
Sistema de caminos bombas	36.65	3.66	6.05	46.36
<u>OBRA ORGANIZATIVAS</u>	<u>10.74</u>	<u>1.08</u>	<u>1.77</u>	<u>13.59</u>
Costos para estudios	1.78	0.18	0.29	2.25
Sistema de comunicación	3.98	0.40	0.66	5.04
Estructuras aforadoras	1.82	0.18	0.30	2.30
Oficinas del distrito	3.16	0.32	0.52	4.00
<u>TRABAJOS AGROPECUARIOS</u>	<u>95.75</u>	<u>9.58</u>	<u>15.79</u>	<u>121.12</u>
Drenaje	66.70	6.67	11.00	84.37
Nivelación	29.05	2.91	4.79	36.75
<u>INDICIZACIONES</u>	<u>108.20</u>	-	-	<u>108.20</u>
En la zona de la presa	-	-	-	59.40
En la zona de riego	-	-	-	48.80
<u>MANUTENCION Y EQUIPO PARA CONSERVACION</u>	<u>33.53</u>	-	-	<u>33.53</u>
SUMAS	1 792.24	196.43	313.03	2 301.70

CUADRO (5.5.3)
DISTRIBUCION ANUAL DE LAS INVERSIONES DEL
SISTEMA CALABOZO-CAMAITILAN
En millones de pesos a precios de 1981

CONCEPTO	TOTAL	AÑOS		
		2	3	4
<u>OBRAS BASICAS</u>	<u>421.82</u>	<u>147.59</u>	<u>147.59</u>	<u>126.64</u>
Derivadora Terrorillos	210.24	84.10	84.10	42.04
Canal principal Terrorillos	64.39	19.32	19.32	25.75
Sistema de distribución	102.05	30.62	30.62	40.81
Sistema de drenaje	23.55	7.07	7.07	9.41
Sistema de caminos	21.59	6.48	6.48	8.63
<u>OBRAS COMPLEMENTARIAS</u>	<u>1.96</u>			<u>1.96</u>
Casas para canalero	0.50			0.50
Sistemas de comunicación	1.00			1.00
Estructuras aforadoras	0.46			0.46
<u>TRABAJOS PREAGRICOLAS</u>	<u>31.67</u>		<u>15.83</u>	<u>15.84</u>
Desmante	20.65		10.32	10.33
Nivelación	11.02		5.51	5.51
<u>INDEMNIZACIONES</u>	<u>4.21</u>			
En la zona de riego	4.21	4.21		
<u>MAQUINARIA Y EQUIPO PARA CONSERVACION</u>	<u>6.20</u>			<u>6.20</u>
<u>S U M A</u>	<u>465.86</u>	<u>151.80</u>	<u>163.42</u>	<u>150.64</u>

CUADRO (5.5,4)

PROGRAMA DE INVERSIONES DEL SISTEMA HULES-TEMPOAL

En millones de pesos, a precios de 1981

C O N C E P T O S	S U M A	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5	AÑO 6
OBRAS BASICAS	2 025.26	179.27	431.40	453.74	422.15	391.86	146.84
Presa de almacenamiento Hules	865.60	-	210.00	210.00	210.00	210.00	25.60
Planta de bombeo Platón Sánchez y rebombao	49.99	-	20.00	29.99	-	-	-
Plantas de bombeo del río Tempoal	55.32	-	22.13	33.19	-	-	-
Cavil principal Hules, margen derecha	62.69	-	-	9.40	21.94	18.81	12.54
Cavil principal Hules, margen izquierda	94.01	-	-	14.10	32.90	28.20	18.81
Cavil principal Platón Sánchez	90.34	36.14	36.14	18.06	-	-	-
Caviles principales de las zonas de bombeo del río Tempoal	41.75	16.70	16.70	8.35	-	-	-
Sistema de distribución gravedad	311.64	-	-	46.75	109.07	93.49	62.33
Sistema de distribución bombeo	219.15	87.66	87.66	43.83	-	-	-
Sistema de drenaje gravedad	71.92	-	-	10.79	25.17	21.58	14.38
Sistema de drenaje bombeo	50.57	20.23	20.23	10.11	-	-	-
Sistema de caminos gravedad	65.92	-	-	9.89	23.07	19.78	13.18
Sistema de caminos bombeo	46.36	18.54	18.54	9.28	-	-	-
OBRAS COMPLEMENTARIAS	13.59	-	-	4.34	-	-	9.25
Casas para canilero	2.25	-	-	0.75	-	-	1.50
Sistemas de comunicación	5.04	-	-	2.64	-	-	2.40
Estructuras Moradozas	2.30	-	-	0.95	-	-	1.35
Oficinas del Distrito	4.00	-	-	-	-	-	4.00
TRABAJOS PIDAGÓGICOS	121.12	-	25.00	25.00	-	35.56	35.56
Desmonte	84.37	-	17.42	17.41	-	24.77	24.77
Nivelación	36.75	-	7.58	7.59	-	10.79	10.79
INDEHIZACIONES	108.20	108.20	-	-	-	-	-
En la zona de la presa	59.40	59.40	-	-	-	-	-
En la zona de riego	48.80	48.80	-	-	-	-	-
MAQUINARIA Y EQUIPO PARA CONSERVACION	33.53	-	-	-	-	-	33.53
S U M A S	2 301.70	287.47	456.40	483.08	422.15	427.42	225.18

civil de las plantas, como a las adquisiciones e instalación de -
los equipos electromecánicos; estas últimas erogaciones ascienden
a 66.16 millones de pesos.

C A P I T U L O V I

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Habiendo revisado los resultados técnicos y económicos - del presente estudio, se sugiere pasar al nivel de factibilidad a - la brevedad posible, no sin antes analizar las siguientes recomenda - ciones:

- a) Como en toda obra de ingeniería civil, la necesidad de construir las obras básicas* para un sistema de riego debe originarse para satisfacer una demanda de uso, que en toda forma, debe tener una justificación económica del costo de su construcción, en cuanto a los beneficios que serán derivados de ella. Por lo anterior, - es necesario contar con un procedimiento que, de manera aproxima da permita establecer el orden de magnitud del costo de las obras y, dentro de la seguridad, estimar los beneficios que tal cons - trucción permitirá obtener en la zona a que se dedica.
- b) Los estudios básicos que se describen en el Capítulo II y cuya - ejecución está enfocada de tal manera que su costo sea el mínimo posible, permitirán obtener información sobre los factores que - en forma preponderante definen el costo de construcción de las - obras que se planean.
- c) Por lo que respecta a la derivadora Terrerillos - obra que -- quedaría localizada sobre el río Calabozo -, deberá revisarse - su estudio hidrológico ya que de los resultados que arroje éste dependerá de que se realice el levantamiento topográfico de - detalle y un reconocimiento fotogeológico del sitio.
- d) Por lo que se refiere a la planta de bombeo Platón Sánchez, se recomienda revisar la posibilidad de evitar dicha planta, -- mediante la prolongación del canal principal margen izquierda, a través del poblado del mismo nombre.

- e) La zona de riego presenta pequeñas superficies aisladas que no son dominadas por el sistema de distribución, pero están -- contempladas en el diseño de la capacidad del canal y así ser regadas por medio de bombos directos de los canales colindantes a dichas superficies.

Cabe hacer notar, finalmente, que estas recomendaciones no - tienen como fin sustituir a las actuales sino considerarlas en el estudio de factibilidad técnica.

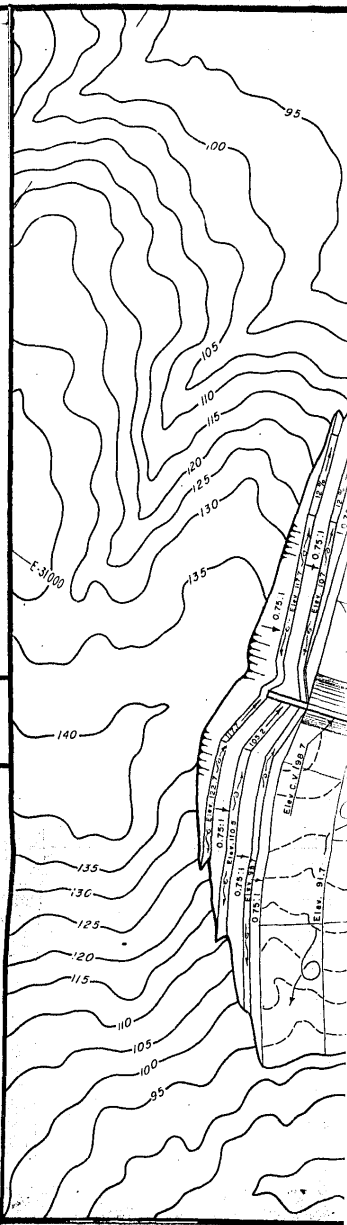
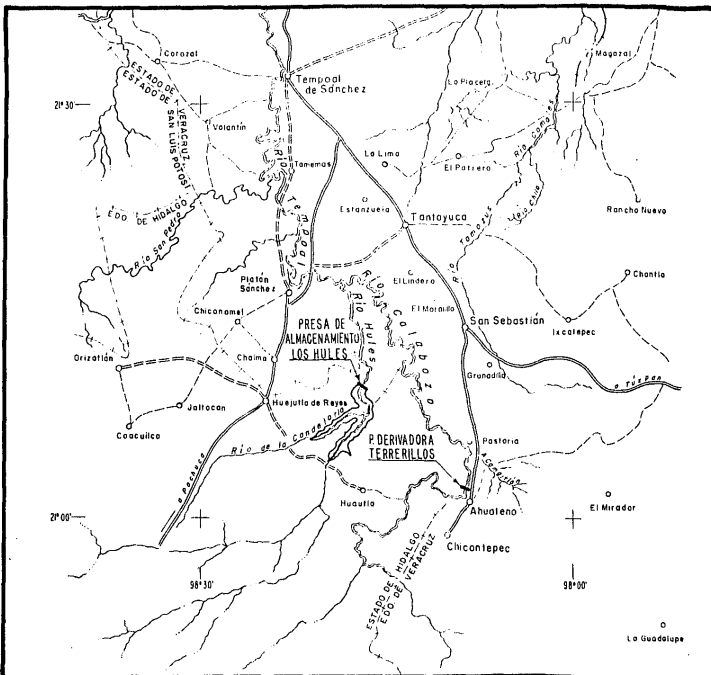
- * Presa de almacenamiento, derivadora, canal principal M.D., - canal principal M.I., sistema de distribución, sistema de - drenaje, sistema de caminos y planta de bombeo.

P L A N O S

Presas Los Hules (Plano Unico "1")

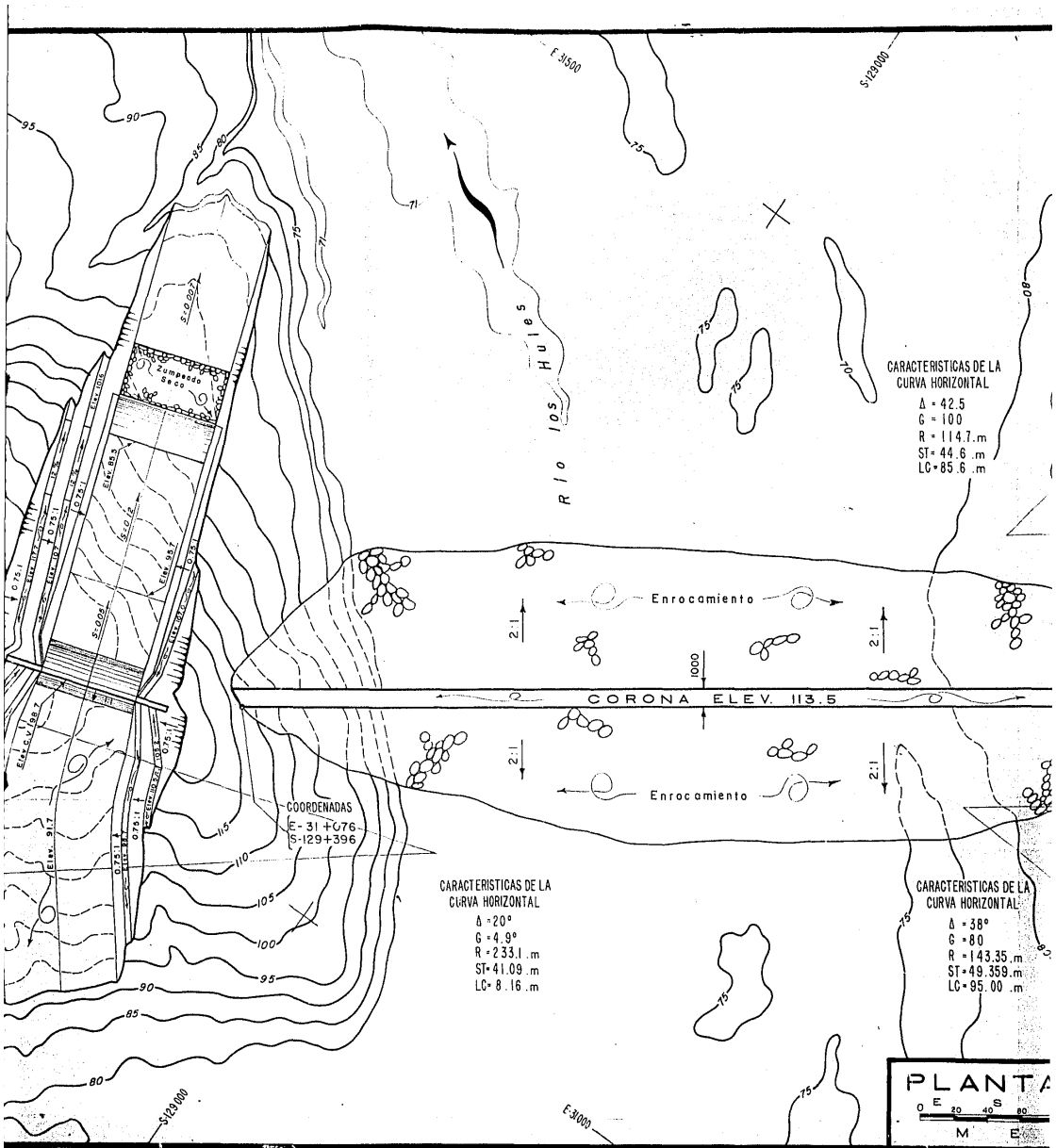
Derivadora Terrerillos (Plano Unico "1")

Sistemas de conducción, distribución,
drenaje y caminos (Juego de cuatro Planos)



LOCALIZACION

0 5 10 20 30 40 50
K I L O M E T R O S



CARACTERÍSTICAS DE LA CURVA HORIZONTAL

$\Delta = 42.5$
 $G = 100$
 $R = 114.7 \text{ m}$
 $ST = 44.6 \text{ m}$
 $LC = 85.6 \text{ m}$

COORDENADAS

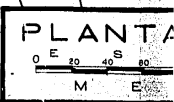
E = 31 + 676
 S = 129 + 396

CARACTERÍSTICAS DE LA CURVA HORIZONTAL

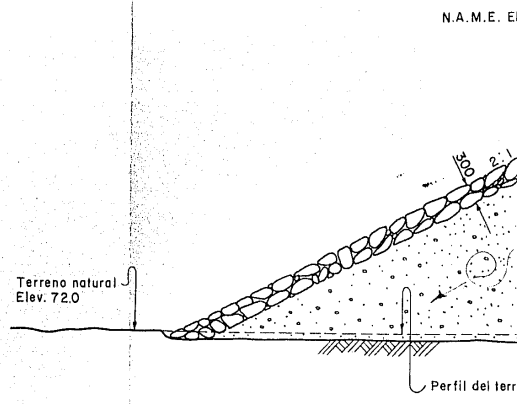
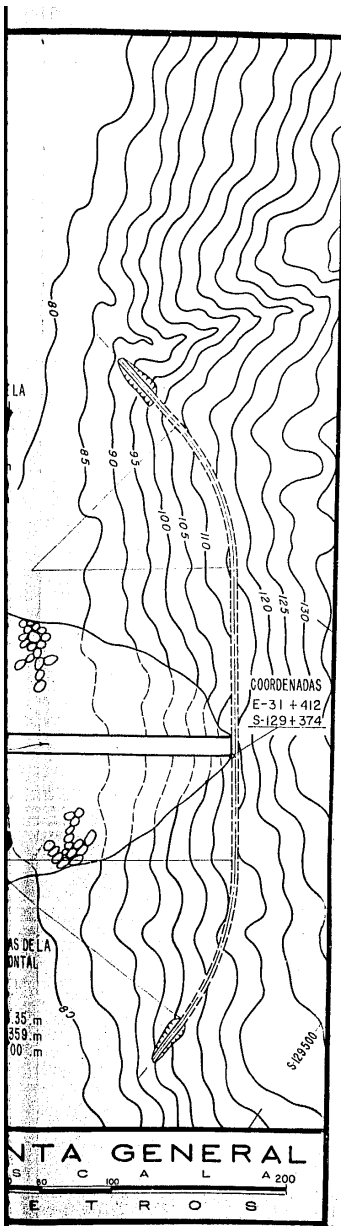
$\Delta = 20^\circ$
 $G = 4.9^\circ$
 $R = 233.1 \text{ m}$
 $ST = 41.09 \text{ m}$
 $LC = 8.16 \text{ m}$

CARACTERÍSTICAS DE LA CURVA HORIZONTAL

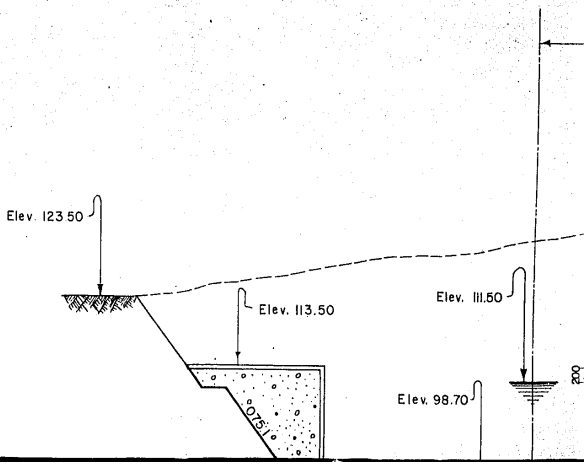
$\Delta = 38^\circ$
 $G = 80$
 $R = 143.35 \text{ m}$
 $ST = 49.359 \text{ m}$
 $LC = 95.00 \text{ m}$

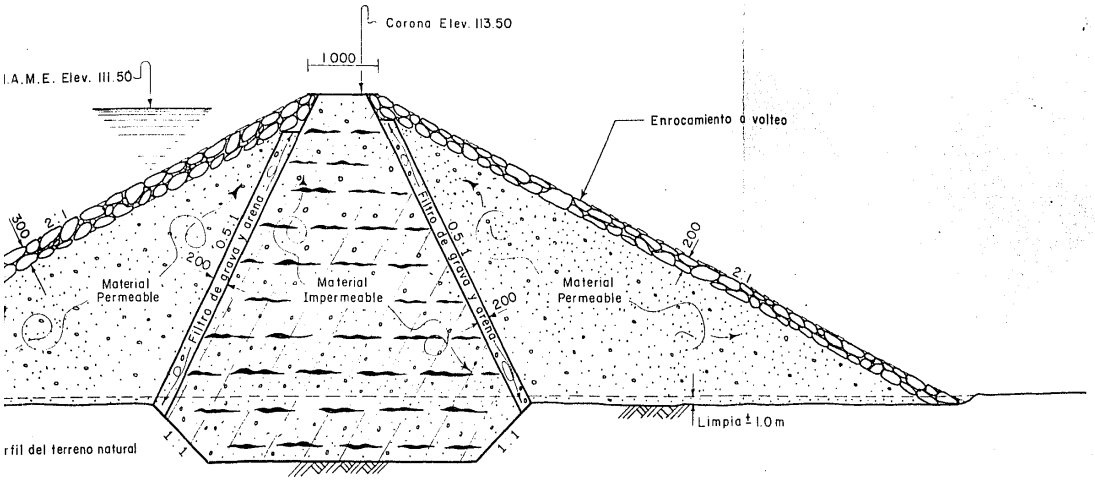


Corona Elev. 113.50

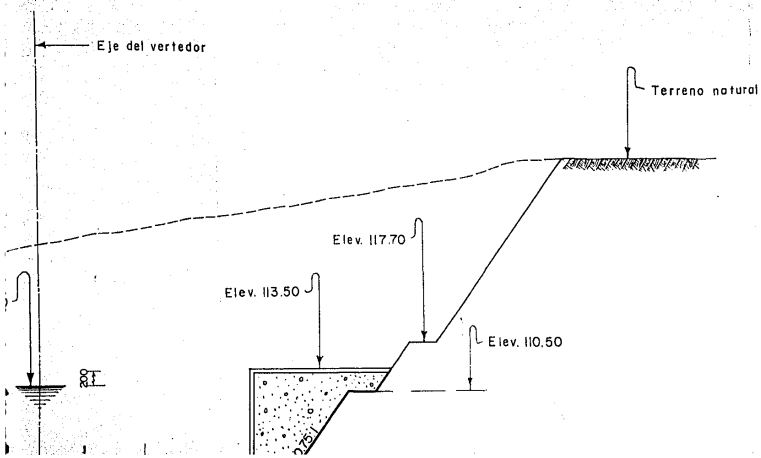


SECCIO



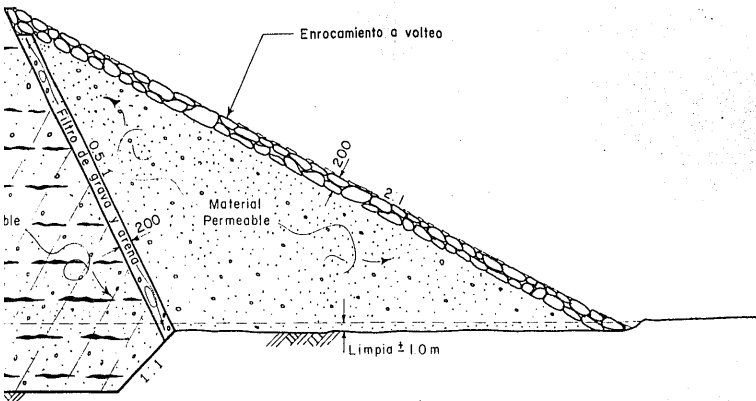


CION MAXIMA DE LA CORTINA

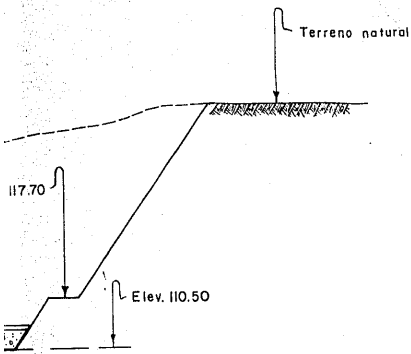


PRINCIPALES CANTIDADES	
CONCEPTO	
CORTINA	
Excavación	
Enrocamiento	
Material impermeable	
Filtros	
Material permeable	
Revestimiento de la corona	
VERTEDOR	
Excavación	

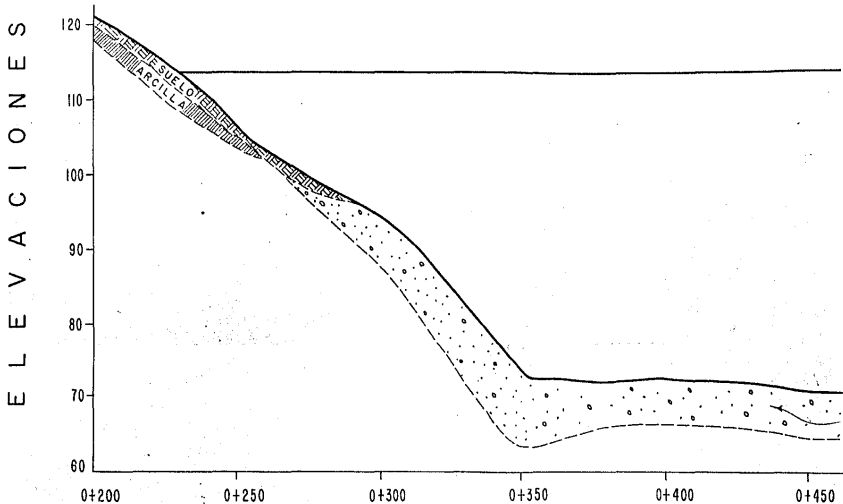
Corona Elev. 113.50



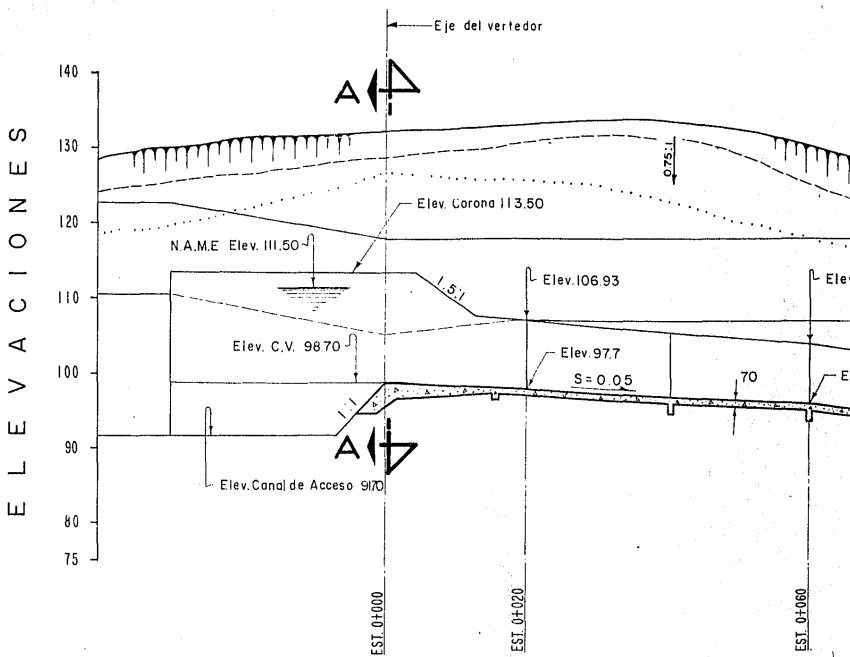
DE LA CORTINA



PRINCIPALES CANTIDADES ESTIMADAS		
CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD
CORTINA		
Excavación	m ³	174658
Enrocamiento	m ³	242697
Material impermeable	m ³	647243
Filtros	m ³	74259
Material permeable	m ³	790046
Revestimiento de la corona	m ³	1200
VERTEDOR		
Excavación	m ³	812946

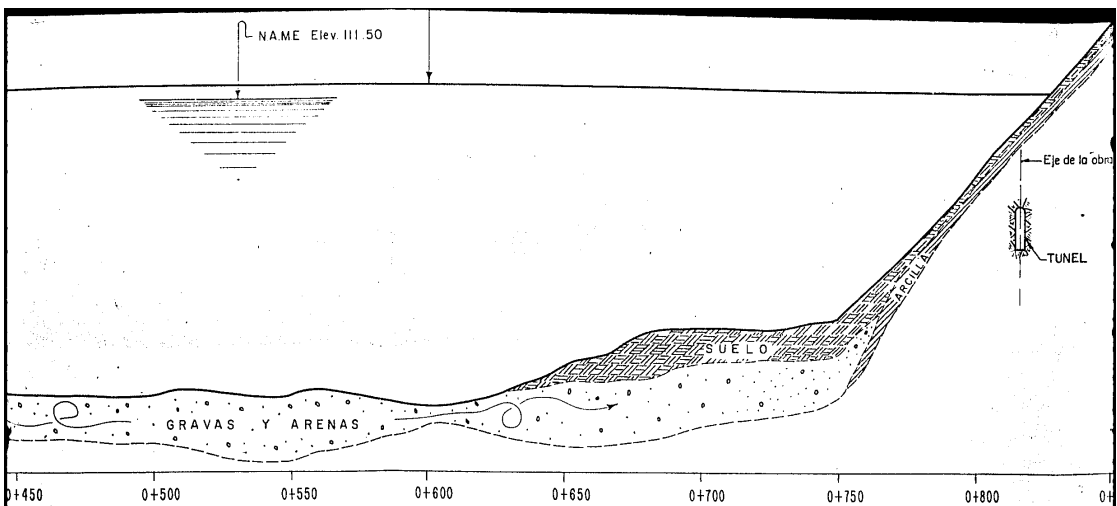


PERFIL POR

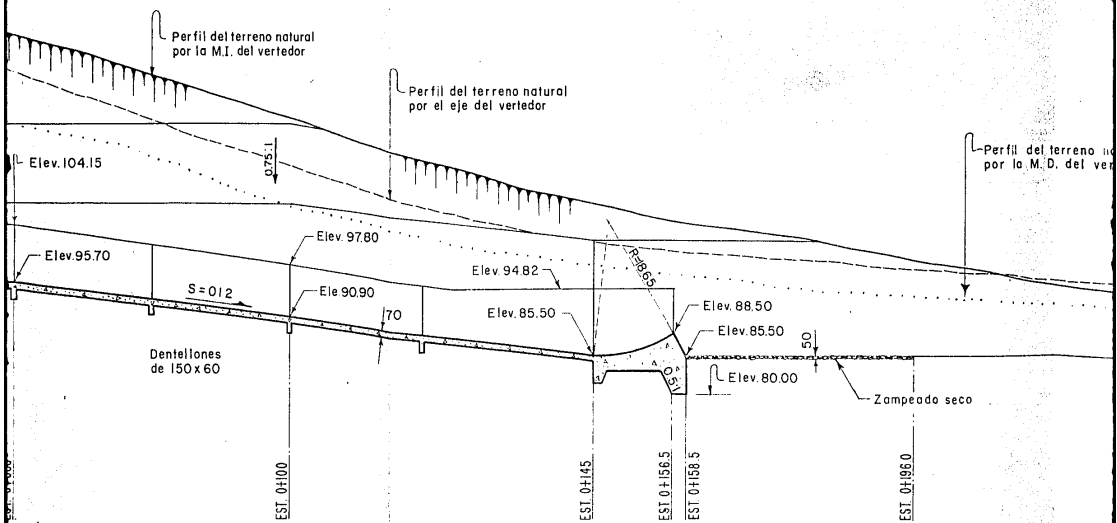


CORTE

Proyectó: Ing. F. Franco S. Dibujó: José M. Alcayde T.
 Revisó: F. Chalans J.C. Verificó: Ing. J. Lardo A.



EL EJE DE LA CORTINA

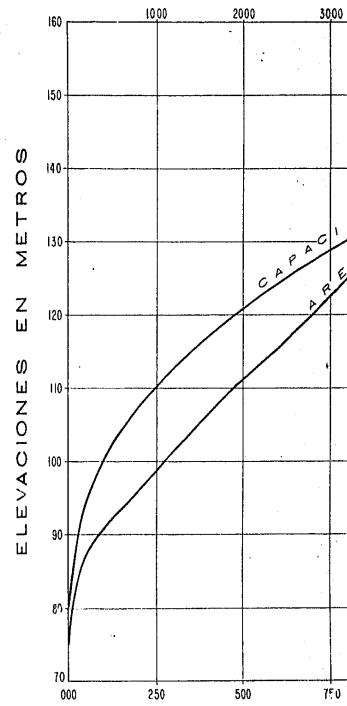


LONGITUDINAL DEL VERTEDOR

CORT

GRAFICA DE ELE

A R E



de la obra de toma

VEL

0+850

terreno natural del vertedor

$s=0.007$

EST 0+305

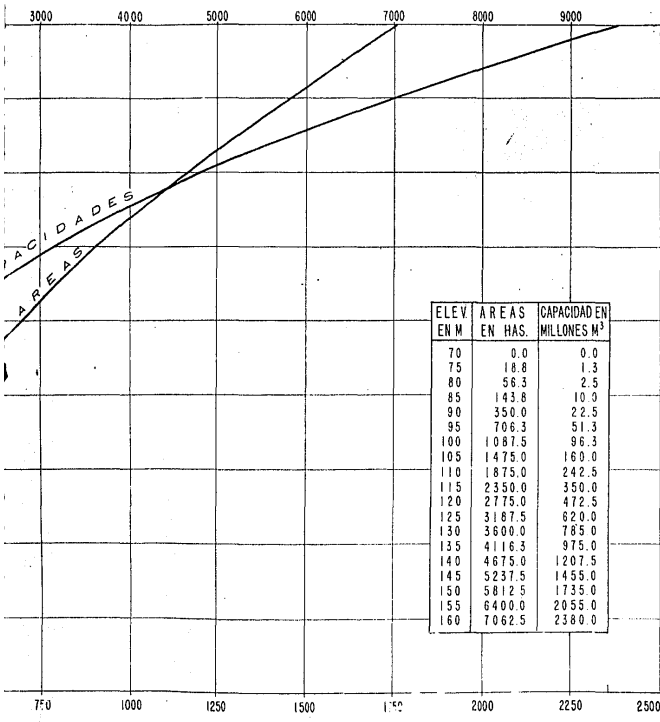
VERTIDOR

Concreto en cimbrado
Concreto en muros, canal de acceso y descarga
Concreto en tanque amortiguador
Fierro de refuerzo
Zampeado seco

TE A-A

ELEVACIONES - AREAS - CAPACIDADES

AREAS EN HECTAREAS



CAPACIDADES EN MILLONES DE m³

DATOS DEL PROYECTO

Capacidad total (hasta el N.A.M.E.)	
Superalmacenamiento	
Capacidad de conservación	
Capacidad útil	
Capacidad de azolves	
Elevación de la Corona	m
Elevación del N.A.M.E.	m
Carga hidráulica	
Gusco de diseño del Vertedor	
Elevación de la Cresta vertedora	m
Longitud de la Cresta vertedora	
Capacidad de la obra de toma	m
Elevación nivel de azolves	m

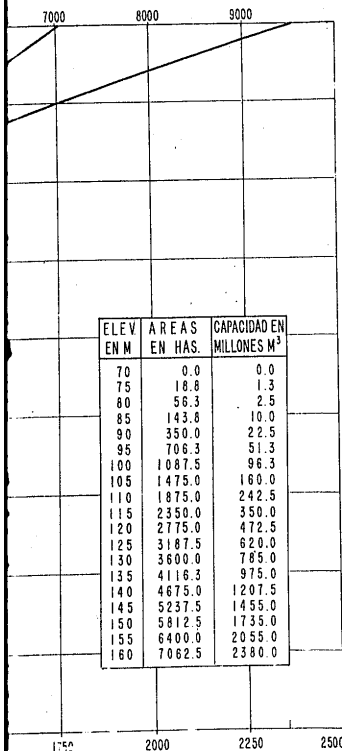
NOTA: Acotaciones en centímetros en otra unidad. Estaciones

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MEXICO
FACULTAD DE INGENIERIA
 Estudio de Prefactibilidad del Proyecto
PRESA LOS RIOS
 PLANO GENERAL
 TESIS PROFESIONAL
 FELIX FRANCO
 MEXICO D.F., ENERO 1986

Concreto en cimado	m ³	5985
Concreto en muros, canal de acceso y descarga	Kg	6119
Concreto en tanque amortiguador	m ³	112600
Fierro de refuerzo	m ³	1125
Zapicado seco		

S - CAPACIDADES

REAS



DATOS DEL PROYECTO		
Capacidad total (hasta el N.A.M.E.)	Hm ³	250.00
Superalmacenamiento	Hm ³	165.00
Capacidad de conservación	Hm ³	85.00
Capacidad útil	Hm ³	55.00
Capacidad de azolves	Hm ³	30.00
Elevación de la Corona	m s. n. m.	113.50
Elevación del N.A.M.E.	m s. n. m.	111.50
Carga hidráulica	m	12.74
Gusó de diseño del Vertedor	m ³ /s	5730.00
Elevación de la Cresta vertedora	m s. n. m.	98.70
Longitud de la Cresta vertedora	m	60.00
Capacidad de la obra de toma	m ³ /s	30.00
Elevación nivel de azolves	m s. n. m.	91.50

NOTA: Acotaciones en centímetros, excepto las indicadas en otra unidad. Estaciones y elevaciones en metros

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
FA CULTAD DE INGENIERIA

Estudio de Prefactibilidad del Proyecto Hules-Calabozo, Hgo. y Ver.

PRESA LOS HULES
PLANO GENERAL

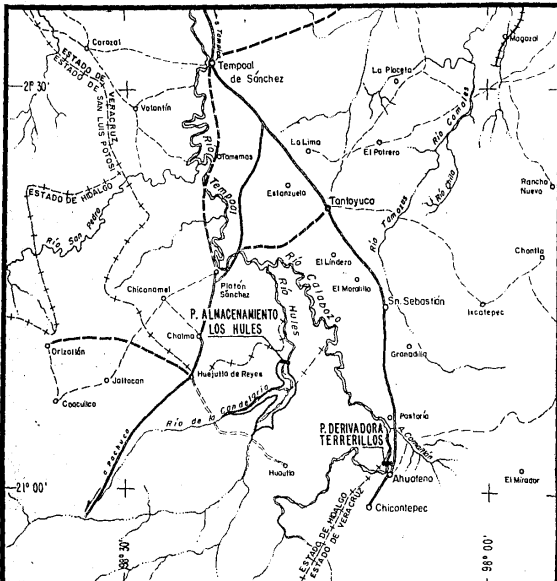
TESIS PROFESIONAL

FELIX FRANCO SIXTO

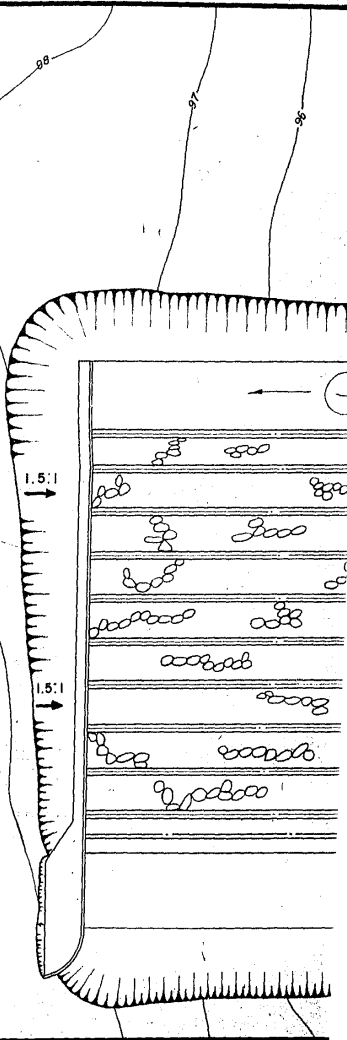
MEXICO D, F., ENERO 1986

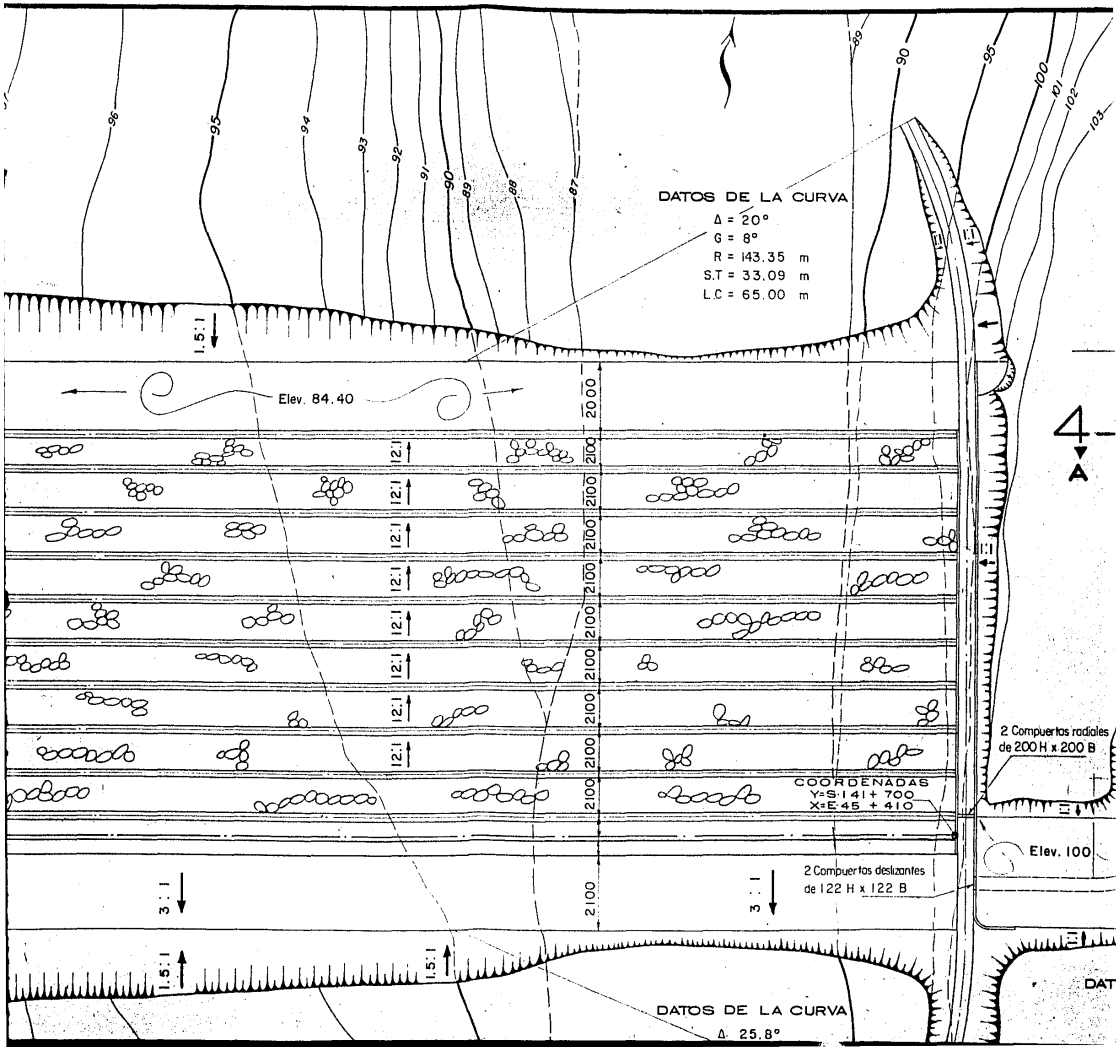
PLANO N° 1

S DE m³



LOCALIZACION





DATOS DE LA CURVA

$\Delta = 20^\circ$
 $G = 8^\circ$
 $R = 143.35 \text{ m}$
 $S.T. = 33.09 \text{ m}$
 $L.C. = 65.00 \text{ m}$

Elev. 84.40

20.00

2.00

2.00

2.00

2.00

2.00

2.00

2.00

2.00

2.00

2.00

2.00

2.00

2.00

2.00

2.00

2.00

2.00

2.00

2.00

2.00

COORDENADAS
 $Y = 9+141+700$
 $X = E 45+410$

2 Compuertos radiales de 200 H x 200 B

Elev. 100

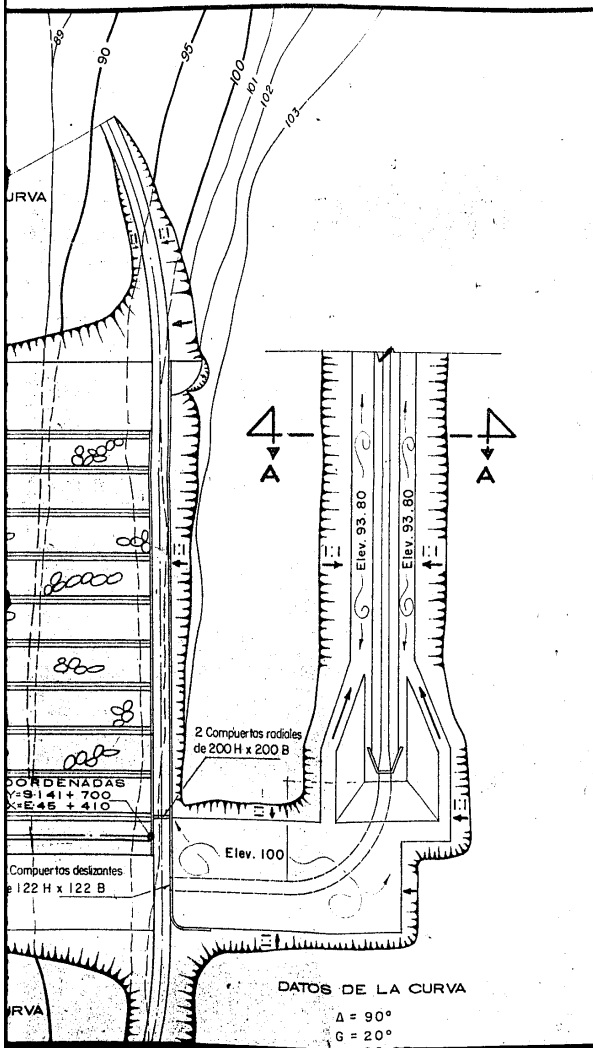
2 Compuertos deslantes de 122 H x 122 B

DATOS DE LA CURVA

$\Delta = 25.8^\circ$

4
A

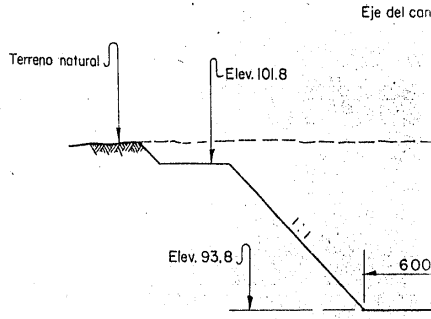
DAT



DATOS DE LA CURVA
 $\Delta = 90^\circ$
 $G = 20^\circ$

COORDENADAS
 $Y = 9141 + 700$
 $X = 45 + 410$

Compuertas deslizantes
 de 122 H x 122 B



DATOS HIDRAULICOS

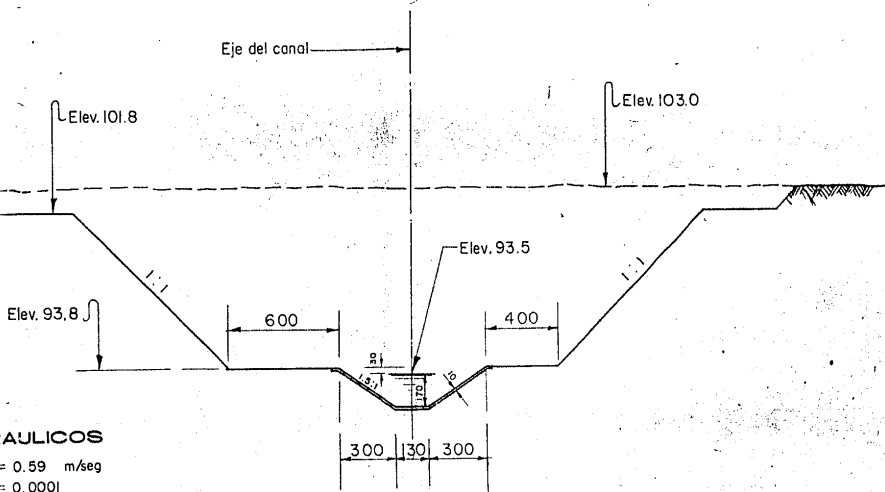
$\Delta = 7.23 \text{ m}^2$ $V = 0.59 \text{ m}^3/\text{seg}$
 $b = 1.70 \text{ m}$ $s = 0.0001$
 $d = 1.70 \text{ m}$ $Q = 4.28 \text{ m}^3/\text{seg}$
 $bl = 0.30 \text{ m}$ $n = 0.016$

COF

PRINCIPALES CA

CONCE
CORTINA Y ESTRUCTUR
Excavación
Enrocamento
Material impermeable
Material inerte
Filtro de arena y grava
Concreto simple en el muro vertical
Concreto simple en zanjales y superficie
Concreto armado

Proyecto: _____ Dibujó: _____
 Ing. F. Franco S. P.O. Gariboy E.
 Revisó: _____ Verificó: _____
 Ing. J. Lora A.

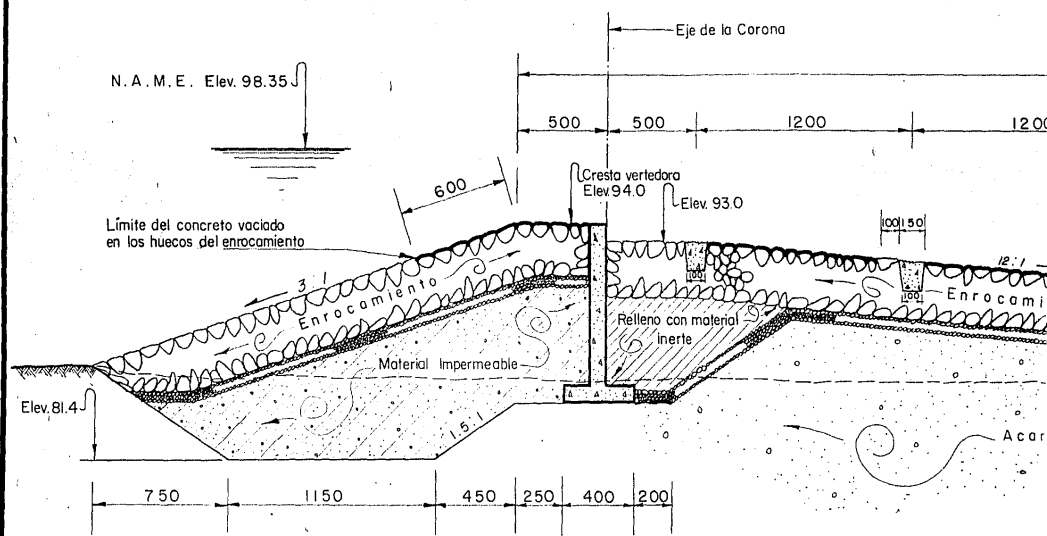
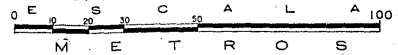


RAULICOS
 = 0.59 m/seg
 = 0.0001
 = 4.28 m³/seg
 = 0.016

CORTE A-A

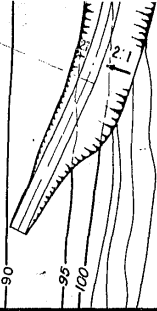
PRINCIPALES CANTIDADES ESTIMADAS		
CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD
CORTINA Y ESTRUCTURAS LATERALES		
Excavación	m³	182 500.0
Enrocamiento	m³	139 134.0
Material impermeable	m²	36 594.0
Material inerte	m³	9 786.0
Filtro de arena y grava	m³	24 492.0
Concreto simple en el muro vertical	m³	3 750.0
Concreto simple en zarjas y superficialmente	m³	9 120.0
Concreto armado	m³	540.0

PLANTA GENERAL



SECCION

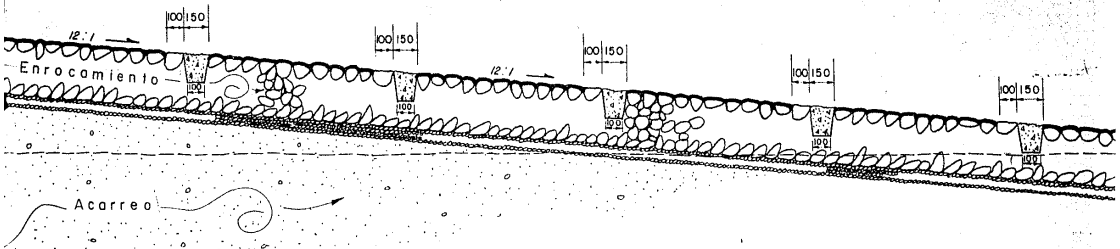
R = 143.35 m
S.T. = 32.83 m
L.C. = 64.50 m



AL
A 100
S

1300

1200 1200 1200 1200 1200



Filtro de arena y grava que
de apoyo al enrocamiento

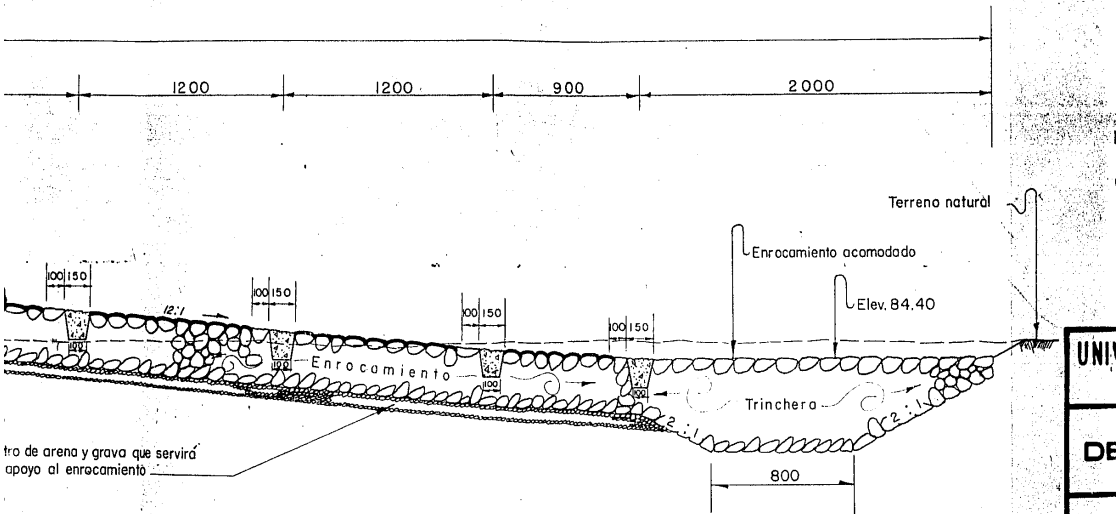
ION MAXIMA DE LA CORTIN

R = 29.23 m
 ST = 29.23 m
 LC = 90.0 m

Abertura de compuertas		
Compuertas deslizante de 1.22 B x 1.22 H		Pcc
Compuerta radial de 2 B x 2 H		Pcc

DATOS DEL PROY

Avenida máxima considerada	m/ee
Gasto toma margen derecho	m/ee
Elevación de la cresta vertedora	m.a.r
Elevación nivel de aguas máximas	m.a.r
Longitud de la cresta vertedora	m
Carga hidráulica	m



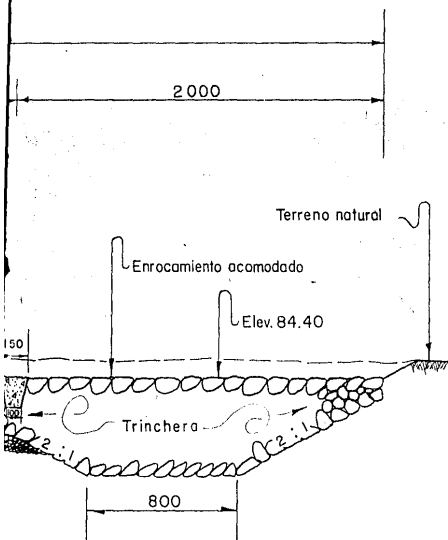
RTINA

UNI
 DE
 MEXI

Acero de refuerzo	Ton	43.6
Compuertas deslizante de 1.22 B x 1.22 H	Pzo	2
Compuerta radial de 2 B x 2 H	Pzo	2

DATOS DEL PROYECTO

Avenida máxima considerada	m ³ /seg.	4 900.00
Gasto toma margen derecha	m ³ /seg.	4.21
Elevación de la cresta vertedora	m. s. n. m.	94.00
Elevación nivel de aguas máximas	m. s. n. m.	98.35
Longitud de la cresta vertedora	m	300.00
Carga hidráulica	m	4.35



NOTAS:

Anotaciones en centímetros, excepto las indicadas en otras unidades. Estaciones y elevaciones en metros.

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE INGENIERIA

Proyecto Hules-Calabojo-Camaitán, Hgo. y Ver.

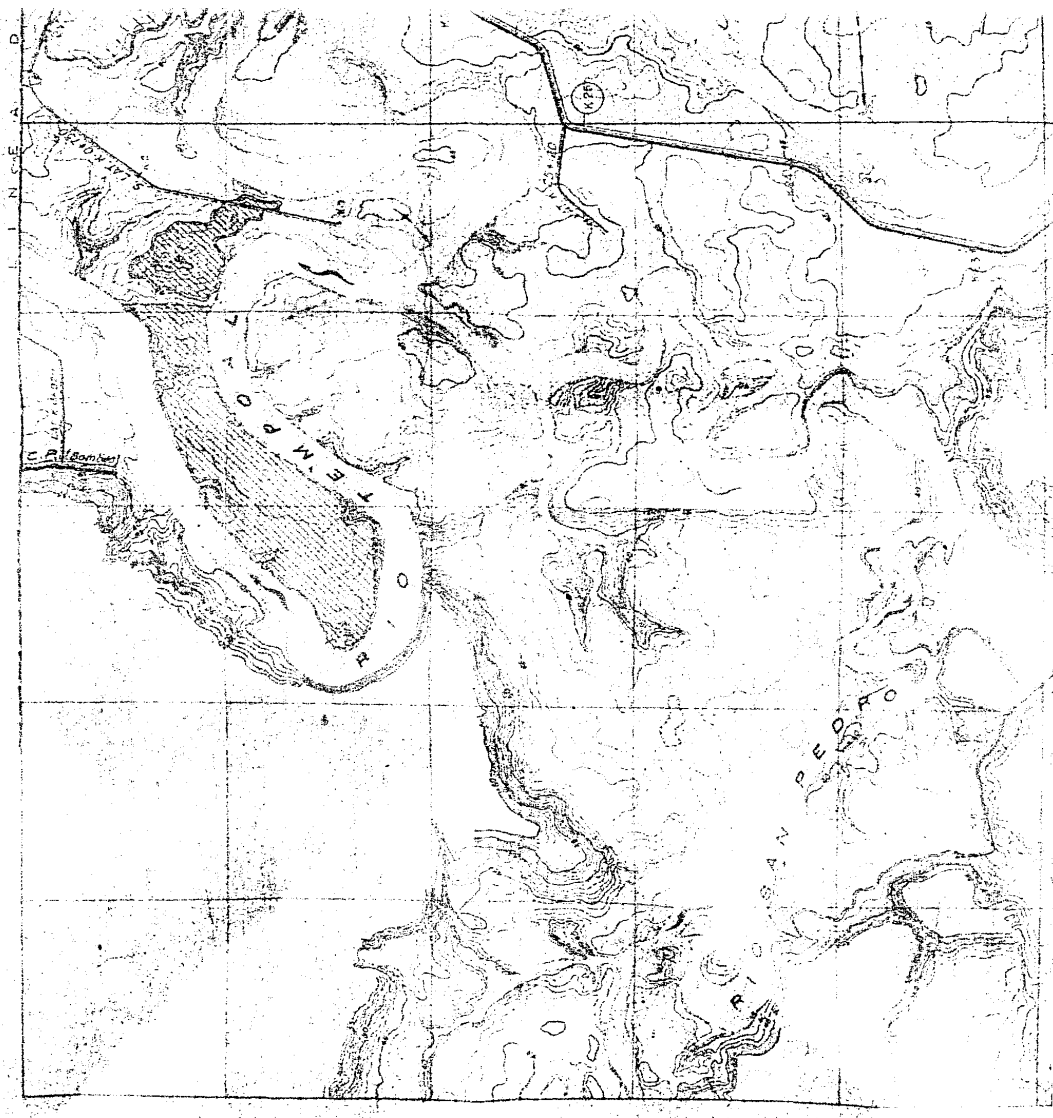
DERIVADORA TERRERILLOS
PLANO GENERAL

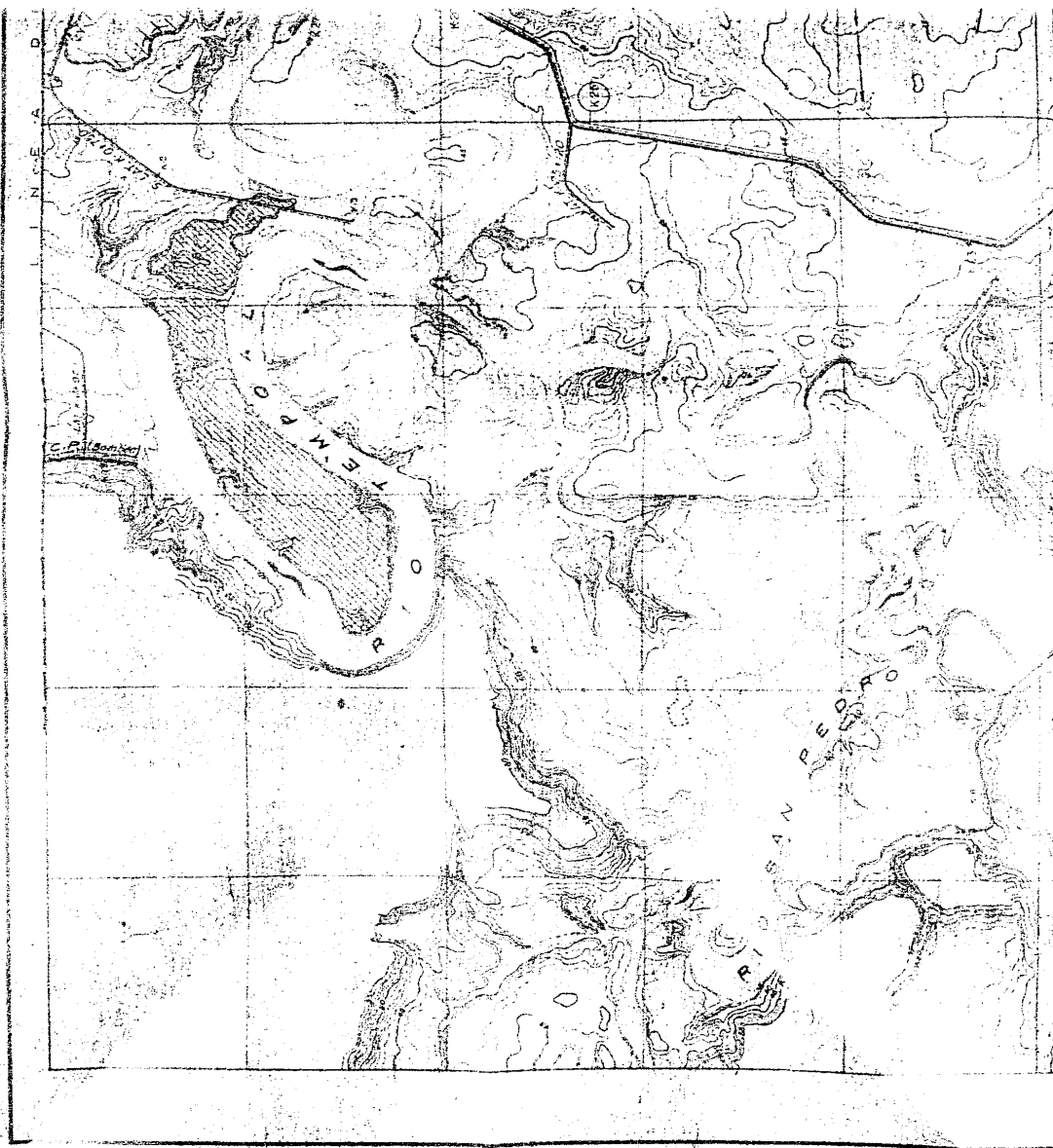
TESIS PROFESIONAL

FELIX FRANCO SIXTO

MEXICO D.F., ENERO 1986

PLANO N° 2



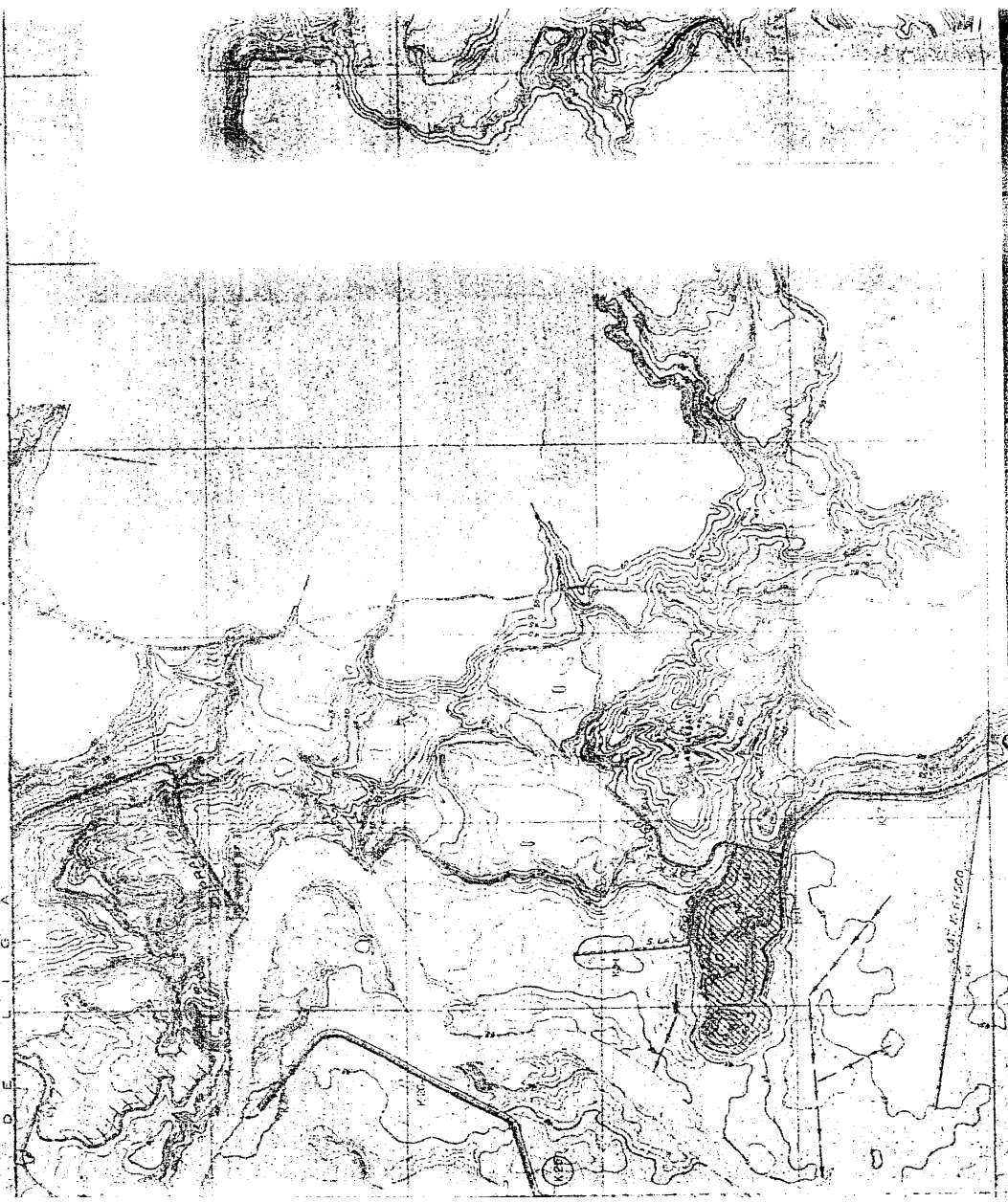


D
U
Z

C. P. (San Pedro)

L
O
P
E
R
R
O

S
A
N
P
E
D
R
O



A
B
C
D
E
F
G
H
I
J
K
L
M
N
O
P
Q
R
S
T
U
V
W
X
Y
Z

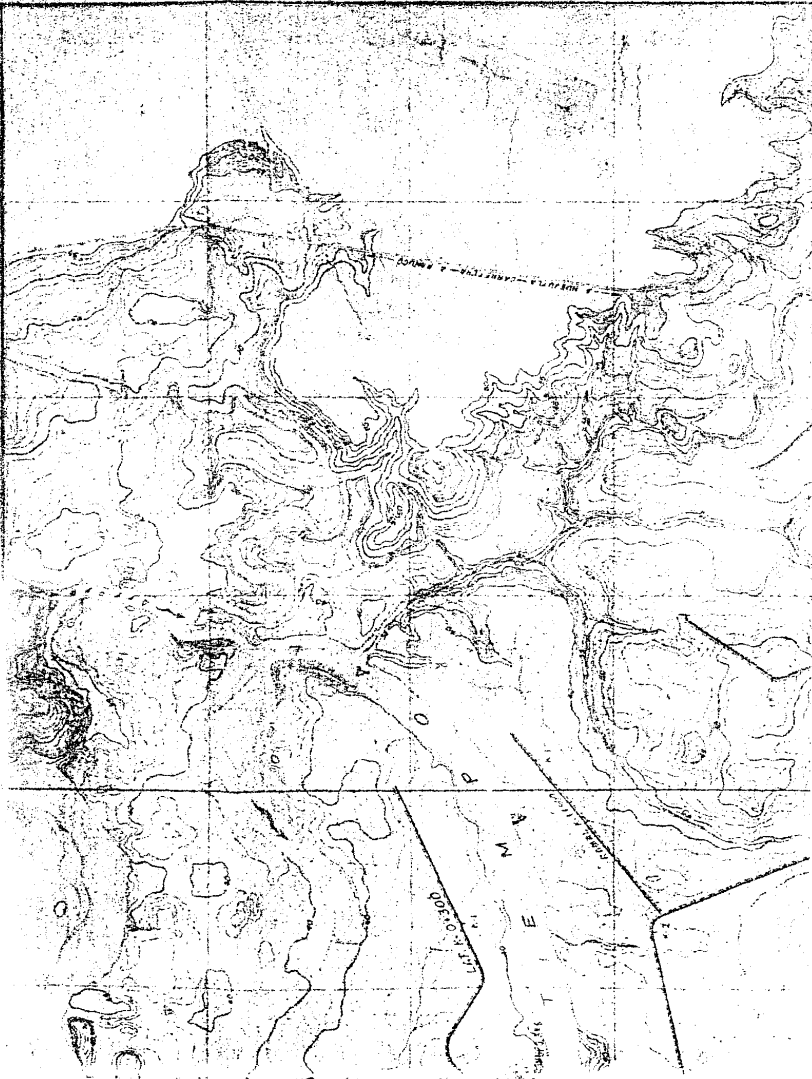
SCALE 1:50,000

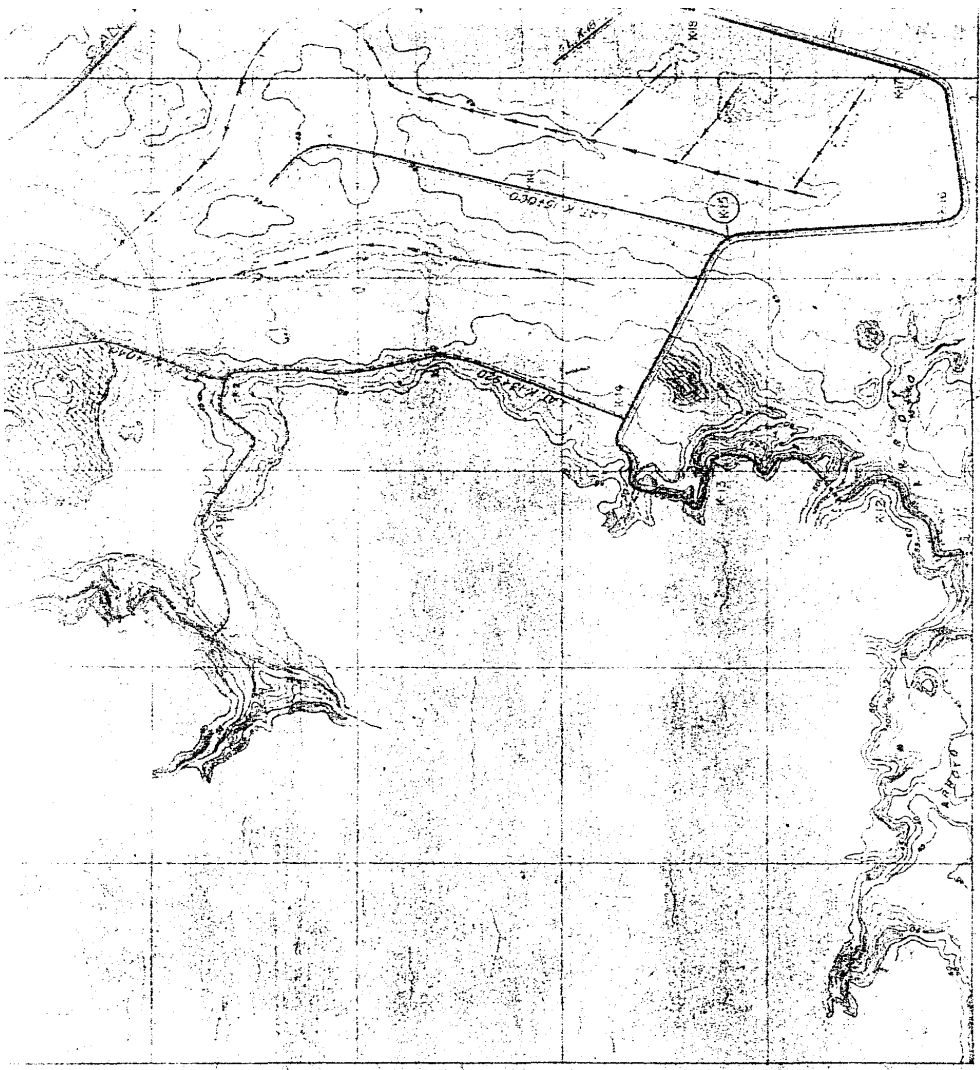
S 100



S 100

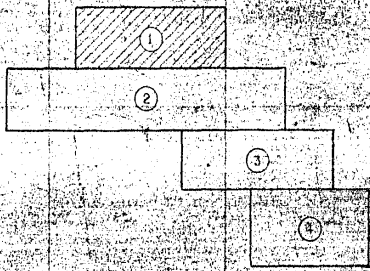
S 95





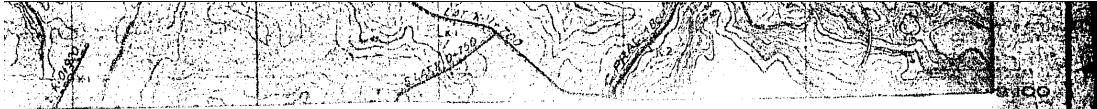


DISTRIBUCION DE LAS HOJAS

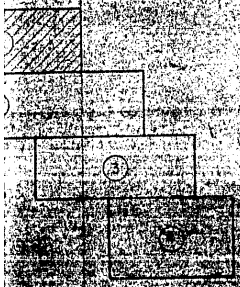


E-28

8-110
O
N
W



N DE LAS HOJAS:



ESCALA 1:20,000



NOTA:

Acotaciones en centímetros. Elevaciones en metros, excepto las indicadas en otra unidad.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA Y GEOGRAFÍA

SECRETARÍA DE ECONOMÍA

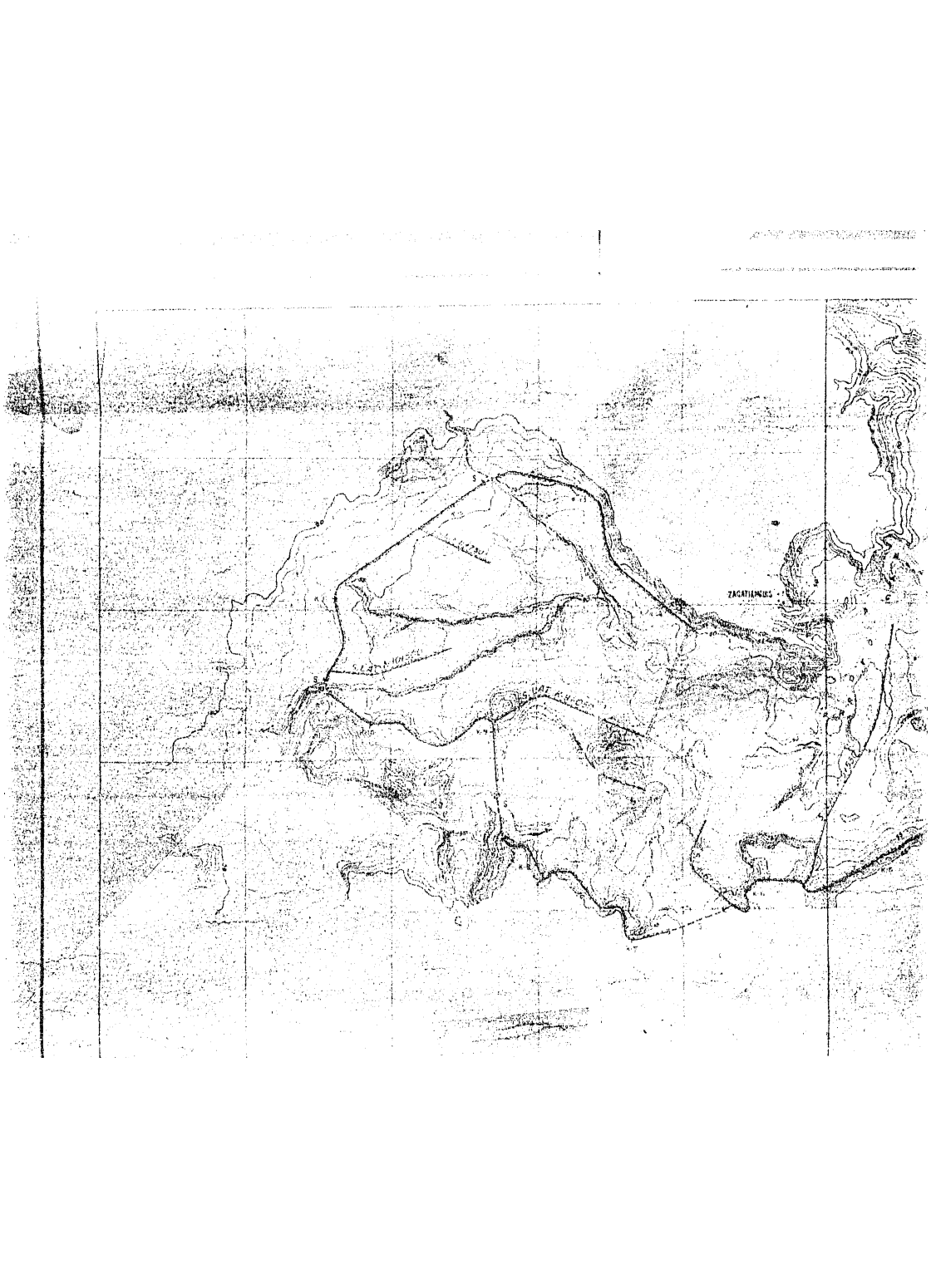
ESTADÍSTICA NACIONAL

ESTADÍSTICA DE CONDICIÓN, CICLO DE VIDA Y RENDIMIENTO DE LOS RECURSOS HUMANOS

PROFESIONAL

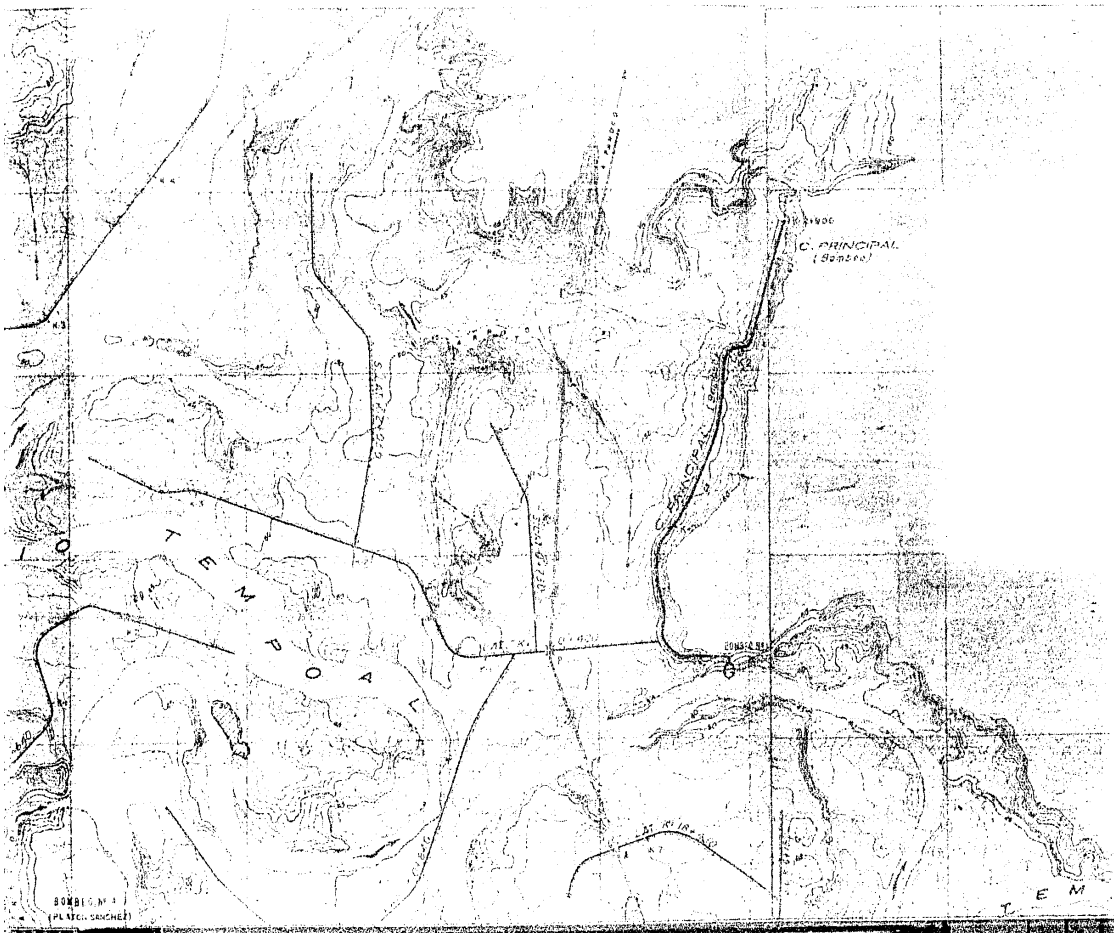
ESTADÍSTICA DE LA FUERZA DE TRABAJO

S-110
S-110





804800
1:50,000

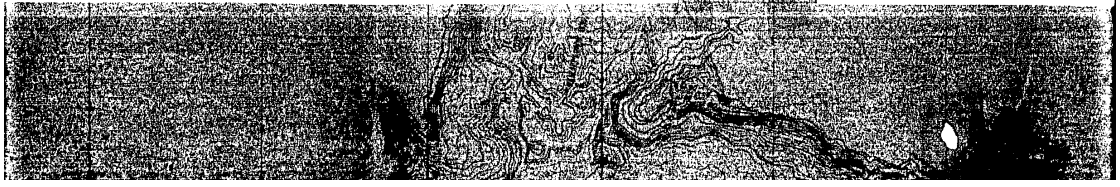


TITAGALAN MOUNTAIN RANGE, CALIFORNIA

Geological map showing various geological features and structures. The map includes labels for different geological units and features, such as 'TITAGALAN MOUNTAIN RANGE, CALIFORNIA'. The map is oriented with North at the top. The geological units are represented by different patterns and colors, and are labeled with letters and numbers. The map shows a complex geological structure with various faults and folds. The topography is indicated by contour lines. The map is a detailed geological map of the Titagalan Mountain Range in California.

LAHARTE MOUNTAINS, GEOMETRICAL

Geological map showing various geological features and structures. The map includes labels for different geological units and features, such as 'LAHARTE MOUNTAINS, GEOMETRICAL'. The map is oriented with North at the top. The geological units are represented by different patterns and colors, and are labeled with letters and numbers. The map shows a complex geological structure with various faults and folds. The topography is indicated by contour lines. The map is a detailed geological map of the Laharte Mountains in California.



ICA... TRICA...

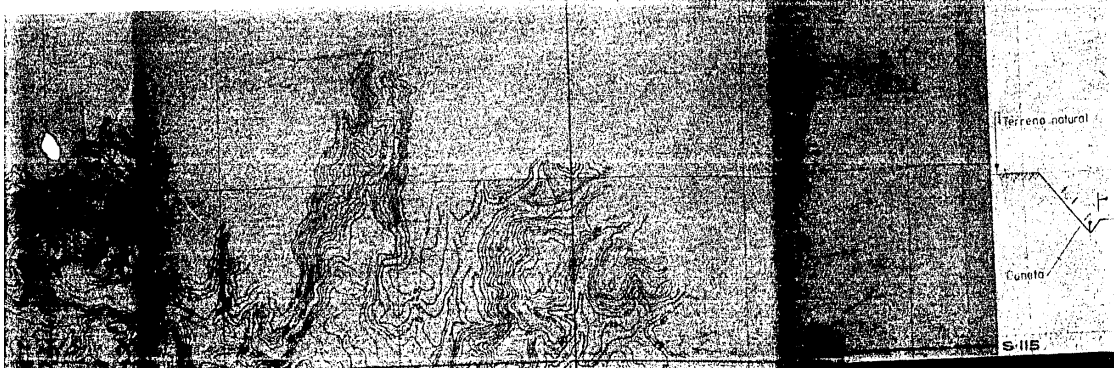
Terreno natural



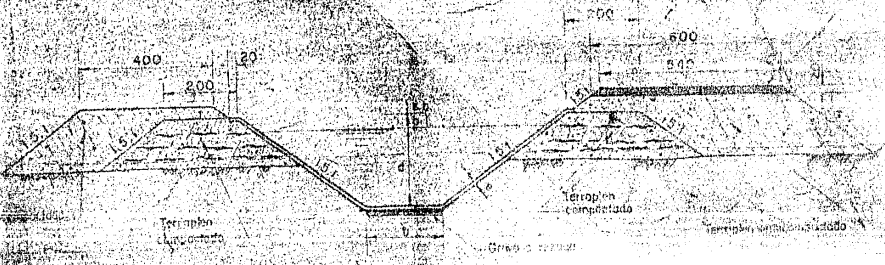
Terreno natural

Cuneta

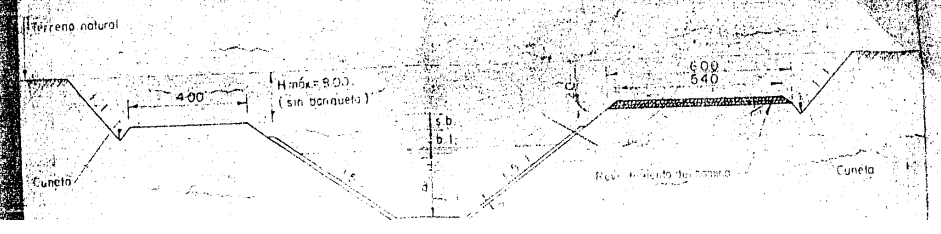
S-115

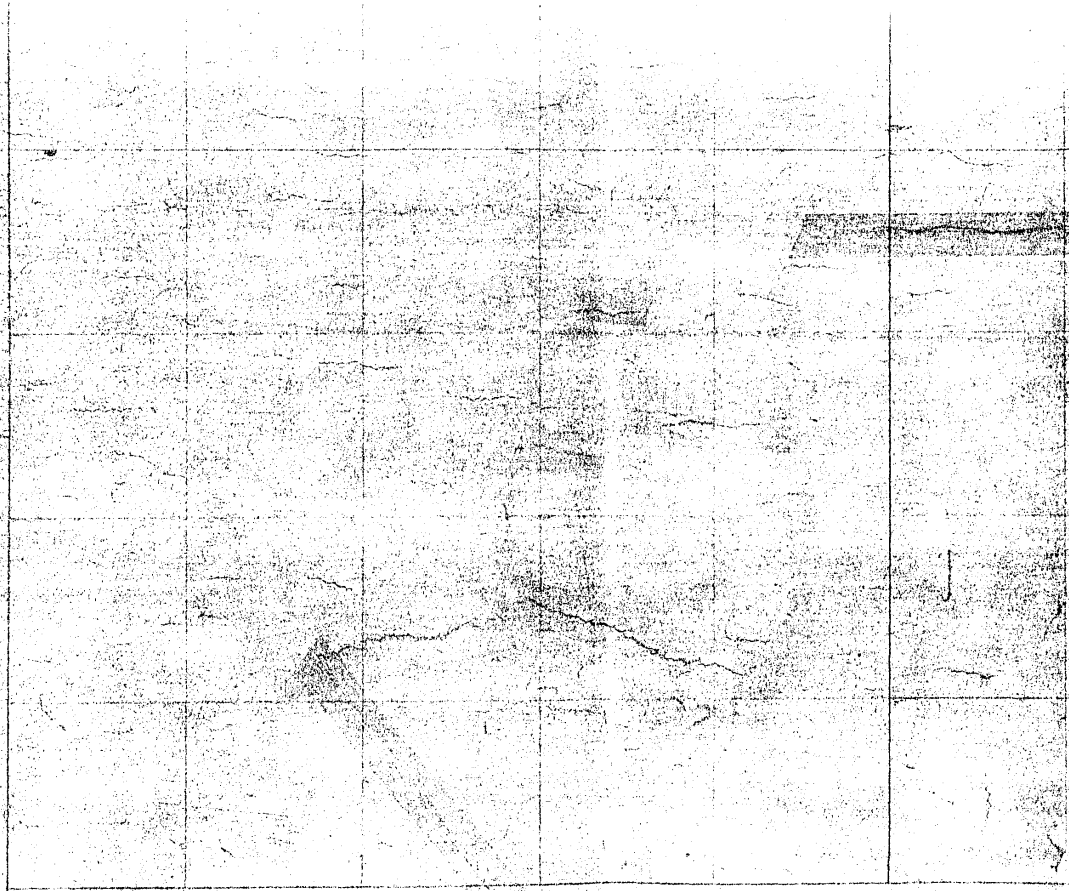


CANAL PRINCIPAL
SECCION NORMAL



CANAL PRINCIPAL
SECCION EN TAJO

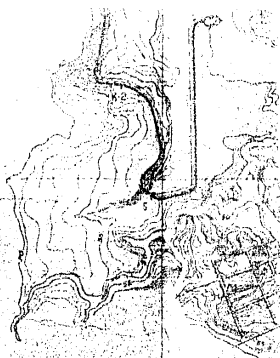
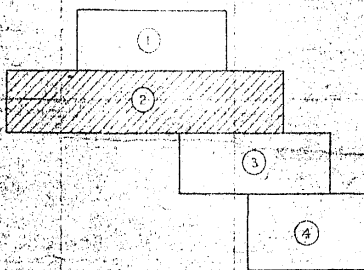




0
15

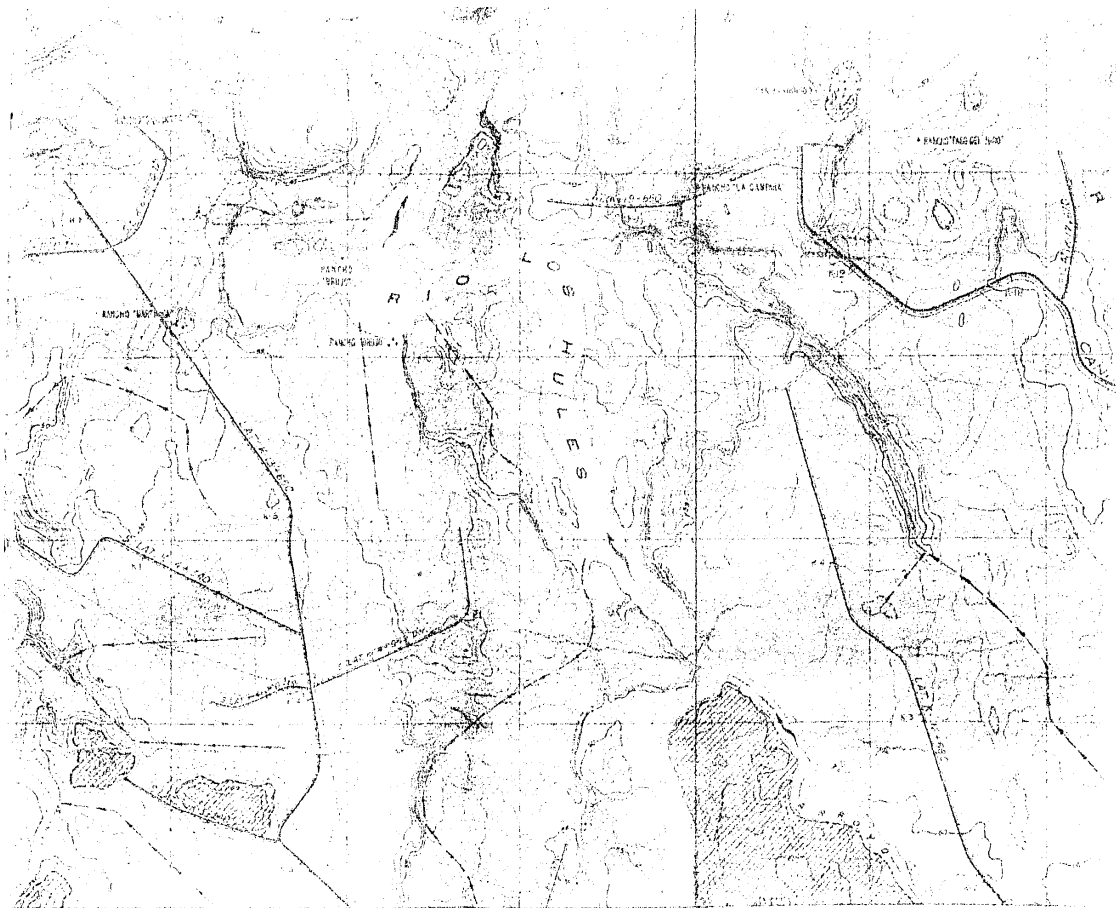
E 15

DISTRIBUCION DE LAS HOJAS

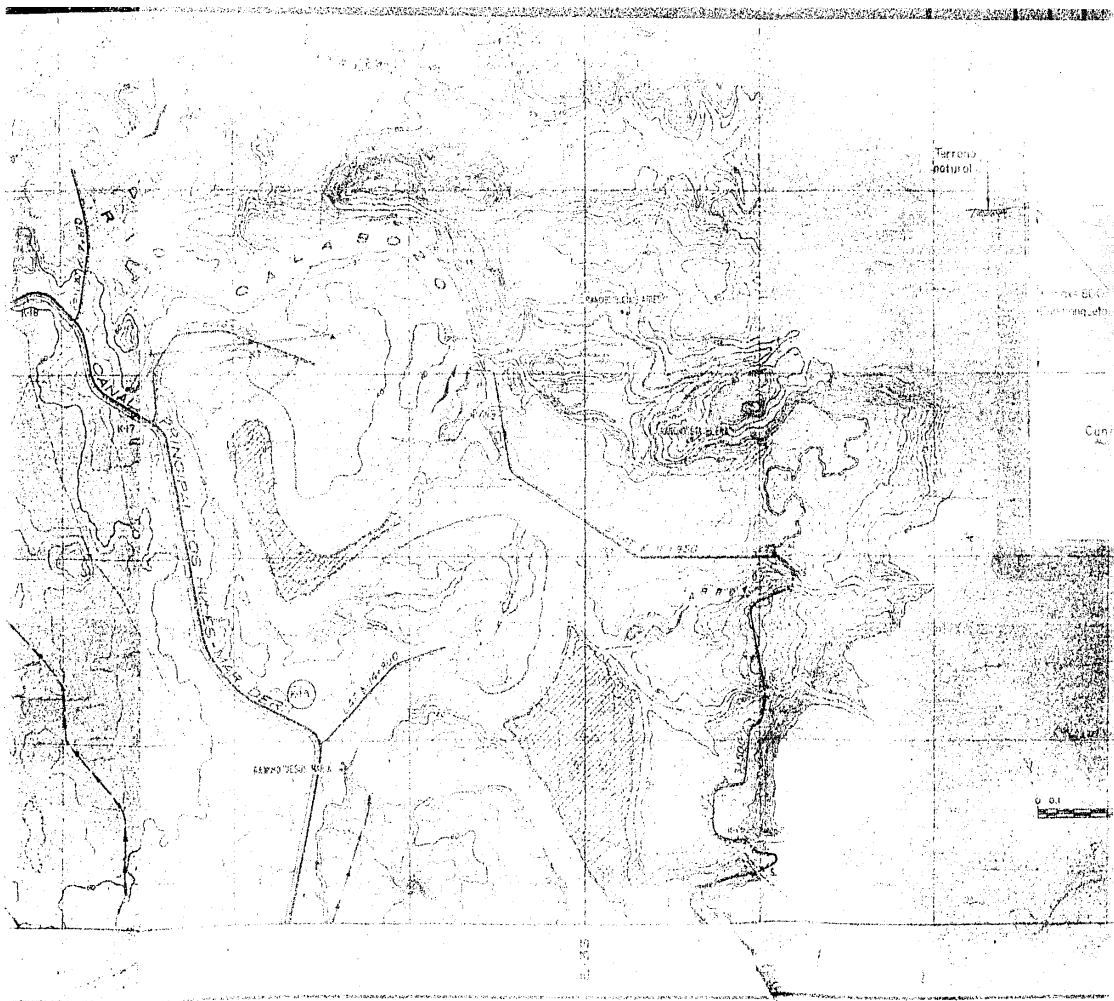


PLATON SANCHE





0
1
2



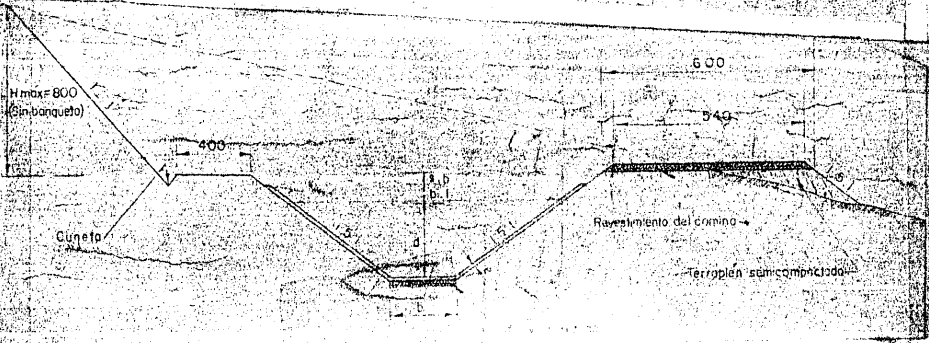
Terrain
natural

Scale 1:50,000

Cum

0.01

CANAL PRINCIPAL
SECCION EN LADERA



ESCALA: 1/20,000

KILOMETROS

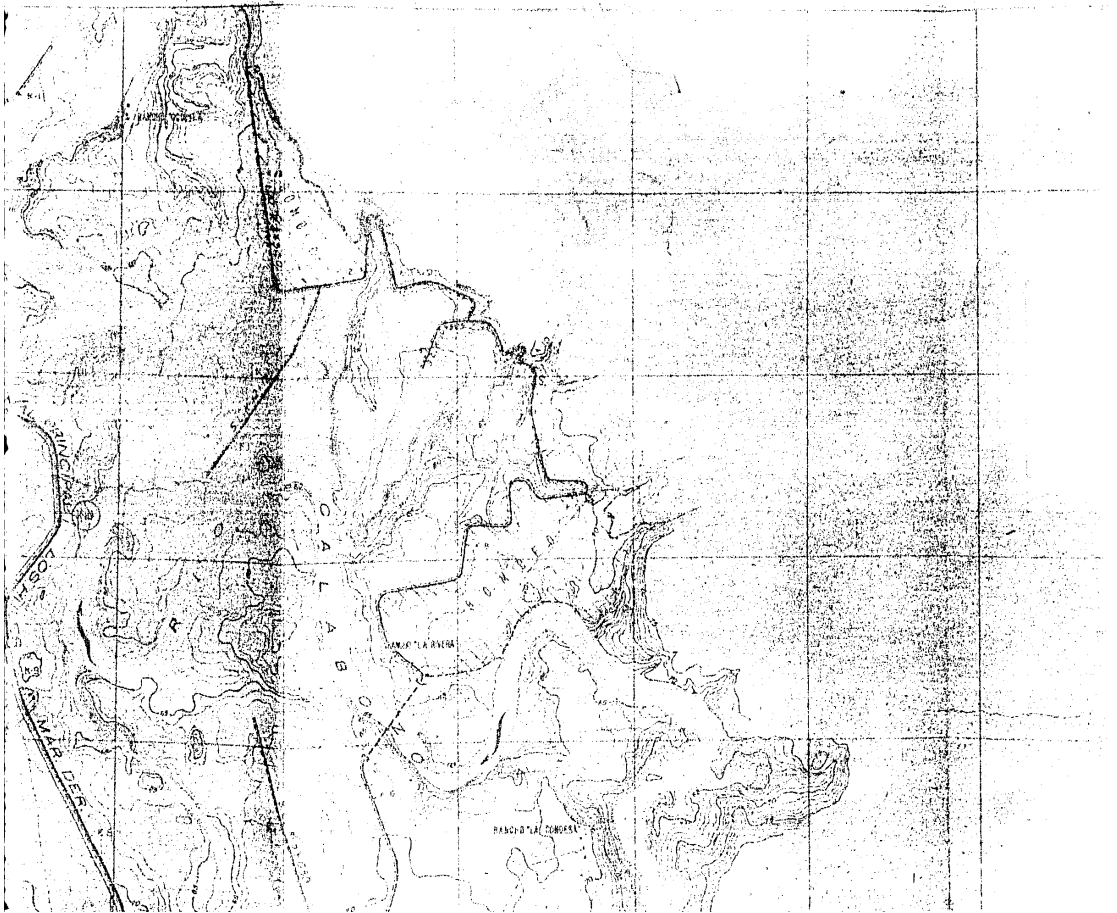
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE INGENIERIA

Asignatura del Proyecto: Hidráulica, Regu y Obras de CONDUCCION, DISEÑO, DRENAJE Y CAMINOS

EXAMEN PROFESIONAL

ESTUDIOS DE PROYECTO

0
1
2



CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS Y HIDRÁULICAS DE UN CANAL TRAPEZOIDAL EN M D

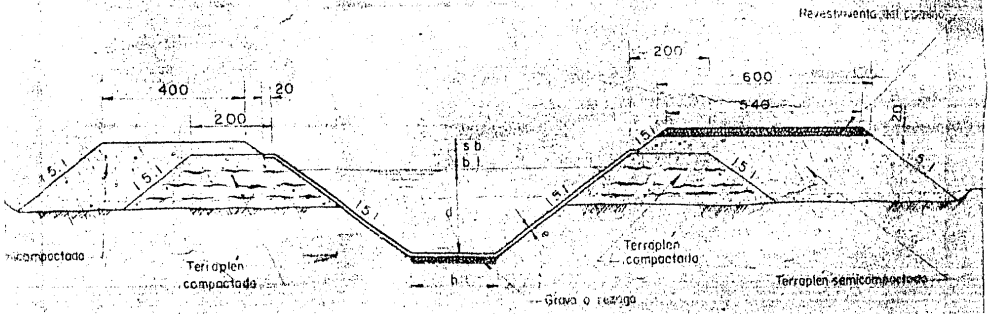
Sección	Alcance	Alcance	Alcance	Alcance	Alcance
1	2	3	4	5	6
7	8	9	10	11	12
13	14	15	16	17	18
19	20	21	22	23	24
25	26	27	28	29	30
31	32	33	34	35	36
37	38	39	40	41	42
43	44	45	46	47	48
49	50	51	52	53	54
55	56	57	58	59	60
61	62	63	64	65	66
67	68	69	70	71	72
73	74	75	76	77	78
79	80	81	82	83	84
85	86	87	88	89	90
91	92	93	94	95	96
97	98	99	100	101	102
103	104	105	106	107	108
109	110	111	112	113	114
115	116	117	118	119	120
121	122	123	124	125	126
127	128	129	130	131	132
133	134	135	136	137	138
139	140	141	142	143	144
145	146	147	148	149	150
151	152	153	154	155	156
157	158	159	160	161	162
163	164	165	166	167	168
169	170	171	172	173	174
175	176	177	178	179	180
181	182	183	184	185	186
187	188	189	190	191	192
193	194	195	196	197	198
199	200	201	202	203	204
205	206	207	208	209	210
211	212	213	214	215	216
217	218	219	220	221	222
223	224	225	226	227	228
229	230	231	232	233	234
235	236	237	238	239	240
241	242	243	244	245	246
247	248	249	250	251	252
253	254	255	256	257	258
259	260	261	262	263	264
265	266	267	268	269	270
271	272	273	274	275	276
277	278	279	280	281	282
283	284	285	286	287	288
289	290	291	292	293	294
295	296	297	298	299	300
301	302	303	304	305	306
307	308	309	310	311	312
313	314	315	316	317	318
319	320	321	322	323	324
325	326	327	328	329	330
331	332	333	334	335	336
337	338	339	340	341	342
343	344	345	346	347	348
349	350	351	352	353	354
355	356	357	358	359	360
361	362	363	364	365	366
367	368	369	370	371	372
373	374	375	376	377	378
379	380	381	382	383	384
385	386	387	388	389	390
391	392	393	394	395	396
397	398	399	400	401	402
403	404	405	406	407	408
409	410	411	412	413	414
415	416	417	418	419	420
421	422	423	424	425	426
427	428	429	430	431	432
433	434	435	436	437	438
439	440	441	442	443	444
445	446	447	448	449	450
451	452	453	454	455	456
457	458	459	460	461	462
463	464	465	466	467	468
469	470	471	472	473	474
475	476	477	478	479	480
481	482	483	484	485	486
487	488	489	490	491	492
493	494	495	496	497	498
499	500	501	502	503	504
505	506	507	508	509	510
511	512	513	514	515	516
517	518	519	520	521	522
523	524	525	526	527	528
529	530	531	532	533	534
535	536	537	538	539	540
541	542	543	544	545	546
547	548	549	550	551	552
553	554	555	556	557	558
559	560	561	562	563	564
565	566	567	568	569	570
571	572	573	574	575	576
577	578	579	580	581	582
583	584	585	586	587	588
589	590	591	592	593	594
595	596	597	598	599	600
601	602	603	604	605	606
607	608	609	610	611	612
613	614	615	616	617	618
619	620	621	622	623	624
625	626	627	628	629	630
631	632	633	634	635	636
637	638	639	640	641	642
643	644	645	646	647	648
649	650	651	652	653	654
655	656	657	658	659	660
661	662	663	664	665	666
667	668	669	670	671	672
673	674	675	676	677	678
679	680	681	682	683	684
685	686	687	688	689	690
691	692	693	694	695	696
697	698	699	700	701	702
703	704	705	706	707	708
709	710	711	712	713	714
715	716	717	718	719	720
721	722	723	724	725	726
727	728	729	730	731	732
733	734	735	736	737	738
739	740	741	742	743	744
745	746	747	748	749	750
751	752	753	754	755	756
757	758	759	760	761	762
763	764	765	766	767	768
769	770	771	772	773	774
775	776	777	778	779	780
781	782	783	784	785	786
787	788	789	790	791	792
793	794	795	796	797	798
799	800	801	802	803	804
805	806	807	808	809	810
811	812	813	814	815	816
817	818	819	820	821	822
823	824	825	826	827	828
829	830	831	832	833	834
835	836	837	838	839	840
841	842	843	844	845	846
847	848	849	850	851	852
853	854	855	856	857	858
859	860	861	862	863	864
865	866	867	868	869	870
871	872	873	874	875	876
877	878	879	880	881	882
883	884	885	886	887	888
889	890	891	892	893	894
895	896	897	898	899	900
901	902	903	904	905	906
907	908	909	910	911	912
913	914	915	916	917	918
919	920	921	922	923	924
925	926	927	928	929	930
931	932	933	934	935	936
937	938	939	940	941	942
943	944	945	946	947	948
949	950	951	952	953	954
955	956	957	958	959	960
961	962	963	964	965	966
967	968	969	970	971	972
973	974	975	976	977	978
979	980	981	982	983	984
985	986	987	988	989	990
991	992	993	994	995	996
997	998	999	1000	1001	1002

CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS Y HIDRÁULICAS DE UN CANAL TRAPEZOIDAL EN M D

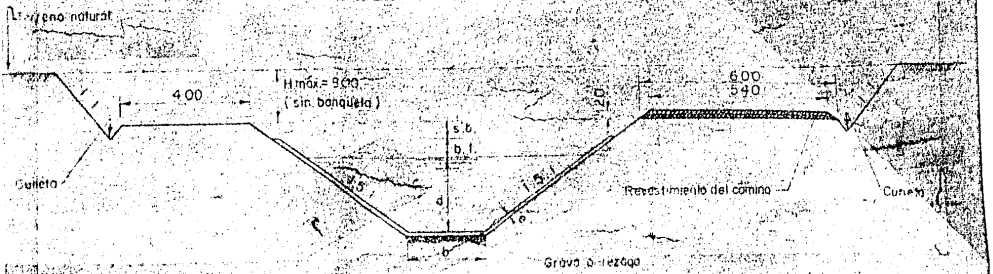
Sección	Alcance	Alcance	Alcance	Alcance	Alcance
1	2	3	4	5	6
7	8	9	10	11	12
13	14	15	16	17	18
19	20	21	22	23	24
25	26	27	28	29	30
31	32	33	34	35	36
37	38	39	40	41	42
43	44	45	46	47	48
49	50	51	52	53	54
55	56	57	58	59	60
61	62	63	64	65	66
67	68	69	70	71	72
73	74	75	76	77	78
79	80	81	82	83	84
85	86	87	88	89	90
91	92	93	94	95	96
97	98	99	100	101	102
103	104	105	106	107	108
109	110	111	112	113	114
115	116	117	118	119	120
121	122	123	124	125	126
127	128	129	130	131	132
133	134	135	136	137	138
139	140	141	142	143	144
145	146	147	148	149	150
151	152	153	154	155	156
157	158	159	160	161	162
163	164	165	166	167	168
169	170	171	172	173	174
175	176	177	178	179	180
181	182	183	184	185	186
187	188	189	190	191	192
193	194	195	196	197	198
199	200	201	202	203	204
205	206	207	208	209	210
211	212	213	214	215	216
217	218	219	220	221	222
223	224	225	226	227	228
229	230	231	232	233	234
235	236	237	238	239	240
241	242	243	244	245	246
247	248	249	250	251	252
253	254	255	256	257	258
259	260	261	262	263	264
265	266	267	268	269	270
271	272	273	274	275	276
277	278	279	280	281	282
283	284	285	286	287	288
289	290	291	292	293	294
295	296	297	298	299	300
301	302	303	304	305	306
307	308	309	310	311	312
313	314	315	316	317	318
319	320	321	322	323	324
325	326	327	328	329	330
331	332	333	334	335	336
337	338	339	340	341	342
343	344	345	346	347	348
349	350	351	352	353	354
355	356	357	358	359	360
361	362	363	364	365	366
367	368	369	370	371	372
373	374	375	376	377	378
379	380	381	382	383	384
385	386	387	388	389	390
391	392	393	394	395	396
397	398	399	400	401	402
403	404	405	406	407	408
409	410	411	412	413	414
415	416				

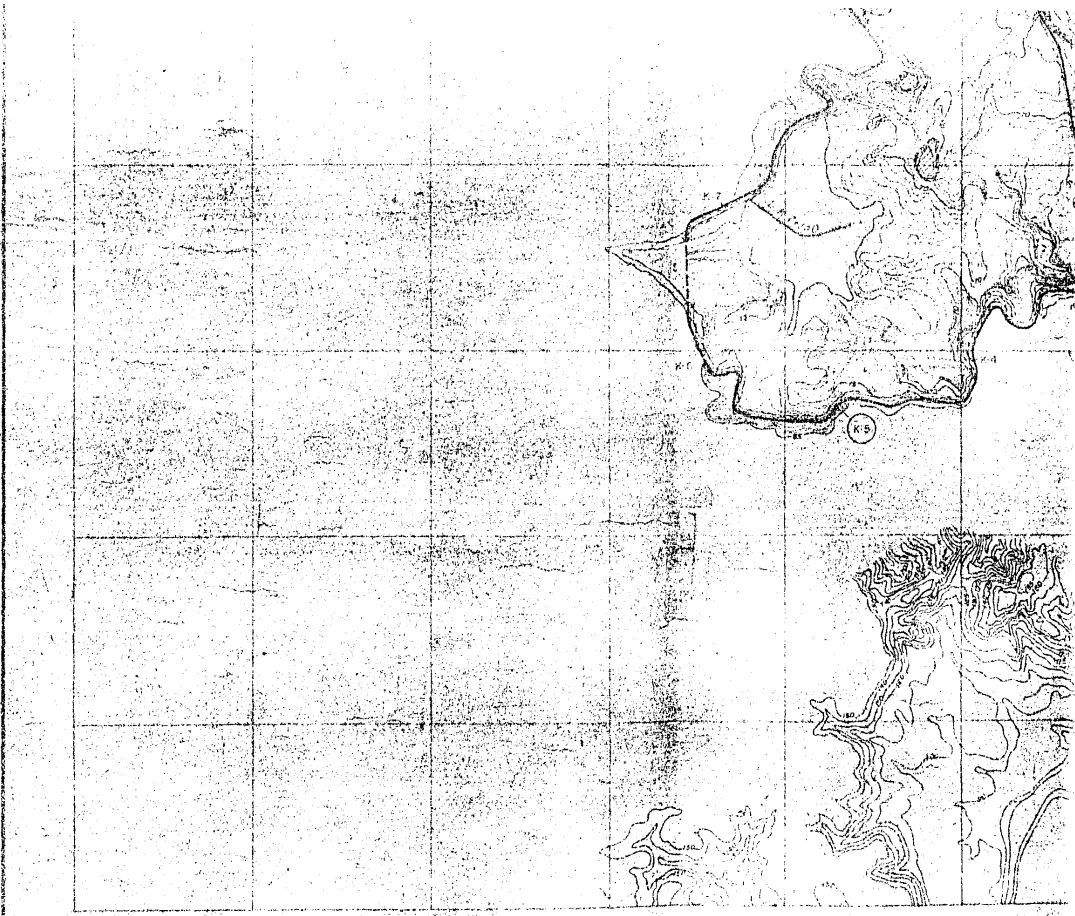
CANAL PRINCIPAL
SECCION NORMAL

Revisó: Ing. F. J. Ramirez E. Verificó: Ing. J. A. Lopez



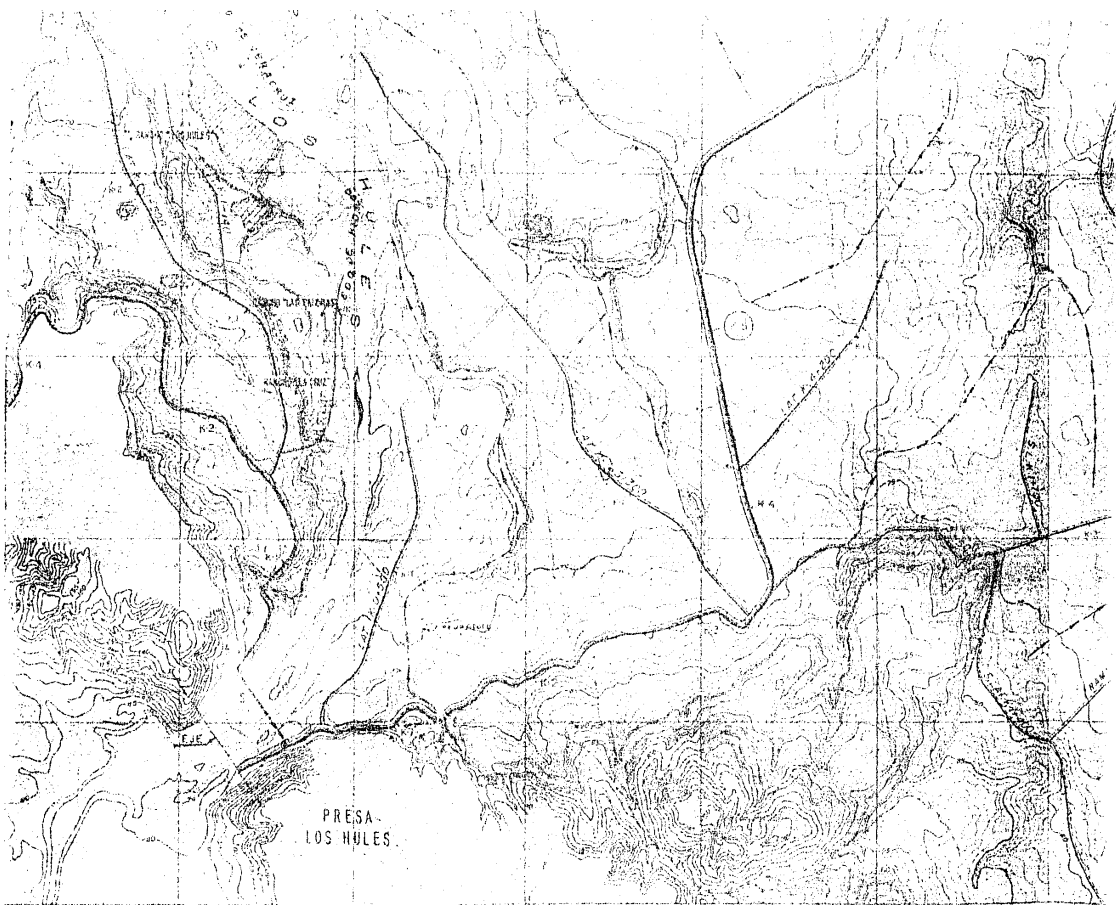
CANAL PRINCIPAL
SECCION EN TAJO





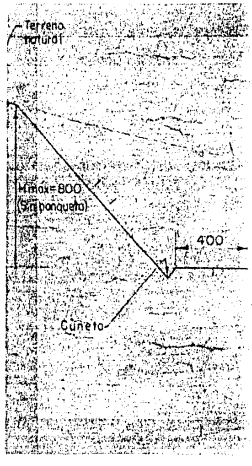
第
三
十

三
十

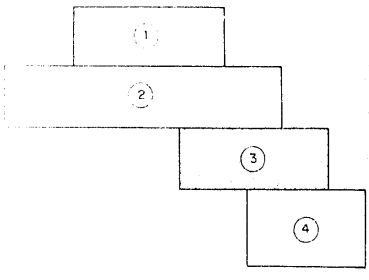


00	31.63	0.97	3.00	3.1	30	0.00	0.00
60	10.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.00	0.00
83	0.64	0.16	0.16	0.16	0.16	0.00	0.00
55	4.90	0.52	1.40	1.4	0.280	0.10	0.10
55	0.50	0.11	0.30	0.30	0.131	0.016	0.016
14	3.19	0.67	1.05	1.14	0.014	0.017	0.017
92	3.19	0.60	1.05	1.15	0.014	0.017	0.017
80	1.70	0.52	0.75	0.80	0.441	0.008	0.008
41	0.500	0.81	0.40	0.35	0.244	0.008	0.41

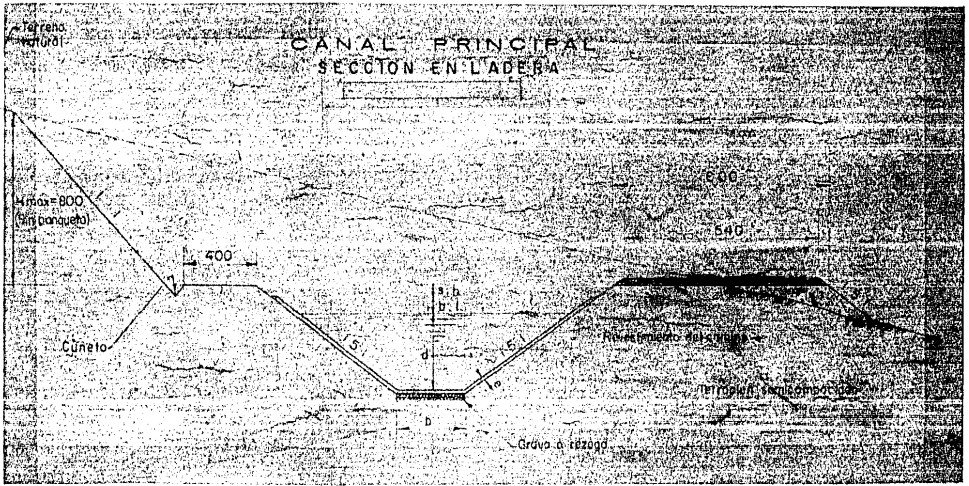
S125



DISTRIBUCION DE LAS HOJAS

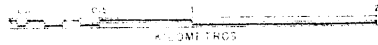


S130

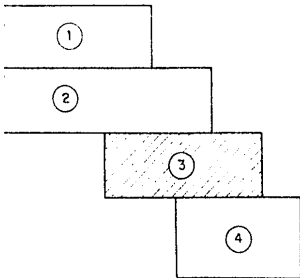


NOTA:
 Lecturas en centímetros elevaciones en metros
 excepto las indicadas en otra unidad.

ESCALA 1:20,000



DISTRIBUCION DE LAS HOJAS



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
 FACULTAD DE INGENIERIA

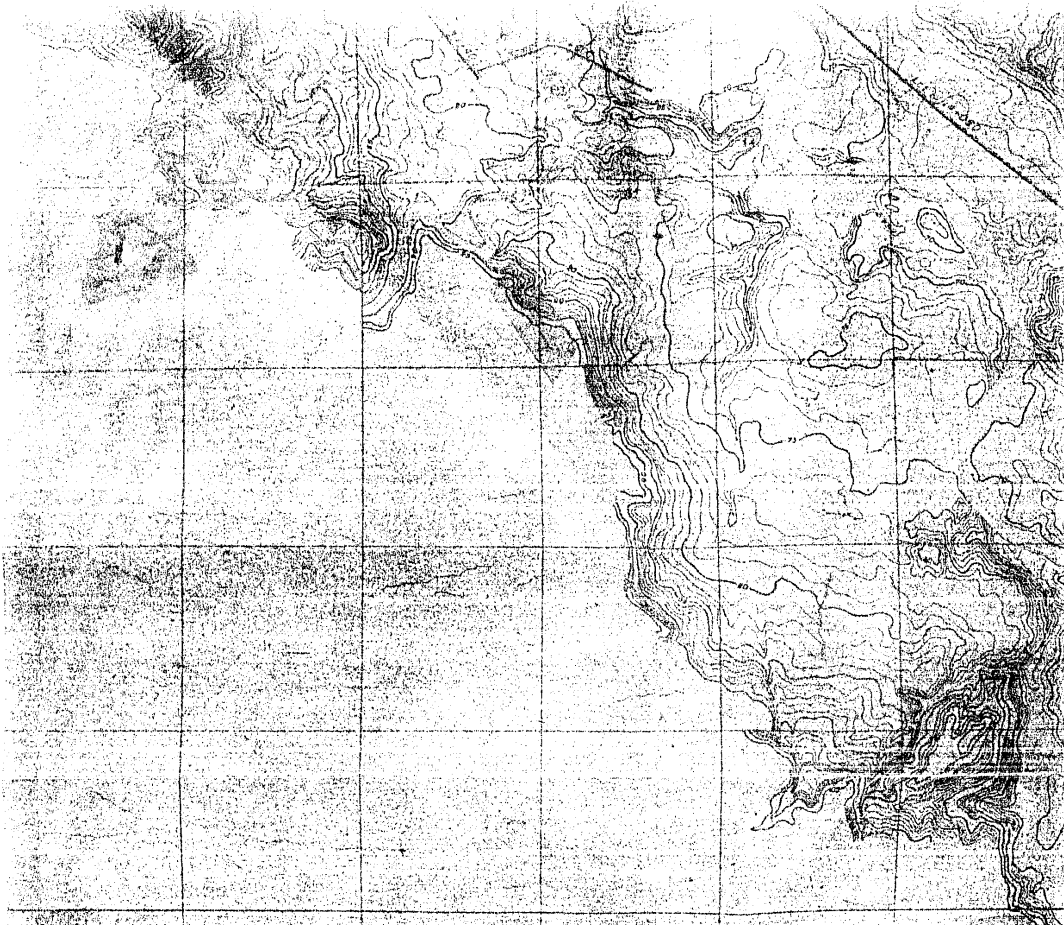
Estudio de Prefactibilidad del Proyecto Hules-Guilaobozo, Hgo. y Ver.
 SISTEMAS DE CONDUCCION, DIS-
 TRIBUCION, DRENAJE Y CAMINOS

TESIS PROFESIONAL

FELIX FRANCO SIXTO

MEXICO, D.F., ENERO 1985

PLANO 3 DE 4

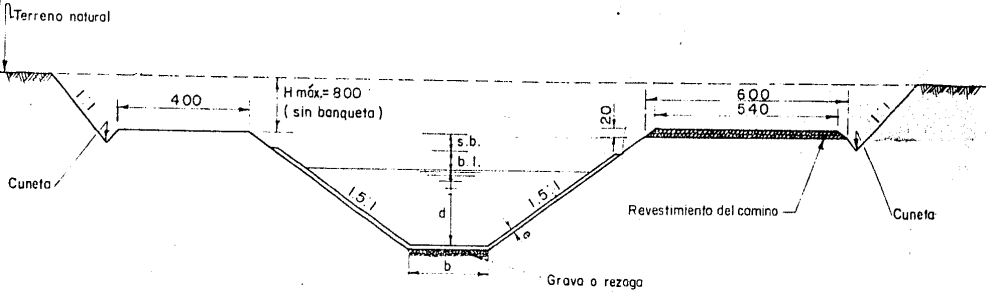




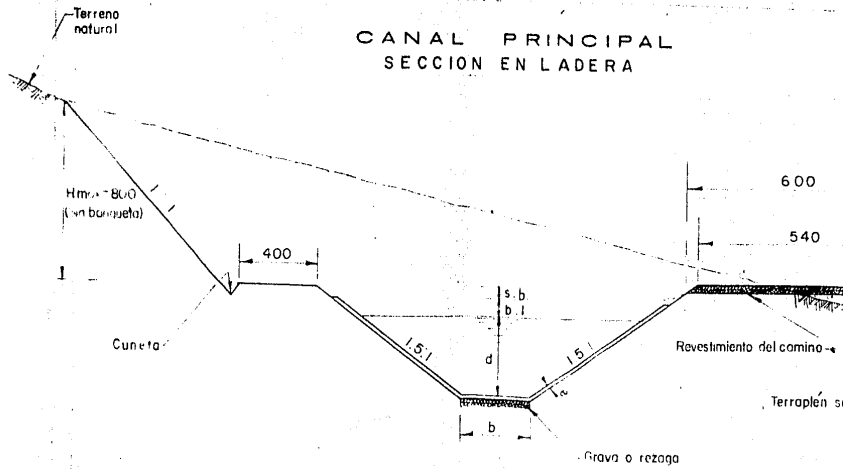


E 35

CANAL PRINCIPAL SECCION EN TAJO



CANAL PRINCIPAL SECCION EN LADERA



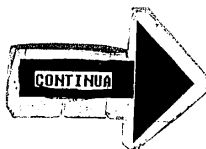
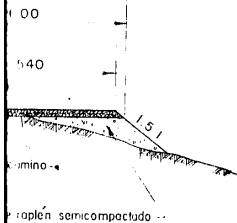
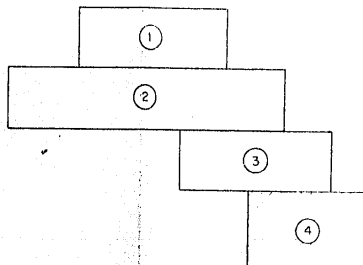
Projectó: Ing. F. Franco S. Dibujó: B. Camp. J. Y. P. Uribe
 Revisó: Ing. F. J. Ramírez L. Verificó: Ing. J. A. Lora A.

CARACTERISTICAS GEOMETRICAS E HIDRAULICAS DEL CANAL PRINCIPAL TERRERILLOS

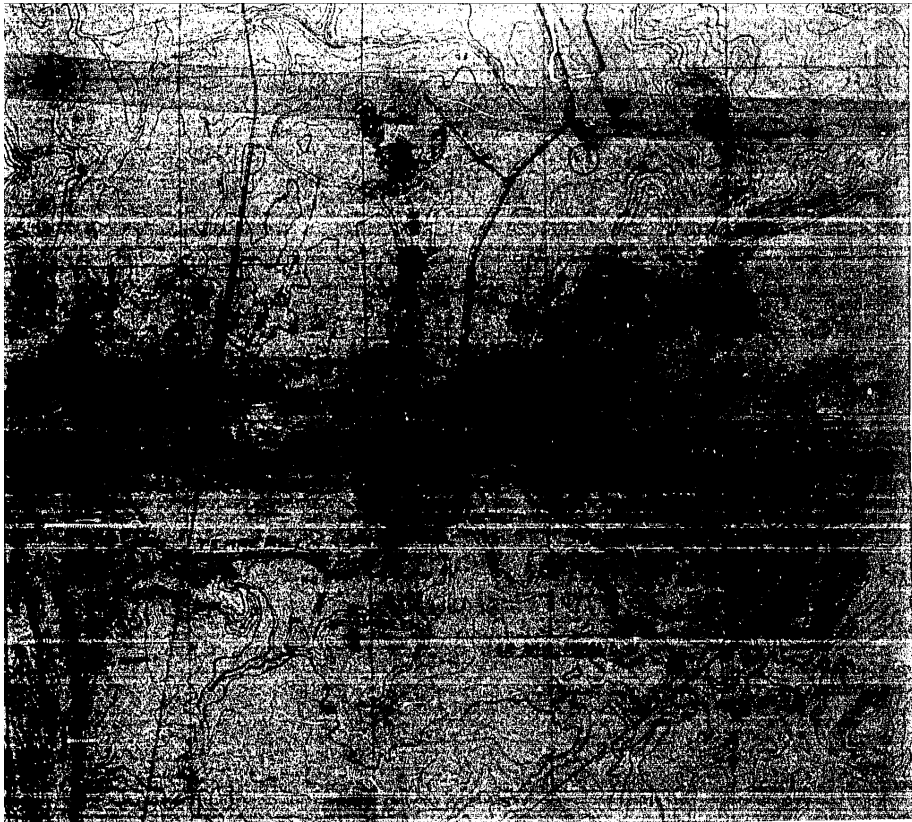
CADENAMIENTO Km. A - Km. B	Q (m ³ /s)	A ₁ (m ²)	v ₁ (m/s)	t ₁ (m)	d ₁ (m)	r ₁ (m)	n	s
0+000 - 7+100	4.28	7.23	0.59	1.70	1.70	0.923	0.016	0.0010
7+100 - 14+300	2.55	4.39	0.58	1.43	1.43	0.760	0.016	0.0010
14+300 - 16+000	1.11	2.76	0.40	1.05	1.05	0.570	0.017	0.0010

E 4

DISTRIBUCION DE LAS HOJAS



E 4



S-140



S-145

NOTA :

Acotaciones en el terreno de Elevaciones en metros
excepto las indicadas en el plano.

0
5
10

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE INGENIERIA

Estudio de Prefactibilidad del Proyecto Hules Calabozo, Hgo y Ver.
SISTEMAS DE CONDUCCION, DISTRIBUCION, DRENAJE Y CAMINOS

TESIS PROFESIONAL

FELIX FRANCO SIXTO