

Universidad Nacional Autónoma de México

FACULTAD DE INGENIERIA



ESTUDIO DE LA REHABILITACION DEL DISTRITO

DE RIEGO 04- COAHUILA Y NUEVO LEON

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
I N G E N I E R O C I V I L
P R E S E N T A:

José Bernardo Mario García García

1 9 8 2



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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



UNIVERSIDAD NACIONAL
AVANZADA

FACULTAD DE INGENIERIA
EXAMENES PROFESIONALES
60-1-311

Al Pasante señor JOSE BERNARDO MARIO GARCIA GARCIA,
P r e s e n t e .

En atención a su solicitud relativa, me es grato transcribir a usted a continuación el tema que aprobó por esta Dirección propuso el Profesor Ing. Francisco Torres H., para que lo desarrolle como tesis en su Examen Profesional de Ingeniería CIVIL.

"ESTUDIO DE LA REHABILITACION DEL DISTRITO DE RIEGO
04-COAHUILA Y NUEVO LEON"

1. Antecedentes.
2. Estado actual del distrito de riego.
3. Planteamiento del problema.
4. Anteproyecto de las obras de que consta la rehabilitación.
5. Presupuesto de las obras y estudio económico.
6. Conclusiones.

Ruego a usted se sirva tomar debida nota de que en cumplimiento de lo especificado por la Ley de Profesiones, deberá prestar Servicio Social durante un tiempo mínimo de seis meses como requisito indispensable para sustentar Examen Profesional así como de la disposición de la Dirección General de Servicios Escolares en el sentido de que se imprima en lugar visible de los ejemplares de la tesis, el título del trabajo realizado.

A t e n t a m e n t e
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"
Cd. Universitaria, 26 de septiembre de 1960
EL DIRECTOR

ING. JAVIER JIMENEZ ISORDIA

JJI/OBLH/ser

I N D I C E

	Página No.
C A P I T U L O I, ANTECEDENTES	
1.1 Aspectos Generales de la Zona en Estudio	1
1.1.1 Ubicación	1
1.1.2 Condiciones Naturales	5
1.2 Estudios Básicos	9
1.2.1 Estudios Topográficos	9
1.2.2 Tenencia de la Tierra	9
1.2.3 Estudios Hidrométricos	10
1.2.4 Condición del manto Freático	11
1.2.5 Estudios Agrológicos	12
1.2.6 Estudios sobre áreas de riego afectadas por salinidad	12
C A P I T U L O II ESTADO ACTUAL DEL DISTRITO DE RIEGO	
2.1 Infraestructura Hidráulica Existente	14
2.1.2 Drenes	15
2.1.3 Datos Generales y Condiciones Actuales de la Presa de Almacenamiento "Venustiano Carranza"	15
2.1.4 Presa Reguladora Existente "Laguna de Salinillas"	17
2.1.5 Caminos	18
2.1.6 Edificios	18
2.1.7 Agua Potable y Alcantarillado	19
2.1.8 Electrificación	20

	Página No.
2.2 Hidrología y Funcionamiento	20
2.2.1 Funcionamiento del Vaso	20
2.2.2 Uso del Agua y del Suelo	22
2.2.3 Ganadería	23
C A P I T U L O III, PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	
3.1 Análisis del Problema	25
3.1.1 Factores Favorables al Desarrollo	25
3.1.2 Factores No. Favorables al Desarrollo del Distrito	26
3.1.3 Balance Agua Suelo	27
3.1.4 Consecuencia en Ausencia de Acciones	29
C A P I T U L O IV, ANTEPROYECTO DE LAS OBRAS DE QUE CONSTA LA REHABILITACION	
4.1 Objeto	30
4.2 Factibilidad Técnica, Económica y Financiera	31
4.3 Obras de Infraestructura Propuestas	31
4.4 Descripción de las Obras	33
4.5 Afectación e Indemnizaciones	34
4.6 Rehabilitación de Canales	34
4.7 Revestimiento de Concreto	40
4.8 Secciones de Máxima Eficiencia	50
4.9 Rehabilitación de la Red de Drenaje	67
4.10 Rehabilitación de Caminos	68
4.11 Nivelación de Tierras Agrícolas	80

	Página No.
C A P I T U L O V, ANTE PRESUPUESTOS Y PRESUPUESTOS	
5.1.1	Antepresupuestos 89
5.1.2	Presupuestos 89
5.2	Información Básica sobre el Area por Beneficiar 97
5.2.1	Ubicación y Límites de la Superficie Beneficiable 97
5.2.2	Tenencia y Uso del Suelo 98
5.2.3	Valor de la Producción Actual y Futura 98
5.2.4	Manejo y Capacidad de Uso de los Suelos 107
5.3	Programa de Inversiones 107
5.3.1	Relación Beneficio-Costos 107
5.3.2	Valor Actual de los Costos 108
5.3.3	Análisis del Beneficio-Costo 109
5.3.4	Tasa Interna de Retorno 110
5.3.5	Participación de los Usuarios en el Costo de las obras. 111
C A P I T U L O VI, CONCLUSIONES	
6.1	Justificación de la Inversión 131
6.2	Factores para el buen funcionamiento del Distrito 131
6.3	Diseño de la Sección más Convenientes 131
6.3.1	Planteo del Problema 131
6.3.2	Canales Revestidos 133

A N T E C E D E N T E S

CAPITULO I

1.1 Aspectos Generales de la Zona en estudio

Los estudios del Proyecto de rehabilitación del Distrito de Riego No. 4 Don Martín, se realizan en una zona que involucra dos estados del Norte de la República Mexicana, Coahuila y Nuevo León.

Esta región cuenta con grandes extensiones planas de poca pendiente haciendo que el suelo sea poco erosionado y desde este punto de vista sea apropiado para la agricultura.

Los centros de población más importantes dentro de esta zona son: Anahuác y el Pueblo de Rodríguez.

La actividad más importante de la zona en general es la agricultura contando con tierras regadas con aguas del río Sabinas y Nadadores, almacenadas en la Presa Venustiano Carranza, otra actividad de menor importancia que complementa la economía es la ganadería.

1.1.1. Ubicación.

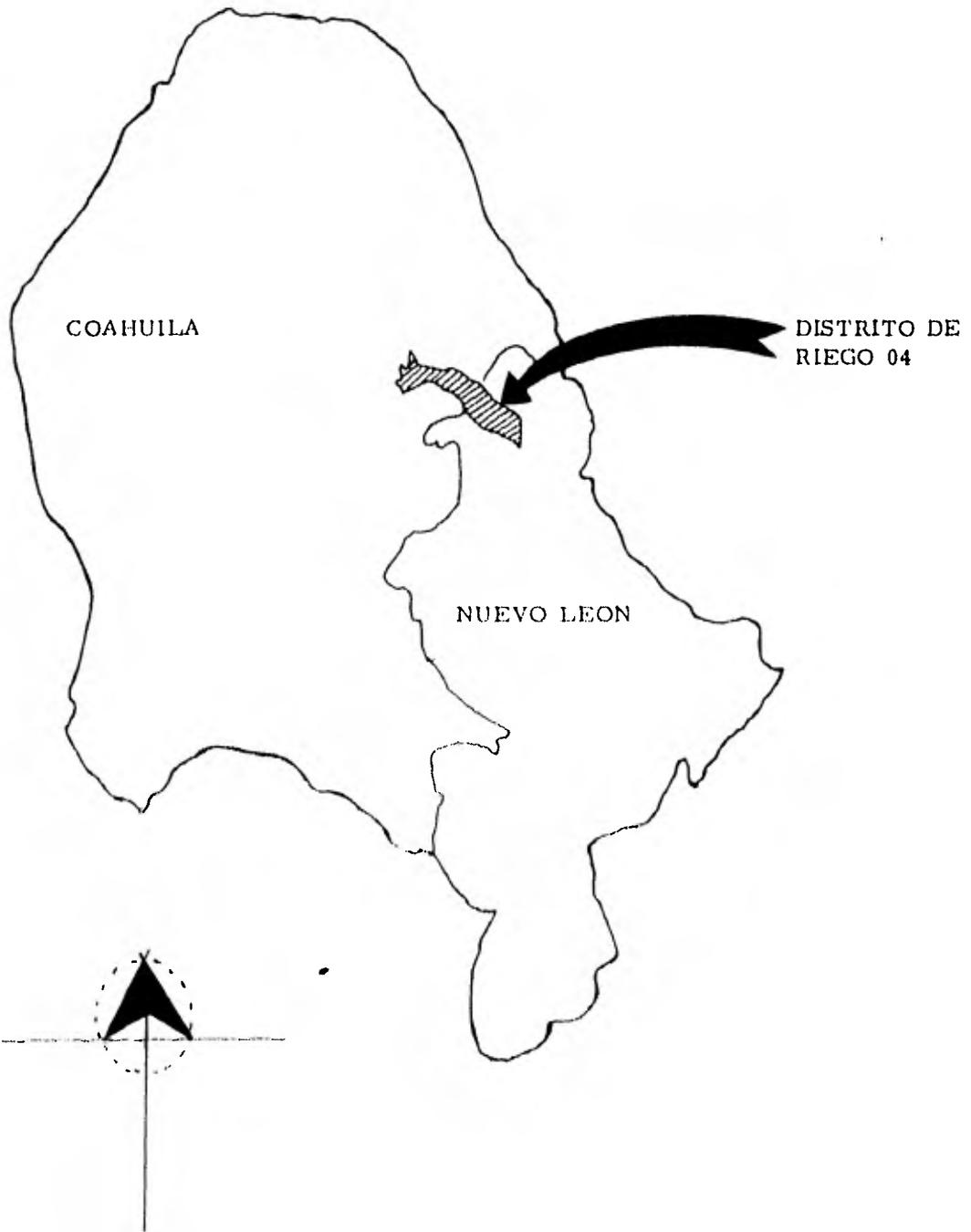
La zona donde se localiza el Distrito de Riego No. 4 Don Martín, se sitúa en la parte Noroeste de la República en los Estados de Coahuila y Nuevo León; entre los paralelos 27°14' latitud norte y los meridianos 100°09' longitud oeste; la altitud de la zona de riego varía de 240 a 154 metros sobre el nivel del mar.

LOCALIZACION NACIONAL DEL D. R. 04 DON MARTIN

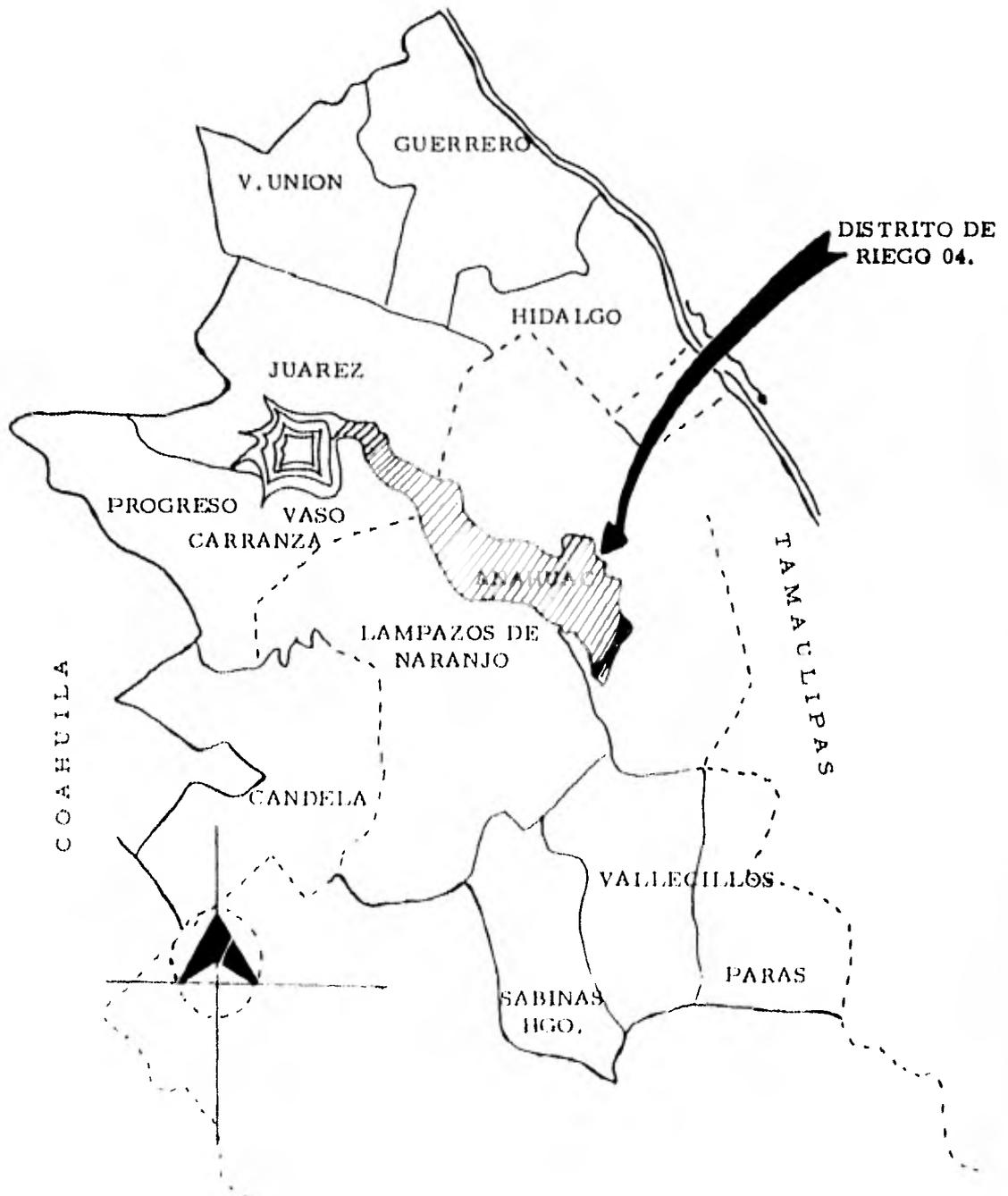
NUEVO LEON Y COAHUILA



LOCALIZACION ESTATAL DEL D. R. 04 DON MARTIN
NUEVO LEON Y COAHUILA



LOCALIZACION MUNICIPAL DEL D. R. 04 DON MARTIN
NUEVO LEON Y COAHUILA



1.1.2 Condiciones Naturales

Clima

El Clima, es semi-árido con vegetación de estepa y humedad deficiente en todas las estaciones con temperaturas de 43° y -6° con una precipitación media anual de 402.00 mm.

CUADRO DE DATOS CLIMATOLOGICOS

MESES	AT° MEDIA	PRECIP. MM	EVAP. MM	TOTAL HELADA	DIAS GRANI	EVAPOTRANS PIRA. ZADOS POTENCIAL
ENERO	12.7	21.7	30.3	56	0	1.7
FEBRERO	15.7	22.6	108.3	36	0	
MARZO	19.3	4.5	173.3	2	0	5.9
ABRIL	23.6	21.3	222.5	0	2	10.7
MAYO	26.6	56.4	272.4	0	0	16.0
JUNIO	29.4	28.9	325.0	0	0	20.7
JULIO	30.5	31.6	354.2	0	0	23.5
AGOSTO	30.5	63.2	304.0	0	0	22.5
SEPTIEMBRE	27.6	71.0	215.9	0	0	15.5
OCTUBRE	23.5	47.3	150.6	0	0	9.7
NOVIEMBRE	16.8	17.5	88.7	0	0	3.5
DICIEMBRE	13.3	16.1	73.9	0	0	1.9
ANUAL		402.1	2369.1			

Según el cuadro anterior observamos que la temperatura tiene grandes variaciones durante el año, siendo la temperatura media anual de 22.4°C llegándose a registrar máximas de 45°C de junio a agosto y mínimas de 10°C de enero a marzo, las heladas generalmente se presentan entre los meses de noviembre a marzo y pueden ser de gran intensidad y efectos.

DISTRITO DE RIEGO No. 4 DON MARTIN, COAH. Y NUEVO LEON
DEPARTAMENTO DE OPERACION Y DESARROLLO

DATOS DE LA PRESA "VENUSTIANO CARRANZA" A PARTIR DEL AÑO 1965-1978

C L I M A T O L O G I A

AÑO	PRECIPITACION		TEMPERATURA			EVAPORACION			
	TOTAL mm.	MEDIA mm.	MAXIMA °C	MINIMA °C	MEDIA °C	MAXIMA mm.	MINIMA mm	TOTAL mm.	MEDIA mm.
1965	415.5	34.6	40.0	-1.0	20.6	16.60	0.10	2 657.90	221.50
1966	515.0	42.9	40.0	-0.5	19.6	17.20	0.10	2 246.95	187.25
1967	528.0	44.0	41.0	-2.0	20.1	16.35	0.00	2 469.30	205.75
1968	481.0	40.0	40.00	-0.5	19.4	14.80	0.00	2 121.10	176.75
1969	381.6	31.8	42.0	0.0	20.4	15.70	0.00	2 537.85	211.50
1970	337.0	28.0	42.5	0.0	20.5	14.55	0.00	2 434.55	202.90
1971	794.5	66.2	39.5	0.0	20.4	14.70	0.40	2 248.00	187.30
1972	484.5	40.3	38.5	-0.5	20.5	15.25	0.50	2 139.55	178.30
1973	495.0	41.2	41.0	-5.0	19.3	16.70	0.05	2 323.70	193.65
1974	330.5	27.5	43.0	0.0	20.0	14.30	0.15	2 456.85	204.75
1975	391.5	32.6	43.0	-8.0	21.0	16.20	0.20	2 293.35	191.10
1976	513.0	42.7	39.0	-4.5	20.0	14.40	0.15	2 181.65	101.80
1977	201.0	16.7	41.0	-4.0	21.6	15.45	0.10	2 446.85	203.90
1978	548.5	45.7	41.0	-4.0	21.7	14.80	0.00	2 274.90	189.57

1. - LAS PRECIPITACIONES MAYORES SE PRESENTAN ENTRE LOS MESES DE MAYO A OCTUBRE
2. - LAS TEMPERATURAS MAXIMAS SE PRESENTAN ENTRE LOS MESES DE MAYO A JULIO
3. - LAS TEMPERATURAS MINIMAS SE REGISTRAN EN LOS MESES DE DICIEMBRE A ENERO

La evaporación media anual es de 2369.1 mm y la precipitación media anual es de 402.1, ó sea la evaporación es 5.89 veces más que la precipitación, esta diferencia entre estos dos parametros hace una región árida.

Considerando lo anterior, el riego es indispensable para el desarrollo de la agricultura, para suplir la baja precipitación y la mala distribución de ésta.

GEOLOGIA,

Los suelos del Distrito se localizan en la parte alta de la planicie del Golfo de México, sobre el afluente del Rfo Bravo, que lo constituye el Rfo Salado en la Cuenca aluvial de éste.

De acuerdo con la descripción anterior, practicamente todos los suelos de la región son de origen sedimentario aluvial intemperizado, bajo consideraciones de marcada áridez.

El agua de lluvia no ha sido suficiente para arrastrar las sales solubles más que una profundidad variable entre uno y dos metros, por lo tanto hacia abajo principian horizontes cargados de sales solubles de calcio, magnesio y sodio, Es notable la riqueza de carbonato y sulfato de cal especialmente en las tierras de las mesetas altas y alejadas del río; la estructura granular es la dominante, debido al gran contenido de cal como ya se dijo, lo cual hace que sean muy fáciles de cultivarse,

Los suelos son generalmente planos con vegetación arbustista de poco desarrollo,

OROGRAFIA

Los terrenos de riego están comprendidos en la planicie de camarón, que está situada en ambos márgenes del Rfo Salado, extendiéndose desde la presa (Don Martín), hasta cerca de la margen derecha, en la confluencia del Rfo Bravo, teniendo ligera pendiente general hacia dicho río y con suaves pendientes transversales hacia el cauce del Rfo Salado.

La uniformidad de esta planicie está interrumpida por los cauces de algunas corrientes de carácter torrencial que descargan al Rfo Salado, - como lo son; el Rfo Candela, Arroyo del Ocano, Camarón etc., cuyas áreas de influencia son mayores a 2,000 hectáreas.

HIDROGRAFIA

El Rfo Salado es la corriente que se aprovecha para el abastecimiento de agua del Distrito, tiene una cuenca de 35,726 Km.² y, está formado por los Rfos Sabinas y Nadadores.

Rfo Sabinas, - Nace en la sierra denominada El Burro, cerca de los límites con el Estado de Chihuahua y corre en una dirección general hacia el sureste, recibiendo la aportación de varios tributarios importantes, entre los que figuran Rfo de la Babia, Alamos, Arroyo del Pino, Santana, etc.

Rfo Nadadores, - Nace en la sierra de San Marcos y Cuatrociénegas, Coahuila y, corre en una dirección hacia el noreste. Sus principales afluentes son: Rfo Monclova y Arroyo de la Vihora.

1.2 ESTUDIOS BASICOS

1.2.1 ESTUDIOS TOPOGRAFICOS

Dependiendo de la etapa y el nivel de precisión de los estudios, los levantamientos topográficos pueden llevarse a cabo por procedimientos terrestres o aéreos.

La Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, ha llevado a cabo levantamientos topográficos de la zona de riego del Distrito de Riego No. 4 "DON MARTIN", de los cuales se han obtenido planos a escala 1:5 000 con curvas de equidistancia vertical de un metro, - obteniéndose reducciones de conjunto a escala 1:20,000, en donde - se indica la distribución de los planos con que se cuenta.

1.2.2 TENENCIA DE LA TIERRA

Con base en el estudio catastral verificado en el área del Distrito, se obtuvo la estructura de la tenencia de la tierra, que es de colonos y ejidatarios con parcelas promedio de 17.0 y 6.0 ha. respectivamente, de acuerdo al siguiente cuadro

No. USUARIOS	SECTOR	SUPERFICIE HA.
1,610	COLONO	27,896.0
238	EJIDATARIOS	1,428.0
55	PARCELAS ESCOLARES	275.0
1,903		29,599.00

1.2.3. ESTUDIOS HIDROMETRICOS

Estaciones de Aforo.

La determinación de los volúmenes de agua que aportan los Ríos "Sabinas" y "Nadadores" a la Presa "Venustiano Carranza" se hace por medio de dos estaciones de aforo, instaladas estratégicamente en los poblados de Sabinas y Progreso, Coah., respectivamente; dichas estaciones de aforo son del tipo de cable y canastillas combinadas con un limnógrafo que registra en un papel rayado semilogarítmico las variaciones del tirante del agua, funcionando por medio de un sistema de relojería; se ha instalado además una escala de concreto con talud de 1,5:1 que se utiliza para tomar directamente las lecturas del tirante del agua. Además de estas instalaciones, en cada lugar se cuenta con una "estación termopluviométrica de evaporación y veleta que se localiza a unos 200 mts. en una de las márgenes de cada río; sirven para registrar las temperaturas, lluvias, evaporación y dirección del viento".

En la confluencia del Río Sabinas y Nadadores está localizada la presa "Venustiano Carranza" (DON MARTIN), el Río Salado que se inicia a partir de la presa indicada, corre con una dirección sureste hasta descargar sus aguas arriba de la Presa Falcón; dentro del Distrito recibe aportación de varios tributarios de carácter torrencial como son: Arroyo Camarón por la margen izquierda y Arroyo Oceano, Río Candela, Arroyos la Peregrina y Resaca por la margen de

recha; así como también el Arroyo Sabinas Hidalgo fuera del Distrito. De acuerdo con datos hidrométricos observados durante el periodo de 1930 a 1970, el escurrimiento medio anual del Río Salado a la altura de las estaciones hidrométricas es de 392 millones de M^3 , con dos máximos, uno en el año de 1932 de 2:176 millones de M^3 y, otro en el año de 1958, de 1 704 millones de M^3 y cinco mínimos de: menos de 50 millones de M^3 .

1.2.4 CONDICIONES DEL MANTO FREÁTICO

Por razones presupuestarias, actualmente el Distrito carece de estudios para la determinación del comportamiento del manto freático mediante pozos de observación en forma apropiada. Para fines de muestreo, se han localizado un total de 166 norias que se encuentran dispersas dentro de la zona de riego, en las cuales se han observado diferentes profundidades del manto freático y aunque estas un tanto alejadas de la realidad, debido a la poca regularidad con que se hacen, se aprecia que en algunos lugares, el nivel sube hasta 50 cms. de la superficie del suelo, lo que ha provocado el ensaltramiento progresivo de los mismos.

1.2.5 ESTUDIOS AGROLOGICOS

Los primeros estudios agrológicos realizados por la extinta Comisión Nacional de Irrigación en el año de 1927 que comprendió una superficie de 1800,00 Ha., en el año 1974 la Sub-dirección de Agrológica de la Dirección General de Estudios, realizó un estudio semi-detallado que abarca la superficie en que se encuentra ubicado este Distrito, la cual fué clasificada en suelos de primera hasta sexta clase.

De acuerdo a este estudio el 80% de la superficie, son suelos de primera, segunda y tercera clase, donde se pueden establecer los cultivos que se practican en la región, como son: Trigo, Sorgo, Grano, Forrajes, Maíz, Hortalizas, (melón, Sandía), Frijol, etc., los cuales pueden producir altos rendimientos con adecuada práctica de cultivos como son:

La preparación del suelo con la debida calidad y aplicación de fertilizantes, uso de semillas mejoradas y aplicación de riego en forma adecuada.

En el 20% de la superficie se encuentran suelos de 4a. hasta 6a. clase, clasificados por topografía y salinidad presentando restricciones para el establecimiento de cultivos.

1.2.6 ESTUDIOS SOBRE AREAS DE RIEGO AFECTADAS POR SALINIDAD.

La Sub-Dirección de Agrológica de la Dirección General de Estudios, realizó en el año de 1976, un estudio semi-detallado de suelos afectados por salinidad, mediante el método aéreo fotogramétrico e inspec

ciones de campo.

Actualmente se está llevando a cabo un muestreo intensivo con el -
objeto de comprobar y localizar posibles áreas afectadas.

Se considera que un 7% del área de riego está afectada por sales.

CAPITULO II ESTADO ACTUAL DEL DISTRITO

2.1. Infraestructura hidráulica existente.

El distrito fué proyectado para regar una superficie de 65000 Ha. las secciones actuales de los canales resultan exageradas para el área que se riega, y si tomamos en cuenta que las pérdidas por filtraciones fluctúan del 50 al 60%, esto como consecuencia de las condiciones del suelo, ya que está formado por un gran porcentaje de estratos de yeso cristalizado, por lo que se palpa la necesidad de revestir en su totalidad la red de distribución. En lo que respecta a estructuras, éstas se encuentran en condiciones regulares en lo que a concreto se refiere, no así en su sistema de operación, ya que en su totalidad los canales son operados por medio de agujas, lo cual no va de acuerdo con la funcionabilidad que debe darse a la red, es necesaria la instalación de compuertas radiales y deslizantes en las obras existentes.

Revestimiento con Concreto.

Cuando se construyó este Distrito no era posible revestir con concreto toda la red de conducción en virtud de lo costoso que resultaba la obra considerando la situación económica en que se encontraba el País. Sin embargo, en la actualidad con las nuevas técnicas de construcción y con la experiencia adquirida a través de 30 años en la construcción de obras hidráulicas permite hacer aconsejable la conducción de agua para riego por canales revestidos de concreto.

2.1.2 Drenes.

La red de drenaje actualmente está causando problemas de encontrarse azolvada casi en su totalidad, impidiendo abatir el manto freático, el cual se ha visto últimamente incrementado en los riegos de invierno, primavera-verano, dando por resultado tierras saturadas, trayendo como consecuencia su ensalitramiento. En lo que a estructuras se refiere, se hace necesaria la construcción de alcantarillas puente para el acceso a los lotes agrícolas que carecen de comunicación directa, ya que en algunos casos, debido al azolve existen numerosos cruces carreteros, por lo que una vez realizada la rehabilitación se impediría el tránsito directo.

2.1.3 Datos Generales y Condiciones actuales de la Presa de Almacenamiento "Venustiano Carranza".

Area de la Cuenca hasta el vertedor de demasias 35,726.0 Km².

CAPACIDAD (MM ³)	ELEVACION (m)	AREAS DE EMBALSE (Ha)
TOTAL 1,385'	261.80	19 800
UTIL 1,368'	261.72	18 885
MUERTO 17'	244.50	885

La obra de toma descarga al canal principal, mediante dos conductos de sección herradura de 5.00 metros de diámetro a la elevación de 241.1 m., con capacidad para 64.0 M³/seg.

La Presa "Venustiano Carranza" está formada por una cortina de tierra de 987.00 m., de materiales graduados con pantalla de concreto, con talud de 1.75:1 aguas arriba y 2:1 aguas abajo. Este talud se encuentra protegido con un talón de piedra acomodada, el cual se construyó en 1958 a raíz del lleno máximo registrado. Su altura máxima sobre el terreno natural es de 35.00 m.

Además cuenta con un dique que se localiza en la parte suroeste del vaso, de una longitud de 9.30 Kms., es de tierra y está protegido en el talud de aguas arriba con mampostería con talud 1.75:1 y talud aguas abajo de 2:1, su altura máxima sobre el terreno natural es de 8.20 m.

El vertor de demasías, está situado en el extremo derecho de la cortina, correspondiendo al cauce del Río Salado, es un vertedor de tipo de cresta controlada, tiene una longitud de 242.00 m., y está construido por 27 machones de concreto de cabeza redonda, con altura máxima sobre el lecho del río de 30.0 m., están cubiertos por un delantal de concreto reforzado, ondulado en forma de cimacio que constituye la cresta vertedora. La descarga se regula mediante 26 compuertas radiales de 4.42 m. de ancho por 7.60 m., de altura, de estas compuertas 22 son automáticas que operan mediante flotadores que las abren cuando el nivel del agua llega a la elevación de 261.95 m., quedando un margen aparente de 3.85 m., las cuatro compuertas restantes se operan mecánicamente: el vertedor tiene una capacidad de descarga de 6,600 m³/seg., con una carga de 2.00 m.

La obra de toma consiste en una torre de concreto situada en el extremo izquierdo de la cortina donde están instaladas 8 compuertas - rectangulares deslizantes de 3.05 m., de altura por 1.07 m., de ancho que se utilizan como compuerta de servicio, a la vez cuenta con otro tanto de compuerta que son accionadas desde la parte superior de la torre por medio de mecanismos equipados con motores eléctricos; también en caso de fallas eléctricas pueden accionarse en forma manual. Las compuertas descargan al canal principal a través de dos conductos de sección de herradura de 5.00 m., de diámetro, en el extremo de aguas arriba a la entrada de las compuertas se instaló una rejilla con un desplante a la elevación 241.00 m., La capacidad de la obra de toma es de 64.0 m³/seg.

2.1.4 Presa Reguladora existente "Laguna de Salinillas".

En el Km. 30+500 del Canal Principal se localiza la Laguna de Salinillas.

La Laguna de Salinillas se emplea actualmente como vaso regulador con capacidad total de 19'000,000 m³ a la elevación 232,00 con una área de embalse de 497.2 Has., la capacidad útil es de 17'500,000 m³ a la elevación 231,69, con área de embalse de 470.4 Has, la capacidad muerta es de 1'500,000 m³, a la elevación 227,45 y el área de embalse es de 291,0 Has.

Datos Generales del Vaso Regulador de la Laguna Salinillas.

	CAPACIDAD MM ³	ELEVACION (m)	AREA DE EMBALSE (ha)
TOTAL	19'000	232,0	497,2
UTIL	17'500	231,69	470,4
MUERTO	1'500	227,45	291,0

2.1.5 Caminos.

Debido a la Conservación Diferida, en que se encuentra el Distrito, la red de caminos se haya en malas condiciones, ya que por estar construída hasta un 70% de terracería, se dificulta el tránsito en temporadas de lluvias, por lo que es necesario su total revestimiento con grava para hacerla transitable en todo tiempo.

2.1.6 Edificios.

Cuenta el Distrito con un edificio de dos plantas y tres anexos en los cuales se alojan las diferentes Oficinas: Jefatura del Distrito, Residencia de Conservación, así como los Departamentos de Operación y Desarrollo, Servicios Administrativos y Promoción Agropecuaria Nacional. Además de contarse con: Almacén, Laboratorio de Suelos, Patio de Maquinaria y Granja Experimental, en cuyas casacampamento residen los Jefes de los diversos departamentos, cabe

mencionar que, debido al poco espacio de las actuales oficinas e - instalaciones y previniendo las necesidades futuras, se encuentra actualmente en una etapa de expansión y reacondicionamiento, respecto al estado que guardan las casetas de canalero, podemos decir que existe 26:5 de block, 9 de madera y 12 de adobe, las cuales se encuentran por lo general en malas condiciones con excepción de las de block.

2.1.7 Agua Potable y Alcantarillado.

Tanto Cd. Anáhuac, como Rodríguez N.L. cuentan con servicio de agua potable, el líquido se obtiene mediante gravedad utilizando para ello la Red de Conducción existente, (el agua proviene de la Presa "Venustiano Carranza") la cual se conduce a través del Canal Principal hasta llegar a la Laguna de Salinillas que es un vaso regulador; de allí sale de nuevo al Canal Principal para posteriormente pasar al Canal Lateral Camarón y finalmente conducirse por el Canal Sub-Lateral 25+800.

Es necesario mencionar que este procedimiento de conducción de agua, ha traído serias deficiencias en el suministro oportuno del líquido, puesto que es necesario tener siempre operando dicha red de conducción y además tener siempre represada el agua para darle carga requerida, agregando a las anteriores deficiencias el hecho de que el agua se conduce a la intemperie careciendo de las más

elemental protección sanitaria, vemos que dicho procedimiento resulta por demás obsoleto para una población cada vez más grande que requiere de un mejor servicio de agua potable. Pensando en lo anterior expuesto y como una medida de solucionar este problema, se ha pensado que colocando tubería a partir de la Laguna de Salinillas para conectar a la red existente solucionaría enormemente dicho problema. Respecto al servicio de alcantarillado podemos decir que además de una ampliación, es necesario que se renueve en más de un 60%, por no brindar un adecuado servicio.

2.1.8 Electrificación.

La Comisión Federal de Electricidad proporciona energía eléctrica a la mayoría de los núcleos más poblados localizados en el área de estudio a través de la División de Operación Golfo Norte. Para proporcionar este servicio, la Comisión Federal de Electricidad cuenta con la planta generadora Falcón que es hidroeléctrica, está ubicada en las inmediaciones de la presa del mismo nombre

2.2 Hidrología y funcionamiento.

2.2.1 Funcionamiento del vaso.

Al iniciar su funcionamiento la Presa "Venustiano Carranza" en el año de 1930, se estableció bajo riego una superficie de 8 312 Ha. Posteriormente al inicio del año 1931 la superficie de bajo riego se fué incrementando conforme se iban abriendo nuevas áreas cultivables.

A mediados del año de 1932 las aportaciones a la Presa, fueron tan abundantes que llegó a su máxima capacidad de 1 385 millones de metros cúbicos, llegándose a sembrar en el año de 1935 la máxima superficie regada de 49 910 Ha.

Posteriormente, durante los años 1936 y 1937, las superficies bajo riego fueron de 47900 Ha. y 43 320 Ha. respectivamente, las extracciones superiores a las aportaciones para proporcionar el servicio de riego y mal uso de estos volúmenes agotaron la capacidad útil de la presa. Lo que ocasionó que durante los años de 1938 y 1939 no se efectuaron siembras, siguiendo una situación crítica en los años 1940 a 1944 con bajos almacenamientos.

Por tal motivo, el Gobierno de la República, mediante decreto Presidencial a partir del año de 1941 limita la superficie de riego de 45 000 Ha., a 30 000 Ha. establece el reglamento que regula las extracciones de volúmenes de agua de una manera conveniente con el fin de asegurar el riego por un período de varios ciclos.

Durante el período comprendido del año de 1942 al año de 1970 se siguieron presentando períodos críticos en los que un gran número de años, las superficies regadas han sido mínimas y en los años de 1953 a 1957 la Presa quedó totalmente seca.

A partir del año de 1972 a la fecha, las aportaciones al vaso de almacenamiento han aumentado considerablemente permitiendo que

haya alcanzado su máxima capacidad cinco veces; lo que ha favorecido poner bajo riego superficies anuales mayores de 20 000 Has., donde se han programado sub-ciclos de invierno y segundos cultivos con el propósito de aprovechar al máximo los volúmenes que por evaporación se pierden y en algunos casos son iguales o mayores a los volúmenes utilizados para riego. A partir de 1978, se ha seguido la política de aprovechar al máximo los volúmenes disponibles, dando la facilidad al agricultor de sembrar la mayor superficie registrada con derecho a riego en el Padrón de Usuarios, lo que ha incrementado la superficie cultivada en invierno para que posteriormente la misma superficie se siembre con segundos cultivos.

USO DEL AGUA Y DEL SUELO

2.2.2 Uso del agua y del suelo.

El volumen de agua consumido en la zona es de aproximadamente 277,438 millones de metros cúbicos representando los sectores agrícolapecuario y doméstico el 92% y 8% respectivamente.

De acuerdo con los datos del ciclo agrícola 1977-1978 del Distrito de Riego 04 la superficie cultivada fué de 22 311 Has., en precios corrientes.

De la totalidad de la superficie sembrada en este sistema el 73% se cultiva en forma mecanizada, hallándose también difundido el

uso de fertilizantes e insecticidas.

En lo referente a crédito, puede decirse, que el 63% de los agricultores lo recibe de manera suficiente y oportuna.

2.2.3 Ganadería.

El Distrito se encuentra limitado por agostaderos utilizados en su totalidad en ganadería extensiva. Aunque en ocasiones ésta llega a sufrir pérdidas de consideración, debido a las fuertes sequías que con frecuencia se presentan, éstas no llegan a tomarse como desastrosas, debido a que las necesidades de alimentación del ganado es llenada en parte por la suministración de forraje empacado proveniente de esquilmos de cosecha o bien de especies forrajeras destinadas a ese fin cultivados en suelos del Distrito, en donde existe un potencial forrajero aún no totalmente explotado. Según estadística, en el Distrito se cuenta con 5 580 cabezas de ganado bovino y 15 420 caprinos, siendo las explotaciones por lo general de tipo extensivo.

Por no existir en la zona abrevaderos naturales, el ganado es abrevado en la red de canales de distribución, ocasionando esto el asolve y debilitamiento de los bordos. Por lo dicho es importante observar sea considerado dentro del proyecto de rehabilitación, la colocación de instalaciones adecuadas en lugares estratégicos que sirvan para la construcción de abrevaderos.

La mayoría de las especies forrajeras actualmente manejadas - en la zona de riego del Distrito, soportan una carga animal relativamente baja por estar limitadas en el número de riegos que - éstas requieren. Se considera como factible al estar rehabilitadas las obras hidráulicas, el ubicar zonas netamente agropecuarias pastoreando el ganado sobre especies forrajeras de mayor calidad en nutrientes y carga animal por Ha., a las que se les - proporcionará láminas de riego mayores a las actualmente aplicadas, lo que redundará en una mejor producción de leche y carne con la consecuente utilidad para los productores.

CAPITULO III .- PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

3.1.1 Análisis del Problema.

3.1. Factores favorables al desarrollo del Distrito

Es indudable que entre los factores que estimulan el desarrollo - efectivo del Distrito de Riego No. 4 figuran significativamente - los siguientes:

A. - Su conveniente ubicación geográfica con respecto a los cen- - tros de consumo y distribuciones nacionales como son las - - ciudades de Monterrey, N.L., Nuevo Laredo, Tamps., Sabl - nas y Monclova, Coah.

B. - La disponibilidad de vías de comunicación para la comercia- - lización de los productos, dado que la región se haya servida por la carretera Monterrey-Colombia y por la Carretera - Anáhuac-Don Martín-Sabinas, Coah.

En lo que a vías férreas se refiere, está conectada con la - vía de Nuevo Laredo, Tamps., -México, D.F.

C. - La presencia de organismos dedicados a la investigación - agrícola, sanidad vegetal, control y certificación de semi- - llas, regulación del mercado de fertilizantes y organización de productos.

D. - La buena disposición que han mostrado los agricultores loca - les para implantar mejoras aplicables a los cultivos de la - región.

E. - La política económica adoptada por el Gobierno Federal, en el sentido de incrementar la producción de alimentos básicos, lo que garantiza la disponibilidad de capital suficiente y oportuno para financiar las operaciones productivas,

3.1.2. Factores no favorables al desarrollo del Distrito.

Es un hecho que en el Distrito de Riego No. 4 el problema básico es el agua, debido principalmente a las causas siguientes:

- A. - Grandes pérdidas por conducción debido principalmente a la estructura del suelo, lo cual contribuye grandemente a su alta permeabilidad, observándose encharcamientos permanentes en las depresiones naturales y zonas de excavación, donde se han efectuado préstamos de materiales.
- B. - Las manifestaciones del Nivel Freático, se dejan sentir principalmente en las zonas adyacentes de los canales que están ubicados en terrenos de alta permeabilidad, además en el sistema de drenaje actual existen los comúnmente llamados "Cuellos de Botella" que impiden el desalojo de la lluvia, así como aquellos excedentes que provienen de la conducción del agua y la aplicación del riego.
- C. - Otro factor limitativo para el proceso del desarrollo local, son los caminos de intercomunicación, siendo la causa prin-

cial de la imposibilidad del tránsito en época de lluvias para el transporte interno de insumos y productos.

D. - La Falta de nivelación de Tierra es un factor determinante para la correcta aplicación de las láminas de agua.

3.1.3. Balance Agua Suelo.

La lucha del hombre lo ha mantenido entre dos esfuerzos contradictorios en su actitud frente a los recursos naturales y - estos son:

- a) El dominio de los recursos naturales.
- b) Su adaptación a los mismos recursos naturales.

En ambos casos solo cuando ha logrado mantener el equilibrio entre el agua y el suelo ha logrado el éxito necesario para - desarrollarse en forma sostenida.

Entre esos dos recursos naturales el agua es el que define - los rasgos más importantes de su supervivencia; algunas escasas otras en exceso han hecho que algunos pueblos a lo largo del tiempo o de su historia se preocupen por su conservación control y uso cada vez más eficiente.

En el crecimiento demográfico las civilizaciones modernas - han tenido que desarrollar técnicas diversas para utilizar menor cantidad de estos recursos y acrecentar su producción, - Pero el desarrollo de los pueblos no solo se basa en la máxi-

mización de su producto para alcanzar una prosperidad estable y duradera, es preciso prever el futuro y preservar los recursos. Por ejemplo en las zonas áridas es necesario construir obras para conducir el agua desde zonas muy alejadas.

A continuación, se exponen datos estadísticos que incluyen superficies regadas (Has.), volúmenes brutos y volúmenes derivados en los ciclos agrícolas 1972-73, 1973-74, 1974-75, 1975-76, 1976-77, 1977-78.

CICLO AGRICOLA	SUPERFICIE REG. (Ha.)	VOLUMEN BRUTO DERIVADO MM ³	VOLUMEN NETO M ³
1972 - 73	24 223	290 437	110 682
1973 - 74	23 798	269 684	116 922
1974 - 75	23 813	223 690	99 391
1975 - 76	25 006	278 800	121 318
1976 - 77	23 286	294 718	121 218
1977 - 78	23 811	256 470	115 839

En el cuadro anterior se observa que el volumen neto utilizado en relación al volumen extraído del vaso de almacenamiento da una eficiencia de distribución a nivel Distrito de 42%, desperdiciándose el volumen restante el cual es un potencial que se puede utilizar, una vez que se revista la red de canales, en incrementar la superficie de riego en segundos cultivos.

3.1.4. Consecuencias en Ausencia de Acciones

La zona de riego actual se encuentra con una Conservación Diferida de 25 años, debido principalmente a los bajos almacenamientos que se presentaron durante los años 1951-1958, causando una disminución considerable en el área cultivable y en consecuencia bajas recaudaciones en las cuotas de servicios de riego que resultan insuficientes para atacar lo mínimo necesario.

A partir del año de 1974, el Gobierno Federal consiente de los problemas que presenta el Distrito en sus obras que están más allá de su vida útil por falta de presupuesto para la Conservación Normal de las Obras, lo incluyó dentro de los Programas de Conservación Diferida y Mejoramiento de Obras con lo cual fué posible el revestimiento de algunos canales de la red de distribución, desazolve de drenes y revestimiento de caminos. Debe tenerse presente que de no llevarse a cabo en corto plazo acciones que efectivamente contribuyan principalmente y distribución, así como el abatamiento del Manto Freático es un hecho que acabarán por dañarse las 30,000 Has. de riego, que actualmente integran este Distrito de Riego.

CAPITULO IV

ANTEPROYECTO DE LAS OBRAS DE QUE CONSTA LA REHABILITACION

4.1. Objeto.

El presente estudio está encaminado principalmente a utilizar la disponibilidad hidráulica mediante un mejor aprovechamiento del almacenamiento del vaso, al incrementar la superficie de riego en segundos cultivos, mejorando para ello la eficiencia en la conducción mediante el revestimiento del canal principal y red de distribución para evitar al máximo la filtración excesiva, desperdiciándose el recursos agua.

Se rehabilitará el drenaje agrícola principal existente el cual contará con estructuras apropiadas para la conexión del drenaje secundario que se completará con la construcción de algunos tramos.

El aspecto de funcionabilidad del transporte interno, se resolverá mediante los caminos de operación de los canales principales y la construcción de caminos de circuito que evitarán recorridos innecesarios para la introducción de insumos y extracción de cosechas del área de cultivo.

Difundir y promover la tecnificación de actividades agropecuarias para un mejor aprovechamiento del agua y del suelo.

Mediante programas de Conservación Normal se garantizará el buen funcionamiento de equipos e instalaciones en uso.

4.2. FACTIBILIDAD TECNICA, ECONOMICA Y FINANCIERA.

En concordancia con la política económica nacional, la acción para llevar a cabo la rehabilitación del Distrito de Riego No. 04 - Don - Martín, Coah. y N.L.; habrá de orientarse a incrementar la producción de alimentos básicos e insumos que requiere la industria del país. Mediante la formulación de programas de obra encaminados a fundamentar los estudios de factibilidad económica respectivos, así como las negociaciones de carácter financiero que hubieren de llevarse a cabo.

Para la elaboración del programa de acciones por emprenderse, se consideran los siguientes objetivos de orden particular:

- 1.- Aprovechar al máximo la disponibilidad hidráulica del vaso de almacenamiento.
- 2.- Incrementar la eficiencia de conducción y distribución
- 3.- Difundir y promover la tecnificación de actividades agropecuarias.
- 4.- Preparar los estudios de factibilidad para el transporte interno.
- 5.- Rehabilitación y construcción de drenaje necesario.
- 6.- Garantizar el buen funcionamiento de los equipos e instalaciones en uso.

PROGRAMA DE OBRAS PARA LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

Dentro del renglón de obras de acuerdo con los objetivos jerarquizados en el inciso anterior, los instrumentos para lograr tales

propositos son:

- a). - Revestimiento (de acuerdo a la permeabilidad del terreno), - construcción y/o rehabilitación de bordos y canales, así como la construcción de estructuras para lograr una adecuada operación del sistema.
- b). - Reconstrucción y ampliación de la red de drenaje necesaria - para desalojar los excedentes de lluvia y riego, propiciar la percolación del agua freática y rescate de suelos salinos.
- c). - Nivelación de tierras encaminadas para evitar los encharcamientos y facilitar el riego.

La realización de éstas obras deberá efectuarse por etapas, atendiendo a la disponibilidad presupuestaria y en su caso, a los resultados que vayan obteniéndose de las acciones previas. Asimismo, - los programas respectivos se formularán contemplando preferentemente el beneficio de zona integrales o conexas. Sobre esa base, - la rehabilitación se ha programado a nivel de gran visión en tres - años condicionada por los siguientes factores.

- a). - La necesidad de establecer una área piloto donde pudieran observarse los beneficios atribuibles a una rehabilitación completa.
- b). - La taxativa económica en el sentido de que la inversión destinada al primer año ascendería a 327,047 millones de pesos.

c). - La necesidad ya aludida de beneficiar áreas integrales o conexas.

Con base a éstas tres subordinantes y teniendo en cuenta el requerimiento mas apremiante, (revestimiento de canales) se ha clasificado al presupuesto en los siguientes rubros generales.

Red de Conducción y Distribución.

Consiste en el revestimiento y mejoras en canales, revestimiento de caminos, construcción de estructuras, etc.

Mejoramiento de Terrenos Agrícolas.

Incluye nivelación de tierras, subsoleo y rescate de suelos salinos.

4.4. DESCRIPCION DE LAS OBRAS.

Revestimiento y construcción de estructuras del canal principal, - del Km. 0+000 al Km. 128+640.

Revestimiento y construcción de estructuras en canales de la red de distribución en una longitud de 369 Kms.

Construcción de 72 kms., de canales de la red de distribución, así como el reforzamiento de bordos en una longitud de 148 kms., en ésta misma red.

Rehabilitación de 392 Kms. de drenes principales y secundarios.

Construcción de 164 kms. de drenes secundarios y sus estructuras.

La rehabilitación de 192 kms. de caminos oficiales, y de 717 kms. de vías de operación y circuito; además de la construcción de 26 - kms., de éstas últimas vías.

La nivelación de 1er. grado de 10 000 Has., y 7 743 Has., de segundo y tercer grado.

El rescate de suelos salinos comprende una superficie de 1 304.0 Has., Construcción de 16 casas para canalero e instalación de servicio telefónico.

4.5 AFECTACIONES E INDEMNIZACIONES.

La superficie que resultaría afectado con las obras nuevas que se proponen no causan indemnización por la buena disposición de los usuarios y porque en la mayoría de los casos se ubican en linderos y otras son obras que el propio usuario solicita.

4.6 REHABILITACION DE CANALES.

Se elaboraron tres alternativas de cultivos a establecer en la región tomando en cuenta: funcionamiento del vaso, considerando el almacenamiento al 50, 75 y 100% de la capacidad; extracciones por usos agrícolas y domésticos además de la evaporación.

Las alternativas consideran las siguientes superficies y cultivos:

1a. ALTERNATIVA.

Primeros Cultivos

Trigo.....	15 000 Has.
Forraje (rye Grase).....	2 000 Has.
Sorgo de Grano.....	8 000 Has.
Mafz.....	3 000 Has.
Forraje (sorgo).....	<u>1 000 Has.</u>
	29 000 Has.

Segundos Cultivos.

Sorgo Grano.....	11 000 Has.
Mafz.....	3 000 Has.
Frijol.....	1 000 Has.
Forraje (sorgo).....	1 000 Has.
Escoba.....	<u>1 000 Has.</u>
	17 000 Has.

Total: 46 000 Has.

2a. ALTERNATIVA.Primeros Cultivos

Trigo.....	15 000 Has.
Forraje (rye Grase).....	2 000 Has.
Sorgo Grano.....	2 000 Has.
Mafz.....	10 000 Has.
Forraje (sorgo).....	<u>1 000 Has.</u>
	30, 000 Has.

Segundos Cultivos

Sorgo de Grano.....	10 000 Has.
Mafz.....	<u>7 000 Has.</u>
	17 000 Has.

TOTAL: 47 000 Has.

3a. ALTERNATIVAPrimeros Cultivos

Trigo.....	17 000 Has.
Forraje (rye Grase).....	3 000 Has.
Sorgo Grano.....	5 000 Has.
Mafz	<u>5 000 Has.</u>
	30 000 Has.

Segundos Cultivos

Sorgo Grano.....	10 000 Has.
Mafz.....	7 000 Has.
Frijol.....	1 000 Has.
Forraje (sorgos).....	1 000 Has.
Escoba.....	<u>1 000 Has.</u>
	20 000 Has.

TOTAL: 50 000 Has.

El Departamento de Operación y Desarrollo del Distrito de Riego, considera que la alternativa No. 1, es la que presenta mayores posibilidades de establecerse por lo que se refiere al funcionamiento del vaso, así como a la aceptación por parte de los agricultores a los tipos de cultivos que se proponen.

De la alternativa No. 1 se obtuvieron los siguientes datos:

Volumen total anual..... 388'559, 000 m³.

Volumen en el mes de máxima demanda... 76'325, 000 m³.

Mes de máxima demanda..... Julio

Lámina Bruta..... 1.374 m.

Determinación del porcentaje del mes de máxima demanda.

388 559 000 ----- 100%

76 325 000----- X

$$X = \frac{76\ 325\ 00}{388559} = 19.64\%$$

La capacidad del canal Principal se calculó mediante la aplicación

de la fórmula siguiente:

$$Q = \frac{A \times 10^4 \times Lb \times \%}{N \times 86\ 400} C_v$$

En la que:

Q = Gasto necesario en m³/seg.

A = Área de riego en Has, netas.

Lb= Lámina bruta de riego en m.

% = Porcentaje del mes de máxima demanda.

C_v = Coeficiente de variación diaria, cuyo valor fluctúa entre 1.2 y 3.0 inversamente a la magnitud del área por regar.

N = Número de días efectivos de riego, en el mes de máxima demanda.

86400 = Número de segundos que tiene un día.

$$Q = \frac{34\,352.3 \times 10^4 \times 1.374 \times 0.196}{31 \times 86\,400} \quad 1.30$$

$$Q = 44.90 \text{ m}^3/\text{всг.}$$

<u>Magnitud del área</u> (Has.)	<u>Coefficiente de variación</u> (Cv)
Menores de - - - - - 100 - - - - -	3.00
101 - - - - - 300 - - - - -	2.90
301 - - - - - 600 - - - - -	2.58
601 - - - - - 1 400 - - - - -	2.20
1 401 - - - - - 2 000 - - - - -	1.95
2 001 - - - - - 10 000 - - - - -	1.50
10 001 - - - - - 20 000 - - - - -	1.40
20 001 - - - - - 40 000 - - - - -	1.30
40 001 - - - - - 50 000 - - - - -	1.25
50 000 - - - - - en adelante - - - - -	1.20

Obtención del coeficiente unitario de riego:

$$q = \frac{1 \times 10^4 \times LB \times \% C_v}{N \times 86\,400} \quad C_v = k C_v$$

$$q = \frac{10\,000 \times 1.374 \times 0.196}{31 \times 86\,400} = 0.0010 = k$$

$$Q = k C_v$$

Area en Has.	K	C _v	q
1 a 100	0.0010	3.00	0.0030
101 300	0.0010	2.90	0.0029
301 600	0.0010	2.58	0.0026
601 1400	0.0010	2.20	0.0022
1401 2000	0.0010	1.95	0.0020
2001 10000	0.0010	1.50	0.0015
10001 20000	0.0010	1.40	0.0014
20001 40000	0.0010	1.30	0.0013

4.7 REVESTIMIENTO DE CONCRETO.

Ventajas de los Canales revestidos con Concreto.

1. - Disminución de las pérdidas por conducción con el consiguiente ahorro de agua.
2. - Aumento de la superficie de riego al aprovecharse los volúmenes de agua rescatados.
3. - Reducción de la sección transversal por reducción del coeficiente de rugosidad.
4. - Posibilidad de aprovechar mayores pendientes del terreno.
5. - Disminución en los costos de las estructuras al reducir el tamaño de las mismas.
6. - Disminución en los costos de operación y principalmente en los de conservación.
7. - Mayor Flexibilidad de riego con el consiguiente aumento.
 - a) En rendimientos agrícolas.
 - b) En la posibilidad de diversificación de cultivos.

A continuación se hace un breve análisis de las anteriores ventajas en el mismo orden:

1 y 2 Disminución de la pérdida por conducción y posible aumento de la superficie de riego.

Las pérdidas por conducción

en distritos de riego de diferentes naciones, incluyendo la nuestra, varían del 30 al 50%, habiendo casos que discrepan de los señalados como es el caso que nos ocupa, las cuales ascienden a 60%, por otra parte las pérdidas de conducción en canales revestidos con concreto varían en 7 y 15%.

A continuación y como vfa de ejemplo se dan valores de pérdidas por conducción observadas en canales del Distrito de Riego de Starr Bajo Río Grande, Texas E. U. A.

M A T E R I A L	COEFICIENTE DE PERDIDAS M^3/M^2 DE S. M. EN 24 HRS.
ARCILLA	0.061 Mts. / DIA
SEDIMENTO DE MATERIAL FINO	0.090 "
MIGAJON ARCILLOSO	0.120 "
SUELOS ARENOSOS MUY FINOS	0.390 "

Nótese que estos valores son función únicamente del tipo de terreno y de la superficie mojada pero son independientes del gasto.

Los efectos del tirante y velocidad del agua son también ignorados aún cuando pueden ser apreciables. Los datos de esta tabla representan valores medios y deben ser tomados solo como coeficiente que afectaría a fórmulas en las cuales se toma en cuenta la influen-

cia de los factores no considerados ya que corresponden a la disminución de áreas del tirante que tendría por filtración en el caso ideal de un largo estanque rectangular y con profundidad uniforme.

Por lo que respecta al Distrito de Riego "Don Martín", las pérdidas son:

CANAL	AGUA POR CONducIR	PERDIDAS POR CONDUCCION	M ³ UTILES
EN TIERRA	1, 000 M ³	60%	400
REVESTIDO	1, 000 M ³	15%	850

Como se ve el aprovechamiento del agua aumenta con un 112% que puede traducirse en mayor área de riego como ya lo señalamos anteriormente, ya que con un mayor volumen de aguas disponibles, al reducirse grandemente las pérdidas por filtración, es posible extender el beneficio del riego a una mayor superficie cultivable.

- 3, - Reducción de la sección transversal por reducción del coeficiente de rugosidad,

Aún cuando la mayoría de los autores consideran que el coeficiente de rugosidad (n) para los canales de tierra varía de 0,020 a 0,030 y para los revestidos de concreto de 0,014 a 0,016, en el presente estudio los coeficientes que se van a considerar, representan más bien

coeficientes de escurrimientos que de rugosidad al tomarse en cuenta en ellos las hierbas y las plantas acuáticas que crecen en los canales de tierra, así como los azolves que se depositan en los canales revestidos de concreto.

Tomando en cuenta lo anterior los coeficientes considerados para estudios son: 0.040 para canales pequeños de tierra y 0.030 para canales grandes, 0.020 para canales pequeños de concreto y 0.016 para canales grandes. En consecuencia por un canal revestido de concreto escurre el doble de gasto que por un canal de tierra con las mismas características de sección y pendiente.

4. - Posibilidad de aprovechar mayores pendientes del terreno al aumentar la velocidad del agua, y por lo tanto, por un gasto determinado disminuye la sección del canal y el costo. Sin embargo, este aumento de velocidad del agua tiene como límite el no sobrepasar la velocidad erosiva en canales de tierra, o la velocidad crítica, tratándose de canales revestidos y además se deberá tomar en cuenta una velocidad que permite hacer correctamente las derivaciones.

5. - Disminución de los costos de las Estructuras.

Debido a la menor sección de los canales revestidos, ya que en éstos son necesarias las protecciones de concreto y zampeados que requieren la mayoría de las estructuras en los canales de tierra, el costo de éstas en los canales revestidos es sensiblemente menor y por es-

te motivo puede obtenerse economías del 60 y 70% de los respectivos costos en los canales de tierra.

6. - Disminución en los costos de operación, principalmente de conservación.

La conservación normal del Distrito consiste esencialmente en los conceptos de limpia y deshierbes, reforzamientos de bordos, desazolves de canales y drenes, reposición de grava en caminos, así como la reparación de estructuras de canales, drenes, caminos. Tomando en cuenta que la conservación de las obras actualmente es para cubrir una área de 30 000 Has., resulta conveniente la rehabilitación ya que de este modo es posible reducir los gastos de conservación en más de un 50%.

Dimensionamiento Hidráulico de Canales.

La capacidad del Canal Principal y red de distribución se obtuvo con el coeficiente unitario de riego y la área de riego acumulada en la tabla de datos para la gráfica de áreas y capacidades.

En los planos topográficos escala 1:20 000 se localizaron las superficies de 4a, 5a, y 6a, clase de suelos, mismos que fueron desechados por presentarse restricciones para la agricultura por diversos factores de clasificación como predeposidad en el perfil, salinidad - topografía textura, etc.

Los lotes que actualmente tiene servicio de riego que se encuentran,

El área física dominada susceptible de riego en suelos de la, 2a. - y 3a. clase es de 36 545 Has. brutas que afectadas X un coeficiente de 0.94 debido al área que ocupan los canales, drenes y caminos - nos da una área neta de 34 352 Has.

TABLA No. IV-I

Tabla de datos para la gráfica de áreas y capacidades del canal - principal.

TOMA	KM	No. LOTES	AREAS NETAS	AREAS POR REGAR
LA	9+280	28	621.5	34352.3
LA	12+080	8	187.0	33730.8
LA	15+060	14	334.6	35543.8
LA	22+340	22	742.8	33209.2
GA	24+120	1	42.7	32466.4
LA	24+120	3	53.6	32423.7
GA	24+120	1	37.8	32370.1
GA	25+340	1	28.6	32342.3
LA	25+340	7	159.4	32313.7
GA	25+740	1	36.1	32154.3
GA	26+240	1	18.8	32118.2
LA	26+240	8	211.9	32099.4
LA	27+240	108	1609.7	31887.5
LA	28+400	2	42.3	30277.8
L	28+400	91	2058.0	30235.5
GA	34+180	1	14.3	28177.5
GA	36+080	1	38.4	28163.2
GA	37+080	1	35.7	28124.8
LA	37+080	1	25.2	28089.1
LA	37+500	69	1596.8	28063.9
LA	37+980	9	174.1	26467.1
GA	37+980	1	17.1	26293.0
GA	39+480	1	19.4	26275.9
GA	40+260	1	13.5	26256.5
GA	40+800	1	19.9	26243.0

TOMA	KM.	No. LOTES	AREAS NETAS	AREAS POR REGAR
LA	40+800	28	627.4	26223.1
LA	41+510	2	33.3	25595.7
GA	41+510	1	15.0	25562.4
GA	41+510	1	21.4	25547.4
GA	42+680	1	31.6	25526.0
LA	42+680	7	172.4	25494.4
GA	42+680	1	31.6	25322.0
GA	43+920	1	22.6	25294.4
L	43+920	406	10384.3	25267.8
G	43+920	1	32.7	14883.5
GA	44+220	1	34.2	14850.8
GA	44+730	1	32.9	14816.6
G	44+730	1	16.9	14783.7
G	44+960	1	36.8	14766.8
GA	45+070	1	31.2	14730.0
GA	45+590	1	32.5	14698.8
G	45+590	1	35.5	14666.3
LA	46+150	5	97.2	14630.8
L	46+260	1	28.4	14533.6
LA	46+710	1	43.8	14505.2
GA	46+780	1	16.4	14461.4
L	46+780	5	133.3	14445.0
G	46+780	1	33.8	14311.7
L	47+280	1	21.8	14277.9
G	47+280	1	28.4	14256.1
GA	47+520	1	24.6	14227.7
L	47+720	63	1272.0	14203.1
G	47+720	1	24.1	12931.1
LA	48+220	28	553.0	12907.0
GA	48+220	1	24.1	12354.0
L	48+220	21	524.0	12329.9
G	48+220	1	11.8	11805.9
GA	48+940	1	11.3	11794.1
G	49+200	1	18.4	11782.8
LA	49+590	4	73.9	11764.4
L	51+490	7	109.2	11690.5
G	51+490	1	15.0	11581.3
GA	52+520	1	23.5	11566.3
GA	53+080	1	9.6	11542.8
La-A	59+920	13	215.5	11533.2
LA-B	59+920	39	692.1	11317.7
LA	62+100	20	446.4	10625.6

TOMA	KM.	No. LOTES	AREAS NETAS	AREAS POR REGAR
LA	75+250	7	188.4	10179.2
LA	76+730	4	119.8	9990.8
LA	78+400	119	2848.0	9871.0
LA	82+610	8	204.2	7023.0
LA	83+810	6	172.8	6818.8
LA	85+350	14	401.6	6646.0
LA	87+190	4	100.4	6244.4
LA	89+950	3	99.4	6144.0
L	96+100	1	18.4	6044.6
GA	96+100	1	18.4	6026.2
LA	96+210	54	1281.8	6007.8
GA	96+230	1	31.2	4726.0
G	96+230	1	35.2	4694.8
LA	96+600	6	168.6	4659.6
GA	96+600	1	17.9	4491.0
G	96+600	1	31.2	4473.1
GA	97+480	1	22.9	4441.9
GA	98+100	1	19.6	4419.6
L	98+460	10	256.6	4299.0
L	103+900	18	466.0	4142.8
GA	105+600	1	28.8	3676.8
GA	105+910	1	26.7	3648.0
LA	106+190	47	1211.8	3621.3
L	106+190	3	46.4	2409.5
GA	106+300	1	14.3	2363.1
L	106+300	3	83.7	2348.8
G	106+300	1	16.2	2265.1
GA	106+810	1	26.9	2248.9
GA	107+600	1	12.6	2222.0
LA	107+600	7	158.7	2209.4
GA	107+600	1	35.5	2050.7
LA	109+800	1	26.9	2015.2
GA	109+800	1	31.0	1988.3
LA	110+450	4	110.4	1957.3
GA	110+450	1	16.9	1846.9
GA	110+750	1	33.1	1830.0
LA	111+390	3	81.6	1796.9
GA	111+420	1	25.2	1715.3
GA	112+380	1	30.3	1690.1
G	112+380	1	29.0	1659.8
L	112+380	2	49.6	1630.8

TOMA	KM	No. LOTES	AREAS NETAS	AREAS POR REGAR
G	112+380	1	16.9	1581.2
G	112+630	1	17.3	1564.3
L	113+200	5	174.1	1530.8
G	113+200	1	21.1	1356.7
GA	113+750	1	11.8	1335.6
GA	114+270	1	25.2	1323.8
L	114+270	1	29.3	1298.6
G	114+270	1	19.6	1269.3
G	114+780	1	22.6	1249.7
GA	115+200	1	36.3	1227.1
G	115+200	1	28.4	1190.8
LA	115+800	1	21.1	1162.4
GA	115+800	1	17.1	1141.3
LA	116+100	2	51.1	1124.2
GA	116+180	1	25.9	1073.1
LA	116+700	1	22.6	1047.2
GA	116+700	1	15.6	1024.6
LA	117+250	1	20.3	1009.0
GA	117+250	1	18.4	988.5
GA	117+920	1	21.2	970.1
GA	119+000	1	16.5	948.9
GA	119+430	1	22.6	932.4
GA	120+300	1	31.0	909.8
LA	120+750	2	38.5	878.8
GA	120+750	1	18.2	840.3
LA	121+600	4	80.8	522.1
GA	121+600	1	21.4	741.3
LA	122+340	5	106.8	719.9
GA	122+340	1	17.7	618.1
G	122+340	1	10.2	595.4
GA	122+880	1	7.1	585.2
LA	122+880	12	262.3	578.1
GA	122+880	1	7.5	315.8
GA	124+200	1	17.1	308.3
LA	124+200	1	22.8	291.2
GA	124+200	1	13.7	268.4
GA	124+650	1	19.6	254.7
G	124+650	1	10.6	235.1
LA	125+360	2	37.6	224.5
GA	125+360	1	18.0	186.9

TOMA	KM	No. LOTES	AREAS NETAS	AREAS POR REGAR
G	125+360	1	6.4	168.9
GA	126+100	1	19.9	162.5
GA	126+500	1	10.5	142.6
G	127+120	1	12.6	132.1
GA	127+200	1	13.5	119.5
LA	127+400	2	46.8	106.0
GA	127+500	1	30.8	59.2
G	127+880	1	10.9	28.4
GA	128+640	1	17.5	17.5
		1478		

4.8.- SECCIONES DE MAXIMA EFICIENCIA.

Al construir o rehabilitar canales, los cuales deben revestirse con la finalidad de eliminar filtraciones, ante todo se debe buscar la alternativa más funcional y económica; con relación a lo segundo, ésta puede consistir en tener el menor volumen de excavación del terreno o sea la menor área hidráulica para conducir el mayor gasto (siempre y cuando el procedimiento de construcción más idóneo sea el de formar el terraplen y excavar la sección de la cubeta teniendo en la nueva sección que la S.L.A. tenga la misma o mayor elevación que el nivel de operación), Así como otros conceptos de trabajo tales como tener bancos de agregados tanto para la arena como la grava cercanos, distancia de sobreacarreo del cemento relativamente cortas, el material para la formación de bordos de préstamo lateral, etc.

En la expresión

$$Q = A \cdot v = A \frac{1}{n} r^{2/3} S^{1/2}$$

la condición de gasto máximo se reduce a la del radio hidráulico máximo puesto que A, n y S están dados.

En la ecuación

$$r = \frac{A}{P}$$

en donde

r = radio hidráulico
 A = área hidráulica
 P = perímetro mojado

el radio hidráulico será máximo cuando p sea mínimo. De todas las secciones que pueden obtenerse la semicircular es la que tiene el mínimo perímetro mojado a igualdad de área, pero no siempre se utiliza en la construcción de canales debido a que implica un costo grande.

De la ecuación para determinar el

Área Hidráulica (sección trapecial)

$$A = bd + td^2 \quad \dots \dots \dots 1$$

de 1

$$b = \frac{A - td^2}{d} \quad \dots \dots \dots 2$$

Perímetro mojado

$$p = b + 2d\sqrt{1+t^2} \quad \dots \dots \dots 3$$

Sustituyendo 2 en 3 tenemos:

$$p = \frac{A}{d} - td + 2d\sqrt{1+t^2}$$

Suponiendo que el área de la vena líquida es constante, para determinar cual de todos los canales con los mismos taludes m es el de máxima eficiencia, derivando la expresión anterior con respecto al tirante e igualando a cero,

$$\frac{dp}{dd} = -\frac{A}{d^2} - t + 2\sqrt{1+t^2} = 0$$

Sustituyendo el valor del área hidráulica (ec. 1) y despejando la plantilla,

$$\frac{A}{d^2} = -t + 2\sqrt{1+t^2}$$

$$\frac{bd + td^2}{d^2} = -t + 2\sqrt{1+t^2}$$

$$\frac{b}{d} + t = -t + 2\sqrt{1+t^2}$$

$$b = (-2t + 2\sqrt{1+t^2})d$$

$$b = 2d(\sqrt{1+t^2} - t) \quad \dots \quad 4$$

La ecuación 4 da la plantilla de la SECCION DE MAXIMA EFICIENCIA PARA UN TALUD DADO,

Sustituyendo en la ecuación del radio hidráulico la ecuación 4 tenemos:

$$r = \frac{A}{P} = \frac{2d^2(\sqrt{1+t^2} - t) + td^2}{2d(\sqrt{1+t^2} - t) + 2d\sqrt{1+t^2}} = \frac{d(2d\sqrt{1+t^2} - td)}{2(2d\sqrt{1+t^2} - td)}$$

o sea;

$$r = \frac{d}{2} \quad \text{CONDICION DE MAXIMA EFICIENCIA,}$$

A la ecuación 4 se le puede dar otra forma; si en el paréntesis sustituimos el valor de $t = \frac{\cos \theta}{\sin \theta}$

$$\sqrt{1+t^2} - t = \sqrt{\frac{\sin^2 \theta + \cos^2 \theta}{\sin^2 \theta}} - \frac{\cos \theta}{\sin \theta}$$

$$\text{pero } \sin^2 \theta + \cos^2 \theta = 1$$

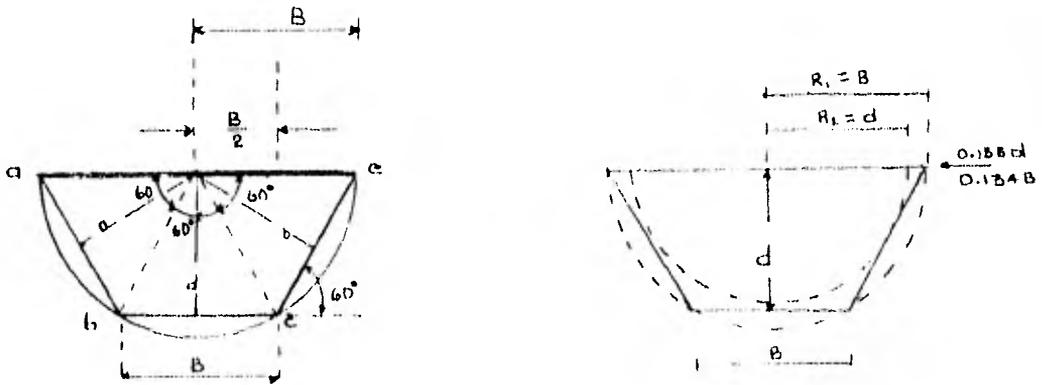
$$\sqrt{\frac{\sin^2 \theta + \cos^2 \theta}{\sin^2 \theta}} - \frac{\cos \theta}{\sin \theta} = \frac{1 - \cos \theta}{\sin \theta} = \frac{\text{vers } \theta}{\sin \theta}$$

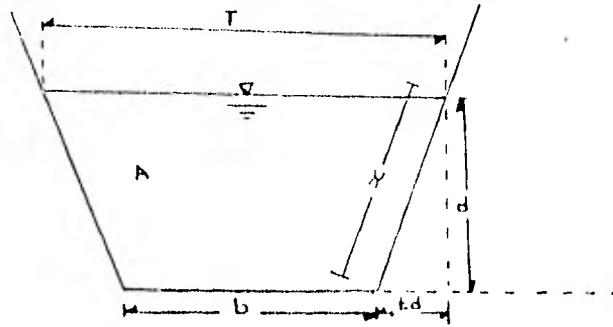
$$= \frac{\sin \theta \tan \frac{\theta}{2}}{\sin \theta} = \tan \frac{\theta}{2}$$

$$b = 2d \left(\tan \frac{\Theta}{2} \right)$$

$$\frac{b}{d} = 2 \tan \frac{\Theta}{2}$$

Como la sección máxima eficiencia tratándose de canales trapeziales es un semi-exágono (fig. 1) en donde se forman los triángulos aob , boc y coe que son iguales y por consiguiente tienen la misma altura d , por lo tanto otra condición de sección de máxima eficiencia es que trata de un semi-exágono inscrito y circunscrito en dos semi-circunferencias de radios $R_1 = b$ y $R_2 = d$ respectivamente (fig. 4.2).





SECCION DE MAXIMA EFICIENCIA

$$t = 0,4 : 1$$

$$X = d \sqrt{1 + t^2}$$

T = superficie libre del agua

$$T = b + 2td,$$

$$T = b + 2td = 2X = 2d \sqrt{1 + t^2}$$

Sustituyendo $t = 0,4:1$

$$b + 2(0,4)d = 2d \sqrt{1 + 0,4^2}$$

$$b + 0,8d = 2,154d$$

Sustituyendo el valor de d en la ecuación

del Area y Perímetro

$$b = 1,354d \quad d = \frac{b}{1,354}$$

AREA HIDRAULICA:

$$A = bd + td^2 = b \left(\frac{b}{1.354} \right) + 0.4 \left(\frac{b}{1.354} \right)^2 = 0.738 b^2 + 0.218 b^2$$

$$A = 0.956 b^2$$

PERIMETRO MOJADO

$$P = b + 2d \sqrt{1+t^2} = b + 2 \left(\frac{b}{1.354} \right) \sqrt{1+0.4^2}$$

$$P = 2.59b.$$

RADIO HIDRAULICO

$$R = \frac{A}{P} = \frac{0.956 b^2}{2.59 b} = 0.369b \quad r = 0.369b$$

$$r^{2/3} = 0.514 b^{2/3}$$

VELOCIDAD POR MANNING:

$$V = \frac{1}{n} r^{2/3} S^{1/2} = \frac{1}{n} (0.514) b^{2/3} S^{1/2}; v = 0.514 \frac{b^{2/3} S^{1/2}}{n}$$

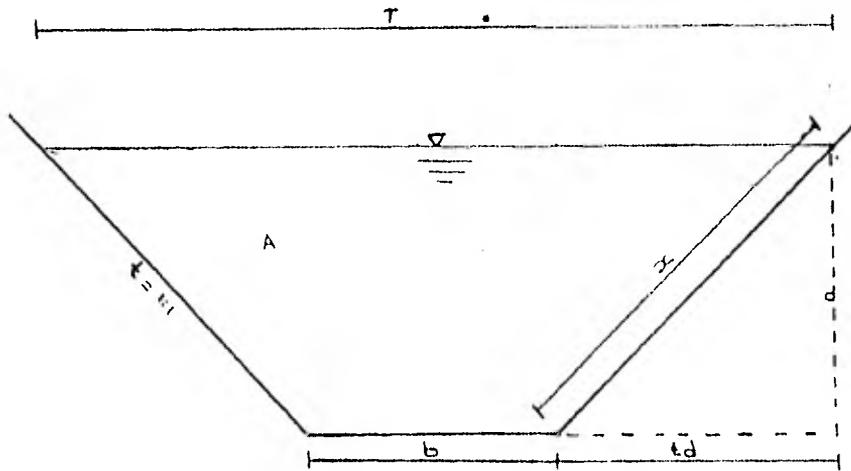
GASTO POR LA FORMULA DE LA CONTINUIDAD:

$$Q = A \cdot V = 0.956 b^2 (0.514) \frac{b^{2/3} S^{1/2}}{n} = 0.491 \frac{b^{8/3} S^{1/2}}{n}$$

DESPEJANDO A LA PLANTILLA b

$$b = 1.305 \frac{(Qn)^{3/8}}{S^{1/2}} \quad \dots \dots \dots 2$$

y $d = \frac{b}{1.354} \dots \dots \dots 1$ para $t = 0.4:1$



SECCION DE MAXIMA EFICIENCIA

$$t = 1:1$$

$$X = d \sqrt{1 + t^2}$$

T = Superficie libre del agua

$$T = b + 2td$$

$$T = b + 2td = 2X = 2d \sqrt{1 + t^2}$$

Sustituyendo $t = 1:1$

$$b + 2d = 2,828 d$$

Sustituyendo el valor de d en la ecuación

del Area y Perímetro

$$b = 0,828 d \quad d = \frac{b}{0,828}$$

AREA HIDRAULICA:

$$A = bd + td^2 = b \left(\frac{b}{0.828} \right) + \left(\frac{b}{0.828} \right)^2$$

$$A = \frac{b^2}{0.828} + \frac{b^2}{0.685} = 1.207 b^2 = 2666 b^2$$

$$A = 2.666 b^2$$

PERIMETRO MOJADO: $p = b + 2d \sqrt{1+t^2} = b + 2.828 d$

$$p = b + 2.828 \left(\frac{b}{0.828} \right) = 4.415 b$$

$$p = 4.415 b$$

RADIO HIDRAULICO:

$$r = \frac{A}{p} = \frac{2.666 b^2}{4.415 b} = 0.604 b \quad r = 0.604 b$$

$$r^{2/3} = 0.714 b^{2/3}$$

VELOCIDAD POR MANNING:

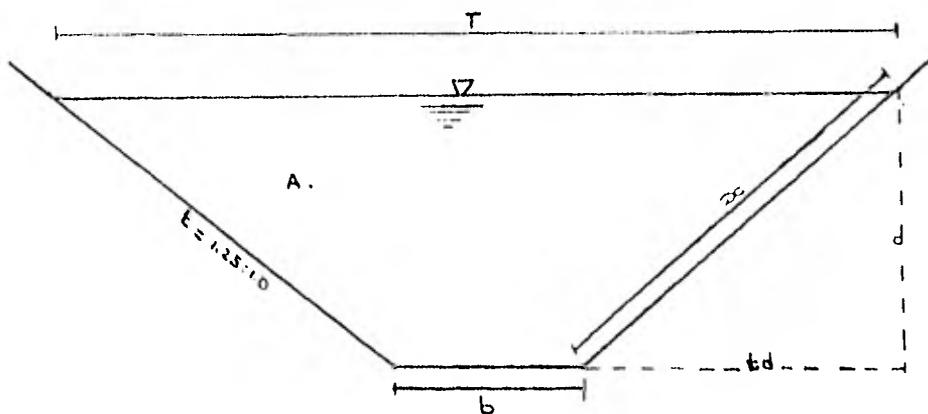
$$v = \frac{1}{n} r^{2/3} S^{1/2} = \frac{1}{n} (0.714) b^{2/3} S^{1/2} ; v = 0.714 \frac{b^{2/3} S^{1/2}}{n}$$

GASTO POR LA FORMULA DE LA CONTINUIDAD

$$Q = A \cdot v = 2.666 b^2 (0.714) \frac{b^{2/3} S^{1/2}}{n} = 1.903 \frac{b^{8/3} S^{1/2}}{n}$$

Despejando la $b = 0.785 \left(\frac{Qn}{S^{1/2}} \right)^{3/8}$

Plantilla \underline{b} y $d = \frac{b}{0.828}$ para $t = 1:1$



$t = 1.25:1$ SECCION DE MAXIMA EFICIENCIA

$$X = d \sqrt{1 + t^2}$$

$T =$ Superficie libre del agua

$$T = b + 2td$$

$$T = b + 2td = 2X = 2d \sqrt{1 + t^2}$$

Sustituyendo $t = 1.25:1$

$$b + 2(1.25)d = 2d \sqrt{1 + 1.25^2}$$

Sustituyendo el valor de d en la ecuación del

Area y Perimetro.

$$b = 0.70 d \quad d = \frac{b}{0.70}$$

AREA HIDRAULICA:

$$A = bd + td^2 = \frac{b}{0.70} b + 1.25 \frac{b^2}{0.70^2} = 1.428 b^2 + 2.551 b^2$$

$$A = 3.979 b^2$$

$$\text{PERIMETRO MOJADO: } P = b + 2d \sqrt{1+t^2} = b + 3.20 \left(\frac{b}{0.70} \right)$$

$$P = 5.57 b$$

RADIO HIDRAULICO:

$$r = \frac{A}{P} = \frac{3.979 b^2}{5.57 b} = 0.714 b \quad r = 0.714 b$$

$$r^{2/3} = 0.798 b^{2/3}$$

VELOCIDAD POR MANNING:

$$v = \frac{1}{n} r^{2/3} S^{1/2} = 0.798 \frac{b^{2/3} S^{1/2}}{n}$$

GASTO POR LA FORMULA DE LA CONTINUIDAD:

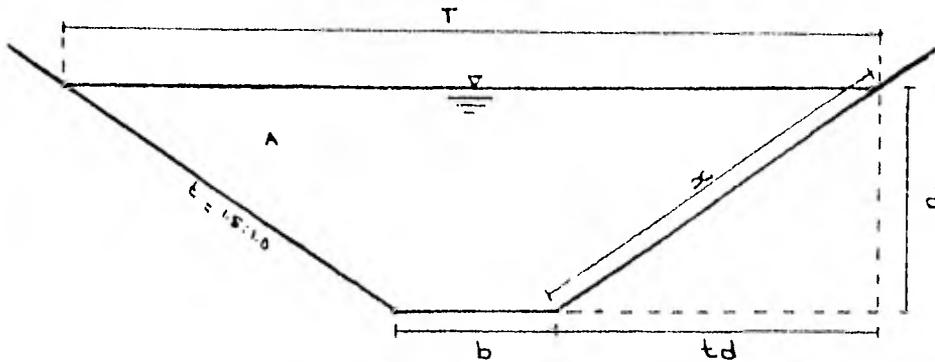
$$Q = A \cdot v = 3.979 b^2 \left(0.798 \right) \frac{b^{2/3} S^{1/2}}{n} = 3.175 \frac{b^{8/3} S^{1/2}}{n}$$

DESPEJANDO A

La Plantilla b

$$b = 0.648 \left(\frac{Qn}{S^{1/2}} \right)^{3/8}$$

$$y \quad d = \frac{b}{0.70} \quad \text{para } t = 1.25; 1$$



SECCION DE MAXIMA EFICIENCIA.

$$t = 1.5:1$$

$$X = d \sqrt{1+t^2}$$

T = Superficie Libre del agua

$$T = b + 2 td$$

$$T = b + 2td = 2X = 2d \sqrt{1+t^2}$$

Sustituyendo $t = 1.5:1$

$$b + 2(1.5)d = 2d \sqrt{1+1.5^2}$$

$$b + 3d = 3.6d; \quad b = 0.6d$$

Sustituyendo el valor de d en la ecuación del

Area y Perímetro.

$$d = \frac{b}{0.60}$$

$$\text{AREA HIDRAULICA; } A = bd + td^2 = b \left(\frac{b}{0.60} \right) + 1.5 \frac{b^2}{0.36}$$

$$A = b^2 + 4.16b^2 = 5.82 b^2$$

$$\text{PERIMETRO MOJADO; } P = b + 2d \sqrt{1+t^2} = b + 3.6d = b + 3.6 \frac{b}{0.60}$$

$$P = 7b$$

RADIO HIDRAULICO

$$r = \frac{A}{P} = \frac{5.82b^2}{7b} = 0.831 b \quad r = 0.831 b$$

$$r^{2/3} = 0.883 b^{2/3}$$

VELOCIDAD POR MANNING:

$$v = \frac{1}{n} r^{2/3} S^{1/2} = 0.883 \frac{b^{2/3} S^{1/2}}{n}$$

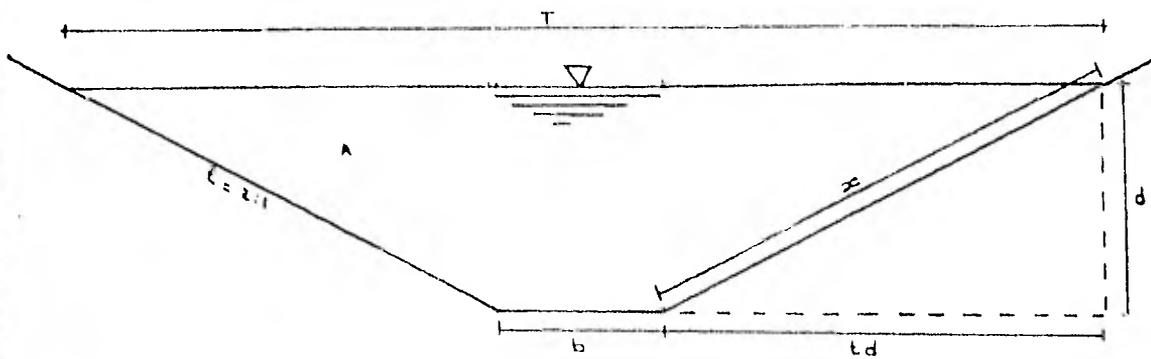
GASTO POR LA FORMULA DE LA CONTINUIDAD

$$Q = A \cdot v = 5.82 b^2 (0.883) \frac{b^{2/3} S^{1/2}}{n} = 5.139 \frac{b^{8/3} S^{1/2}}{n}$$

DESPEJANDO A LA

$$\text{Plantilla } b \quad b = 0.541 \left(\frac{Qn}{S^{1/2}} \right)^{3/8}$$

$$Y \quad d = \frac{b}{0.60} \quad \text{para } t = 1.5:1$$



SECCION DE MAXIMA EFICIENCIA

$$t = 2:1$$

$$X = d\sqrt{1 + t^2}$$

T = Superficie Libre del agua

$$T = b + 2td$$

$$T = b + 2td = 2x = 2d\sqrt{1 + t^2}$$

Sustituyendo $t = 2:1$

$$b + 2(2)d = 2d\sqrt{1 + 2^2}$$

$$b + 4d = 4,47d; \quad b = 0,47d$$

Sustituyendo el valor de d en la ecuacion del

Area y Perímetro Mojado

$$d = \frac{b}{0,47}$$

AREA HIDRAULICA: $A = bd + td^2 = b \left(\frac{b}{0.47} \right) + 2 \frac{b^2}{(0.47)^2}$

$$A = 2.127 b^2 + 9.053 b^2 = 11.18 b^2$$

PERIMETRO MOJADO: $P = b + 2d\sqrt{1+t^2} = b + 4.47 d$

$$P = b + 4.47 \left(\frac{b}{0.47} \right) = 10.51 b$$

RADIO HIDRAULICO:

$$r = \frac{A}{P} = \frac{11.18 b^2}{10.51 b} = 1.063 b$$

$$r = 1.062 b$$

$$r^{2/3} = 1.04 b^{2/3}$$

VELOCIDAD POR MANNING:

$$v = \frac{1}{n} r^{2/3} S^{1/2} = \frac{1}{n} (1.04 b^{2/3}) S^{1/2} = 1.04 \frac{b^{2/3} S^{1/2}}{n}$$

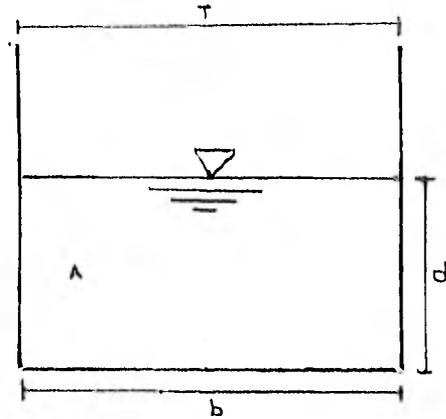
GASTO POR LA FORMULA DE LA CONTINUIDAD:

$$Q = A \cdot v = 11.18 b^2 \left(1.04 \frac{b^{2/3} S^{1/2}}{n} \right) = 11.627 \frac{b^{2/3} S^{1/2}}{n}$$

DESPEJANDO A LA

Plantilla \underline{b} $b = 0.398 \left(\frac{Qn}{S^{1/2}} \right)^{3/8}$

y $d = \frac{b}{0.47}$ para $t = 2:1$



SECCION DE MAXIMA EFICIENCIA RECTANGULAR

$T =$ Superficie del agua

(Condición max. ef)

$$d = \frac{b}{2}$$

sustituyendo el valor del

d en la ecuación

Area y Perímetro

Hidráulica

$$bd = b (0,5b) = 0,5 b^2$$

$$\text{PERIMETRO MOJADO } P = b + 2d = b + 2 \left(\frac{b}{2} \right) = 2b$$

RADIO HIDRAULICO

$$r = \frac{A}{P} = \frac{0,5 b^2}{2 b} = 0,15 b \quad r = 0,25 b$$

$$r^{2/3} = 0,396 b^{2/3}$$

VELOCIDAD POR MANNING;

$$V = \frac{1}{n} r^{2/3} S^{1/2} = 0,396 \frac{b^{2/3} S^{1/2}}{n}$$

GASTO POR LA FORMULA DE LA CONTINUIDAD;

$$Q = AV = 0,5b^2 \left(0,396 \frac{b^{2/3} S^{1/2}}{n} \right) = 0,198 \frac{b^{8/3} S^{1/2}}{n}$$

DESPEJANDO A LA

$$\text{Plantilla } b \quad b = 1,835 \frac{(Qn)^{3/8}}{S^{1/2}}$$

$$\text{y} \quad d = 0,5 b \quad \text{para sección rectangular.}$$

SECCIONES DE MAXIMA EFICIENCIA

RESUMEN

$$b = 2d (\sqrt{1 + t^2} - t)$$

$$r = \frac{d}{2} \text{ CONDICION DE MAXIMA EFICIENCIA}$$

$$\frac{b}{d} = 2 \text{ tang } \frac{\Theta}{2}$$

$$\text{Para } t = 0.4:1 \quad b = 1.305 \frac{(Qn)^{3/8}}{S^{1/2}} \quad \text{y} \quad d = \frac{b}{1.354}$$

$$\text{Para } t = 1:1 \quad b = 0.785 \frac{(Qn)^{3/8}}{S^{1/2}} \quad \text{y} \quad d = \frac{b}{0.828}$$

$$\text{Para } t = 1.25:1 \quad b = 0.648 \frac{(Qn)^{3/8}}{S^{1/2}} \quad \text{y} \quad d = \frac{b}{0.70}$$

$$\text{Para } t = 1.5:1 \quad b = 0.541 \frac{(Qn)^{3/8}}{S^{1/2}} \quad \text{y} \quad d = \frac{b}{0.60}$$

$$\text{Para } t = 2:1 \quad b = 0.398 \frac{(Qn)^{3/8}}{S^{1/2}} \quad \text{y} \quad d = \frac{b}{0.47}$$

$$\text{SECCION RECTANGULAR } b = 1.835 \frac{(Qn)^{3/8}}{S^{1/2}} \quad \text{y} \quad d = \frac{b}{2}$$

4.9 REHABILITACION DE LA RED DE DRENAJE.

COEFICIENTE UNITARIO DE DRENAJE.

De acuerdo al registro de lluvias de la estación climatológica - Anáhuac ubicada dentro de la zona de riego, la precipitación media anual es de 402 m m en un período de observación de 40 años. Por lo anterior se puede observar que el Distrito pertenece a zonas de baja precipitación y que la construcción o desazolves de drenes estará condicionado a la profundidad a la cual las sales de calcio, magnesio y sodio sean fácilmente arrastradas mediante el lavado de suelos, así como abatir el nivel freático para evitar que la zona radicular de los cultivos sean afectadas por sales. Para drenes con área de influencia menores de 2 000 hectáreas, el coeficiente de drenajes se calculó a partir de la fórmula racional.

$$Q = K C I A \text{ en la que}$$

Q = Gasto en $m^3 / \text{seg.}$

C = Coeficiente que depende de las características de la cuenca

I = Intensidad de lluvia en mm/ hora

A = Area de la cuenca en $Km.^2$

K = Constante de proporcionalidad 90,277

Para drenes con área de influencia mayor de 2 000 hectáreas se empleó el método de la curva de envolventes máximas regionales

para el diseño de obras de cruce con vías de comunicación, sentar restricciones para la agricultura por diversos factores de clasificación como predegradación en el perfil, salinidad, topografía, textura, etc.

Los lotes que actualmente tiene servicio de riego que se encuentran en suelos antes mencionados se consideraron como compromisos y fueron tomados en cuenta para la capacidad de los canales.

El área física dominada susceptible de riego en suelos de la 2a. y 3a. clase es de 36 545 Has. brutas, que afectadas por un coeficiente de reducción de 0.94 debido al área que ocupan los canales, drenes y caminos nos da una área neta de 34 352 Has.

4.10 REHABILITACION DE CAMINOS.

Transitabilidad de Caminos.

El tipo de vehículos que circula en la zona de riego durante el año son camionetas pick-up de 1.0 toneladas de carga que se usan para la introducción de insumos y transporte del agricultor o trabajadores agrícolas con un número no mayor de 3 personas.

En la época de cosecha que corresponde a los meses de Mayo a Julio circulan camiones cargueros de 10 a 15 toneladas de carga, cuyas características generales más importantes son;

- a). - Longitud total - - - - - 7.30 Mts.
- b). - Ancho total - - - - - 2.44 Mts.
- c). - Altura total - - - - - 2.14 Mts.
- d). - Peso total cargado - - - - - 15.00 Tns.
- e). - Peso total vacio - - - - - 6.50 Tns.

El tipo de maquinaria agrfcola utilizada para la cosecha es la Jhonn Deere y Massey Ferguson con diferentes aditamentos.

7.7. - Dimensionamiento de la Sección de los Caminos de Operación.

En la planeación de la red de transporte interno que servirá a las tres Unidades en que está dividido el Distrito de Riego, los caminos quedarán divididos en la forma siguiente:

I. - Caminos Principales Oficiales.

Aquellos que no están ubicados en canales y atraviezan el Distrito comunicando rancherfas y ejidos.

II. - Caminos principales de Servicio

Se encuentran localizados en la corona del canal principal y laterales importantes.

III. - Caminos Secundarios de Servicio.

A los que se encuentran en canales de la red menor.

IV. - Caminos de Circuito.

Son tramos de caminos que enlazarán caminos principales o secundarios.

Como se estima que al emprender las obras de rehabilitación el volumen del tránsito que circulará a través de los caminos oficiales sobrepasará de 30 vehículos/día pero menores de 200 vehículos/día resulta justificable que sus secciones sean de tipo C,

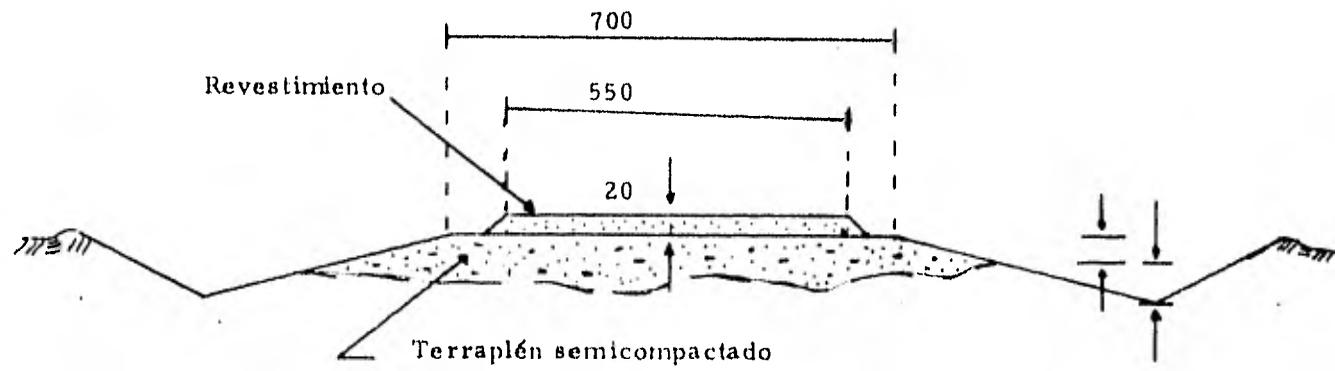
con las dimensiones señaladas y sus superficies de rodamiento revestidas.

Los caminos II y III que servirán para llevar a cabo la conservación y operación de las instalaciones de riego son necesariamente de bajo tránsito con volumen previsible menores de 30 vehículos/día se les propone revestidos con sección tipo D con las dimensiones que aparecen también consignadas.

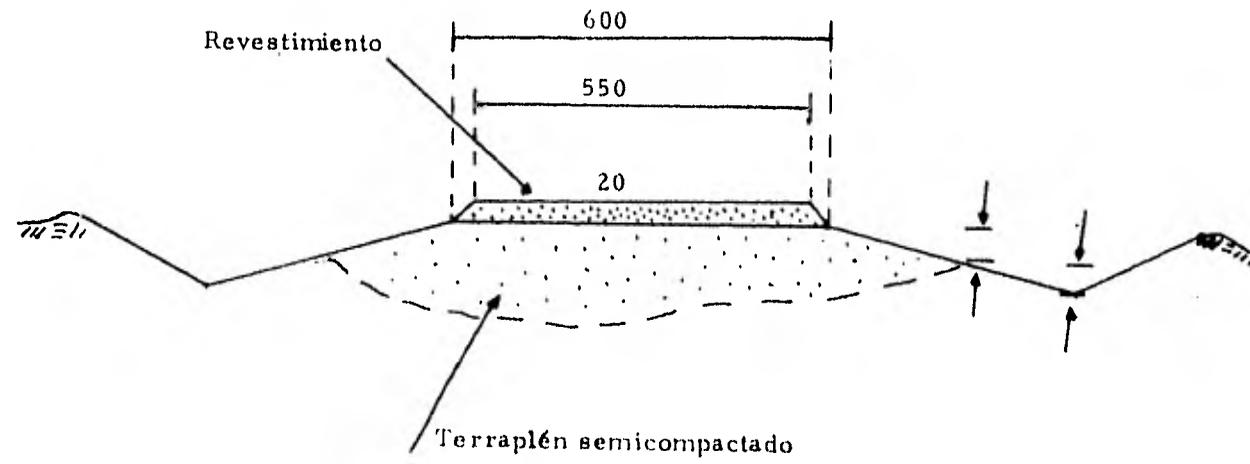
Los caminos que formarán circuito (IV tendrán la misma sección de los caminos II y III, se contempla la sobre elevación de sus rasantes por arriba del nivel de las tierras de riego para garantizar su transitabilidad todo el año.

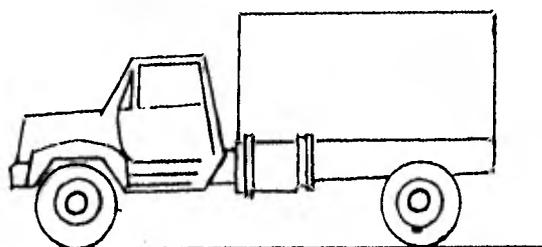
SECCION- TIPO DE CAMINOS

TIPO C

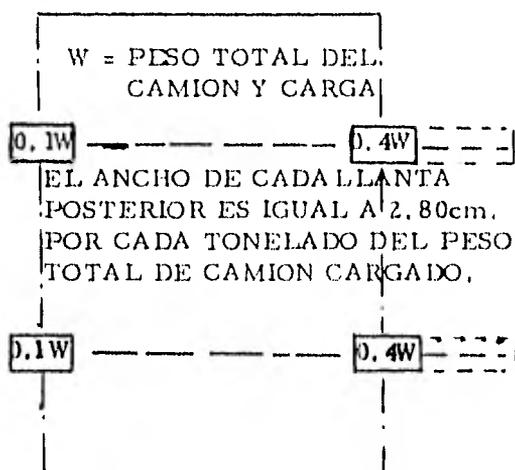


TIPO D





H20 - 44	5 629 Kg	14 515 Kg
H15 - 44	2 722 Kg	10 886 Kg
H10 - 44	1 814 Kg	7 257 Kg



Proyecto de una losa plana de 6.00 mts. de claro para puente vehículo -
(de una banda de circulación), para H-20 ancho de calzada 3.70 mts.

CALCULO DE LAS CONSTANTES DE
DISEÑO.

Concreto de $f'_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$.

Acero alta resistencia y torcidos en frío. - Los aceros alta resistencia, -
tienen un límite elástico aparente superior a los $4\ 000 \text{ Kg/cm}^2$ y se usan
con una fatiga permisible de trabajo de $2\ 000 \text{ Kg/cm}^2$, equivalente a un
coeficiente de seguridad de:

$$f_s = 0.50 f_y = 0.50 \times 4\ 000 = 2\ 000 \text{ Kg/cm}^2.$$

$$f_c = 0.45 f'_c = 0.45 (210) = 94.5 \text{ kg/cm}^2.$$

Módulo de elasticidad del concreto.

Según el ACI 318-63 Capítulo II, notación 1102-El módulo de elasticidad,
 E_c , para el concreto puede ser tomado como $w^{1.5} \times 4270 f'_c$ en Kg/cm^2 ,
para valores de w entre 1.4 y 2.5 ton/m^3 , para concreto de peso
normal puede ser considerado como 2.3 ton/m^3 .

Para nuestro caso:

$$E_c = w^{1.5} \times 42.70 f'_c$$

$$E_c = (2.3)^{1.5} \times 4270 \times 210 = 215,838 \text{ kg/cm}^2.$$

$$= 215,838 \text{ kg/cm}^2.$$

Módulo de elasticidad de acero

$$E_s = 2'039\ 000 \text{ kg/cm}^2,$$

Relación de módulos de elasticidad n

$$n = \frac{E_s}{E_c} = \frac{2'039\ 000}{215\ 838} = 9,44$$

$$k = \frac{1}{1 + \frac{f_s}{n f_c}} = \frac{1}{1 + \frac{2\ 000}{9,44 \times 94,5}} = 0,308$$

$$j = 1 - \frac{k}{3} = 1 - \frac{0,308}{3} = 0,897$$

$$k = \frac{1}{2} f_c k j = \frac{1}{2} (94,5) (0,308) (0,897) = 13,054$$

$$\frac{1}{\sqrt{k}} = \frac{1}{\sqrt{13,054}} = 0,276$$

R E S U M E N

$$f_c = 210 \text{ kg/cm}^2,$$

$$n = 9,44$$

$$f_s = 2\ 000 \text{ kg/cm}^2,$$

$$k = 0,308$$

$$f_c = 94,5 \text{ kg/cm}^2,$$

$$j = 0,897$$

$$E_c = 215,838 \text{ kg/cm}^2$$

$$k = 13,054$$

$$E_s = 2'039\ 000 \text{ kg/cm}^2$$

$$\alpha = 0,276$$

Cálculo de la losa

Ancho de distribución E. -

Se considera repartido el peso de cada rueda posterior y de la anterior correspondiente, si el refuerzo principal es paralelo a la dirección de tránsito, como nuestro caso, se usa la fórmula siguiente:

$$E = \frac{305 N + W}{4 N} \quad \text{donde: } N = \text{Núm. de líneas de tránsito}$$

$W = \text{Ancho de calzada.}$

$$E = \frac{3,05 (1) + 3,70}{4 (1)} = 1,69 \text{ mts.}$$

Determinación del impacto.

La cantidad en que se incrementan los esfuerzos se expresa como una fracción de los esfuerzos de carga viva y se determinará con la siguiente fórmula

$$I = \frac{15,24}{L + 38,10} \quad \text{en donde: } I = \text{Impacto en porciento (máximo 30\%).}$$

$L = \text{long. en mts. de la porción del claro que debe ser cargada para producir al máximo esfuerzo en el miembro.}$

$$I = \frac{15,24}{6,00 + 38,10} = 34,55\%$$

Se toma como máximo el 30%

Momento de carga móvil e impacto.

$$M_{CMI} = \frac{IPL}{4 E} \quad \text{donde}$$

$I = \text{Impacto}$
 $P = \text{Carga axial (para este caso H-20)}$
 $E = \text{Ancho de distribución}$

$$M = \frac{1,30 \times 7,26 \times 6,00}{4 \times 1,69} = 8,376 \text{ ton-m/m.}$$

Carga permanente, -

Peralte supuesto; 35 cms.

$$\text{Losa} = 0,35 \times 2,4 = 0,84 \text{ ton/m}^2$$

$$\text{Asfalto} = 2,0 \times 0,01 = 0,02 \text{ ton/m}^2$$

$$c_p = 0,86 \text{ ton/m}^2,$$

Momento por carga permanente:

$$M_{cP} = \frac{C_p \times L^2}{8} = \frac{0,86 \times 6,0^2}{8} = 3,87 \text{ Ton-m/m.}$$

Momento total:

$$M_T = M_{CMI} + M_{cP} = 8,376 + 3,870 = 12,246 \text{ Ton-m/m.}$$

$$d_M = \sqrt{\frac{M}{b}} = 0,276 \sqrt{\frac{1224600}{100}} = 30,54 \text{ cm.}$$

$$\text{Superficie de desgaste} = 0,46 \text{ cms.}$$

$$\text{Peralte } d = 30,54 \text{ cms.}$$

$$\text{Recubrimiento } r = 4,00 \text{ cms.}$$

$$h_T = 35,00 \text{ cms.}$$

Acero de refuerzo, -

Refuerzo principal (varillas A)

$$A_b = \frac{M}{f_r \cdot Jd} = \frac{12246000}{(2000)(0,897)(30,54)} = 22,35 \text{ cms}^2.$$

$$\text{Usando varilla de } 7/8'' \text{ cuya } a_s = 3,88 \text{ cm}^2.$$

$$S = \frac{100 \times a_s}{A_s} = \frac{100 \times 3,88}{22,35} = 17,36 \text{ cm.}$$

Se colocará varilla de 7/8'' ϕ @ 15cm. por construcción

Acero de distribución, - (varillas C).

Cálculo del porcentaje de refuerzo. -

$$P = \frac{0,552}{\sqrt{L}} = \frac{0,552}{\sqrt{6,00}} = 22,53\%$$

$$A_{sd} = 22,35 \times 0,225 = 5,02 \text{ cm}^2.$$

Usando varilla de 5/8" cuya área $a_s = 1,98 \text{ cm}^2$.

$$S = \frac{100 \times 1,98}{5,02} = 39,44 \text{ cm.}$$

Se colocará varilla de 5/8" $\phi @ 35 \text{ cm}$, por construcción.

Área de acero por temperatura (Varillas D),

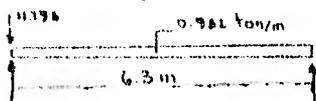
$$\overbrace{A_{st}}^{0,002 bh} - A_{sd} = 0,002(100)(35) - 5,02 = 1,98 \text{ cm}^2.$$

Usando varilla de 3/8" ϕ cuya $a_s = 0,71 \text{ cm}^2$.

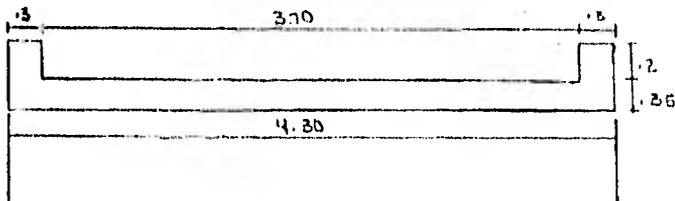
$$S = \frac{0,71 \times 100}{1,98} = 35,85 \text{ cm.}$$

Por construcción se colocará varilla de 3/8" $\phi @ 35 \text{ cms}$.

Revisión por cortante. -



$$R = 1 (11,793 + 0,952 \left(\frac{6,30}{2} \right)) = 14,791 \text{ Ton.}$$



$$V_{cM} = \frac{14.791}{4.30} = 3.439 \text{ Ton/m.}$$

El peso de la losa con sus garniciones viene siendo:

$$4.30 \times 0.35 \times \frac{6.60}{2} \times 2.400 = 11.919 \text{ Kgs.}$$

$$2 \left(0.30 \times 0.20 \times \frac{6.60}{2} \times 2.400 \right) = \frac{950 \text{ Kgs.}}{C_p = 12.869 \text{ Kgs.}}$$

Carga permanente por metro:

$$V_{cp} = \frac{12.869}{4.30} = 2.992 \text{ Ton.}$$

$$V_T = V_{cM} + V_{cp} = 3.439 + 2.992 = 6.431 \text{ Ton/m.}$$

Cortante nominal.

$$v = \frac{V}{bd} = \frac{6.431}{100 \times 31} = 2.07 \text{ kg/cm}^2, \quad v_c = 4.20 \text{ kg/cm}^2.$$

$$V_{cp} = 0.29 \sqrt{f_c} = 0.29 \sqrt{210} = 4.20 \text{ kg/cm}^2.$$

Revisión por adherencia.

Esfuerzo de adherencia permisible en lecho inferior.

$$\mu_p = \frac{3.2 \sqrt{f_c}}{D} = \frac{3.2 \sqrt{210}}{2.22} = 20.88 \text{ kg/cm}^2.$$

Adherencia.

$$\mu = \frac{V}{z_o j d} = \frac{6.431}{6.66 \times 6.98 \times 0.897 \times 31} = 4.97 \text{ kg/cm}^2.$$

$$\mu = 4.97 \text{ kg/cm}^2, \quad < \quad \mu_{dp} = 20.88 \text{ kg/cm}^2.$$

4. II. - Nivelación de Tierras Agrícolas

La nivelación de tierras debe ser el complemento obligado de cualquier proyecto de irrigación, ya que generalmente se invierten sumas considerables en obras de captación y distribución y comparativamente se hacen inversiones bajas a nivel de parcela, que es donde se refleja la bondad de todo un complejo sistema de irrigación.

México no puede considerarse un país privilegiado en la distribución de sus disponibilidades hidráulicas, ya que sus ríos más caudalosos como son el Usumacinta, el Grijalva, el Tonalá, el Coatzacoalcos y el Papaloapan, que representan en conjunto el 50% de los recursos hidráulicos superficiales, sólo drenan el 10% de la superficie total del país. Esto deja el 90% del área total del país para ser regado con el 50% de las disponibilidades hidráulicas, lo cual dicho, en la forma que ha sido expuesto y considerando que el escurrimiento anual medio de todos nuestros ríos es del orden de 357000 millones de metros cúbicos, podría considerarse como que la situación no es tan alarmante sin embargo además de la irregular distribución de los ríos existen otros factores en contra como son: la configuración orográfica, la calidad de nuestras tierras y

el clima para hacer la relación:

Agua disponible / Tierra para la agricultura de riego. -Bastante crítica, reduciendo por estas razones las tierras disponibles para la agricultura de riego a poco más de 11 millones de hectáreas.

Aunando a lo anterior, el gran crecimiento demográfico que se ha tenido y la creciente demanda de alimentos, le dan al agua un valor inapreciable que nos obligan a ser cautos en su empleo y a adoptar mejores métodos para las labores agrícolas con objeto de que nos den mejores cosechas por unidad de volumen de agua empleada, por lo cual nuestros últimos proyectos incluyen como parte medular la nivelación de tierras.

Factores que deben considerarse.

Nivelar un terreno con fines agrícolas es proveerlo de una superficie uniforme donde el agua de riego sea aplicada eficientemente. Puede tener pendientes en uno o en los dos sentidos del campo.

Antes de proceder a la nivelación de un terreno, conviene valorizar los factores que adelante se mencionan para determinar hasta donde es o no conveniente nivelar.

Dichos factores son:

Textura, profundidad, velocidad de filtración y fertilidad.

La textura de los suelos influye en el proyecto de las pendientes de riego. Existen tablas que relacionan las texturas con las pendientes y longitudes de riego, pero es de recomendarse que se hagan prue-

bas de riego para determinar practicamente las relaciones anteriores.

Profundidad. - Un suelo poco profundo puede estar siendo cultivado y no tener ningún problema con capas de suelo subyacentes de diferentes características, pero al someterse al proceso de nivelación puede quedar al descubierto suelos indeseables que si afectan la producción agrícola.

Infiltración. - La velocidad de infiltración es otra de las características importantes en un proyecto de nivelación, e influye directamente en las pendientes y longitudes de riego por lo general a mayor velocidad de infiltración las pendientes de riego deberan de ser mayores - (dentro de limites que no produzcan erosiones al efectuar el riego) y viceversa.

Fertilidad. - Esta característica influye en la profundidad de los cortes. - Cortes profundos, aún en suelos de igual textura, descubren suelos pobres que deben de ser objeto de tratamientos especial.

b), - Pendiente:

Es necesario establecer ciertas limitaciones en las pendientes para el adecuado control del agua de riego; por otro lado, al proyectar la nivelación de un terreno, es conveniente apearse lo más posible a las pendientes naturales del terreno ya que cualquier cambio de pendiente respecto a la natural, incrementa los volúmenes de tierra que hay necesidad de cortar.

C). - Topografía.

La configuración topográfica de los terrenos es determinante en la economía de los trabajos de nivelación, en terrenos con topografía muy accidentada, en primer lugar los volúmenes movidos son elevados y, en segundo lugar es casi seguro que se tengan cortes profundos que descubran suelos pobres o de mala calidad y que obliguen a tratamientos especiales y costosos para habilitarlos con el agravante de que estos suelos requieran de dos o más años de tratamiento y por lo tanto no rindan los beneficios inmediatos para la recuperación de la inversión, por lo que debiera de valorizarse la conveniencia o inconveniencia de la nivelación.

D). - Cultivos.

Al nivelar un terreno debe de conocerse el tipo de cultivo que se piensa establecer, ya que cada tipo de cultivo requiere de determinado método de riego y estos de determinadas pendientes y longitudes.

Reconocimiento. -

Antes de iniciar cualquier trabajo de nivelación de tierras, es conveniente realizar un levantamiento topográfico de plancheta del terreno en cuestión, con objeto de tener una configuración que nos dé con suficiente precisión la idea de las pendientes dominantes y la localización de los accidentes topográficos más importantes. Deberá contener este levantamiento las áreas cubiertas de monte y si se trata de un

distrito de riego en operación deberán consignarse los bordos, canales, drenes y superficies sembradas.

Con el plano anterior, el ingeniero responsable deberá recorrer el terreno para valorizar los factores siguientes:

1. - Sentido de riego en las parcelas.
2. - Condiciones en que se encuentra el terreno, o sea que contenga monte, se encuentra arado rastreado o con residuos de cualquier cultivo. Dureza o consistencia aparente del suelo. Con base en las observaciones anteriores, el ingeniero estará en condiciones de hacer las recomendaciones relativas al número sentido y dirección que deberá darse a los pasos de rastra y niveladora.
3. - Del área cubierta de monte determinará la densidad y tipo (árboles, arbustos, maleza) y con base en esto, recomendará su eliminación con maquinaria o mano.
4. - Áreas de mala calidad. Es frecuente encontrar dentro de un terreno, lunares constituidos por suelos de mala calidad, como son arenosas o salitrosas las cuales, dependiendo de su magnitud, deberá recomendarse que se elimine.
5. - Profundidad del Suelo. - Conviene verificar la profundidad del suelo con el objeto de limitar la profundidad a la cual pueden hacerse cortes al realizar los trabajos de nivelación, ya que los suelos poco profundos, pueden dar lugar a que durante el proceso de nivelación,

se descubran horizontes de mala calidad.

6. - La magnitud y localización de los bordos y canales deberán ser analizados, debido a que en algunas ocasiones no se hace recomendable su borrado. El estudio y el análisis de todos estos factores - permitirá al ingeniero formularse un criterio que le permitirá hacer un mejor diseño.

Una vez reconocido el terreno y con la anotación de los datos que antes se mencionan, el ingeniero responsable del proyecto estara en condiciones de recomendar que tratamiento deberá de darse al terreno en estudio y que en general podrá someterse a uno o a varios de los trabajos que adelante se mencionan y que hemos llamado trabajos previos.

Trabajos previos.

Los trabajos previos consisten en: desmonte, borrado de bordos y canales paso de rastra y paso niveladora.

a) Desmonte. - Consiste en la eliminación de todo tipo de vegetación para que pueda operar convenientemente el equipo de nivelación. Debe tenerse especial cuidado al especificar la profundidad del desenraice a efecto de que el mismo se haga a una profundidad tal que permita durante la nivelación efectuar los cortes.

Todo el material producto del desmonte y desenraice se coloca fuera del terreno por nivelar.

b). - Borrado de bordos y/o canales. - Es frecuente al realizar trabajos de nivelación en áreas que han sido cultivadas, encontrar bordos y pequeños canales, que conviene eliminar para hacer un proyecto integral de nivelación de tierras.

c). - Paso de rastra. - Una vez eliminados los bordos o canales, es conveniente el paso de una rastra de discos de tipos pesado en V con el objeto de aflojar la tierra para que posteriormente se pase una niveladora, facilitando la distribución del material. El paso de rastra se hace diagonalmente a los bordos lo que permite hacer una distribución más uniforme del material. Si después de dar el primer paso se juzga conveniente dar un segundo paso, éste se da perpendicular al primero.

d). - Paso de niveladora. - La niveladora deberá pasar siempre en líneas continuas y de sentido contrario, con el objeto de tener una verdadera compensación de cortes y rellenos.

Grados de Nivelación.

Se han establecido tres grados de nivelación:

Nivelación de Primer grado. - Corresponde a los terrenos en los cuales las disposiciones de las curvas del nivel muestran una topografía uniforme, y en donde con dos o tres pasadas de niveladora se logra proyectar un buen trazo de riego.

Nivelación de segundo grado. - Cuando la topografía resultante es como en el caso anterior, pero con irregularidades aisladas, como pequeñas

depresiones y se requiere de equipo para movimiento de tierras con el objeto de eliminarlos, se le denomina nivelación de segundo grado.

Después del movimiento de tierras se pasa la niveladora.

Nivelación de Tercer Grado. - Este grado de nivelación lo hemos considerado para aquellos lotes con topografía bastante irregular en los cuales es necesario mover tierras en todo el lote con el auxilio de equipo adecuado para el corte, la carga, el acarreo y el depósito de tierras a distancias apreciables.

Este grado de nivelación se realiza apoyándose en los resultados de cálculo mediante el cual se determina la posición de un plano y las alturas de corte de relleno para cada uno de los vértices de la cuadrícula que antes se habló.

Conservación de la Nivelación.

La nivelación de tierras requiere con frecuencia de una inversión que puede equiparse a la realizada en las obras de captación y conducción para un sistema de irrigación, y así como estas requiere de una conservación permanente para que dicha inversión no se pierda a través de los diferentes ciclos agrícolas.

Durante el proceso de un trabajo de nivelación, se requiere cortar los suelos en las partes altas de terreno y depositarlos en las partes bajas del mismo en espesores variables, los que al recibir las aguas de riego lógicamente sufren un asentamiento desigual según los espe

sores antes indicados siendo éste el primer desequilibrio del plano nivelado; posteriormente el agricultor en sus labores agrícolas, también crea cierto movimiento de tierras que conducen a través de diferentes ciclos agrícolas, a la pérdida de nivelación. Considerando, por tanto los aspectos anteriores es conveniente que todos los terrenos que han sido nivelados se conserven convenientemente a través de las labores agrícolas, previas a la iniciación de los ciclos de cultivos recomendándose, en términos generales, que por lo menos se den a los terrenos nivelados un paso de rastra y uno o dos pasos de niveladora, y obligar al agricultor que origina el arado de tipo fijo.

CAPITULO V. -

ANTEPRESUPUESTOS Y PRESUPUESTOS

5.1.1 Antepresupuestos. - Es una suposición del valor económico de un proyecto para condiciones indefinidas, y a un tiempo mediano.

La cercanía al valor real de un proyecto dependerá de las condiciones económicas existentes en un tiempo determinado

Procedimientos para la Elaboración de un Antepresupuesto.

a). - Volumétrico.

b). - Paramétrico.

Volumétrico. - Se utilizan medidas de volumen lo cual es cercano a la realidad para esto es necesario cuantificar cantidades de obra y determinar costos directos multiplicando estas cifras obtendremos un costo aproximado. Para cuantificar las cantidades de obra se hará una clasificación de actividades.

Paramétrico. - Se utiliza para construcciones repetitivas.

5.1.2 Presupuestos. - Es una suposición del valor de un producto para condiciones definidas a un tiempo inmediato se tiene como el reflejo final de todos los balances y estudios con lo cual finalmente podremos averiguar la factibilidad de un proyecto; se recomienda seguir una secuencia de destinaciones de costos en un orden de conceptos.

En función de las cantidades principales de materiales estimada a partir de los diseños realizados y con precios indica que se integro

el presupuesto preliminar de esta obra. Los precios unitarios indicados se estimaron de acuerdo con informaciones recientes de los siguientes factores.

a), - Mano de obra. - Se tomaron en cuenta las condiciones climatológicas de la región y de los salarios mínimos.

b), - Costo de materiales. - La integración de los precios se apego a los existentes en el mercado local así como en áreas cercanas. Para aquellos que no fué posible obtenerlos en las cercanías de la región se consideraron los costos de transporte correspondientes. Se tuvo especial cuidado en la estimación de acarreos y sobre acarreos de las terracerías para la formación de los terraplenes durante la formación de los canales por lo cual se analizó en detalle la ubicación de los bancos de materiales sus distancias hasta el sitio de la obra y su potencialidad.

El estudio se completo con la experiencia que se tiene en las obras similares construidos en el país y con los precios utilizados por la S. A. R. H.

Siguiendo las consideraciones anteriores el presupuesto queda integrado como se muestra en los siguientes cuadros.

CUADRO DE CANTIDADES DE OBRA Y SU IMPORTE APROXIMADO PARA LA REHABILITACION DEL
DISTRITO DE RIEGO No. 4

DESCRIPCION DE LA OBRA	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO APROXIMADO	IMPORTE MILLONES PESOS
<u>CANALES -</u>				
<u>REVESTIMIENTO DE CONCRETO</u>				
Canal Principal	116,64	Km.	4'604,788	537,103
Canal Camarón	43,50	Km.	2'357,379	102,546
Canales Secundarios	318,50	Km.	1'279,934	407,659
Rectificación Canales Secundarios	191,53	Km	150,000	28,730
Construcción de Estructuras				99,750
<u>DRENES</u>				
Const. y rectificación de Drenes	451,46	Km.	163,000	73,588
Construcción de Estructuras	1112	Pza.	16,000	17,792
<u>CAMINOS</u>				
Oficiales.	102,20	Km.	109,599	11,201
De canal Principal y Camarón	110,64	Km.	109,599	12,126
De Servicio	556,43	Km.	84,519	47,029
De Circuito	26,10	Km.	109,599	2,860
<u>EDIFICIOS</u>				
Casas para canalero	16	Pza.	200,00	3,200
<u>MEJORAS TERRITORIALES</u>				
Nivelación y Subsoleo	17,742,8	Ha.	3,300	58,714
Rescate de Suelos Salinos	1,304,0	Ha.	4,500	5,868
S U M A :				1'408,166
<u>INDIRECTOS</u>				
Administración y Equipo				140,817
SUMA TOTAL: - - - - -				1'548,983

CUADRO No. 2

COSTO APROXIMADO DEL CANAL PRINCIPAL

Q M ³ /SEG	S. T.	LONG. CANAL KM.	CARACTERISTICAS GEOMETRICAS E HIDRAULICAS DEL CANAL								AREA (m ²)	VOL. CONCRETO (m ³)
			A (m ²)	v(m/s)	b(m)	d(m)	bl(m)	n	r(m)	t		
45.0	ESP	28.40	45.36	0.98	12.00	2.80	1.00	0.016	1.972	1.5:1	2.576	73,158
36.0	ESP	15.52	38.64	0.93	12.50	2.40	1.00	0.016	1.827	1.5:1	2.482	38,521
19.5	ESP	31.33	24.00	0.82	9.00	2.00	1.00	0.016	1.480	1.5:1	1.988	62,284
13.0	ESP	20.92	17.93	0.73	8.00	1.70	1.00	0.016	1.269	1.5:1	1.773	37,162
7.0	ESP	20.43	10.87	0.68	5.00	1.50	1.00		1.148	1.5:1	0.939	42,126

COSTO PROMEDIO POR KM. DE CANAL \$5'851,328 PARA Q DE 45 A 19.50 m/seg.

LONG. 75.25 KM.

COSTO + 440'313,000.00

COSTO PROMEDIO POR KM. DE CANAL \$2'340,750.00

LONG. = 41.35 KM.

COSTO = 96'790,012.00

COSTO TOTAL C. P. + = \$537'103,000.00

COSTO APROXIMADO DE LA RED DE DISTRIBUCION

Q (m ³ /s)	S, T.	LONG. CAN (km)	CARACTERISTICAS GEOMETRICAS E HIDRAULICAS DE CANALES								A. REV. (m ²)	VOL. CONC (m ³)
			A (m ²)	V (m/s)	b (m)	d (m)	bl (m)	n	r (m)	t		
0,30	3	84,45	0,506	0,61	0,45	0,45	0,15	0,018	2,440	1,5:1	0,169	14,272
1,50	8	234,05	1,721	0,92	0,75	0,85	0,20	0,017	0,451	1,5:1	0,284	66,470
0,30*	4	191,53	1,12	0,44	0,75	0,65	0,50	0,030	0,362	1,5:1	—	—
CANAL CAMARON												
13,0	ESP.	29,55	17,93	0,73	8,00	1,70	1,00	0,016	1,269	1,5:1	1,773	52,392
1,50	8	13,95	1,721	0,92	0,75	0,85	0,20	0,017	0,451	1,5:1	0,284	3,962

Costo aproximado de canal revestido incluyendo: Desmante en zonas de préstamo, despalme, exc. a mano, formación de bordos semi-compactos, extendido de bordos existentes, suministro de agua para terracerías, fabricación y colocación de concreto, acarreo de arena y grava (50km.), acarreo de agua para concreto y terracerías (2 Km), colocación de juntas de asfalto.

*Costo aproximado de canal sin revestir incluyendo: Desmante y desentrate, despalme de bancos de préstamo, formación de bordos o terraplenes semi-compactos con material y producto de préstamo lateral, rectificación de secciones de canales, extendido y semi-compactado de bordos existentes.

COSTO DE CANALES

S, T.	LONG. (Km)	COSTO APROX. POR KM (\$)	IMPORTE (\$)
3	84,45	892,332,55	75'357,843,00
8	234,05	1'419,787,80	332'301,147,00
* 4	191,53	150,000,00	28'729,500,00
COSTO CANAL CAMARON			
ESP.	29,55	2'800,000,00	82'740,000,00
8	13,95	1'419,787,80	19'806,039,81

CUADRO No. 4

COSTO APROXIMADO DE LAS OBRAS DE TOMA

ESTRUCTURA	No.	CANAL PRINCIPAL	
		COSTO APROX. POR UNIDAD	IMPORTE (\$)
TOMA LATC. ALC.	48	77,900.00	3'739,200.00
TOMA LAT.	16	62,100.00	999,600.00
TOMA GRANJA ALC.	68	26,850.00	1'825,800.00
TOMA GRANJA	26	21,250.00	552,500.00
REPRESAS COMP. RAD.	24	417,300.00	10'015,200.00
REP. COMP. DESLIZ	18	68,000.00	1'224,000.00
			<u>18'356,300.00</u>
RED DE DISTRIBUCION			
TOMA SUB-LAT. ALC.	97	69,400.00	6'731,800.00
TOMA SUB-LAT	43	56,300.00	2'420,900.00
TOMA RAMAL ALC.	36	56,300.00	2'026,800.00
TOMA RAMAL	29	56,300.00	1'632,700.00
TOMA SUB-RAMAL ALC.	7	26,850.00	187,950.00
TOMA SUB-RAMAL	1	21,250.00	21,250.00
TOMA REGADERA	1	21,250.00	21,250.00
TOMA GRANJA ALC.	883	26,850.00	23'708,550.00
TOMA GRANJA	501	21,250.00	10'646,250.00
REPRESAS	500	68,000.00	<u>34'000,000.00</u>
		SUB TOTAL	81'397,000.00
		T O T A L: \$	99'753,750.00

CUADRO No. 5

COSTO APROXIMADO DEL DRENAJE

CONSTRUCCION

Longitud de drenes por construir-----	163.77 Km.
Costo aproximado por Km.-----	\$ 163,000.00
Costo aproximado por construcción de drenes-----	\$ 26'694,510.00

REHABILITACION

Longitud de drenes existentes-----	392.09 Km.
Longitud de drenes rehabilitados-----	104.40 km.
Longitud de drenes por rehabilitar-----	287.69 Km.
Costo aproximado por Km.-----	\$ 163,000.00
Costo aproximado por rehabilitación de drenes-----	\$ 46'893,470.00

CONSTRUCCION ENTRADAS DE AGUA

Se proponen 2 entradas de agua, de lote a dren por km.-----	1 112 Pzas.
Costo aproximado por pieza-----	\$ 16,000.00
Costo aproximado por construcción E. A.-----	\$ 17'792,000.00
Costo total aproximado-----	\$ 91'379,980.00

CUADRO No. 6

COSTO APROXIMADO PARA CONSTRUCCION Y REHABILITACION DE CAMINOS

CAMINOS OFICIALES

Longitud de caminos oficiales - - - - -	191,70 Km.
Longitud de caminos en buen estado - - - - -	89,50 Km.
Longitud de caminos por rehabilitar - - - - -	102,20
Costo aproximado por Km. - - - - - \$	109,597,00
Costo aproximado de caminos oficiales - - - - - \$	11'200,813,00

CAMINOS PRINCIPALES (Canal Principal y Camarón)

Longitud de caminos principales - - - - -	160,70 Km.
Longitud de caminos en buen estado - - - - -	50,10 Km.
Longitud de caminos por rehabilitar - - - - -	110,64 Km.
Costo aproximado por Km. - - - - - \$	109,597,00
Costo aproximado de caminos principales - - - - - \$	12,125,812,00

CAMINOS SECUNDARIOS

Longitud de caminos de servicio por rehabilitar - - - - -	556,43 Km.
Costo aproximado por Km. - - - - - \$	84,520,00
Costo aproximado de caminos de servicio - - - - - \$	47,029,464,00

CAMINOS DE CIRCUITO

Longitud de caminos de circuito (construcción) - - - - -	26,10 Km.
Costo aproximado por Km. - - - - - \$	109,597,00
Costo aproximado de caminos de circuito - - - - - \$	2,860,482,00

Costo total aproximado de caminos - - - - - \$	73'216,571,00
--	---------------

CUADRO No. 7

Nivelación de Tierras.

Existe una superficie de 7,742.8 Has., que requieren nivelación de 2º y 3er. grado con un movimiento de tierras de aproximadamente 350 M³/Has., con un costo estimativo de \$5,000.00 / Ha.

Y una superficie de 10 000 Has., con necesidades de nivelación de 1er. grado y un costo estimado de \$2,000.00/Ha.

7,742.8	X	\$5,000.00	=	\$ 38'714,000.00
10,000	X	\$2,000.00	=	<u>\$ 20'000,000.00</u>
S U M A:				= \$ 58'714,000.00

RESCATE DE SUELOS SALINOS

1,304 Has. x \$4,500/Ha. = \$ 5'868,000.00

CUADRO No. 8

Casetas para canalero.

Construcción de casetas para canalero	-----	16 Pzas.
Costo aproximado por pieza	-----	\$ 200,000.00
Costo total aproximado	-----	\$3'200,000.00

5.2 INFORMACION BASICA SOBRE EL AREA POR BENEFICIAR.

5.2.1 Ubicación y límites de la superficie beneficiable.

Primera Unidad. - De acuerdo al desarrollo del canal principal entre éste y la margen izquierda del Rfo Salado el Dren "Dos Lagunas" con una superficie de 8 076.4 Has. netas.

Segunda Unidad. - En la márgen izquierda del Rfo Salado ente el Lateral -
Camarón y el Dren número dos del Nogal, cubre una superficie de - - -
14 742,7 Has. netas.

Tercera Unidad. - En la márgen derecha del Rfo Salado desde el Sifón -
Villanueva hasta el arroyo de la Chancaca tiene una superficie de 11 533,2
Has. netas.

Las tres unidades cubren una superficie susceptible de riego de 34 352,3

5.2.2 Tenencia y uso del suelo.

A partir de los planos catastrales de las susodichas unidades de riego se
obtuvo la estructura de la tenencia de la tierra, la cual fué corroborada
mediante el Padrón de Usuarios que obra en poder del Departamento de -
Operación y Desarrollo del Distrito.

Es necesario hacer la aclaración que la superficie empadronada por usua
rios se divide en superficie de riego y agostadero.

5.2.3 Valor de la producción actual y futura.

De acuerdo con los datos del ciclo agrícola 1977-1978 proporcionados -
por el Departamento de Operación y Desarrollo del Distrito de Riego -
04 la superficie cultivada bajo riego, en las tres unidades, fué de - - -
22 641 Has., en las que se incluye la superficie de 500 Has. en segundos
cultivos.

El valor total de la producción agrícola en estas tres unidades calculado

a precios corrientes de 1978, fué de \$ 140'495,000.00

5.2.4 Valor de la producción ganadera hasta el año de 1980.

De acuerdo con los datos proporcionados por el Departamento de Programación y Evaluación.

DIRECCION GENERAL DE DISTRITOS Y UNIDADES DE RIEGO
 SUBDIRECCION DE CONSERVACION Y MEJORAMIENTO
 DEPARTAMENTO DE PROGRAMACION Y EVALUACION

NUMERO DE USUARIOS Y TENENCIA DE LA TIERRA, DISTRITO:04 DON MARTIN, COAH. Y N. L.

PARCELA Has RANGOS	EJIDATARIOS		PEQUEÑO PROP.		COLONOS		T O T A L	
	NUM.	SUPERF.	NUM.	SUPERF.	NUM.	SUPERF.	NUM.	SUPERF.
0 a 5	3	15.0			53	265.0	56	280.0
5 a 10	238	1,428.0			177	1,744.1	415	3,172.1
10 a 20			1	18.00	1,044	15,470.0	1,045	15,488.0
20 a 50			3	133.0	381	10,368.6	384	10,501.6
Más de 50					3	157.3	3	157.3
T O T A L Sup. Media	241	1,443.0	4	151.0	1,658	28,005.0	1,903	29,599.0

RELACION DE CULTIVOS A ESTABLECER DE ACUERDO A LA ALTERNATIVA No. 1
1982-83

CULTIVOS	SUPERFICIE SEMBRADA COSECHADA		REND/Ha. TON	PRODUCC. EN TON.	P. M. RURAL	VALOR DE LA PRODUC.
I N V I E R N O						
TRIGO	15,000	15,000	5.0	75,000	3,000.00	225'000,000.00
FORRAJE (RYE GRASE)	2,000	2,000	48.0	96,000	340.00	32'640,000.00
P R I M A V E R A - V E R A N O						
SORGO GRANO	8,000	8,000	6.0	48,000	2,250.00	108'000,000.00
MAIZ	3,000	3,000	4.0	12,000	2,900.00	34'800,000.00
FORRAJE (SORGOS)	1,000	1,000	80.0	80,000	300.00	24'000,000.00
S E G U N D O S - C U L T I V O S						
SORGO GRANO	11,000	11,000	5.0	55,000	2,250.00	123'750,000.00
MAIZ	3,000	3,000	3.5	10,500	2,900.00	30'450,000.00
FRIJOL	1,000	1,000	3.0	3,000	6,000.00	18'000,000.00
FORRAJE (SORGOS)	1,000	1,000	80.0	80,000	300.00	24'000,000.00
ESCOBA	1,000	1,000	3.0	3,000	10,000.00	30'000,000.00
T O T A L.	46,000	46,000	—	472,000		650'640,000.00

RELACION DE CULTIVOS A ESTABLECER DE ACUERDO A ALTERNATIVA No. 2

1982-83

CULTIVOS	SUPERFICIE		REND/Ha.	PRODUCC.	P M RURAL	VALOR DE LA
	SEMBRADA	COSECHADA	TON,	EN TON		PRODUCCION
I N V I E R N O						
TRIGO	15,000	15,000	5.0	75,000	3,000.00	225'000,000.00
FORRAJE(RYE GRASE)	2,000	2,000	48.0	96,000	340.00	32'640,000.00
P R I M A V E R A - V E R A N O						
MAIZ	10,000	10,000	4.0	40,000	2,900.00	116'000,000.00
SORGO GRANO	2,000	2,000	6.0	12,000	2,250.00	27'000,000.00
FORRAJE	1,000	1,000	80.0	80,000	300.00	24'000,000.00
S E G U N D O S C U L T I V O S .						
SORGO GRANO	10,000	10,000	5.0	50,000	2,250.00	112'500,000.00
MAIZ	7,000	7,000	3.5	24,500	2,900.00	71'050,000.00
T O T A L	47,000	47,000	—	377,500		608'190,000.00

RELACION DE CULTIVOS POR ESTABLECER DE ACUERDO A ALTERNATIVA No. 3

1982-83

CULTIVOS	SUPERFICIE SEMRADA	COSECHADA	REND/Ha. TON.	PRODUCC, EN TON.	P M RURAL	VALOR DE LA PRODUC.
I N V I E R N O						
TRIGO	17,000	17,000	5.0	85,000	3,000.00	255'000,000.00
FORRAJE (RYE GRASE)	3,000	3,000	48.0	144,000	340.00	48'960,000.00
P R I M A V E R A - V E R A N O						
MAIZ	5,000	5,000	4.0	20,000	2,900.00	58'000,000.00
SORGO GRANO	5,000	5,000	6.0	30,000	2,250.00	67'500,000.00
S E G U N D O S C U L T I V O S						
SORGO GRANO	10,000	10,000	5.0	50,000	2,250.00	112'500,000.00
MAIZ	7,000	7,000	3.5	24,500	2,900.00	71'050,000.00
FRIJOL	1,000	1,000	3.0	3,000	6,000.00	18'000,000.00
FORRAJE	1,000	1,000	80.0	80,000	300.00	24'000,000.00
SORGO ESCOBA	1,000	1,000	3.0	3,000	10,000.00	30'000,000.00
T O T A L	50,000	50,000	—	439,500		685'010,000.00

VALOR DE LA PRODUCCION GANADERA DEL DISTRITO

	PRODUCCION DE LECHE (LTS.)	COSTO DE LA LECHE (\$)	PRODUCCION DE CARNE (KG.)	COSTO DE CARNE (\$)
BOVINOS	2'554,200,00	11'493,900,00	711,150,00	12'800,700,00
CAPRINOS	1'494,882,00	6'726,969,00	113,098,00	5'723,214,00
		-----		-----
S U M A		18'220,869,00		18'523,914,00
		=====		=====

VALOR TOTAL DE LA PRODUCCION GANADERA = \$ 36'744,783,00
=====

Cada concepto lleva su costo estimado, incluyéndose en el programa los renglones de ingeniería para efectos de los estudios necesarios, imprevistos de carácter técnico, gastos de administración, cuyo costo total asciende a 1 548.995 millones de pesos, según el cuadro siguiente:

DIRECCION GENERAL DE DISTRITOS Y UNIDADES DE RIEGO
SUBDIRECCION DE CONSERVACION Y MEJORAMIENTO
DEPARTAMENTO DE PROGRAMACION Y EVALUACION

PROGRAMA DE INVERSIONES

C O N C E P T O S	1 9 7 9	1 9 8 0	1 9 8 1	1 9 8 2	T O T A L
1. - Rev. concreto canal principal		107.420	214.840	214.843	537.103
2. - Rev. concreto canal camarón		20.500	41.000	41.046	102.546
3. - Rev. concreto canales secundarios		81.530	163.000	163.129	407.659
4. - Rectificación canales secundarios		5.750	11.500	11.480	28.730
5. - Const. estructuras en canales		20.000	39.900	39.850	99.750
6. - Const. y rectificación de drenes.		14.700	29.440	29.448	73.588
7. - Construcción de estructuras en drenes		3.500	7.100	7.192	17.792
8. - Revestimiento de caminos		14.640	29.285	29.291	73.216
9. - Const. casetas de canalero		1.000	1.000	1.200	3.200
10. - Nivelación de tierras y subsoleo		11.700	23.500	23.514	58.714
11. - Rescate de suelos salinos		1.200	2.300	2.368	5.868
SUMA		281.940	562.865	563.361	1408.166
Ingeniería (Estudios)	8.458	19.735	22.514	5.633	56.340
SUMA	8.458	301.675	585.379	568.994	1464.506
Imprevistos	1.409	1.409	5.628	5.633	14.079
SUMA	9.867	303.084	591.007	574.627	1478.585
Administración	5.638	8.458	28.143	28.168	70.407
SUMA	15.505	311.542	619.150	602.795	1548.992
Precios corrientes 17,5%					
T O T A L	15.505	311.542	619.150	602.795	1548.992

5.2.4. Manejo y capacidad de uso de los suelos

Las recomendaciones del estudio agrológico concuerdan con los objetivos técnicos del proyecto de rehabilitación expresados.

Las sugerencias establecen en lo particular la necesidad de rehabilitar la red de drenaje principal, la conveniencia de mejorar el drenaje superficial mediante la construcción de drenaje parcelario y entradas de agua a dren.

Nivelación de tierras y construcción de estructuras aforadoras para la aplicación racional de riegos que evitará el aumento de niveles freáticos, así como el revestimiento de aquellos canales que lo produzcan.

5.3 Programa de Inversiones

El programa de inversiones presenta el desglose por conceptos de las obras que se ejecutarán considerando tres años para su terminación; se estimó para la distribución de las inversiones en el período señalando las condiciones climatológicas, época de riego, etc., de tal manera que, exista coordinación en la ejecución de las diferentes obras.

5.3.1 Relación Beneficio-Costo,

Cálculo de los Beneficios

Se estimaron los beneficios en relación a tres alternativas presentadas, escogiéndose la primera como la más aceptable desde

el punto de vista técnica, económica y social.

Los beneficios son un indicador que nos servirá para efectuar el análisis del beneficio-costo como criterio particular de las ventajas ó desventajas del proyecto, comprendiendo como beneficios de las inversiones realizadas al incremento de la producción en Unidades Monetarias durante los 10 años posteriores -- al que se efectuaron.

La cuantificación de los beneficios para la primera alternativa se puede apreciar en el cuadro No. 10 observándose que estos -- van desde 387.58 millones, permaneciendo constante esta cantidad hasta el año de 1989, que es el período de evaluación.

También en el mismo cuadro contiene los beneficios para las alternativas 2 y 3. A continuación se procede a actualizar los -- beneficios, mediante los factores de actualización correspondientes a una tasa de 12% anual, cuyos resultados se localizan en los cuadros Nos. 11, 12 y 13.

5.3.2 Valor actual de los Costos

Se ha considerado a las inversiones como gastos necesarios para la ejecución de las obras, en tal virtud los costos se calcularon a partir del programa de inversiones, mediante la aplicación de una cuota de depreciación correspondiente a 25 años de vida útil para todas la obras y por lo tanto, una tasa del 4%.

La cuantificación de los costos se presentan en el cuadro No. 14 mediante el siguiente procedimiento; para el año de 1980, el costo es igual a la inversión de este año entre la vida útil. Para 1981 se acumula el costo de 1980 más el obtenido para el propio 1981 y así sucesivamente para los años que comprende el periodo de evaluación.

Para actualizar los costos al año base 1980, se elaboró el cuadro No. 15; valor actual de los costos, utilizándose los factores correspondientes a una tasa del 12%.

5.3.3 Análisis del Beneficio -Costo

Hemos obtenido los beneficios y costos, así como sus valores actuales al año 1980, por lo que estamos en posibilidad de efectuar las siguientes relaciones:

A). - Beneficios menos costos.

La relación beneficio menos costo, se muestra en los cuadros Nos. 16,17 y 18, para las alternativas 1,2, y 3 respectivamente. Analizando las tres alternativas en general, podemos ver que la relación beneficios menos costos que tiene mayores posibilidades en la alternativa No. 1, ya que la alternativa No. 3 desde el punto de vista de la programación de cultivos requeriría de que la presa esté a su plena capacidad durante cada año.

B).- Beneficio sobre costo

Este indicador nos muestra en las tres alternativas, que los beneficios son mayores que los costos, durante los 10 años de evaluación, por lo tanto, el proyecto es factible de llevarse a cabo, desde el punto de vista económico.

5.3.4

Tasa Interna de Retorno.

Se calculó en base a los datos obtenidos al determinar la relación beneficio - costo, tomando el flujo de capital determinado por las diferencias anuales de beneficios menos costos que se localizan en la 3a. columna de los cuadros 16, 17 y 18 para las tres alternativas.

A).- Tasa interna de retorno, alternativa 1, se localiza en el cuadro 22; muestra el flujo de capital y los factores del valor presente correspondientes a las tasas del 20, 25 y 30% (ver cuadros 23 y 24).

Una vez actualizado el flujo de capital en las tres diferentes tasas de actualización obtenemos resultados positivos, por tanto podemos considerar que se trata de un proyecto rentable económicamente.

B).- Tasa interna de retorno, alternativas 2 y 3 siguiendo el mismo mecanismo, los valores actualizados del flujo de capital son positivos en las dos alternativas con las tasas de -

descuento del 20, 25 y 30%, por lo tanto el proyecto es rentable desde el punto de vista económico, sin embargo, debemos recordar que considerando la programación de cultivos y la disponibilidad del agua, la alternativa No. 1 es la adecuada.

5.3.5 Participación de los usuarios en el costo de las obras.

Se presenta la participación de los usuarios del Distrito 04, en el costo de las obras, como una alternativa que tiene como fundamento el hecho de que la inversión es redituable, en cuanto a los rendimientos que el usuario espera de la inversión, según se muestra en el cuadro, cuantificación de los beneficios.

Toda inversión que es redituable debe amortizarse, para que el Gobierno Federal recupere la inversión en forma total ó parcial dependiendo precisamente de lo rentable del proyecto para continuar con los programas de rehabilitación a nivel nacional.

También como fundamento se tiene el análisis del flujo de capital, diferencia entre el valor actual de los beneficios y los costos actualizados, y en términos generales cualquiera de las alternativas del proyecto resulta rentable. Nos referimos a continuación al análisis de la alternativa No. 1, presentando dos alternativas de recuperación de la inversión.

Primera Alternativa de Recuperación.

El monto total dado en el resumen del presupuesto es de: - - -

1 548.995 millones de pesos, de éste costo se amortizará el -
50% en 15 años, según la tabla que sigue:

AÑOS	50% DEL PRESUPUESTO	CANTIDAD A AMORTIZAR
1980	774.498	51.63
1981		51.63
1982		51.63
1983		51.63
1984		51.63
1985		51.63
1986		51.63
1987		51.63
1988		51.63
1989		51.63
1990		51.63
1991		51.63
1992		51.63
1993		51.63
1994		51.63

El número de hectáreas que se rehabilitan en el Distrito de Riego y las que, como consecuencia de la ejecución de las obras podrán ser regadas, asciende a 30 000, por lo tanto, la cuota anual que se cubrirá por hectárea 15 años, bajo las consideraciones anteriores será de t\$ 1 721,00.

La justificación de la alternativa que se presenta es la comparación de los beneficios esperados, como resultado de la construcción de las obras, con la amortización anual que cubrirán los usuarios.

AÑOS	BENEFICIOS	AMORTIZACION	BENEFICIOS NETOS
1980	387.58	51.63	335.95
1981	455.35	51.63	403.72
1982	531.60	51.63	479.97
1983	887.63	51.63	836.00
1984	887.63	51.63	836.00
1985	887.63	51.63	836.00
1986	887.63	51.63	836.00
1987	887.63	51.63	836.00
1988	887.63	51.63	836.00
1989	887.63	51.63	836.00
1990	887.63	51.63	836.00
1991	887.63	51.63	836.00
1992	887.63	51.63	836.00
1993	887.63	51.63	836.00
1994	887.63	51.63	836.00

Los beneficios netos por hectárea a partir de 1983 (sin considerar la operación) son de 27 866,67

Segunda Alternativa de Recuperación.

El crédito que otorgará el Gobierno Federal, tendrá las siguientes características: 18 años, a una tasa del 12% de interés anual con un período de gracia de 3 años (período de construcción).

Cuadro de Amortización.

Montos: 1 548,995 millones de pesos

Plazo: 18 años (período de gracia 3 años).

Tasa:

El cuadro de amortización muestra las anualidades que los beneficiarios de las obras cubrirán durante 15 años, a partir del año 1983, ya que se estima un período de gracia que es igual al período de construcción de las obras, por lo tanto los usuarios empezarán a pagar en el año en que obtienen el máximo beneficio como consecuencia de la rehabilitación del Distrito.

Los beneficios esperados en función de las obras, cubren efectivamente las anualidades, aún considerando precios constantes del año 1983 ya que por tal motivo los beneficios son constantes a partir del año mencionado.

En estas circunstancias, los beneficios netos para esos años serán:

Beneficios	887.630
Anualidad	- 227.430
Beneficio Neto:	660.200 millones de pesos.

El beneficio neto por hectárea (sin considerar la operación), es de: \$ 22,066.67 anuales.

Tasa: 12% anual, sobre saldos insolutos.

AÑOS	CAPITAL	AMORTIZACION	INTERES	ANUALIDAD
1980				
1981				
1982				
1983	1 548.995	441.551	185.879	227.430
1984	1 507.444	46.537	180.893	227.430
1985	1 460.907	52.121	175.309	227.430
1986	1 408.786	58.376	169.054	227.430
1987	1 350.410	65.381	162.049	227.430
1988	1 285.029	73.227	154.203	227.430
1989	1 211.802	82.014	145.416	227.430
1990	1 129.788	91.855	135.575	227.430
1991	1 037.933	102.878	124.552	227.430
1992	935.055	115.223	112.207	227.430
1993	819.832	129.050	98.380	227.430
1994	670.782	144.536	82.894	227.430
1995	546.246	161.880	65.550	227.430
1996	384.366	181.306	46.124	227.430
1997	203.060	203.063	24.367	227.430

CUANTIFICACION DE BENEFICIOS (MILLONES DE PESOS)

		A		B		C		D		E		F		G		H					
		1980		1981		1982		1983		1984		1985		1986		1987		1988		1989	
	TOTAL	DIFER.	TOTAL	DIFER.	TOTAL	DIFER.	TOTAL	DIFER.	TOTAL	DIFER.	TOTAL	DIFER.	TOTAL	DIFER.	TOTAL	DIFER.	TOTAL	DIFER.	TOTAL	DIFER.	
7.35	544.93	387.58	612.70	455.35	588.95	531.60	1044.98	887.63		887.63		887.63		887.63		887.63		887.63		887.63	
7.35	519.21	361.86	584.16	426.81	557.28	499.93	977.95	820.50		820.50		820.50		820.50		820.50		820.50		820.50	
7.35	518.53	361.18	583.66	426.31	557.02	499.67	1100.47	943.12		943.12		943.12		943.12		943.12		943.12		943.12	

CUADRO 10

CUANTIFICACION DE BENEFICIOS (MILLONES DE PESOS)

VALOR PRODUCCION CONCEPTOS	A												B	
	1979	1980		1981		1982		1983		1984		1985		
		TOTAL	DIFER.	TOTAL	DIFER.	TOTAL	DIFER.	TOTAL	DIFER.	TOTAL	DIFER.	TOTAL	DIFER.	
ALTERNATIVA N° 1	157.35	544.93	387.58	612.70	455.35	688.95	531.60	1044.98	887.63		887.63		887.63	
ALTERNATIVA N° 2	157.35	519.21	361.86	584.16	426.81	657.28	499.93	977.85	820.50		820.50		820.50	
ALTERNATIVA N° 3	157.35	518.53	361.18	583.66	426.31	657.02	499.67	1100.47	943.12		943.12		943.12	

ANTIFICACION DE BENEFICIOS (MILLONES DE PESOS)

116

Ñ				0				S							
1982		1983		1984		1985		1986		1987		1988		1989	
TOTAL	DIFER.	TOTAL	DIFER.	TOTAL	DIFER.	TOTAL	DIFER.	TOTAL	DIFER.	TOTAL	DIFER.	TOTAL	DIFER.	TOTAL	DIFER.
688.95	531.60	1044.98	887.63		887.63		887.63		887.63		887.63		887.63		887.63
657.28	499.93	977.85	820.50		820.50		820.50		820.50		820.50		820.50		820.50
657.02	499.67	1100.47	943.12		943.12		943.12		943.12		943.12		943.12		943.12

CUADRO 10

0

VALOR ACTUAL DE LOS BENEFICIOS

ALTERNATIVA No. 1

AÑOS	B E N E F I C I O S	FACTORES DE ACTUALIZACION	VALOR ACTUAL DE LOS BENEFICIOS
1980	387.58	1,0000	387.58
1981	455.35	0,8929	406.58
1982	531.60	0,7972	423.79
1983	887.63	0,7118	631.82
1984	887.63	0,6355	564.09
1985	887.63	0,5674	503.64
1986	887.63	0,5066	449.67
1987	887.63	0,4523	401.48
1988	887.63	0,4039	358.51
1989	887.63	0,3606	320.08
VALOR ACTUAL TOTAL DE LOS BENEFICIOS			

CUADRO 11

VALOR ACTUAL DE LOS BENEFICIOS

AÑOS	BENEFICIOS	ALTERNATIVA No. 2	
		FACTORES DE ACTUALIZACION	VALOR ACTUAL DE LOS BENEFICIOS (1980)
1980	361.86	1.0000	361.86
1981	426.81	0.8929	381.10
1982	499.93	0.7972	398.54
1983	820.50	0.7118	584.03
1984	820.50	0.6355	521.43
1985	820.50	0.5674	465.55
1986	820.50	0.5066	415.67
1987	820.50	0.4523	371.11
1988	820.50	0.4039	331.40
1989	820.50	0.3606	295.87

VALOR ACTUAL DE LOS BENEFICIOS

CUADRO 12

VALOR ACTUAL DE LOS BENEFICIOS

ALTERNATIVA No. 3

AÑOS	BENEFICIOS	FACTORES DE ACTUALIZACION	VALOR ACTUAL DE LOS BENEFICIOS (1980)
1980	361.18	1,0000	361.18
1981	426.31	0,8929	380.65
1982	499.67	0,7972	398.34
1983	943.12	0,7118	671.31
1984	943.12	0,6355	599.35
1985	943.12	0,5674	535.13
1986	943.12	0,5066	477.78
1987	943.12	0,4523	426.57
1988	943.12	0,4039	380.93
1989	943.12	0,3606	340.09

VALOR ACTUAL TOTAL DE LOS BENEFICIOS _____

CUADRO 13

CUANTIFICACION DE COSTOS (MILLONES DE PESOS)

A		B				C				D							
1981		1982		1983		1984		1985		1986		1987		1988		1989	
INCR	TOTAL	INCR	TOTAL	INCR	TOTAL	INCR	TOTAL	INCR	TOTAL	INCR	TOTAL	INCR	TOTAL	INCR	TOTAL	INCR	TOTAL
37.848	50.930	61.960	112.890	61.960	174.850	61.960	298.770	61.960	360.730	61.960	442.690	61.960	422.690	61.960	484.650	61.960	546.610

CUANTIFICACION DE COSTOS (MILLONES DE PESOS)

COSTO PRODUCCION CONCEPTOS	A		Ñ				O						
	1980	1981		1982		1983		1984		1985		1986	
	TOTAL	INCR	TOTAL	INCR	TOTAL	INCR	TOTAL	INCR	TOTAL	INCR	TOTAL	INCR	TOTAL
Costo total	13.082	37.848	50.930	61.960	112.890	61.960	174.850	61.960	298.770	61.960	360.730	61.960	442.690

CUANTIFICACION DE COSTOS (MILLONES DE PESOS)

	N		O				S							
	1983		1984		1985		1986		1987		1988		1989	
	INCR	TOTAL	INCR	TOTAL	INCR	TOT/L	INCR	TOTAL	INCR	TOTAL	INCR	TOTAL	INCR	TOTAL
00	61.960	174.850	61.960	298.770	61.960	360.730	61.960	442.690	61.960	422.690	61.960	484.650	61.960	546.610

DIRECCION GENERAL DE DISTRITOS Y UNIDADES DE RIEGO
 SUBDIRECCION DE CONSERVACION Y MEJORAMIENTO
 DEPARTAMENTO DE PROGRAMACION Y EVALUACION

VALOR ACTUAL DE LOS COSTOS

AÑOS	C O S T O S	FACTORES DE ACTUALIZACION	VALOR ACTUAL DE LOS COSTOS
1980	13.08	1.0000	13.08
1981	50.93	0.8929	45.48
1982	112.89	0.7972	89.10
1983	174.85	0.7118	124.46
1984	236.81	0.6355	150.49
1985	298.77	0.5674	169.52
1986	360.73	0.5066	182.75
1987	422.69	0.4523	191.18
1988	484.65	0.4039	195.75
1989	546.61	0.3606	197.11

CAJERO 15

DIRECCION GENERAL DE DISTRITOS Y UNIDADES DE RIEGO
 SUBDIRECCION DE CONSERVACION Y MEJORAMIENTO
 DEPARTAMENTO DE PROGRAMACION Y EVALUACION

RELACION BENEFICIOS MENOS COSTOS

ALTERNATIVA No. 1

AÑOS	VALOR ACTUAL DE LOS BENEFICIOS	VALOR ACTUAL DE LOS COSTOS	VAB - VAC
1980	387.58	13.08	374.50
1981	406.58	45.48	361.10
1982	423.79	89.10	334.69
1983	631.82	124.46	507.36
1984	564.09	150.49	413.60
1985	503.64	169.52	334.12
1986	449.67	182.75	266.92
1987	401.48	191.18	210.30
1988	358.51	195.75	162.76
1989	320.08	197.11	122.97

CUADRO 16

RELACION BENEFICIO MENOS COSTOS

ALTERNATIVA No. 2

AÑOS	VALOR ACTUAL DE LOS BENEFICIOS (VAB)	VALOR ACTUAL DE LOS COSTOS (VAC)	VAC - VAC
1980	361.86	13.08	348.78
1981	381.10	45.48	335.62
1982	398.54	89.10	309.44
1983	544.03	124.46	459.57
1984	521.43	150.49	370.94
1985	465.55	169.52	296.03
1986	415.67	182.75	232.92
1987	371.11	191.18	179.93
1988	331.40	195.75	135.65
1989	295.87	197.11	98.76

TOTALES.

CUADRO 17

123

DIRECCION GENERAL DE DISTRITOS Y UNIDADES DE RIEGO
 SUBDIRECCION DE CONSERVACION Y MEJORAMIENTO
 DEPARTAMENTO DE PROGRAMACION Y EVALUACION

RELACION BENEFICIOS MENOS COSTOS

			ALTERNATIVA No. 3
AÑOS	VALOR ACTUAL DE LOS BENEFICIOS (VAB)	VALOR ACTUAL DE LOS COSTOS (VAC)	VAB - VAC
1980	361,18	13,08	348,10
1981	380,65	45,48	335,17
1982	398,34	89,10	309,24
1983	671,31	124,46	546,85
1984	599,35	150,49	448,86
1985	535,13	169,52	365,61
1986	477,78	182,75	295,03
1987	426,57	191,18	235,39
1988	380,93	195,75	185,18
1989	340,09	197,11	142,98

RELACION BENEFICIO / COSTO

ALTERNATIVA No. 1

AÑOS	VALOR ACTUAL DE LOS BENEFICIOS	VALOR ACTUAL DE LOS COSTOS	VAB/ VAC
1980	387.58	13.08	19.63
1981	406.58	45.48	8.94
1982	423.79	89.10	4.76
1983	631.82	124.46	5.08
1984	564.09	150.49	3.75
1985	503.64	169.52	2.97
1986	449.67	182.75	2.46
1987	401.48	191.18	2.10
1988	358.51	195.75	1.83
1989	320.08	197.11	1.62

TOTALES

CUADRO 19

RELACION BENEFICIO / COSTO

ALTERNATIVA No. 2

AÑOS	VALOR ACTUAL DE LOS BENEFICIOS	VALOR ACTUAL DE LOS COSTOS	VAB/VAC
1980	361.86	13.08	27.67
1981	381.10	45.48	8.38
1982	395.54	89.10	4.47
1983	584.03	124.46	4.69
1984	521.43	150.49	3.46
1985	465.55	169.52	2.75
1986	415.67	182.75	2.27
1987	371.11	191.18	1.94
1988	331.40	195.75	1.69
1989	295.87	197.11	1.50

TOTALES

CUADRO 20

RELACION BENEFICIO / COSTO

ALTERNATIVA No. 3

AÑOS	VALOR ACTUAL DE LOS BENEFICIOS	VALOR ACTUAL DE LOS COSTOS	VAB/VAC.
1980	361.18	13.08	27.61
1981	380.65	45.48	8.37
1982	398.34	89.10	4.47
1983	671.31	124.46	5.39
1984	599.35	150.49	3.98
1985	535.13	196.52	2.72
1986	477.78	182.75	2.61
1987	426.57	191.18	2.23
1988	380.93	195.75	1.95
1989	340.09	197.11	1.73

TOTALES

CUADRO 21

127

TASA INTERNA DE RETORNO

SUBPROGRAMA _____

ALTERNATIVA No. 1

AÑOS	FLUJO DE CAPITAL (A)	FACTORES AL 20% (B)	(A x B)	FACTORES AL 25% (C)	(A x C)	FACTORES AL 30% (D)	(A x D)
1980	374.50	1.000 000	374.50	1.000 000	374.50	1.000 000	374.50
1981	361.10	0.833 330	300.92	0.800 000	288.88	0.769 230	277.77
1982	334.69	0.694.440	232.42	0.640 000	214.20	0.591 720	198.04
1983	507.36	0.578 700	293.61	0.512 000	259.77	0.455 170	230.94
1984	413.60	0.482.250	199.46	0.409 600	169.41	0.250 130	144.81
1985	334.12	0.401 880	134.28	0.327 680	109.48	0.269 330	89.99
1986	226.92	0.334 900	76.00	0.262 140	59.48	0.207 180	47.01
1987	210.30	0.279 080	58.69	0.209 720	44.10	0.159 370	33.52
1988	162.76	0.232 570	37.85	0.167 770	27.31	0.122 590	19.95
1989	122.97	0.193 810	23.83	0.134 220	16.51	0.094 300	11.60

CUADRO 22

TASA INTERNA DE RETORNO

SUBPROGRAMA _____

ALTERNATIVA NO. 2

AÑOS	FLUJO DE CAPITAL (A)	FACTORES AL 20% (B)	(A x B)	FACTORES AL 25% (C)	(A x C)	FACTORES AL 30 % (D)	(A x D)
1980	348.78	1,000 000	348.78	1,000 000	348.78	1,000 000	348.78
1981	335.62	0,833 330	279.68	0,800 000	268.50	0,769 230	258.17
1982	309.44	0,694 440	214.89	0,640 000	198.04	0,591 720	183.10
1983	459.57	0,578 700	265.95	0,512 000	235.30	0,455 170	209.18
1984	370.94	0,482 250	178.89	0,409 600	151.94	0,350 130	129.88
1985	296.03	0,401 880	118.97	0,327 680	97.00	0,269 330	79.73
1986	232.92	0,334 900	78.00	0,262 140	61.06	0,207 180	48.26
1987	179.93	0,279 080	50.21	0,209 720	37.73	0,159 370	28.68
1988	135.65	0,232 570	31.55	0,167 770	22.76	0,122 590	16.63
1989	98.76	0,193 810	19.14	0,134 220	13.26	0,094 300	9.31

CUADRO 23

DIRECCION GENERAL DE DISTRITOS Y UNIDADES DE RIEGO

PROGRAMA REHABILITACION

TASA INTERNA DE RETORNO

SUBPROGRAMA _____

ALTERNATIVA No. 3

AÑOS	FLUJO DE CAPITAL (A)	FACTORES AL 20 % (B)	(A x B)	FACTORES AL 25 % (C)	(A x C)	FACTORES AL 30 % (D)	(A x D)
1980	348.10	1.000 000	348.10	1.000 000	348.10	1.000 000	348.10
1981	335.17	0.833 330	279.31	0.800 000	268.14	0.769 230	257.82
1982	309.24	0.694 440	214.75	0.640 000	197.91	0.591 720	182.98
1983	546.85	0.578 700	316.46	0.512 000	279.99	0.455 170	248.91
1984	448.86	0.482 250	216.46	0.409 600	183.85	0.350 130	157.16
1985	365.61	0.401 880	146.93	0.327 680	119.80	0.269 330	98.47
1986	295.03	0.334 900	98.81	0.262 140	77.34	0.207 180	61.12
1987	235.39	0.279 080	65.69	0.209 720	49.37	0.159 370	37.51
1988	185.18	0.232 570	43.07	0.167 770	31.07	0.122 590	22.70
1989	142.98	0.193 810	27.71	0.134 220	19.19	0.094 300	13.48

CUADRO 24

CAPITULO VI

6.1 JUSTIFICACION DE LA INVERSION

Para garantizar la inversión en la realización de un proyecto en un Distrito de Riego es necesario contar con toda la información como tipo de suelo, temperatura, precipitación, mercado, relación beneficio costo y vida útil de las obras para evitar errores como secciones de canal exageradas, tramo de canal innecesario por falta de agua es decir se debe conocer la cantidad de agua con que contamos para proyectar las estructuras de acuerdo a lo que se tiene,

6.2 FACTORES PARA EL BUEN FUNCIONAMIENTO DEL DISTRITO

El buen funcionamiento de un distrito de riego depende en gran parte de su administración, que tenga la capacidad de visualizar y programar oportunamente los trabajos de conservación y mantenimiento de la red de distribución, del drenaje, de sus instalaciones, maquinaria y caminos.

6.3 DISEÑO DE LA SECCION MAS CONVENIENTE

6.3.1 Planteo del Problema.

El problema del diseño de un canal generalmente se presenta teniendo como datos el gasto que debe transportar, la pendiente disponible de acuerdo con la topografía del terreno y la rugosidad de sus paredes. Con estos datos es posible determinar, a partir de la ecuación $A R^{2/3} = \frac{q}{n}$, un único valor para el módulo de sección $A R^{2/3}$. Sin embargo -

el mismo factor se puede satisfacer con distintas formas de la sección, una más eficiente que otras lo que implica más de una solución. Una de las soluciones consistirá en elegir la forma y dimensiones adecuadas que debe tener la sección, de modo que se pueda adaptar a la topografía del terreno donde se va a excavar el canal y que sea lo más económica posible. Sin embargo, de acuerdo con el material en que se excava el canal, y no existiendo revestimiento habrá tramos en que la velocidad de agua, erosione los taludes y la plantilla modificando la sección escogida. Por ello conviene diferenciar entre canales revestidos y canales no revestidos. Los primeros comprenden a los canales que se revisten con un material resistente a la erosión erosiva del agua (concreto, mampostería, madera, plástico etc.) o bien que se excaven con un material de iguales características (cimentación firme, roca sana etc.) Los segundos comprenden a los canales excavados en un material que resiste a la acción erosiva mientras la velocidad o el esfuerzo tangencial de fricción ejercido por el agua sobre los granos no rebasen a una magnitud, perfijada de acuerdo con las características del material.

Logicamente, esta diferenciación cambia el criterio de diseño. En el proyecto de un canal revestido se calculan las dimensiones óptimas de la sección que proporcionen máxima eficiencia hidráulica mínimo costo a ambas. En cambio, en el diseño de un canal no revestido rigen -

los criterios de velocidad permisible o de esfuerzo tangencial crítico, los cuales dependen del tipo de material en que se excava la sección del canal y determinan también la rugosidad, la velocidad mínima permisible para evitar el depósito (si el aguatransporte sedimento) taludes de la sección pendiente longitudinal, el bordo libre y la sección óptima. En ambos casos, la tarea del proyectista será minimizar el costo del canal.

6.3.2 CANALES REVESTIDOS

El revestimiento de un canal tiene por objeto prevenir la erosión, evitar las infiltraciones y disminuir la rugosidad de las paredes.

Si bien se puede ignorar el criterio de velocidad máxima permisible, el revestimiento se debe diseñar para evitar la tendencia del agua a dislocar los bloques del mismo y colocarlos fuera de posición.

El volumen de excavación y la superficie de revestimiento son factores importantes en el costo del canal. El primero depende del área de la sección y la segunda del perímetro mojado, la optimización de estos dos factores reducirá el costo al "mínimo".

La sección de máxima eficiencia hidráulica será la de mínimo perímetro mojado para una área dada ya que en ella se tendrá la mínima resistencia al escurrimiento así como el mínimo costo de revestimiento aunque no necesariamente la mínima excavación.

Para un gasto dado, la sección hidráulica "óptima" sería aquella para

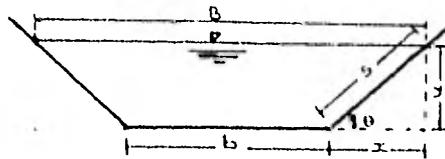
la cual el área es mínima; esto implica que la velocidad sea máxima. Según las fórmulas de Chezy y Manning, esto significaría que el radio hidráulico $R_h = \frac{A}{P}$ fuera el máximo. Para ello será necesario minimizar el perímetro mojado. La sección trapezoidal es la más usual en canales. Normalmente el talud de la sección no se elige arbitrariamente ya que está supeditado al que pueda resistir el material de excavación, y en la tabla siguiente se dan algunas recomendaciones al respecto.

Taludes recomendables en canales construídos en varias clases de material.

MATERIAL

Roca sana no estratificada	0 a 0,25
Roca estratificada ligeramente alterada	0,25 a 0,5
Rocas alteradas, tepetate duro	1
Grava angulosa	1
Arcilla densa o tierra con revestimiento de concreto	0,5 a 1,0
Suelo limo - arenoso con grava gruesa	1 a 1,5
Arenisca blandas	1,5 a 2,0
Limo arcilloso	0,75 a 1
Limo arenoso	1,5 a 2,0
Material poco estable arena, tierras arenosas	2,0
arcilla saturada	3,0

A vfa de ejemplo se obtendrán aquí las propiedades geométricas de la sección trapezoidal "óptimo", esto es de área y perímetros mojados - mínimo,



Con la nomenclatura usada en la figura se obtiene

$$X = Y \cot\theta \dots\dots\dots 1$$

$$S = \frac{Y}{\text{SENO}\theta} \dots\dots\dots 2$$

Por tanto, el área hidráulico, perímetro mojada y radio hidráulico - valen,

$$A = BY + XY = BY + Y^2 \cot\theta \dots\dots\dots 3$$

$$P = B + \frac{2Y}{\text{SENO}\theta} \dots\dots\dots 4$$

$$RH = \frac{A}{P} = \frac{BY + Y^2 \cot\theta}{B + \frac{2Y}{\text{SENO}\theta}}$$

de la ecuación 4, el ancho de plantilla es

$$B = P - \frac{2Y}{\text{SENO}\theta} \dots\dots\dots 6$$

que sustituida en la ecuación 3

$$A = \left(P - \frac{2Y}{\text{SENO}\theta} \right) Y + Y^2 \cot\theta$$

$$A = PY - \frac{2Y^2}{\text{SENO}\theta} + Y^2 \cot\theta \dots\dots\dots 7$$

Siendo AY e constantes, para obtener el área y perímetro mojados mínimos será necesario que simultáneamente $\frac{DA}{DY} = 0$ y $\frac{DP}{DY} = 0$

Por tanto el satisfacer estas condiciones de la ecuación 7

$$P - \frac{4Y}{\text{SENO}} + 2Y \text{COT}\theta = 0 \dots 8$$

O bien substituyendo P de la ec. 4 se obtiene que

$$b - \frac{2Y}{\text{SENO}} + 2Y \text{COT}\theta = \dots 9$$

Y al despejar a b resulta

$$B = 2 \left(\frac{1 - \text{caso}}{\text{SENO}} \right) Y \dots 10$$

Que es la condición de área y perímetro mojado mínimo. Substituyendo la ecuación 10 en la 3 se obtiene que

$$\frac{A}{Y} = \frac{2Y}{\text{SENO}} - Y \text{COT}\theta \dots 11$$

Además de la geometría de la figura se puede escribir que $\frac{A}{Y} =$

$$B - Y \text{COT}\theta \dots 12$$

Comparando los términos de las ecuaciones 11 y 12 resulta final-

$$\text{mente que } B = \frac{2Y}{\text{SENO}} = 25 \dots 13$$

Es decir que la sección trapezoidal óptima cumple con la condición de - que la mitad del ancho de la superficie libre sea igual a la longitud 5 - del lado inclinado,

En el caso de que sea factible elegir el ángulo óptimo de la ec. 7 se -

pueden establecer las condiciones $\frac{DA}{D\theta} = 0$ y $\frac{DP}{D\theta}$ constante y demos--

trar que el ángulo óptimo es $\theta = 60^\circ$; esto es que la sección trapezoidal -
 óptima es la mitad de un exagono regular, con $\theta = 90^\circ$ en la ecuación -
 13, se encuentra que $B = 2Y$ por lo cual la sección rectangular óptima
 es la mitad de un cuadrado, para la triangular es suficiente que el an-
 cho de plantilla sea cero en la sección trapezoidal con $\theta = 60^\circ$ y para la -
 circular la mitad de un círculo,

Volviendo a la sección trapezoidal con las ecs. 3, 4, y 5 la ecuación de
 Maning resulta,

$$QN = \frac{(bY + Y^2 \cot\theta)}{(t + 2Y)^{2/3} \text{SENO}\theta} \dots 14$$

$$\frac{QN}{S^{1/2}} = \frac{(2 \frac{1-\cos\theta}{\text{SENO}} + \cot\theta)^{5/3} y^{8/3}}{2^{2/3} (\frac{2 - \cos\theta}{\text{SENO}}) y^{8/3}}$$

$$\left\{ 2 \left(\frac{1-\cos\theta}{\text{SENO}} \right) + \frac{2}{\text{SENO}} \right\}$$

y al despejar a Y se tiene finalmente que

$$Y = 2^{1/4} \frac{(\text{SENO}\theta)^{3/8}}{2 - \cos\theta} \left(\frac{QN}{S^{1/2}} \right)^{3/8} \dots 16$$

la ecuación 16 permite calcular el tirante de la sección óptima en función
 del factor de transporte y del talud permisible en el canal, obtenido el
 tirante la ecuación 10 proporcionará el ancho de plantilla,

La solución con base en la sección óptima es una simplificación del -
 problema. En la Práctica, la economía en el diseño de un canal se com-
 plica debido a los siguientes factores:

- a) La resistencia al flujo no es la única consideración importante en el diseño.
- b) El área hidráulica es únicamente el área del paso del agua; el volumen de excavación debe también incluir el bordo libre, bermas camino de inspección etc. por lo cual un valor mínimo de A no implica necesariamente la excavación total mínima y las dimensiones del canal pueden variar ampliamente sin que cambie mucho el valor requerido por A .
- c) El costo de la excavación no depende únicamente de la cantidad de material removido. Consideraciones tales como la facilidad de acceso y remoción pueden ser más importantes que el volumen de material excavado.
- d) Si el canal tiene que revestirse, el costo del revestimiento pueden ser comparable con el de excavación.
- e) En canales cortos donde la pendiente no queda absolutamente fijada por la topografía local, la pendiente se puede considerar como una variable en los cálculos de economía. Un valor reducido de la pendiente puede requerir un área hidráulica mayor aunque menor excavación en cortes laterales.

CANALES NO REVESTIDOS;

La fórmula de flujo uniforme utilizado en el diseño de canales revestidos es insuficiente en el caso de los no revestidos debido a que el diseño es esencialmente un problema de estabilidad de la sección, Si el ca

nal transporte sedimentoso está excavado en material erosionable, es necesario que no ocurra depósito ni erosión, esto es el canal debe estar en equilibrio con respecto al transporte de sedimentos, de manera que la cantidad total de los mismos que transporta sea a lo largo del canal o bien impedir dicho transporte

Existen fundamentalmente dos tipos de problemas en el diseño de canales erosionables de acuerdo con las condiciones que deben cumplir y para su estabilidad

- a) Canales transportando agua limpia o material fino en suspensión.
- b) Canales transportando material sólido de arrastre sobre el fondo.

En el caso de canales transportando agua limpia o con material fino en suspensión las condiciones del canal exigen que no se depositen dicho material y que la capacidad erosiva del flujo sea tal que no erosione el techo y paredes del canal.

Pueden mencionarse dos métodos que sirven de guía para el diseño de canales en estas condiciones.

- a) Método de la velocidad permisible
- b) Método de la fuerza tractiva.

Como se indica al principio consideramos que la nivelación de tierras debe ser un complemento necesario para todos los proyectos de irrigación en los cuales sea aplicable por el sistema de riego que se implante, ya que su finalidad es aumentar la eficiencia en el manejo del agua

a nivel de la parcela.

El primero en disfrutar de los beneficios de un terreno nivelado es el propio agricultor, al llevar a cabo sus riegos; evidencias regadas en el Distrito de Riego de la Región Lagunera nos han permitido comprobar que los agricultores han reducido por lo menos en un 50 por ciento el personal necesario para el riego de parcelas niveladas y obteniendo además reducciones en el tiempo requerido para dar el riego.

BIBLIOGRAFIA

- Gómez Niño Alejandro Rafael Ante-Proyecto Preliminar de la Presa Chinipas, Chih. Tesis Profesional, Facultad de Ingeniería U.N.A.M. México, D.F. 1979
- Harry Parker Diseño Simplificado de Concreto Reforzado. Edit. Limusa México, D.F. 1978
- Madero Rodríguez José y Torres Cossio Ricardo Nivelación de Tierras Agrícolas Revista Ingeniería Hidráulica No. 2 Vol. XXV México, D.F. 1971
- S.A.R.H. Lineamientos Generales de planeación para efectuar estudios - en Distritos y Unidades de Riego Marzo 1980. Dirección General de Distritos y Unidades de Riego
- S.A.R.H. Proyectos de Zonas de Riego Editado por la Subdirección de Proyectos de Grande Irrigación. Departamento de Zonas de Riego.
- Ray K. Linsley Josep B. Franzini Ingeniería de los Recursos Hidráulicos. C.E.C.S.A. México, D.F. 1978
- Sotelo Avila Gilberto Hidráulica General Vol. I Fundamentos, Edit. Limusa México, D.F. 1981
- Sotelo Avila Gilberto Apuntes para el Curso de Hidráulica II Facultad de Ingeniería U.N.A.M.

Springall G. Rolando

Drenaje en Cuencas Pequeñas
Instituto de Ingeniería U.N.A.M.
México, D.F. 1969.

Springall G. Rolando

Escurrimiento en Cuencas Grandes.
Instituto de Ingeniería U.N.A.M.
México, D.F. 1967

Springall G. Rolando

Hidrología Primera Parte
Instituto de Ingeniería U.N.A.M.

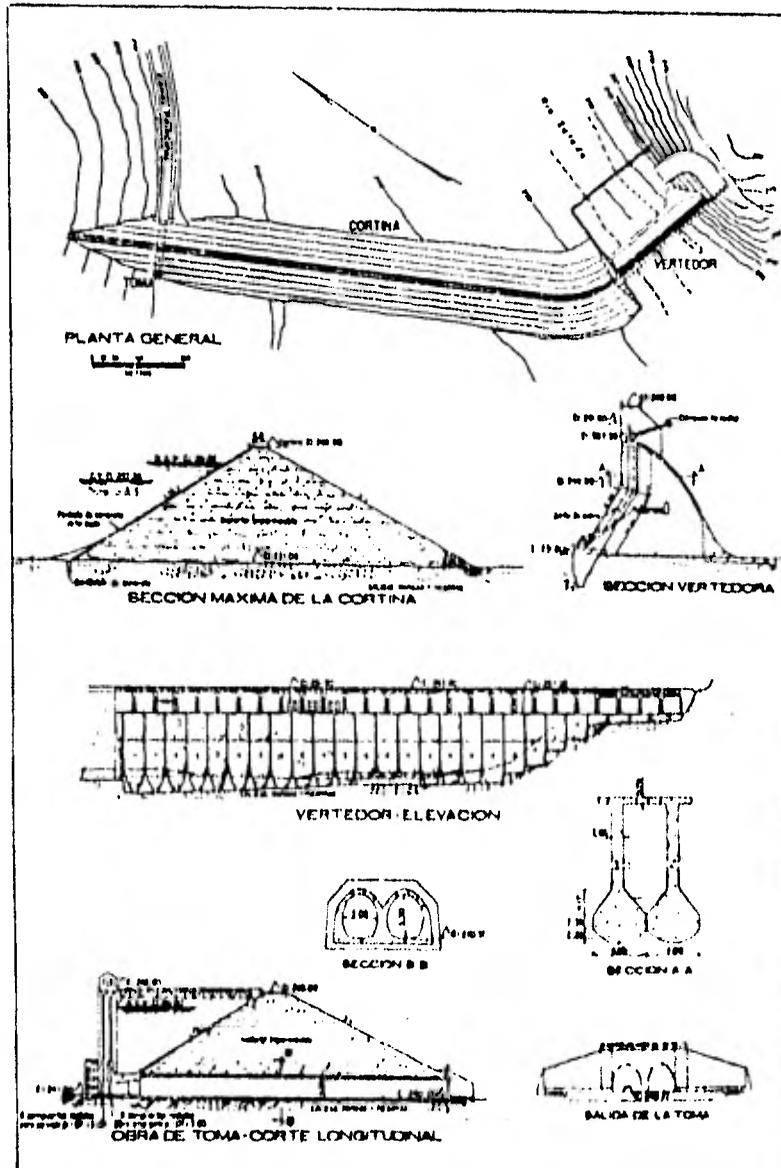
Torres Herrera Francisco

Obras Hidráulicas.
Edit. Limusa
México, D.F. 1980

Trueba Coronel Samuel

Hidráulica C.E.C.S.A.
México, D.F. 1981

PREBA VENUSTIANO CARRANZA



PRESA VENUSTIANO CARRANZA, COAH.
(DON MARTIN)

Información General.

Finalidad: Riego y control de avenidas
 Fecha de construcción: de 1928 a 1932
 Area de la cuenca: 35730 Km² Río Salado
 Avenida máxima registrada: 1240 m³/seg.
 Vaso: Capacidad en millones de m³: Total 1385

Cortina: Tipo mixto: de tierra y machones, vertedera
 (La primera de machones en el mundo)*
 Dimensiones: Altura estructural 35 m
 Longitud total: 1230 m
 Longitud tierra: 987 m
 Longitud concreto 243 m
 Ancho corona 6 m
 Taludes: 1,75: + arriba; 2:1 abajo
 Elevación corona 265,80 m

Dique: Tipo de tierra, de 9300 m de longitud y
 8,70 m de altura máxima.

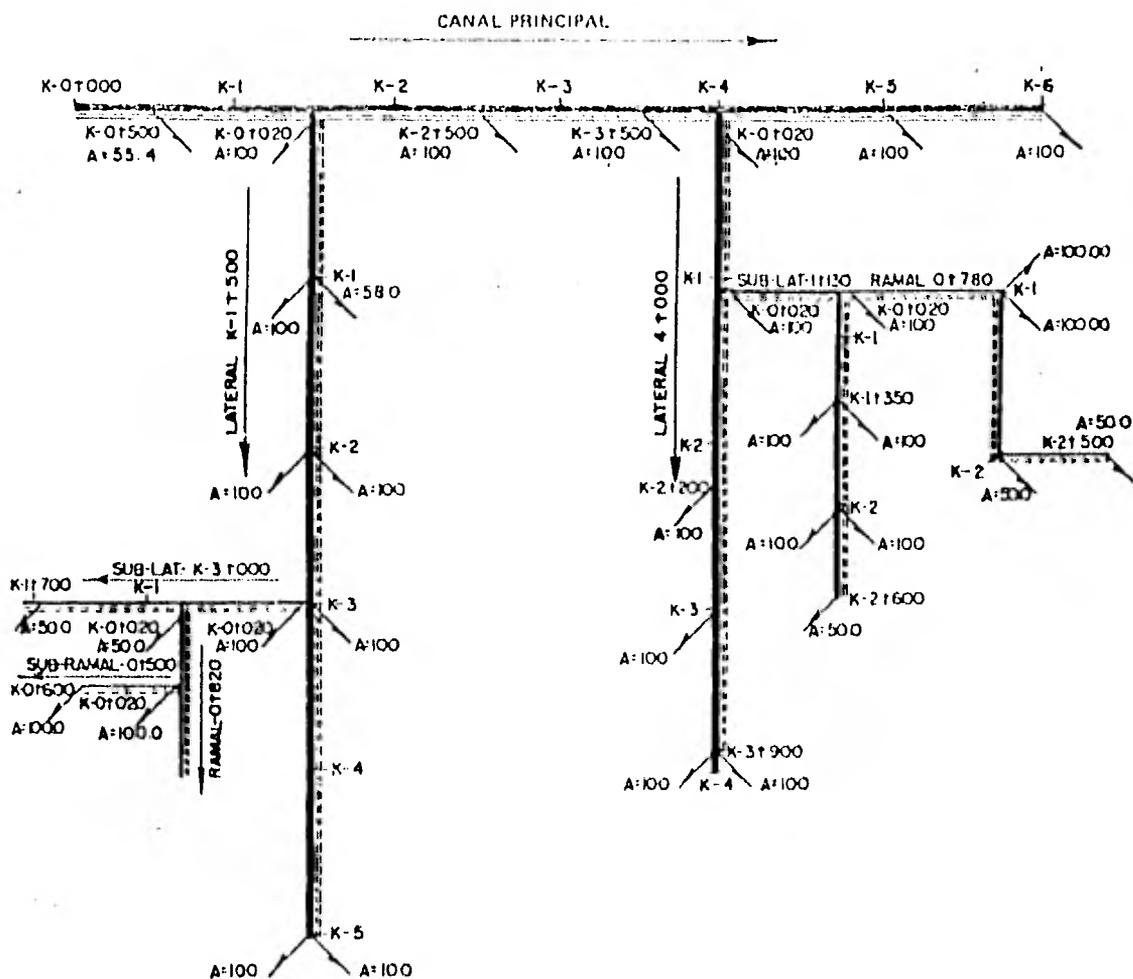
Vertedor: Tipo de cresta controlado con 26 compuertas
 radiales automáticas.
 Longitud efectiva 198
 Elevación cresta 257,38 m
 Extremo superior compuertas 261,80
 Compuertas: de 7,62 m X 4,42 m
 Capacidad: 6400 m³/seg.
 Gasto máximo derramado 1065 m³/seg.
 octubre 1932.

Obra de Toma: Torre y conducto sección de herradura
 de 5,30 m X 5,0 m y 95 m de longitud.

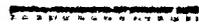
Compuertas: Servicio B radiales de 1,07 m X
 3,05 m
 Emergencia B radiales de 1,07 m
 X 3,05 m
 Capacidad: 64,0 m³/seg.
 Descarga de fondo con cuatro conductos con
 compuertas de 1,72 m X 0,98 m

* Machones de cabeza

Estructuras de que consta una zona de riego por gravedad



CANALES DE RIEGO

-  CANAL PRINCIPAL
-  LATERAL
-  SUBLATERAL
-  RAMAL
-  SUBRAMAL

EJEMPLO NOMENCLATURA DE PLANEACION