

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE SAN LUIS POTOSI

ESCUELA DE INGENIERIA

**"EL CANAL DELTA Y LA REHABILITACION
DEL VALLE DE MEXICALI"**

8 MAR 1974

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
INGENIERO CIVIL

PRESENTA

JUVIER MEDELLIN GUTIERREZ



DIRECCION

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE SAN LUIS POTOSI
ESCUELA DE INGENIERIA

MADERO Y ALDAMA
SAN LUIS POTOSI, S. L. P., MEXICO

Octubre 17 de 1970.

Al Pasante Sr. Javier Medellín Gutiérrez

Presente.

En atención a su solicitud relativa me es grato indicar a usted que el H. Consejo Técnico Consultivo de la Escuela de Ingeniería ha designado como Director de la Tesis que deberá desarrollar en su Examen Profesional de Ingeniería Civil, al Sr. Ing. Maximino Torres Silva. Así mismo el Tema propuesto para la misma es:

"EL CANAL DELTA Y LA REHABILITACION DEL VALLE DE MEXICALI".

TEMARIO:

- I.- GENERALIDADES
- II.- DESCRIPCION DE LA OBRA
- III.- ESTUDIOS SOCIOECONOMICOS
- IV.- PLANIFICACION
- V.- METODO DE CONSTRUCCION
- VI.- AREAS DE REGADIO Y CULTIVOS PRINCIPALES
- VII.- PRESUPUESTO
- VIII.- CONCLUSIONES.

Ruego a usted tomar debida nota de que en cumplimiento con lo especificado por la Ley de Profesiones, debe prestar Servicio Social durante un tiempo mínimo de seis meses como requisito indispensable para sustentar su Examen Profesional.

Atentamente.

"MODOS ET CUNCTARUM RERUM MENSURAS AUDEBO".

EL SUBDIRECTOR ADMINISTRATIVO.

ING. CARLOS SANTANA LOPEZ.

A mi escuela y maestros

A mis compañeros y amigos

COMO SE PRESENTA EL PROBLEMA EN MEXICALI

De acuerdo con el tratado Internacional de aguas de 1944, México tiene derecho a una dotación determinada de aguas vírgenes del cauce del Río Colorado; derecho que se funda en el uso ininterrumpido de esas aguas por espacio de más de cuarenta años, y en compensación a la dotación que Mexico entrega a los Estados Unidos a través del cauce del Río Bravo; dotación esta última, que sirve para regar una extensión de tierras texanas, muy superior a las que se cultivan en total con las aguas del Río Colorado en el Valle de Mexicali.

Como la entrega de agua por el Colorado se ajusta a tables y calendarios previamente establecidos de acuerdo con las necesidades y requerimiento del país vecino, resulta que; cuando los volúmenes de agua que se entregan a México son mayores, los índices de salinidad disminuyen; y cuando los volúmenes llegan al mínimo a que México está obligado a recibir, los índices salinos alcanzan el máximo de saturación.

Es decir, que la mayor o menor concentración de sales en las aguas del Colorado, varía de acuerdo con el aumento en los volúmenes de agua vírgenes recibidas, pero no por la interrupción de las descargas de las aguas fósiles procedentes del Valle de Wellton -- Mohawk.

LOS DAÑOS OCASIONADOS

Resulta complicado estimar el monto de los daños ocasionados hasta el momento por la acción destructora de las sales procedentes de las aguas del Colorado. Pero si se hace un análisis general, se llegan a conclusiones verdaderamente alarmantes.

Los elevados índices de sales que contienen las aguas contaminadas del Colorado, ejercen una acción destructora, no sólo a la agricultura y en la fertilidad de las tierras, sino que generaliza su daño hacia otras actividades y lesiona los intereses de todos los sectores de la región.

Algunas importantes industrias han tenido que lamentar la elevada concentración de sales en el agua, ya que impide su uso. Los aparatos de enfriamiento de aire tan necesario en esta zona de climas extremos, sufren serios daños a consecuencia de la acción corrosiva de las sales que vienen disueltas en el agua utilizada para el enfriamiento. Las tuberías de distribución de agua en las zonas urbanas, también sufren permanentes roturas a causa de la acción corrosiva de las sales. La ganadería y la cría de aves de corral aunque es poca; se ve seriamente amenazada con el agua salina que viene a través del cauce del Colorado.

Importa recalcar que el problema de la salinidad en las aguas del Colorado, debe entenderse como un acto de contaminación deliberada y nociva de las aguas que corresponden a México conforme al Tratado de 1944, y no como un hecho accidental e imprevisible.

Ya se ha dicho con anterioridad que las descargas salinas al cauce del Colorado provienen del bombeo de aguas fósiles del subsuelo del Valle de Wellton Mohawk, pero no es por demás repetir y dejar claramente asentado, que la salinidad de las aguas del Colorado se debe únicamente a descargas de aguas altamente concentradas de sales, que no provienen del Río Colorado, sino que corresponden a depósitos salinos muy ajenos a éste.

Por consiguiente, se trata de un proceso de franca contamina-

ción de aguas, que hoy se hace con las del subsuelo del Valle de--
Wellton, pero que mañana podría ser con residuos de elementos noci
vos y destructores de otra índole y procedencia.

EL PROYECTO DE LA REHABILITACION DEL VALLE DE MEXICALI

El distrito de riego del Río Colorado, que comprende los valles de Mexicali, B. C. y San Luis Río Colorado, Son., se encuentra en una zona desértica donde la evaporación sobrepasa notablemente a la precipitación con valores medios anuales de 2,202 mm y 58 mm, respectivamente. En estas condiciones, para que la agricultura pueda desarrollarse es indispensable el riego, para el cual se utilizan por gravedad las aguas del Río Colorado a las que tiene México derecho de acuerdo con el Tratado Internacional de 1944, así como aguas del subsuelo mediante el bombeo de pozos profundos.

Una gran mayoría de las obras hidráulicas existentes, principalmente las redes de distribución y drenaje, fueron construidas hace algunos años atendiendo a las necesidades y posibilidades económicas de la época, sin seguir una planeación general. Su conservación ha sido hasta la fecha muy deficiente por la insuficiencia presupuestal, ya que no ha sido posible, también por razones económicas, la aplicación de cuotas apropiadas para el objeto. Esta condición agravada por la dispersión de las tierras con derecho de riego, que suman 203 mil Ha., diseminadas en una zona de 328 mil, y por el mal estado de la mayoría de las obras, ha dado como resultado un Distrito de Riego donde las pérdidas de conducción en los canales tiene un valor medio del 50%, lo que representa el enorme desperdicio anual de unos 925 millones de M3 de agua o sea la mitad de los 1,850 millones que conforme al Tratado corresponden a México.

Desde hace varios años y debido a la escasez de agua, la superficie que comprende el Padrón de Usuarios no puede regarse

totalmente, por lo que fué necesario establecer una porción que autoriza un máximo de 18 Ha. por año por usuario, o sea 2 Ha., menos de las 20 que sirvieron de base para formar el Padrón. En estas condiciones la superficie atendida actualmente es de 176 mil Ha., que se riegan en una forma muy deficiente debido a las condiciones adversas antes citadas, las cuales se agravan aún más por la salinidad de las aguas que obliga a utilizar volúmenes mayores de los normales para "lavar" las sales depositadas en los suelos.

Por contraste, los agricultores han venido mejorando sus métodos de siembra y de cultivo, aumentando su producción, principalmente en la zona regada por pozos profundos, lo que ha permitido mantener temporalmente la economía regional. Esta zona, cuyas obras se iniciaron en 1955, comprende unas 63 mil Ha., y se abastece con el bombeo de 625 pozos que pertenecen a la Federación, a particulares y usuarios del Plan Colectivo. En los últimos años se ha extraído de ella un promedio anual de 1100 millones de M3, volumen que de acuerdo con los datos y estudios geohidrológicos disponibles deberá reducirse a unos 700 millones, para evitar una sobre explotación que impediría la conservación permanente de los acuíferos.

Los problemas de escasez de agua o de ensalitramiento de los terrenos agrícolas en zonas desérticas o semi-desérticas, han decidido al Gobierno Federal a emprender a través de la S.R.H., las obras de Rehabilitación de los Distritos del País, mediante financiamiento del Gobierno Federal y complementarios de instituciones como el Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento del cual México es miembro.

Las condiciones físicas del Distrito de Riego del Río Colorado son desgraciadamente muy desfavorables y debido a esto su rehabilitación se fue posponiendo y no fué sino hasta el año de 1968 — cuando se inició.

En su mayoría, los canales han perdido su sección hidráulica y más semejan arroyos que canales de riego. Algunos atraviesan — tierras sumamente arenosas que aumentan las pérdidas de conducción y el ensalitramiento de los terrenos adyacentes. Las estructuras — son generalmente de madera y se encuentran en condiciones casi inoperantes. Las precarias reparaciones que año con año efectúa el — Distrito con los escasos fondos con que cuenta, no garantizan su — seguridad ni siquiera a corto plazo. Su red de drenaje, extensa — pero incompleta, no reúne las condiciones necesarias para el desarrollo rápido de las aguas y tanto la falta de estructuras como la mínima conservación, han contribuido a que no trabaje adecuadamente y a que el ensalitramiento del Valle avance con rapidez.

No existe una red completa de caminos que permita la operación y conservación efectivas del Distrito, a pesar de que el Valle cuenta con algunos caminos pavimentados con los cuales se logra una comunicación general en todo él. En la zona que se riega — por bombeo se tiene el problema de la sobre-explotación del manto acuífero, así como el de los equipos de bombeo que no se han renovado en muchos años.

Ante la situación que se ha bosquejado, la S.R.H., formuló un anteproyecto de rehabilitación que fué presentado a los usuarios — del Distrito a través del Comité Directivo Agrícola. Dicho proyecto y las consideraciones en que se funda se resumen en seguida:

I.- RED DE DISTRIBUCION

Dado que en un futuro previsible el volúmen de agua que se dispone no podrá ser aumentado, la S.R.H., propone que se construya una red de canales revestidos para evitar, dentro de lo factible cualquier desperdicio de agua. Para tal fin se proyectó una red de distribución de 1,790.4 Km., con tomas sobre canal revestido para abastecer una superficie máxima de 60 Ha. (50 en la zona de pozos), es decir, para un máximo de 3 usuarios con 20 Ha., cada uno. En esa forma se prevé que la eficiencia en la conducción aumentaría a un 85% es decir, las pérdidas de conducción no serán mayores de un 15% disminuyendo en 925 millones de M3 a unos 280 millones anualmente.

Es evidente que no toda el agua así ahorrada podrá aprovecharse para aumentar la superficie de riego, ya que parte de ella está actualmente alimentando al manto acuífero de la zona de bombeo. Por tal razón, como se apuntó anteriormente, es necesario disminuir el volúmen de bombeo actual en la zona de pozos, para lo cual hay que revestir 543.5 Km de canales y construirles tomas para un máximo de 50 Ha., a fin de reducir en cuanto sea factible las pérdidas y el bombeo.

Revestiendo toda la red de canales, de gravedad y de pozos, podrían dominarse unas 203 mil Ha., siempre y cuando haya una diversificación de cultivos que permita aprovechar al máximo las aguas que de acuerdo con el Tratado nos pertenecen y evite la necesidad de tirar excedentes al mar.

Para la operación del Distrito en la forma en que se planea, será necesario construir o adaptar 4,685 estructuras, y para lle-

var a cabo las obras con el menor costo posible se utilizarán todas aquellas estructuras mayores o menores susceptibles de adaptarse a la nueva red de distribución.

II.- RED DE DRENAJE

La red de drenaje actual del Distrito, construída en parte por la S.R.H., y en parte por los usuarios, es extensa pero insuficiente para el lavado de las tierras. Se utilizará dentro del proyecto en un 95% y será complementada con 334 Km de drenes nuevos.

La deficiencia actual del drenaje se debe principalmente a que su conservación ha sido prácticamente nula desde que se construyó y a la falta de estructuras indispensables para su correcto funcionamiento. Por ello se proyecta construir 1,111 estructuras en los drenes que se mejoren y 591 en los nuevos.

El funcionamiento correcto de esta red es necesario para la buena conservación de los suelos del Distrito. Dada la calidad de agua de que se dispone es indispensable que a las láminas normales de riego se añada una adicional que permita el lavado de las sales en la zona radicular del suelo y, lógicamente, es también indispensable que esa agua excedente tenga un desalojamiento rápido tal que permita conservar el manto freático a un nivel suficientemente alejado de dicha zona, para evitar así que las sales dañen por capilaridad las raíces de las plantas.

III.- NIVELACION DE TERRENOS

Para la mayor eficacia de riego en las parcelas con el máximo ahorro de agua, además del revestimiento de los canales es indispensable tenerlas muy bien niveladas. Muchas de las superficies de cultivo que suelen considerarse como niveladas, están sólo

emparejadas y les falta el afine necesario.

Dentro del presupuesto de rehabilitación, la S.R.H., ha destinado una partida de 143,6 millones de pesos para la nivelación de las tierras, usando los métodos y maquinaria más adecuados.

IV.- POZOS

Capítulo muy importante dentro de la rehabilitación es el que corresponde a la reparación de los pozos de bombeo profundo que se están explotando en el Distrito, ya que como se dijo su equipo no ha sido reparado ni substituído y es indispensable garantizar que la zona abastecida por un pozo no vaya a sufrir escasez de agua -- motivada por reparaciones.

Según los estudios hechos por la Residencia de Pozos las ---- aguas extraídas por bombeo en la zona sur del Valle se están contaminando paulatinamente de sales nocivas, entre las cuales el sodio alcanza un porcentaje tan considerable que hace inútiles dichas -- aguas. En vista de que la explotación del acuífero tendrá que reducirse a unos 700 millones de M3 anuales, conviene eliminar aquellos pozos cuyas aguas sean de mala calidad y dejar operando, ya -- rehabilitados, a los demás. Para la reparación de esos pozos se ha considerado en el proyecto una cantidad de 31,0 millones.

De acuerdo con los estudios que ha efectuado el Distrito, se cree posible que en la zona norte central del Valle pudieran perforarse pozos que permitirían explotar una cantidad apreciable de agua del subsuelo que actualmente se pierde, desahujándose hacia -- el mar Salton, principalmente en los meses en que no operan los pozos de la zona noroeste, y que podrían resolver también problemas de drenajes en las zonas adyacentes. En el caso de que la calidad-

emparejadas y les falta el afine necesario.

Dentro del presupuesto de rehabilitación, la S.R.H., ha destinado una partida de 143.6 millones de pesos para la nivelación de las tierras, usando los métodos y maquinaria más adecuados.

IV.- POZOS

Capítulo muy importante dentro de la rehabilitación es el que corresponde a la reparación de los pozos de bombeo profundo que se están explotando en el Distrito, ya que como se dijo su equipo no ha sido reparado ni substituído y es indispensable garantizar que la zona abastecida por un pozo no vaya a sufrir escasez de agua -- motivada por reparaciones.

Según los estudios hechos por la Residencia de Pozos las ---- aguas extraídas por bombeo en la zona sur del Valle se están contaminando paulatinamente de sales nocivas, entre las cuales el sodio alcanza un porcentaje tan considerable que hace inútiles dichas -- aguas. En vista de que la explotación del acuífero tendrá que re--ducirse a unos 700 millones de M3 anuales, conviene eliminar aque--llos pozos cuyas aguas sean de mala calidad y dejar operando, ya --rehabilitados, a los demás. Para la reparación de esos pozos se ha considerado en el proyecto una cantidad de 31.0 millones.

De acuerdo con los estudios que ha efectuado el Distrito, se cree posible que en la zona norte central del Valle pudieran per--forarse pozos que permitirían explotar una cantidad apreciable de agua del subsuelo que actualmente se pierde, desalojándose hacia --el mar Salton, principalmente en los meses en que no operan los pozos de la zona noroeste, y que podrían resolver también problemas de drenajes en las zonas adyacentes. En el caso de que la calidad-

de sus aguas lo permitiera, podrían así mismo aprovecharse para el abastecimiento de agua de Mexicali, evitándose en esta forma las pérdidas excesivas que origina la conducción tan larga que se tiene actualmente todo el año desde el Río Colorado.

A fin de continuar el estudio geohidrológico de esa zona, se ha destinado una partida de 34.8 millones para la perforación de 107 pozos profundos para explotación y 221 de observación.

V.- OBRAS COMPLEMENTARIAS

Dada la poca capacidad adicional que tienen los canales revestidos es necesario que los canaeros y aforadores vivan precisamente en las zonas que tienen que atender, para evitar que golpes de agua naturales en la operación rompan los canales y originen interrupciones del servicio y reparaciones generalmente costosas.

Además, si a los canaeros se les proporciona una comunicación expedita con sus Jefes de Unidad, la operación será más eficiente y evitará al usuario molestias y traslados innecesarios a las Jefaturas de Unidad. En el Plan de Rehabilitación se han incluido partidas relativamente pequeñas para la construcción de una red de comunicación eficaz, y de casas para los canaeros dentro de sus zonas, que en conjunto importan 7.4 millones.

VI.- CAMINOS

También se tomó en cuenta, debido a su importancia; la construcción de una red de caminos revestidos que harán más económica y eficiente la operación, la inspección rápida y la conservación del Distrito, y abaratarán los costos de acarreo en las labores agrícolas y en la cosecha.

La mencionada red tendría un costo de 39.9 millones y comprendería 555 Km de caminos, que conectados a los actuales del Valle -

VII.- MAQUINARIA Y EQUIPO

Este capítulo es importante debido a que si no se cuenta con equipo adecuado para la conservación y reparaciones urgentes en -- los Distritos, éstos van paulatinamente decayendo en todos sus aspectos. Por tal motivo, dentro del Plan de Rehabilitación se han -- considerado 16.64 millones para la adquisición de equipo (dragas, tractores, motoconformadoras, etc.) que permita la conservación de canales, drenes, caminos, pozos, etc. Asimismo se ha considerado -- el establecimiento de un taller para que sea el propio Distrito -- el que se encargue del mantenimiento y reparación de su maquinaria y equipo.

DESCRIPCION DEL NUEVO CANAL DELTA

LOCALIZACION

Anteriormente a la iniciación de esta obra ya existía otro canal llamado "Canal Delta" el cual no es revestido y se encuentra con vegetación la mayor parte del canal, lo cual afecta la conducción del agua, además sus estructuras se hallan en un estado deplorable pues éstas son de madera y debido a la salinidad del agua y al tiempo se encuentran así.

El canal actual llamado "Nuevo Canal Delta" es un lateral del "Canal Alimentados Central" y nace en el Km 52 + 213.50 de éste,-- su longitud es de 20.185 Km y corre en la mayor parte de su tramo paralelamente al antiguo Canal Delta el cual tiene solamente ----- 17.263 Km.

El Canal Alimentados Central toma sus aguas en la Presa Morelos la cual está cercana con la frontera a 2 Km aproximadamente -- del pueblo fronterizo de Algodones. Dichas aguas provienen del Río Colorado y son las que surten a todos los canales en el Valle de-- Mexicali.

El "Nuevo Canal Delta" será todo revestido de concreto y pasará por los siguientes ejidos en los siguientes kilometrajes del Canal aproximadamente.

Ejido Tlaxcala situado al Oeste del canal por el Km 2.0 aproximadamente.

Ejido Saltillo situado al Oeste del canal por el Km 5.0 aproximadamente.

Ejido Guerrero situado al Sur del canal por el Km 8.5 aproximadamente.

Ejido Nuevo León situado al Oeste del canal por el Km 13.0 --- aproximadamente.

Ejido Pátzcuaro situado al Oeste del canal por el Km 17.0 --- aproximadamente.

Además de los ejidos citados anteriormente cruza en el Km --- 5 † 249 la carretera secundaria Bataquez-Mexicali cruza también en el Km 14 † 184 la carretera secundaria que al Km 57.0 iniciándose en aquélla, por último cruza la vía del Ferrocarril Sonora-Baja --- California en el Km 16 † 700 del canal.

El Nuevo Canal Delta se encuentra a 31 Km de la Ciudad de Mexicali, Capital del Estado de Baja California y se puede llegar de esta ciudad al Canal por la carretera secundaria Bataquez-Mexicali.

A continuación se expondrá la localización de los canales --- sublaterales al Nuevo Canal Delta, con sus ramales y sus sublaterales; se localizarán a la izquierda o derecha aguas abajo:

SUBLATERAL	LONGITUD (M.)	RAMAL	LONGITUD (M.)	SUBLATERAL	LONGITUD (M.)
3 † 162 DER.	497				
3 † 785 DER.	1825				
6 † 493 DER.	4092				
7 † 178 IZQ.	2014				
8 † 060 DER.	2423				
		3 † 510 IZQ.	1704		
		SRO † 787 DER.	1179		
		6 † 442 DER.	1863		
8 † 080 IZQ.	14314	7 † 084 DER.	3651		
		9 † 273 DER.	912		
		9 † 783 IZQ.	2000		
		10 † 830 IZQ.	1985		
9 † 140 IZQ.	2700				
10 † 325 DER.	2260				

<u>SUBLATERAL</u>	<u>LONGITUD</u>	<u>RAMAL</u>	<u>LONGITUD</u>	<u>SUBLATERAL</u>	<u>LONGITUD</u>
	(M)		(M)		(M)
11 + 333 IZQ.	1320				
11 + 475 DER.	673				
12 + 929 IZQ.	1087				
13 + 390 DER.	554				
13 + 753 IZQ.	3120				
14 + 197 DER.	2891				
14 + 197 IZQ.	300				
15 + 354 DER.	1438			0 + 747	1085
15 + 780 DER.	307				
15 + 780 IZQ.	697				
16 + 050 DER.	832				
16 + 770 DER.	623				
16 + 836 IZQ.	717				
17 + 212 DER.	1124				
20 + 185 IZQ.	4472				

El Nuevo Canal Delta tendrá dos caminos a través de toda su longitud en los bordos del canal, dichos caminos irán todos revestidos con grava.

Además de los caminos revestidos del Nuevo Canal Delta habrá -- otros sub-laterales que también tendrán caminos revestidos, esto es con el objeto de hacer fácil el acceso a las estructuras que existen en los canales y también para la conservación de éstos.

A continuación se exponen los canales que tendrán camino revestido:

SL 3 + 162 DER.

SL 3 + 785 DER.

SL 7 + 178 IZQ.

R 3 + 510 IZQ. SR 0 + 787 DER.

R 6 + 442 DER.

R 7 + 084 DER.

SL 8 + 080 IZQ.

R 9 + 273 DER.

R 9 + 783 IZQ.

R 10 + 830 IZQ.

SL 9 + 140 IZQ.

SL 11 + 333 IZQ.

SL 12 + 929 IZQ.

SL 13 + 753 IZQ.

SL 15 + 780 IZQ.

SL 16 + 836 IZQ.

SL 20 + 185 IZQ.

Los canales sub-laterales que no tienen camino revestido es porque no tienen estructuras importantes y el acceso para la conservación de los canales es fácil.

Existe una gran cantidad de drenes que ya se habían hecho, pero aparte de que a éstos se les están haciendo mejoras en su estado, en sus estructuras actuales etc., se está construyendo una nueva red de drenaje que junto con la antigua llevará también un gran número de estructuras nuevas.

Son dos los drenes principales: El Dren Colector del Sur y El Dren Guerrero, este último es el que corresponde a la zona de riego del Nuevo Canal Delta, aunque también en el otro desemboca--

algunos drenes laterales que están dentro de dicha zona.

El Dren Colector del Sur es el que lleva todas las aguas indeseables a desembocar al Río Colorado; el que a su vez desemboca en el Golfo de California, una vez que éstas han cumplido su cometido de haber lavado la zona radicular del suelo de sales, el buen funcionamiento de esta red es de suma importancia pues es necesario que esa agua tenga un desalojamiento rápido.

Hay que aclarar que anteriormente ya existía la mayor parte del Dren Colector del Sur y del Dren Guerrero pero debido a su mala conservación, el funcionamiento de éstas era deficiente, en base al nuevo proyecto estos drenes se ampliarán, se restablecerán sus estructuras actuales cuando se crea conveniente, se les añadirán nuevas estructuras etc. También existía un gran número de drenes pero era insuficiente, por consiguiente se harán nuevos drenes que desembocarán en los antes dichos para así restablecer completamente la zona de riego del Nuevo Canal Delta.

TOPOGRAFIA DEL CANAL

El terreno del Valle de Mexicali es por lo general plano y esto se puede ver en los planos de planta de perfil y proyecto en donde la elevación del terreno natural en el kilómetro 0 + 000 es de 16.20 y en el Km 20 + 180 es de 12.15 esto quiere decir que la pendiente natural del terreno es apenas de $\frac{16.20 - 12.15}{20180} = 0.000201$ por metro.

La elevación de la rasante en el Km 0 + 000 es de 16.96; que fué la que se escogió por ser la más conveniente una vez que se hizo el estudio del perfil.

Teniendo la cota del terreno natural y la cota de la restan--
te se pueden calcular las cotas del corte y del terraplén puesto--
que también se sabe cuanto mide el tirante, el libre bordo y se --
conoce la pendiente de la rasante, por ejemplo para calcular el --
terraplén en la estación 0 + 000 se haría de la siguiente manera:

A la elevación de la rasante se le suma el tirante y el libre
bordo, así se obtiene la cota de la corona, se saca la diferencia-
entre ésta y la cota del terreno natural y así se obtiene el terra-
plén deseado, o sea:

$$\begin{array}{r} 16.96 = \text{Elevación de la rasante} \quad 19.79 = \text{Elevación de la corona} \\ + \quad 2.33 = \text{Tirante} \quad \quad \quad -16.20 = \text{Elevación terreno natural} \\ + \quad 0.50 = \text{Libre bordo} \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad 3.59 = \text{Terraplén} \\ \hline 19.79 = \text{Elevación de la corona} \end{array}$$

Se sobreentiende que en este caso no pueda haber corte puesto-
que la elevación de la rasante es mayor que la elevación del terre-
no natural.

La pendiente de la rasante es variable a lo largo del canal, -
también varía el tirante y el bordo libre, a continuación se expo-
ne esta variación según el kilometraje.

Del Km 0 + 000 al Km 4 + 000	Del Km 6 + 000 al Km 8 + 150
S=0.00023 d=2.33m L.B.=0.50m	S=0.00025 d=2.20 L.B.=0.50
Del Km 4 + 000 al Km 6 + 000	Del Km 8 + 150 al Km 11 + 550
S=0.00025 d=2.20 L.B.=0.50m	S=0.00025 d=2.10 L.B.=0.45m.
Del Km 11 + 550 al Km 13 + 800	Del Km 16 + 870 al Km 20 + 180
S=0.00025 d=2.01m L.B.=0.45	S=0.00018 d=2.10 L.B.=0.45
Del Km 13 + 800 al Km 16 + 870	
S=0.00023 d=2.05 L.B.=0.45	

Teniendo la elevación de la rasante al principio del canal -- y teniendo también la pendiente de la misma se puede calcular su cota en cualquier estación.

A continuación se ilustra un ejemplo para calcular el corte y el terraplén, teniendo la elevación del terreno natural:

Estación: 6 + 500

Elevación terreno natural = 16.150 m
Elevación de la rasante = 15.325 m
Tirante en esta estación = 2.200 m
Libre bordo en esta estación = 0.500 m
Espesor del revestimiento = 0.100 m

Cálculo del corte:
16.150
- 15.325
0.825
+ 0.100
0.925 = Corte

Cálculo del terraplén: 15.325
+ 2.200
17.525 Elev. N.A.N.
+ 0.500
18.025 Elev. corona
- 16.150
1.875 = Terraplén

Corte = 0.925 m

Resultados

Terraplén: 1.875 m

Podría existir el caso de que solamente hubiera corte y no existiera terraplén, pero no sucede así en este perfil ya que como se puede ver la elevación del terreno natural en ninguna estación es mayor que la elevación de la corona.

Debe observarse que la pendiente natural del terreno en que se proyectó el canal y que es de 0.000201, fué un factor determinante

ya que así se pudo hacer oscilar los diferentes valores de la pendiente de la rasante o del canal en base a este valor, pues un valor muy diferente al antes citado, aumentaría mucho los cortes o terraplenes según fuera en + o en - .

El trazo del Nuevo Canal Delta, el trazo de los canales sublaterales o de distribución y la red de canales de drenaje, se proyectaron sobre la topografía de la zona levantada y en la cual las curvas de nivel se hicieron a cada 0.5 m debido a la importancia de la zona de riego, se basó también en poligonales de apoyo, las cuales fueron debidamente aceptadas y niveladas al milímetro, pues es de máxima importancia en el caso de trazo de canales, la nivelación.

El trazo definitivo que se hizo sobre el terreno con los datos del proyecto, se modificaron ligeramente por algunos motivos locales.

A todo lo largo del Nuevo Canal Delta hay un total de 10 curvas circulares y 2 pequeñas deflexiones. A continuación se enumeran dichas curvas y las dos deflexiones con todos sus datos, también se hará, a modo de ejemplo, el cálculo de dos curvas circulares.

CURVA No. 1

S.T. = 38.88 m P.I. = 0 + 100.00
L.C. = 76.72 m Δ = 23° 01' DER
P.C. = 0+061.12 G = 6° 00'
P.T. = 0+137.84 R = 191.06 m

CURVA No. 2

S.T. = 46.03 m P.I. = 0 + 935.14
L.C. = 90.33 m Δ = 27° 06' IZQ
P.C. = 0+889.11 G = 6° 00'
P.T. = 0+979.44 R = 191.07 m

DEFLEXION No. 1

P.I. = 1 + 553.90
Δ = 0° + 55' IZQ

DEFLEXION No. 2

P.I. = 2 + 160.52
Δ = 1° 10' IZQ

CURVA No. 3

S.T.= 20.32 m P.I.=3+840.00
 L.C.= 40.50 m $\Delta = 12^{\circ}09'$ DER
 P.C.= 3+819.68 G = 6⁰⁰'
 P.T.= 3+860.18 R = 191.07 m

CURVA No. 4

S.T.= 88.15 m P.I.=5+438.95
 L.C.= 165.17m $\Delta = 49^{\circ}33'$ DER
 P.C.= 5+350.80 G = 6⁰⁰'
 P.T.= 5+515.97 R = 191.07 m

CURVA No. 5

S.T.= 70.78 m P.I.=8+495.38
 L.C.=135.56 m $\Delta = 40^{\circ}40'$ DER
 P.C.= 8+424.60 G = 6⁰⁰'
 P.T.= 8+56016 R = 191.07 m

CURVA No. 6

S.T.= 45.97 m P.I.=9+644.47
 L.C.= 90.22 m $\Delta = 27^{\circ}04'$ IZQ
 P.C.= 9+59850 G = 6⁰⁰'
 P.T.= 9+688.72 R = 191.07 m

CURVA No. 7

S.T.= 30.82 m P.I.=11+158.04
 L.C.= 61.11 m $\Delta = 18^{\circ}20'$ IZQ
 P.C.= 11+27.22 G = 6⁰⁰'
 P.T.= 11+188.33 R = 191.07 m

CURVA No. 8

S.T.=291.22 m P.I.=15+363.96
 L.C.=538.83 m $\Delta = 53^{\circ}53'$ IZQ
 P.C.=15+072.74 G = 2⁰⁰'
 P.T.=15+611.57 R = 572.90 M

CURVA No. 9

S.T.= 58.45 m P.I.=16+980.44
 L.C.=113.44 m $\Delta = 34^{\circ}02'$ IZQ
 P.C.= 16+921.99 G = 6⁰⁰'
 P.T.= 17+035.43 R = 191.07 m

CURVA No. 10

S.T.=14.19 m P.I.=19+610.00
 L.C.=28.33 m $\Delta = 8^{\circ}30'$ DER
 P.C.=19+595.81 G = 6⁰⁰'
 P.T.=19+624.14 R = 191.07 m

Se calcularán la curva No. 4 y la curva No. 8, en el campo se pudieron sacar los siguientes datos; Δ , G y el P.I., partiendo de estos datos se hará el cálculo.

CURVA No. 4

Datos:

$\Delta = 49^{\circ} 33'$ DER.

G = 6⁰⁰'

P.I.= 5 + 438.95

Cuerdas de 20 m

Solución:

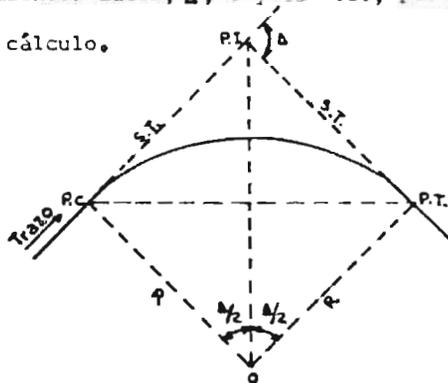
Cálculo del radio:

$$R = \frac{20 \operatorname{Sen} 87^{\circ}}{\operatorname{Sen} 6^{\circ}} = 191.07 \text{ m}$$

Cálculo de la subtangente:

$$ST = R \tan 1/2 \Delta = 191.07 \times \tan 24^{\circ} 46' = 88.15 \text{ m}$$

$$L.C. = \frac{20 \Delta}{G} = \frac{20 \times 49.55^{\circ}}{6^{\circ}} = 165.17 \text{ m}$$



Cálculo del cadenamamiento del P.C. y del P.T.:

$$\begin{array}{r}
\text{Cadenamiento del P.I.} = 5+438.95 \\
\text{S.T.} = - \frac{83.15}{} \\
\text{Cadenamiento del P.C.} = 5+350.80 \\
\text{L.C.} = + \frac{165.17}{} \\
\text{Cadenamiento del P.T.} = 5+515.97
\end{array}$$

Cálculo de las deflexiones parciales:

La deflexión correspondiente a una cuerda de un metro es:

$$s = \frac{1/2 G}{20} = \frac{3^\circ}{20} = 0.15^\circ = 0^\circ 09'$$

Según el cadenamamiento que se lleva, la primera cadena completa sobre la curva, después del P.C. es la:

$$\begin{array}{r}
5+360.00 \\
\text{Cadenamiento del P.C.} = \frac{5+350.80}{9.20} \text{ metros, por lo tanto la deflexión para colocar la primera cadena completa es:}
\end{array}$$

$$0^\circ 09' \times 9.20 = 82.80' = 1^\circ 23'$$

La última cadena completa antes del P.T. es la:

$$\begin{array}{r}
5 + 500.00 \\
\text{Cadenamiento del P.T.} = \frac{5 + 515.97}{15.97} \text{ metros, y la deflexión para cerrar-}
\end{array}$$

en el P.T. es:

$$0^\circ 09' \times 15.97 = 143.73' = 2^\circ 24'$$

La deflexión para cada cuerda de 20 metros, es igual a la mitad del grado de curvatura = $3^\circ 00'$

CURVA No. 8

Datos:

$\Delta = 53^\circ 53'$ IZQ

$G = 2^\circ 00'$

$P.I. = 15 + 363.96$

Cálculo del radio:

$$R = \frac{20 \text{ Sen } 89^\circ}{\text{Sen } 2^\circ} = 572.98 \text{ m}$$

Cálculo de la subtangente:

$$ST = R \tan 1/2 \Delta = 572.98 \times \tan 26^{\circ} 56' 30'' = 291.22 \text{ m}$$

$$L.C. = \frac{20 \Delta}{G} = \frac{20 \times 53.883^{\circ}}{2} = 538.83 \text{ m}$$

Cálculo del cadenamamiento del P.C. y del P.I.:

Cadenamiento del P.I. =	15 + 363.96
S.T. =	<u>291.22</u>
Cadenamiento del P.C. =	15 + 072.74
L.C. = +	<u>538.83</u>
Cadenamiento del P.T. =	15 + 611.57

Cálculo de las deflexiones parciales:

La deflexión correspondiente a una cuerda de un metro es:

$$\delta = \frac{1/2 G}{20} = \frac{1^{\circ}}{20} = 0.05^{\circ} = 0^{\circ}03'$$

La primera cadena completa sobre la curva, después del P.C. es:

	15 + 080.00
Cadenamiento del P.C. =	<u>15 + 072.74</u>
	007.26 metros, la deflexión para colocar-

la primera cadena completa es: $0^{\circ}03' \times 7.26 = 21.78' = 22'$

La última cadena completa antes del P.T. es la:

	15 + 600.00
Cadenamiento del P.T. =	<u>15 + 611.57</u>
	a 11.57 metros, y la deflexión-

para cerrar en el P.T. es:

$$0^{\circ}03' \times 11.57 = 34.71' = 35'$$

La deflexión para cada cuerda de 20 m, es igual a la mitad del grado de curvatura = $1^{\circ} 00'$

El trazo de las curvas en el campo se hizo con tránsito y cinta, se procedió de la siguiente manera: Se midió desde el P.I., con los alineamientos respectivos, la S.T., colocándose así el P.C. y el P.T., después se centró y niveló el aparato sobre el P.C., y con el vernier en 0 se visó el P.I., se soltó el movimiento par-

ricular para leer la primera deflexión calculada de $1^{\circ} 23'$ (en el caso de la curva No. 4) con una distancia de 9.20 m, donde se colocó la primera estación cerrada de $5 + 360.00$, a continuación, tomando la cuerda de 20 metros se puso el siguiente punto sobre la curva ($5 + 380.00$) volviendo el movimiento particular hasta leer la segunda deflexión calculada, que es:

$$1^{\circ} 23' + 3^{\circ} = 4^{\circ} 23'$$

Análogamente se colocaron las demás estaciones de la curva, sumando las deflexiones parciales a partir del P.C., hasta llegar a la correspondiente al P.T., donde se obtuvo exactamente una deflexión igual a la mitad de Δ .

ESTRUCTURAS Y DATOS HIDRAULICOS DEL CANAL

La mayor parte de las estructuras del Nuevo Canal Delta son destinadas para el riego, pero también existen estructuras de cruce, la mayoría de las estructuras para riego son tomas granja, existen también para el mismo objeto las represas puente, aunque ésta puede considerarse como estructura de riego y de cruce, y las represas.

Las obras de toma tienen por objeto regular la distribución del agua con fines de irrigación, esta distribución está determinada por las necesidades de la zona de riego derivadas del estudio hidrológico, de donde se obtiene así mismo la capacidad que debe tener la toma.

El conducto de la toma puede adoptar distintas formas, las cuales dependen de su función y capacidad, así como de las condiciones geológicas y topográficas del sitio. El control de la distribución del agua para un objetivo específico se hace por medio -

de compuertas o válvulas colocadas en algún punto del conducto, -- pudiendo ser a la entrada o en un punto intermedio.

En el Nuevo Canal Delta y sus laterales las condiciones geológicas y topográficas son favorables en la mayor parte de las estructuras, y en todas las obras de toma la distribución del agua se ha ce por medio de compuertas y válvulas, las cuales están colocadas- a la entrada.

Las estructuras de cruce se presentan en el canal cuando es - necesario salvar ciertos obstáculos tales como un camino carrete-- ro, un F.C., y otro canal.

En los casos en que el Nuevo Canal Delta cruzó con una carretertera o un F.C., se hizo necesario construir un sifón invertido --- pues a las carreteras las cruza por abajo y al ferrocarril también, hubo algunos drenes que cruzaron a la carretera pero en estos ca-- sos se emplearon alcantarillas, también fué necesario construir -- puentes carreteros y puentes de F.C., en algunos drenes y sublaterales que cruzan por la parte superior del Nuevo Canal Delta. La - elección de estructura adoptada dependió de lo siguiente:

a).- Condiciones hidráulicas del canal o dren.

Se buscó que la carga disponible fuese mayor ó cuando menos - igual a la suma de pérdidas de carga a través de la estructura de- cruce para que ésta tuviere un buen funcionamiento hidráulico y el agua no se remanzara en la iniciación de la transición de entrada.

b).- Condiciones topográficas del cruce.

Se eligió el tipo de estructura más conveniente según la diferencia de niveles existentes entre el canal o dren y el obstáculo, es decir que el desarrollo de la estructura de cruce sea el más -- corto.

c).- Factor económico.

Ya elegido uno ó más tipos de estructuras de cruce, por sus buenas condiciones hidráulicas y condiciones topográficas, se elegirá el tipo más económico.

También fué necesario construir 4 casas para canalero, pues como se comprenderá estas casas tienen como objetivo dar alojamiento a las personas que van a estar en constante vigilancia del Canal, a dichas personas se les entrenará debidamente para que puedan resolver los problemas que se pudieran suscitar en el Canal.

El Nuevo Canal Delta tiene 6 secciones diferantes, se hará el cálculo de la sección de dos de ellas, tomando como datos: Q, b, m, n y e; de estos datos el único que permanece constante es el talud (m) y que es de 2:1.

Datos hidráulicos del Km 0 + 000 al Km 4 + 000

$$Q = 24.70 \text{ M}^3/\text{seg} \quad s = 0.00023$$

$$b = 3.80 \text{ m} \quad n = 0.015$$

$$m = 2:1 \quad e = 0.10 \text{ m}$$

Para encontrar la sección hidráulica con los datos anteriores se cuentan con diagramas para diversos taludes en los cuales se usan las fórmulas de Manning y de continuidad en su obtención:

$$V = \frac{1}{n} r^{2/3} s^{1/2} \text{ (Manning)} \quad V = \frac{Q}{A} \text{ (Continuidad)}$$

$$\frac{1}{n} r^{2/3} s^{1/2} = \frac{Q}{A} ; \quad \frac{Qn}{s^{1/2}} = Ar^{2/3}$$

De aquí parten los diagramas antes mencionados teniendo en el eje de las abscisas el valor de $Qn/s^{1/2}$ y puede leerse indistintamente el valor de (d) o de (b). En este caso se hará por tanteos:

$$\frac{Qn}{S^{1/2}} = \frac{24.70 \times 0.015}{0.00023^{1/2}} = 24.43 \quad A = bd + md^2$$

para $d = 2.33$ m

$$A = 3.80 \times 2.33 + 2 \times 2.33^2 = 8.85 + 10.86$$

$$A = 19.71 \text{ M}^2$$

$$P = b + 2d \sqrt{1 + M^2} = 3.80 + 2 \times 2.33 \sqrt{1 + 4} = 3.80 + 10.42$$

$$P = 14.22 \text{ m}$$

$$r = \frac{A}{P} = \frac{19.71}{14.22} = 1.386$$

$$Ar^{2/3} = 19.69 \times 1.386^{2/3} = 19.71 \times 1.042 = 24.43$$

$$T = b + 2md = 3.80 + 2 \times 2.33 = 13.12 \text{ m}$$

El Nuevo Canal Delta tendrá las siguientes características en este tramo:

$$Q = 24.70 \text{ M}^3/\text{Seg} \quad r = 1.38$$

$$b = 3.80 \text{ m} \quad m = 2:1$$

$$d = 2.33 \text{ m} \quad n = 0.015$$

$$A = 19.71 \text{ M}^2 \quad s = 0.00023$$

$$V = 1.23 \text{ M}/\text{seg} \quad L.S = 0.50$$

Ahora se calculará la sección del Km. 16+870 al Km 20+180

Datos hidráulicos del Km 16+870 al Km 20+600

$$Q = 17.10 \text{ M}^3/\text{seg} \quad s = 0.00018$$

$$b = 3.60 \text{ m} \quad n = 0.015$$

$$m = 2:1 \quad e = 0.10$$

Solución:

$$\frac{Qn}{S^{1/2}} = \frac{17.10 \times 0.015}{0.00018^{1/2}} = 19.10$$

para $d = 2.10$ m

$$A = bd + md^2 = 3.60 \times 2.10 + 2 \times 2.10^2 = 7.56 + 8.82$$

$$A = 16.38 \text{ M}^2$$

$$P = b + 2d \sqrt{1+m^2} = 3.60 + 2 \times 2.10 \sqrt{1+4} = 3.60 + 9.38$$

$$P = 12.98$$

$$r = \frac{A}{P} = \frac{16.38}{12.98} = 1.26 \text{ m}$$

$$Ar^{2/3} = 16.38 \times 1.26^{2/3} = 16.38 \times 1.166$$

$$Ar^{2/3} = 19.10$$

$$T = b + 2md = 3.60 + 2 \times 2.10 = 12.00$$

Por lo tanto las características en este tramo son:

$$Q = 17.10 \text{ M}^3 \quad r = 1.26$$

$$b = 3.60 \text{ m} \quad m = 2:1$$

$$d = 2.10 \text{ m} \quad n = 0.015$$

$$A = 16.38 \text{ m} \quad s = 0.00018$$

$$V = 1.04 \text{ m}^3/\text{seg} \quad L.B. = 0.45$$

DATOS HIDRAULICOS DEL Km
4+000 al Km 8+150

DATOS HIDRAULICOS DEL Km
8+150 al Km 11+550

$$\begin{aligned} Q &= 22.89 \text{ M}^3/\text{seg} & r &= 1.32 \text{ m} \\ b &= 3.80 \text{ m} & m &= 2:1 \\ d &= 2.20 \text{ m} & n &= 0.015 \\ A &= 18.04 \text{ M}^2 & s &= 0.00025 \\ V &= 1.27 \text{ m}^3/\text{seg} & L.B. &= 0.50 \text{ m} \end{aligned}$$

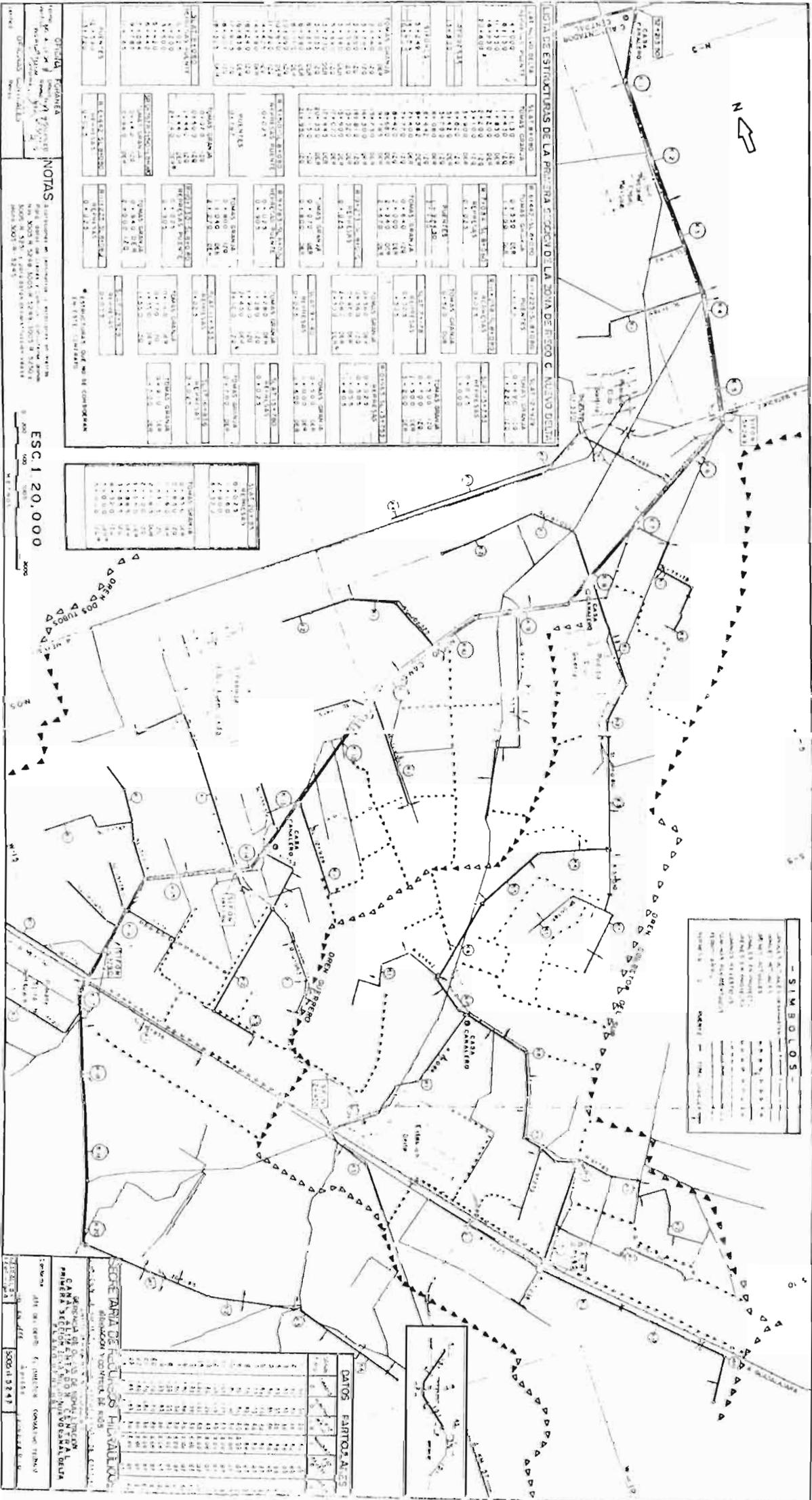
$$\begin{aligned} Q &= 19.81 \text{ M}^3/\text{seg} & r &= 1.25 \text{ m} \\ b &= 3.50 \text{ M} & m &= 2:1 \\ d &= 2.10 \text{ m} & n &= 0.015 \\ A &= 16.17 \text{ M}^2 & s &= 0.00025 \\ V &= 1.23 \text{ m}^3/\text{seg} & L.B. &= 0.45 \end{aligned}$$

DATOS HIDRAULICOS DEL Km
11+550 al Km 13+200

DATOS HIDRAULICOS DEL Km
13+800 al Km 16+870

$$\begin{aligned} Q &= 18.00 \text{ M}^3/\text{seg} & r &= 1.20 \text{ m} \\ b &= 3.50 \text{ m} & m &= 2:1 \\ d &= 2.01 \text{ m} & n &= 0.015 \\ A &= 15.12 \text{ M}^2 & s &= 0.00025 \\ V &= 1.19 \text{ m}^3/\text{seg} & L.B. &= 0.45 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q &= 18.10 \text{ M}^3/\text{seg} & r &= 1.23 \text{ m} \\ b &= 3.50 \text{ m} & m &= 2:1 \\ d &= 2.05 \text{ m} & n &= 0.015 \\ A &= 15.60 \text{ M}^2 & s &= 0.00023 \\ V &= 1.16 \text{ m}^3/\text{seg} & L.B. &= 0.45 \end{aligned}$$



CUADRO DE ESTIMACIONES DE LA PRIMERA SECCION DE LA DONA DE RIGOO C. NUEVO DELTA

SECCION	VALOR	VALOR	VALOR	VALOR
1	1.130	1.130	1.130	1.130
2	1.130	1.130	1.130	1.130
3	1.130	1.130	1.130	1.130
4	1.130	1.130	1.130	1.130
5	1.130	1.130	1.130	1.130
6	1.130	1.130	1.130	1.130
7	1.130	1.130	1.130	1.130
8	1.130	1.130	1.130	1.130
9	1.130	1.130	1.130	1.130
10	1.130	1.130	1.130	1.130

CUADRO DE ESTIMACIONES DE LA SEGUNDA SECCION DE LA DONA DE RIGOO C. NUEVO DELTA

SECCION	VALOR	VALOR	VALOR	VALOR
1	1.130	1.130	1.130	1.130
2	1.130	1.130	1.130	1.130
3	1.130	1.130	1.130	1.130
4	1.130	1.130	1.130	1.130
5	1.130	1.130	1.130	1.130
6	1.130	1.130	1.130	1.130
7	1.130	1.130	1.130	1.130
8	1.130	1.130	1.130	1.130
9	1.130	1.130	1.130	1.130
10	1.130	1.130	1.130	1.130

CUADRO DE ESTIMACIONES DE LA TERCERA SECCION DE LA DONA DE RIGOO C. NUEVO DELTA

SECCION	VALOR	VALOR	VALOR	VALOR
1	1.130	1.130	1.130	1.130
2	1.130	1.130	1.130	1.130
3	1.130	1.130	1.130	1.130
4	1.130	1.130	1.130	1.130
5	1.130	1.130	1.130	1.130
6	1.130	1.130	1.130	1.130
7	1.130	1.130	1.130	1.130
8	1.130	1.130	1.130	1.130
9	1.130	1.130	1.130	1.130
10	1.130	1.130	1.130	1.130

CUADRO DE ESTIMACIONES DE LA CUARTA SECCION DE LA DONA DE RIGOO C. NUEVO DELTA

SECCION	VALOR	VALOR	VALOR	VALOR
1	1.130	1.130	1.130	1.130
2	1.130	1.130	1.130	1.130
3	1.130	1.130	1.130	1.130
4	1.130	1.130	1.130	1.130
5	1.130	1.130	1.130	1.130
6	1.130	1.130	1.130	1.130
7	1.130	1.130	1.130	1.130
8	1.130	1.130	1.130	1.130
9	1.130	1.130	1.130	1.130
10	1.130	1.130	1.130	1.130

NOTAS

1. Este plano fue levantado en el mes de Agosto de 1924.

2. El terreno que se muestra en este plano pertenece a la Dona de Rigoo C. Nuevo Delta.

3. Este plano fue levantado por el Sr. [Nombre].

4. Este plano fue levantado en el mes de Agosto de 1924.

5. Este plano fue levantado en el mes de Agosto de 1924.

NOTAS

6. Este plano fue levantado en el mes de Agosto de 1924.

7. Este plano fue levantado en el mes de Agosto de 1924.

8. Este plano fue levantado en el mes de Agosto de 1924.

9. Este plano fue levantado en el mes de Agosto de 1924.

10. Este plano fue levantado en el mes de Agosto de 1924.

NOTAS

11. Este plano fue levantado en el mes de Agosto de 1924.

12. Este plano fue levantado en el mes de Agosto de 1924.

13. Este plano fue levantado en el mes de Agosto de 1924.

14. Este plano fue levantado en el mes de Agosto de 1924.

15. Este plano fue levantado en el mes de Agosto de 1924.

NOTAS

16. Este plano fue levantado en el mes de Agosto de 1924.

17. Este plano fue levantado en el mes de Agosto de 1924.

18. Este plano fue levantado en el mes de Agosto de 1924.

19. Este plano fue levantado en el mes de Agosto de 1924.

20. Este plano fue levantado en el mes de Agosto de 1924.

NOTAS

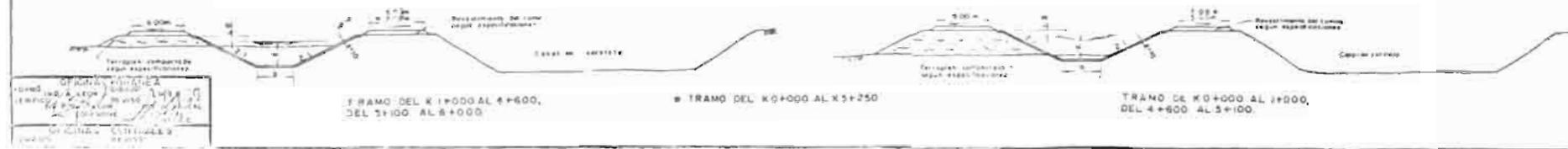
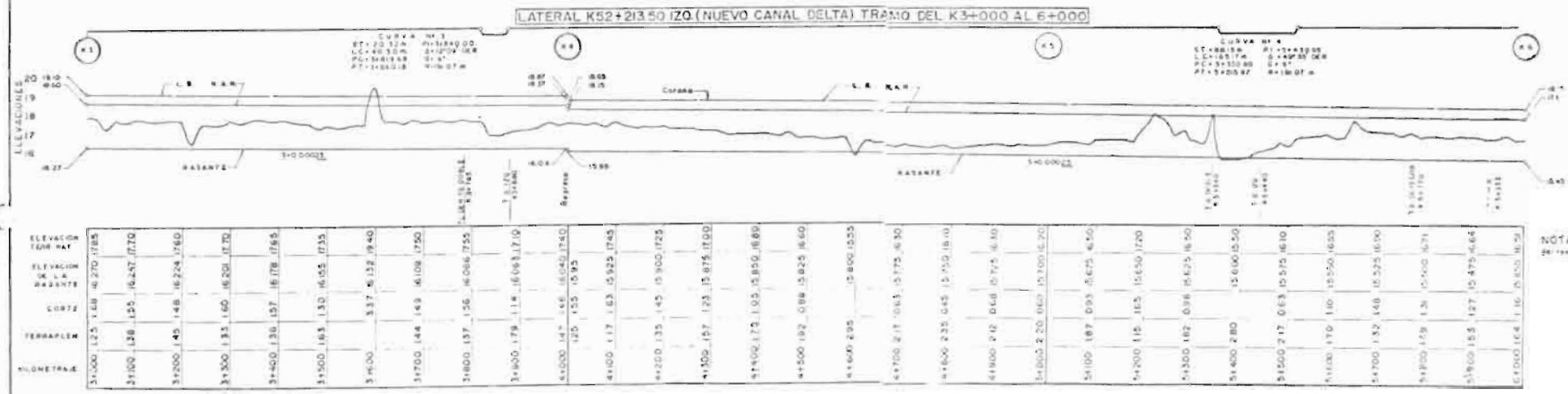
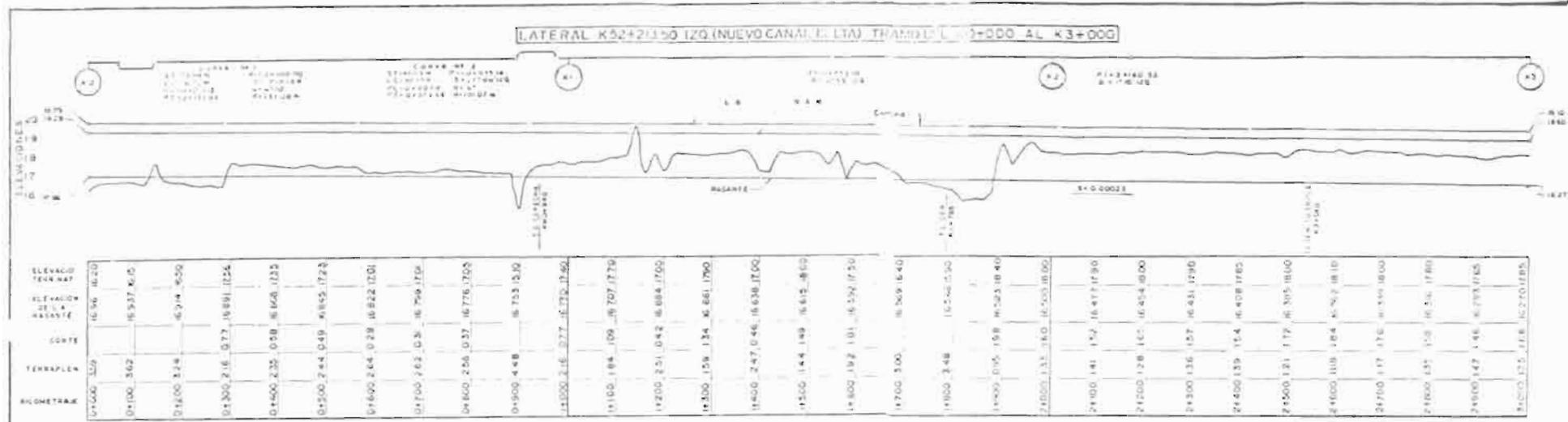
21. Este plano fue levantado en el mes de Agosto de 1924.

22. Este plano fue levantado en el mes de Agosto de 1924.

23. Este plano fue levantado en el mes de Agosto de 1924.

24. Este plano fue levantado en el mes de Agosto de 1924.

25. Este plano fue levantado en el mes de Agosto de 1924.



DATOS HIDRAULICOS DEL K3+000 AL K3+000

ESTACION	K3+000
TIPO DE SECCION	TRAZADO
TIPO DE TERRENO	PLANO
TIPO DE VEGETACION	SIN VEGETACION
TIPO DE SUELO	TIPO DE SUELO

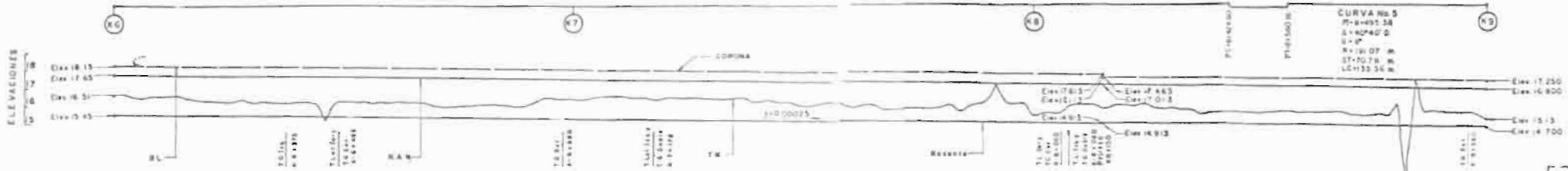
DATOS HIDRAULICOS DEL K3+000 AL K6+000

ESTACION	K3+000
TIPO DE SECCION	TRAZADO
TIPO DE TERRENO	PLANO
TIPO DE VEGETACION	SIN VEGETACION
TIPO DE SUELO	TIPO DE SUELO

NOTAS - Estaciones y elevaciones en metros sobre el nivel del mar. El levantamiento con el que se elaboró este proyecto.

SECRETARIA DE RECURSOS HIDRAULICOS
 DIRECCION GENERAL DE RECURSOS HIDRAULICOS
 DIRECCION DE PROYECTOS Y CONTROL DE OBRAS
 PLAN DE PROYECTO Y CONTROL DE OBRAS
 PLAN DE PROYECTO Y CONTROL DE OBRAS
 PLAN DE PROYECTO Y CONTROL DE OBRAS

LATERAL N-52+213.50 IZQ (NUEVO CANAL DELTA) - TRAMO DEL K+000 AL K+9+000



KILOMETRAJ	ELEVACION T N	ELEVACION BASANTE	CORTE	TERRAPLEN
0+000	15.44	15.450	0.010	0.000
100	15.46	15.465	0.005	0.000
200	15.47	15.475	0.005	0.000
300	15.48	15.485	0.005	0.000
400	15.49	15.495	0.005	0.000
500	15.50	15.505	0.005	0.000
600	15.51	15.515	0.005	0.000
700	15.52	15.525	0.005	0.000
800	15.53	15.535	0.005	0.000
900	15.54	15.545	0.005	0.000
1000	15.55	15.555	0.005	0.000
1100	15.56	15.565	0.005	0.000
1200	15.57	15.575	0.005	0.000
1300	15.58	15.585	0.005	0.000
1400	15.59	15.595	0.005	0.000
1500	15.60	15.605	0.005	0.000
1600	15.61	15.615	0.005	0.000
1700	15.62	15.625	0.005	0.000
1800	15.63	15.635	0.005	0.000
1900	15.64	15.645	0.005	0.000
2000	15.65	15.655	0.005	0.000
2100	15.66	15.665	0.005	0.000
2200	15.67	15.675	0.005	0.000
2300	15.68	15.685	0.005	0.000
2400	15.69	15.695	0.005	0.000
2500	15.70	15.705	0.005	0.000
2600	15.71	15.715	0.005	0.000
2700	15.72	15.725	0.005	0.000
2800	15.73	15.735	0.005	0.000
2900	15.74	15.745	0.005	0.000
3000	15.75	15.755	0.005	0.000
3100	15.76	15.765	0.005	0.000
3200	15.77	15.775	0.005	0.000
3300	15.78	15.785	0.005	0.000
3400	15.79	15.795	0.005	0.000
3500	15.80	15.805	0.005	0.000
3600	15.81	15.815	0.005	0.000
3700	15.82	15.825	0.005	0.000
3800	15.83	15.835	0.005	0.000
3900	15.84	15.845	0.005	0.000
4000	15.85	15.855	0.005	0.000
4100	15.86	15.865	0.005	0.000
4200	15.87	15.875	0.005	0.000
4300	15.88	15.885	0.005	0.000
4400	15.89	15.895	0.005	0.000
4500	15.90	15.905	0.005	0.000
4600	15.91	15.915	0.005	0.000
4700	15.92	15.925	0.005	0.000
4800	15.93	15.935	0.005	0.000
4900	15.94	15.945	0.005	0.000
5000	15.95	15.955	0.005	0.000
5100	15.96	15.965	0.005	0.000
5200	15.97	15.975	0.005	0.000
5300	15.98	15.985	0.005	0.000
5400	15.99	15.995	0.005	0.000
5500	16.00	16.005	0.005	0.000
5600	16.01	16.015	0.005	0.000
5700	16.02	16.025	0.005	0.000
5800	16.03	16.035	0.005	0.000
5900	16.04	16.045	0.005	0.000
6000	16.05	16.055	0.005	0.000
6100	16.06	16.065	0.005	0.000
6200	16.07	16.075	0.005	0.000
6300	16.08	16.085	0.005	0.000
6400	16.09	16.095	0.005	0.000
6500	16.10	16.105	0.005	0.000
6600	16.11	16.115	0.005	0.000
6700	16.12	16.125	0.005	0.000
6800	16.13	16.135	0.005	0.000
6900	16.14	16.145	0.005	0.000
7000	16.15	16.155	0.005	0.000
7100	16.16	16.165	0.005	0.000
7200	16.17	16.175	0.005	0.000
7300	16.18	16.185	0.005	0.000
7400	16.19	16.195	0.005	0.000
7500	16.20	16.205	0.005	0.000
7600	16.21	16.215	0.005	0.000
7700	16.22	16.225	0.005	0.000
7800	16.23	16.235	0.005	0.000
7900	16.24	16.245	0.005	0.000
8000	16.25	16.255	0.005	0.000
8100	16.26	16.265	0.005	0.000
8200	16.27	16.275	0.005	0.000
8300	16.28	16.285	0.005	0.000
8400	16.29	16.295	0.005	0.000
8500	16.30	16.305	0.005	0.000
8600	16.31	16.315	0.005	0.000
8700	16.32	16.325	0.005	0.000
8800	16.33	16.335	0.005	0.000
8900	16.34	16.345	0.005	0.000
9000	16.35	16.355	0.005	0.000
9100	16.36	16.365	0.005	0.000
9200	16.37	16.375	0.005	0.000
9300	16.38	16.385	0.005	0.000
9400	16.39	16.395	0.005	0.000
9500	16.40	16.405	0.005	0.000
9600	16.41	16.415	0.005	0.000
9700	16.42	16.425	0.005	0.000
9800	16.43	16.435	0.005	0.000
9900	16.44	16.445	0.005	0.000
10000	16.45	16.455	0.005	0.000

DATOS HIDRAULICOS
SECCION 6+000AL 6+100

Q = 22.81 m³/s
V = 1.20 m/s
R = 0.25 m
S = 0.0025
A = 16.77 m²
P = 12.70 m

DATOS HIDRAULICOS
SECCION 7+000AL 7+100

Q = 19.81 m³/s
V = 1.20 m/s
R = 0.25 m
S = 0.0025
A = 16.77 m²
P = 12.70 m

DATOS HIDRAULICOS
SECCION 8+000AL 8+100

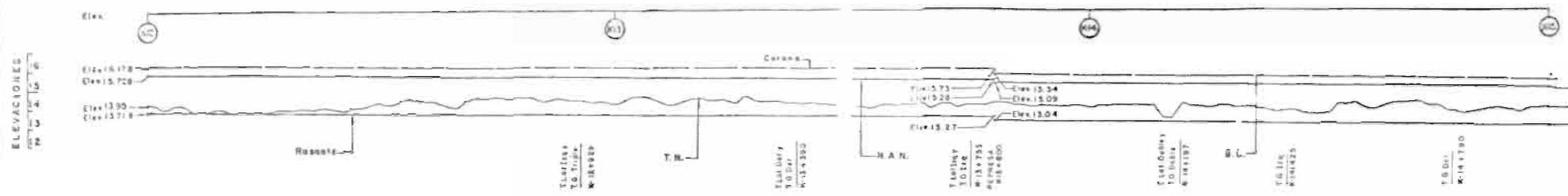
Q = 16.81 m³/s
V = 1.20 m/s
R = 0.25 m
S = 0.0025
A = 16.77 m²
P = 12.70 m

LATERAL K-52+213.50 IZQ (NUEVO CANAL DELTA) - TRAMO DEL K+9+000 AL K+12+000



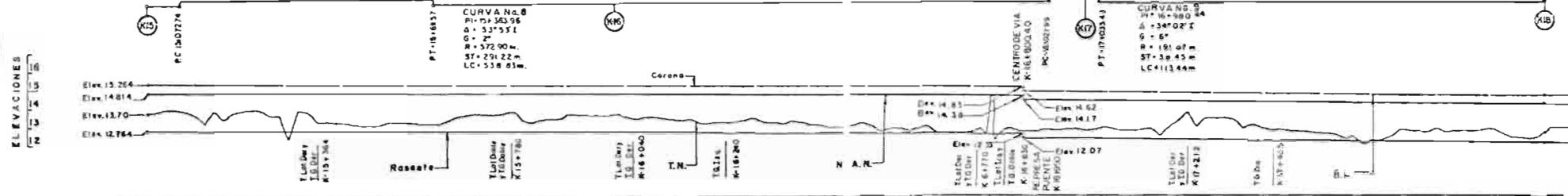
KILOMETRAJ	ELEVACION T N	ELEVACION BASANTE	CORTE	TERRAPLEN
9+000	13.70	13.700	0.000	0.000
9100	13.71	13.710	0.000	0.000
9200	13.72	13.720	0.000	0.000
9300	13.73	13.730	0.000	0.000
9400	13.74	13.740	0.000	0.000
9500	13.75	13.750	0.000	0.000
9600	13.76	13.760	0.000	0.000
9700	13.77	13.770	0.000	0.000
9800	13.78	13.780	0.000	0.000
9900	13.79	13.790	0.000	0.000
10000	13.80	13.800	0.000	0.000
10100	13.81	13.810	0.000	0.000
10200	13.82	13.820	0.000	0.000
10300	13.83	13.830	0.000	0.000
10400	13.84	13.840	0.000	0.000
10500	13.85	13.850	0.000	0.000
10600	13.86	13.860	0.000	0.000
10700	13.87	13.870	0.000	0.000
10800	13.88	13.880	0.000	0.000
10900	13.89	13.890	0.000	0.000
11000	13.90	13.900	0.000	0.000
11100	13.91	13.910	0.000	0.000
11200	13.92	13.920	0.000	0.000
11300	13.93	13.930	0.000	0.000
11400	13.94	13.940	0.000	0.000
11500	13.95	13.950	0.000	0.000
11600	13.96	13.960	0.000	0.000
11700	13.97	13.970	0.000	0.000
11800	13.98	13.980	0.000	0.000
11900	13.99	13.990	0.000	0.000
12000	14.00	14.000	0.000	0.000
12100	14.01	14.010	0.000	0.000
12200	14.02	14.020	0.000	0.000
12300	14.03	14.030	0.000	0.000
12400	14.04	14.040	0.000	0.000
12500	14.05	14.050	0.000	0.000
12600	14.06	14.060	0.000	0.000
12700	14.07	14.070	0.000	0.000
12800	14.08	14.080	0.000	0.000
12900	14.09	14.090	0.000	0.000
13000	14.10	14.100	0.000	0.000
13100	14.11	14.110	0.000	0.000
13200	14.12	14.120	0.000	0.000
13300	14.13	14.130	0.000	0.000
13400	14.14	14.140	0.000	0.000
13500	14.15	14.150	0.000	0.000
13600	14.16	14.160	0.000	0.000
13700	14.17	14.170	0.000	0.000
13800	14.18	14.180	0.000	0.000
13900	14.19	14.190	0.000	0.000
14000	14.20	14.200	0.000	0.000
14100	14.21	14.210	0.000	0.000
14200	14.22	14.220	0.000	0.000
14300	14.23	14.230	0.000	0.000
14400	14.24	14.240	0.000	0.000
14500	14.25	14.250	0.000	0.000
14600	14.26	14.260	0.000	0.000
14700	14.27	14.270	0.000	0.000
14800	14.28	14.280	0.000	0.000
14900	14.29	14.290	0.000	0.000
15000	14.30	14.300	0.000	0.000
15100	14.31	14.310	0.000	0.000
15200	14.32	14.320	0.000	0.000
15300	14.33	14.330	0.000	0.000
15400	14.34	14.340	0.000	0.000
15500	14.35	14.350	0.000	0.000
15600	14.36	14.360	0.000	0.000
15700	14.37	14.370	0.000	0.000
15800	14.38	14.380	0.000	0.000
15900	14.39	14.390	0.000	0.000
16000	14.40	14.400	0.000	0.000
16100	14.41	14.410	0.000	0.000
16200	14.42	14.420	0.000	0.000
16300	14.43	14.430	0.000	0.000
16400	14.44	14.440	0.000	0.000
16500	14.45	14.450	0.000	0.000
16600	14.46	14.460	0.000	0.000
16700	14.47	14.470	0.000	0.000
16800	14.48	14.480	0.000	0.000
16900	14.49	14.490	0.000	0.000
17000	14.50	14.500	0.000	0.000
17100	14.51	14.510	0.000	0.000
17200	14.52	14.520	0.000	0.000
17300	14.53	14.530	0.000	0.000
17400	14.54	14.540	0.000	0.000
17500	14.55	14.550	0.000	0.000
17600	14.56	14.560	0.000	0.000
17700	14.57	14.570	0.000	0.000
17800	14.58	14.580	0.000	0.000
17900	14.59	14.590	0.000	0.000
18000	14.60	14.600	0.000	0.000
18100	14.61	14.610	0.000	0.000
18200	14.62	14.620	0.000	0.000
18300	14.63	14.630	0.000	0.000
18400	14.64	14.640	0.000	0.000
18500	14.65	14.650	0.000	0.000
18600	14.66	14.660	0.000	0.000
18700	14.67	14.670	0.000	0.000
18800	14.68	14.680	0.000	0.000
18900	14.69	14.690	0.000	0.000
19000	14.70	14.700	0.000	0.000
19100	14.71	14.710	0.000	0.000
19200	14.72	14.720	0.000	0.000
19300	1			

LATERAL K-52 F-213 50 IZQ (NUEVO CANAL DELTA) - TRAMO DEL K+000 AL K+15+000



KILOMETRAJE	ELEVACION T.N.	ELEVACION RASANTE	CORTE	TERRAPLEN
0+000	13.70	13.70	0.00	0.00
100	13.60	13.60	0.00	0.00
200	13.60	13.60	0.00	0.00
300	13.78	13.78	0.00	0.00
400	13.80	13.80	0.00	0.00
500	13.95	13.95	0.00	0.00
600	14.22	14.22	0.00	0.00
700	14.31	14.31	0.00	0.00
800	14.39	14.39	0.00	0.00
900	14.20	14.20	0.00	0.00
1000	14.10	14.10	0.00	0.00
1100	13.97	13.97	0.00	0.00
1200	13.88	13.88	0.00	0.00
1300	13.80	13.80	0.00	0.00
1400	13.68	13.68	0.00	0.00
1500	13.50	13.50	0.00	0.00
1600	13.38	13.38	0.00	0.00
1700	13.20	13.20	0.00	0.00
1800	13.00	13.00	0.00	0.00
1900	12.80	12.80	0.00	0.00
2000	12.60	12.60	0.00	0.00
2100	12.40	12.40	0.00	0.00
2200	12.20	12.20	0.00	0.00
2300	12.00	12.00	0.00	0.00
2400	11.80	11.80	0.00	0.00
2500	11.60	11.60	0.00	0.00
2600	11.40	11.40	0.00	0.00
2700	11.20	11.20	0.00	0.00
2800	11.00	11.00	0.00	0.00
2900	10.80	10.80	0.00	0.00
3000	10.60	10.60	0.00	0.00

LATERAL K-52 F-213 50 IZQ (NUEVO CANAL DELTA) - TRAMO DEL K+15+000 AL K+18+000



KILOMETRAJE	ELEVACION T.N.	ELEVACION RASANTE	CORTE	TERRAPLEN
15+000	13.70	13.70	0.00	0.00
1600	13.60	13.60	0.00	0.00
1700	13.80	13.80	0.00	0.00
1800	13.95	13.95	0.00	0.00
1900	14.22	14.22	0.00	0.00
2000	14.31	14.31	0.00	0.00
2100	14.39	14.39	0.00	0.00
2200	14.20	14.20	0.00	0.00
2300	14.10	14.10	0.00	0.00
2400	13.97	13.97	0.00	0.00
2500	13.88	13.88	0.00	0.00
2600	13.80	13.80	0.00	0.00
2700	13.68	13.68	0.00	0.00
2800	13.50	13.50	0.00	0.00
2900	13.38	13.38	0.00	0.00
3000	13.20	13.20	0.00	0.00
3100	13.00	13.00	0.00	0.00
3200	12.80	12.80	0.00	0.00
3300	12.60	12.60	0.00	0.00
3400	12.40	12.40	0.00	0.00
3500	12.20	12.20	0.00	0.00
3600	12.00	12.00	0.00	0.00
3700	11.80	11.80	0.00	0.00
3800	11.60	11.60	0.00	0.00
3900	11.40	11.40	0.00	0.00
4000	11.20	11.20	0.00	0.00
4100	11.00	11.00	0.00	0.00
4200	10.80	10.80	0.00	0.00
4300	10.60	10.60	0.00	0.00
4400	10.40	10.40	0.00	0.00
4500	10.20	10.20	0.00	0.00
4600	10.00	10.00	0.00	0.00
4700	9.80	9.80	0.00	0.00
4800	9.60	9.60	0.00	0.00
4900	9.40	9.40	0.00	0.00
5000	9.20	9.20	0.00	0.00
5100	9.00	9.00	0.00	0.00
5200	8.80	8.80	0.00	0.00
5300	8.60	8.60	0.00	0.00
5400	8.40	8.40	0.00	0.00
5500	8.20	8.20	0.00	0.00
5600	8.00	8.00	0.00	0.00
5700	7.80	7.80	0.00	0.00
5800	7.60	7.60	0.00	0.00
5900	7.40	7.40	0.00	0.00
6000	7.20	7.20	0.00	0.00

DATOS HIDRAULICOS DEL M+000 AL M+0500

DATOS HIDRAULICOS DEL M+0500 AL M+1000

DATOS HIDRAULICOS DEL M+1000 AL M+1500

DATOS HIDRAULICOS DEL M+1500 AL M+2000

DATOS HIDRAULICOS DEL M+2000 AL M+2500

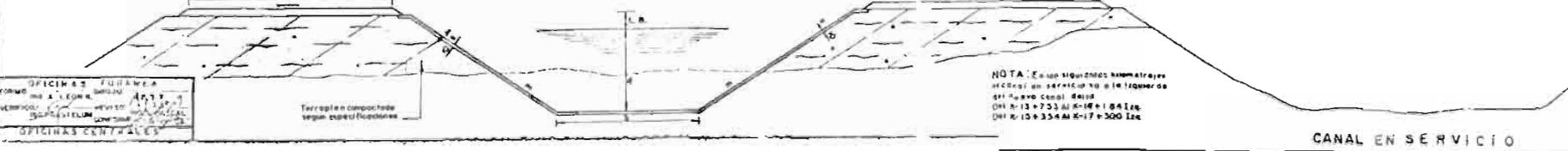
DATOS HIDRAULICOS DEL M+2500 AL M+3000

DATOS HIDRAULICOS DEL M+3000 AL M+3500

DATOS HIDRAULICOS DEL M+3500 AL M+4000

DATOS HIDRAULICOS DEL M+4000 AL M+4500

DATOS HIDRAULICOS DEL M+4500 AL M+5000



NOTA: En los siguientes kilometros, se indica el servicio que se le requiere al canal. Ejemplo: OMI K+13+753 AL K+14+18416 OMI K+13+354 AL K+17+500 Iza

CANAL EN SERVICIO

SECRETARIA DE RECURSOS HIDRAULICOS
ORGANIZACION Y CONTROL DE RIOS
Ejecución de proyectos de obras de infraestructura
Control de obras de infraestructura de rios
SECTOR DE OBRAS DE INFRAESTRUCTURA
LATERAL F-213 50 IZQUIERDA DELTA
PLANTA PERFIL Y PROYECTO
TRAMO DEL K+000 AL K+5000

CONFORME: JEFE DEL OPTO. EL DIRECTOR CONSULTIVO TECNICO
ING EN JEFE ANEXO Y SECRETARIA

MEXICALTIC, C. S. DE C. V.
NOV 26 1984

3003-R-5260

OFICINAS CENTRALES
COMANDO EN JEFE FUERZA ARMADA
MEXICALTIC, C. S. DE C. V.
OFICINAS CENTRALES

ESTUDIOS SOCIOECONOMICOS

Los ejidos que se localizan en la zona del Riego del Nuevo Canal Delta se encuentran a un promedio de 50 Km de la Ciudad de Mexicali, Capital del Estado de Baja California, y son los siguientes: Ejido Tlaxcala, Ejido Saltillo, Ejido Guerrero, Ejido Nuevo León, Ejido Pátzcuaro y Estación Delta.

De todos estos el más importante es el Ejido Nuevo León pues es el que tiene mayor población, mejores medios de comunicación, más centros educacionales y un centro de bienestar social.

Por lo que respecta a la composición de la población, se observa que la de la zona de riego se cataloga como rural, pues la mayoría de esta población se dedica principalmente a las actividades agrícolas, con atención preferente al cultivo del algodón, trigo y alfalfa. Todos estos ejidos se pueden clasificar como rurales, ya que el 77.5% de su población total dedica su fuerza de trabajo a las actividades primarias.

Los habitantes que viven en la zona de riego de este proyecto practican actualmente una agricultura con notables adelantos técnicos pero con grandes deficiencias de riego.

En general, la economía agrícola regional ha tenido un comportamiento poco satisfactorio en los últimos años. El valor de la producción del Valle de Mexicali-San Luis Río Colorado, principalmente agropecuario de la región, ha sido inferior con respecto a otros años, esto es debido a un descenso en la cosecha algodonera, a la reducción en el cultivo del trigo y a la baja en el rendimiento del cártamo. Ha venido a compensar parcialmente la situación anterior el incremento sostenido en la producción de alfalfa, que-

tuvo la virtud adicional de diversificar los cultivos del valle.

La incierta situación algodonera y la dependencia económica - de los agricultores del Valle de Mexicali-San Luis Río Colorado -- para la efacción de sus cultivos, ha ocasionado que se amplie la-- superficie sembrada durante el ciclo invernal. De los cultivos --- invernales, el cártamo es el que ha registrado mayor crecimiento,- aumentando su superficie de 8692 Hs. en 1968 a 29033 en 1969.

Además de contar actualmente, con el respaldo de un precio de garantía de \$ 1500 la tonelada, el cultivo de cártamo se ha visto- favorecido por un amplio apoyo crediticio.

La alta refacción para la oleaginosa ha llevado a numerosos-- agricultores a sustituir el trigo por el cártamo.

Desgraciadamente, la falta de experiencia, los riesgos inopor- tunos y las plagas afectaron el rendimiento de la oleaginosa. No - obstante el aumento en la producción, el rendimiento promedio de - cártamo bajó de 1.6 en 1969 a 1.2 en 1970 toneladas por Ha.

Por tres años consecutivos, la producción algodonera del Va-- lle de Mexicali-San Luis Río Colorado ha descendido. El año ante-- rior se obtuvo el despepite más bajo desde hace veinte años y el - rendimiento más pequeño de los últimos once. Además la calidad y - el predio de la fibra resultaron inferiores.

Desde la iniciación del ciclo algodonero 1969-70 se suscitaron dificultades. Con el fin de elevar sus ingresos, los agricultores- se manifestaron a favor de un "contrato tipo" para la refacción -- del cultivo. Ante la inconformidad campesina, la relativamente --- incierta posición del gobierno y los bajos precios de la fibra, - los industriales del algodón suspendieron suministraciones de cré- dito.

El año anterior se redujo el programa de siembra en un 16.2% aproximadamente, y la superficie que se destinó al cultivo del algodón en el Valle de Mexicali-San Luis Río Colorado fué la más-pequeña en 21 años.

Otros factores que han propiciado el descenso de la producción algodonera fueron el gusano rosado y el excesivo calor que se registra en los meses de julio y agosto. El gusano rosado ha mermado la cantidad y calidad tanto de la fibra como de la semilla de algodón, y además debido a las erogaciones para combatirlo eleva los costos de producción remplazando en parte al algodón, - el cultivo de alfalfa continuó su rápida expansión.

La superficie cultivada se incrementó, a pesar de que grandes áreas recientemente sembradas no entran en plena producción, - la cosecha de 1969 se estimó superior a las 100 000 toneladas.

Es de esperarse que al funcionar todas las obras para la rehabilitación del Valle de Mexicali, se mejorará la productividad agrícola, principalmente el cultivo del algodón y del trigo, - con esto se logrará la finalidad que se pretende, o sea la de elevar el nivel de vida de los agricultores que se encuentran radicados en el Valle de Mexicali.

Las características de alimentación que prevalecen en el sitio se consideran aceptables pues el 80% de la población consume; leche, trigo, carne y huevos.

En lo que se refiere al vestido y al calzado se puede decir que la mayor parte de la población de la localidad usa ropa fabricada en los Estados Unidos, esto es debido a que la ropa que se vende en el Estado de Baja California es americana en un 80%, se-

puede considerar que toda la población usa zapatos. El tipo de --- habitación que existe en la localidad cabe asentar que un 70% son--- chozas de palma y el resto son de adobe o piedra con techo de la--- drillo sobre vigas de madera. En el aspecto educacional, el analfa--- betismo ha sido combatido con eficacia, pues se estima que un 75%--- de la población sabe leer y escribir, todos los poblados que se --- beneficiarán cuentan con escuelas primarias de tipo rural que sa--- tisfacen las necesidades de la población. El Ejido Nuevo León es --- el que se encuentra en mejores condiciones, ya que tiene varias --- escuelas primarias, existen también dos secundarias, un bachillera--- to y una profesional. En lo relativo a salubridad, puede decirse --- que, dado lo reducido de los poblados, en la actualidad no cuentan con los servicios de agua potable, drenaje, ni alcantarillado, en--- el Ejido Nuevo León existe un Centro del Seguro Social para toda--- esa región.

En cuanto a las comunicaciones, las principales vías terres--- tres que fluyen a la zona de riego es la carretera Mexicali-Bata--- quez y el ferrocarril Sonora-Baja California, de manera que la --- producción que se obtenga tendrá fácil acceso a los mercados pro--- bables.

En todos estos ejidos se cuenta con energía eléctrica y en el ejido Nuevo León se cuenta con correo y teléfono, en la Estación--- Delta hay telégrafo.

METODO DE CONSTRUCCION

La construcción de la obra consta de 5 fases principales que--- son:

TERRACERIAS, REVESTIMIENTO DEL CANAL, ESTRUCTURAS, REVESTI---
MIENTO DE CAMINOS Y DRENES, éstas a su vez se dividen en las si---
guientes:

TERRACERIAS	Desmante, desenraice, desyerbe y limpia Excavación de la cubeta Construcción de los bordos del canal Compactaciones Afine del canal
REVESTIMIENTO DEL CANAL	Producción y acarreo de agregados para concreto Fabricación y acarreo de concreto Colocación del concreto Sello en juntas de construcción
ESTRUCTURAS	
REVESTIMIENTO DE CAMINOS	Tendido de la grava Compactación
DRENES	

La primera fase o sea TERRACERIAS se iniciará su descripción-
siguiendo la secuencia antes citada:

DESMONTE, DESENRAICE, DESYERBE Y LIMPIA

La composición del terreno del Nuevo Canal Delta es de limo,-
arcilla de baja plasticidad, arcilla de alta plasticidad, arena, -
arena limosa, arena arcillosa y limo arcilloso; la vegetación en -
la zona de riego del canal es escasa y sólo existen chaparrales y-
arbustos pequeños en dicha zona, debido a esto el tractor D-8 fué-
la máquina adecuada para el desmante ya que no hay hoyancos, zan-
jas, lomas muy pronunciadas o rocas lo cual dificultaría en parte-

la remoción de la vegetación pues ésta se enterraría en los hoyos. Las enredaderas, matorrales y árboles pequeños fueron removidos -- por el tractor con la cuchilla en contacto superficial con el --- terreno, de esta manera desenraizó y quebró algunos troncos pequeños y dobló los demás pero bastó otra pasada del tractor para quitarlos, previamente a esto se regó el terreno pues las condiciones húmedas favorecen el desenraice.

En ocasiones fué necesario hacer uso de uno ó dos peones para que cortasen y recogieran los arbustos separados que de no ser así se hubiera requerido otro paso del tractor.

Una vez que se quitaron los arbustos los cuales salieron con todo y raíz, se procedió enseguida a amontonarlos para poder quemarlos, hubo veces que para esto se utilizó el mismo tractor cuando eran bastantes los arbustos, se tuvo cuidado con la tierra en las maniobras del tractor para no tirarla en materiales nuevos y -- apagara partes que ya estaban ardiendo, se solucionó manteniendo -- la cuchilla a a suficiente altura para que no excavara y se le dió a la vegetación y al lodo la oportunidad de secarse antes de ---- acarrearlos.

En otras ocasiones cuando no era mucha la vegetación se utilizaban dos personas para cortar y llevar los matorrales con el fin de mantener el fuego ardiendo vivamente. Se utilizaron como ayuda para empezar el fuego las llantas viejas pués representan un material excelente, sobre ellas se pueden amontonar los matorrales preparados tan pronto como comenzaron las llantas a arder, muchas --- veces la vegetación se encontraba húmeda y era preferible quemarla con ayuda de combustibles.

Es necesario decir que el desmonte siempre es el primer paso en cualquier obra grande de Ingeniería, el desmonte debe hacerse lo más rápidamente pues así las máquinas quedan libres y se pueden usar en alguna otra parte del tramo, aunque a veces cuando se trata de una carretera, un ferrocarril o alguna otra obra que comprenda varios kilómetros es más conveniente desmontar un tramo y luego regresar las máquinas para poderlas usar en alguna otra parte de las terracerías, hay también ocasiones que cuando se cuenta con máquinas suficientes se puede llevar a cabo el desmonte en su totalidad y la maquinaria que se ocupó para hacerlo se puede trasladar a otra obra que tenga la compañía constructora y si la maquinaria es alquilada se evita el seguir pagando renta; pero en todos estos casos debe entrar el criterio del Ingeniero Superintendente el cual tiene a su cargo la obra.

El criterio que se siguió en el Nuevo Canal Delta fué el de ir avanzando las terracerías casi simultáneamente junto con el desmonte pues así lo exigía el terreno y la vegetación que se encontraba estaba muy aislada una de otra pues casi por lo general el Valle de Mexicali es desértico; y de esta manera la maquinaria podía usarse en otras actividades de terracerías.

EXCAVACION DE LA CUBETA

Se principiará haciendo la descripción de las estacas de trazo. Las primeras estacas que se pusieron en la obra fueron las de la línea central, en las que se marcó la profundidad del corte o la altura del terraplén y las estacas de talud o ceras que marcan los límites exteriores del área que se desmontó, limpió y conformó. Las estacas de talud se colocaron donde los taludes exteriores

de los cortes o de los terraplenes cortaban la sección transversal del terreno original, generalmente a intervalos de 20 metros.

Las estacas de talud por lo general se colocaron mediante un nivel y una cinta de acero. Son las primeras marcas que necesitaban los operarios y marcaban los límites en que se iba a comenzar la construcción de los bordos.

Se dá el nombre de excavación de la cubeta cuando hay un volumen de corte para llegar a la rasante o sea la plantilla del canal, generalmente para esta actividad se usaron motoescrapas cuando era un volumen considerable el que había que excavar, cuando era pequeño ese volumen un tractor D-8 fué el indicado para hacerlo.

En la mayor parte de la excavación de la cubeta se usaron motoescrapas de 14 y d^3 (10 M3 aproximadamente) de dos motores diesel empujadas por un tractor D-8 de 35 ton, de orugas. Para empujar a la escropa, al tractor D-8 se le adaptó una placa en la cuchilla la cual hacía contacto en un tope de acero que sobresalía en la parte trasera de la escropa (véase la Fig. 1)

El tractor D-8 se llevaba hasta que quedaba detrás de la escropa, en baja velocidad aunque algunos operadores lo podían hacer en segunda, y se ponía en contacto con su tope en la forma más suave que fuera posible. La escropa, en baja velocidad, aplicaba toda la potencia que podía sin que patinasen las ruedas ni que se separara el tractor empujador, éste se hacía caminar tan aprisa como fuera posible, sin que se acuchillara la escropa, ni que se torciera hacia los lados ninguna unidad, el tractor debía estar



Fig. 1
Tractor D-8 empujando una motoes-
crepa en la excavación de la cu-
beta

bien centrado y no debía tener inclinación pues se corría el peli-
gro de cortar una llanta de la escrepa. La mayor parte del empuje-
se hacía en baja velocidad, debido a que era importante que camina-
se en línea recta durante la pasada.

Para la excavación de la cubeta se utilizaron 3 escrepas y un
tractor D-8, para esto se partió de la siguiente base:

$$\text{Escrepas por tractor empujador} = \frac{\text{Duración del ciclo de la escrepa}}{\text{Duración del ciclo del empujador}}$$

Suponiendo que el ciclo de la escrepa durara 5 minutos y el -
ciclo del empujador 2 minutos, el tractor empujador podía cargar -
2.5 escrepas. Las condiciones del terreno eran en la mayor parte -
favorables y la habilidad de los operadores favorecieron para redu-
cir el ciclo en ciertos tramos del canal y en ciertas ocasiones el

ciclo de la escrepa fué de 300 seg y el del tractor de 100 con lo cual se logró la máxima eficiencia en ambos; pero hubo también --- otros tramos en que el ciclo de las escrepas era más de 300 segundos y entonces se tenían tiempos perdidos, esto sucedía cuando el producto de la excavación no servía para hacer el terraplén y entonces el material de desperdicio se tenía que llevar a varios metros fuera del canal y tirarlo en un sitio en que no fuera a perjudicar a los ejidatarios.

Es de suponerse que las escrepas no podían dejar bien afinado el talud y la plantilla del canal y como la afinación de dicho talud era un punto importante se dejaba un espesor de 50 cm el cual al llegar la máquina afinadora de taludes se quitaba y quedaba ya bien afinado y no se corría el riesgo de sobrecolocación de concreto.

CONSTRUCCION DE LOS BORDOS DEL CANAL

La maquinaria que se usó para la construcción de los bordos del canal fueron tres motoescrepas, una motoconformadora y equipo de compactación del cual se hablará posteriormente en el inciso de compactación.

El procedimiento que se siguió para construir los bordos fué el de comenzar a trabajar con las escrepas en un área que estuviera nivelada; lo cual el mismo terreno lo facilitaba, para que las motoescrepas pudieran caminar sobre ella, se construía el bordo en la misma forma que un terraplén es decir en capas delgadas, empezando en las orillas exteriores y en los lugares que estaban bajos, en ciertas ocasiones a estos lugares que estaban bajos se les daba una consolidación hidráulica cuando la clase de terreno lo ---

amertaba, dicha consolidación consistía en lo siguiente:

En una especie de cajón llamado "melga" el cual se adaptaba al tamaño que fuera necesario, se llenaba de agua dejándole un tirante aproximado de 50 cm y durante un período de cinco días.

El espesor con que se extendían las capas era de veinte cm pues era más fácilmente compactable una capa de este espesor que una más gruesa, cuando por algún motivo la capa era más gruesa se tenía que empujar el material con la motoconformadora, pues al salir de la motoescrepa el terraplén quedaba irregular.

El material que se usó en la formación de los bordos fué el obtenido en la excavación de la plantilla pero por lo general nunca fué suficiente y por lo tanto hubo necesidad de sacar material de préstamos laterales, este material era aflojado por un tractor D-7 y cargado y transportado por las motoescrepas.

COMPACTACIONES

El termino compactación se refiere al acto de aumentar artificialmente la densidad del terreno. En lo que intervienen la presión reciproca entre las partículas del suelo, y la expulsión de aire o agua de los espacios intermedios.

Las capas compactadas en los bordos del canal deberían estar al 90% de la prueba Proctor y para lograr esto se tenía que usar el equipo adecuado y sobre todo tener cuidado con la humedad.

El factor más crítico en la compactación de una tierra es su humedad ya que sólo puede ser completa y convenientemente compactada si contiene justamente la cantidad de agua correcta. Esta cantidad se llama humedad óptima. El agua debe ser suficiente para producir una lubricación que permita a los granos del suelo deslizarse

se entre sí, a medida que son empujados juntos; pero no tanta que forme un cojín incompresible entre cualquiera de ellos.

Un suelo muy húmedo la mayoría de las veces; bajo el peso del rodillo vibratorio, se vuelve como caucho, formando ondas adelante y a los lados, lo que se llama "encarpetarse".

Bajo presión, el suelo muy seco se puede volver suelto o polvososo, o puede ser firme pero no tan compacto como debe ser.

En el Nuevo Canal Delta los terraplenes o bordos se fueron compactando por capas de 20 cm; y se hicieron de la siguiente manera:

Una vez que la motoescropa vaciaba el material, el cual quedaba ya un poco compactado por la misma motoescropa, se emparejaba cuando fuese necesario con la motoconformadora y muchas veces se tenía que escarificar cuando tenía gruesos, en seguida con una pipa de agua se regaba el material tratando de que adquiriera su humedad óptima, en seguida se volvía a escarificar con la motoconformadora para que el material quedara bien revuelto y no hubiere partes secas y partes húmedas, después la misma motoconformadora emparejaba el material, en seguida a esta capa se la pasaba el rodillo vibratorio, cuya longitud era mayor que la anchura del tractor agrícola que lo arrastraba, de manera que éste no tenía que caminar muy a la orilla y así el rodillo vibratorio podía compactar ésta, esto era muy importante cuando los terraplenes eran altos.

Hay que aclarar que aún siendo una zona desértica donde se trabajó, nunca se tuvo problema con el abastecimiento del agua, pues ésta se tomaba del antiguo canal Delta, lo cual facilitaba mucho el avance en el trabajo.

La construcción del bordo no se hacía hasta la altura de proyecto, se dejaba un espesor que posteriormente lo llenaba el material que era producto del colchón de 50 cm de la plantilla y taludes y que era sacado por la afinadora.

Por lo regular el número de pasadas que se le daba a cada capa con el rodillo vibratorio eran 12 en promedio, aunque a veces se tenía que dar más pues así lo exigía la clase del material.

AFINE DEL CANAL

Desde un principio se le dió importancia a este concepto ya que un buen afine es la base de evitar sobrecolocación de concreto. Debido a la importancia de este concepto se estudiaron varios procedimientos para efectuarlo y se llegó a la solución de alquilar una máquina afinadora a una compañía americana especializada en este tipo de equipo, dicha máquina afinaba talud y plantilla -- dejando errores mínimos con respecto a las líneas de proyecto.

Descripción general de la Afinadora:

La DE-30 es una máquina versátil de alta capacidad la cual, como una unidad básica es capaz de excavar secciones completas de canales trapezoidales y de incorporar ajustes para conversión a diques rectangulares. Ambas operaciones son realizadas con precisión por un control automático muy exacto y que es exclusivo de la compañía en que se fabrican, también tiene un sistema de control de nivel, el cual es muy sensible y detecta cualquier diferencia con respecto a las líneas de proyecto. Es recomendable por su gran economía en cualquier proyecto de canal en comparación con los burdamente excavados con la maquinaria convencional.

Como un excavador de canales trapezoidales automático, el ---

DE-30 es capaz de excavar los dos taludes y la plantilla en un solo paso, produciendo una superficie exacta y controlada lista para recibir el recubrimiento de concreto. Proporciona un control exacto en el acabado el cual produce máximas economías en la cantidad de concreto requerido.

La unidad está compuesta de un tractor especial, ruedas de orugas, una rueda de cangilones, un formador de bordos, una rueda de transporte trasera, un cortador de taludes rotatorio llamado gusano y un transportador de banda de descarga del material.

El centro de articulación de las orugas y la rueda de transporte trasera habilitan a la máquina a maniobrar en una posición propia para excavación. Se auto-transporta fuera del canal y hace pequeños movimientos.

Se encuentra provista de una gamella orientadora bajo el formador de bordos y detrás de la rueda de cangilones. Esta gamella sirve para orientar la parte del fondo del canal de tal manera que las ruedas de orugas no quedan nunca volando fuera del tractor por una retracción de la rueda trasera de transporte.

El gusano corta el material de cada talud simultáneamente y lo deposita en la rueda de cangilones, que a su vez es la que va cortando el material de la plantilla y todo el material excavado es descargado aproximadamente a 9 metros de la línea central del canal hacia un lado. El gusano se puede acondicionar para cortar taludes con pendientes de 1:1, 1.25:1, 1.5:1 y 2:1.

También esta máquina se puede adaptar para afinar canales de sección rectangular de 1.30 m de plantilla y 2.5 m de profundidad.

Especificaciones:

Peso aproximado	34 ton	ancho máximo en el fondo	2.50 m
Capacidad	0.30 m ³ /hr	talud máximo	1:1
Velocidad operando	0.45 m/min	talud intermedio	1.25:1
Máxima profundidad del canal	2.00 m	talud mínimo	1.5:1
Ancho mínimo en el fondo	90 cm		

Como se dijo antes esta máquina se puede ajustar en varias de sus partes según la clase de canal, y para la afinación del "Nuevo Canal Delta" se tuvo que hacerlo y las nuevas especificaciones fueron:

Peso aproximado	28 ton	Ancho máximo en el fondo	2.00 m
Capacidad	0.30 m ³ /hr	talud	2:1
Velocidad operando	0.040m/min		
Máxima profundidad del canal	3.25 m		

Debido a estas reformas que se le hicieron a la máquina solamente pudo afinar un talud y una parte de la plantilla del canal.

Aciertos intervalos, lo más largos posibles y de acuerdo con las condiciones en que se desarrollaba la obra en cuestión se cambiaba de un bordo a otro el equipo de afine y el equipo de colocación de concreto, (de éste se hablará posteriormente en el revestimiento del canal) para completar la sección del canal, adelante de la afinadora a una distancia de 150 m aproximadamente iba una draga la cual sacaba el material que se tenía en la plantilla ya que las bandas de oruga que impulsaban a la afinadora para que avanzara y consecuentemente para que trabajara con un máximo de

eficacia, toleraban un desnivel máximo de 25 cm entre sí. (Véase Fig. 2



Fig. 2
Máquina afinadora, afinando talud y parte de la plantilla, obsérvese la draga adelante ayudando a quitar el colchón de material en la plantilla

El material extraído por la afinadora era depositado en la corona del bordo que va afinando, este material era suficiente para darle la altura de proyecto al bordo y también para hacer rampas en el bordo por medio de un tractor D-6 para que pudieran subir y bajar los camiones revoladora que transportaban el concreto para vaciarlo en el canal, esta última capa de material no era compactada con el rodillo vibratorio pues por dificultades de maniobra no podía hacerse, se juzgó conveniente solamente bandear y compactar este material con el mismo tractor D-6, la compactación aumentaba con el tránsito de los camiones revoladora los cuales pesaban aproximadamente 15 tons. Se programó que posteriormente

esta última capa se debía compactar en forma similar a las anteriores pero hasta que se fueran a revestir los caminos.

REVESTIMIENTO DEL CANAL

PRODUCCION Y ACARREO DE AGREGADOS PARA CONCRETO

La producción de agregados para concreto se hacía aproximadamente a 50 Km del centro de operaciones del Nuevo Canal Delta que se encontraba en el ejido Saltillo; el nombre del banco era Adolfo López Mateos.

La planta de trituración era estacionaria y trituraba gravas naturales del banco antes mencionado que contenía piedra de tamaño excesivo; o sea que ejecutaba la tarea de recibir un material grueso de tamaño variable y lo convertía en grava de dos tamaños diferentes; de 3/4" y de 1 1/2"

El equipo incluía una tolva en la que se vaciaba el material por medio de unidades de acarreo que eran cargadas por un cargador de orugas de 1 1/2 M3; 2 cribas para separar los fragmentos según su tamaño, antes y después de la trituración, 2 quebradoras para reducir el tamaño de las piedras más grandes, también tenía 3 tolvas en cada una de las 3 bandas transportadoras, dos de estas bandas llevaban la grava de 3/4", y de 1 1/2" y la otra llevaba el desperdicio o sea el material que era menor de 3/4", el material iba a descargar a las tolvas de descarga, las cuales se abrían y se cerraban manualmente cada una de estas tolvas las manejaba un peón, pues así se podía controlar la carga de los camiones de volteo que era de 5 M3

La unidad estaba protegida por una rejilla en la tolva, que evitaba que pasaran rocas muy grandes a las entradas de la quebradora primaria. La alimentación de la tolva de la quebradora prima-

ria. La alimentación de la tolva de la quebradora primaria era por gravedad.

El rendimiento de la trituradora en condiciones normales era de: $16 \text{ m}^3/\text{h}$ para la grava de $3/4"$ y $12 \text{ m}^3/\text{h}$ para la grava de $1 \ 1/2"$

Esta trituradora trabajaba 2 turnos de 8 horas cada uno, el material que se producía en el segundo turno se almacenaba ahí mismo (Véase Fig. 3)

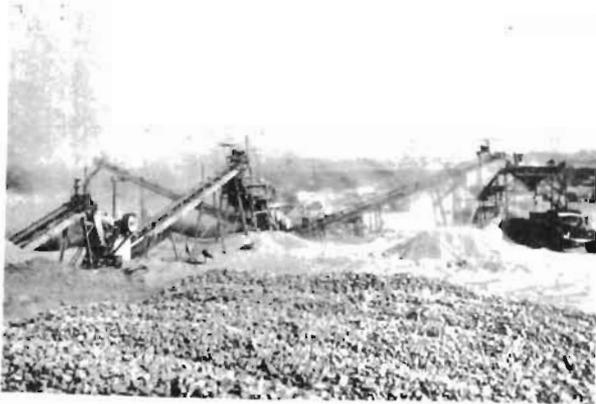


Fig. 3
Planta trituradora

El banco de arena se encontraba en esa misma área y de ahí se transportaba a la planta dosificadora.

El banco Adolfo López Mateos se encontraba localizado a 50 Km del ejido Saltillo, por la carretera a San Felipe, los agregados se transportaban en camiones de 5 M3, los cuales recorrían los primeros 5 Km por camino de terracería y los otros 45 Km por carretera.

FABRICACION Y ACARREO DE CONCRETO

Antes de empezar la fabricación del concreto se tenían que -- tomar ciertas precauciones como era la medición de la humedad de -- los agregados, el transporte de éstos siempre se hacía en el día-- y se almacenaba junto a la planta dosificadora, de tal manera que-- todo el día recibían sol y como el colado siempre se hacía en la -- tarde, en este tiempo perdían la poca humedad que traían, es decir que llevando este ciclo se podía mantener más o menos constante el contenido de humedad de los agregados, además se hacían determinaciones periódicas de porcentaje de humedad en los agregados. Constantemente se checaban también el tamaño de éstos.

La arena que era traída del banco siempre era lavada, en una lavadora de arena de un rendimiento aproximado de $8 \text{ m}^3/\text{h}$. (Véase - Fig. 4)

La planta donde se fabricaba el concreto era fija cuyas partes principales eran:

Una tolva cónica, un tanque de agua, una báscula, una mezcladora, un canal de descarga y las palancas de control. Constaba de 2 motores de 7 H.P., y la bomba para el agua era de 5 H.P., y su rendimiento era de $20 \text{ m}^3/\text{h}$.

En la tolva cónica se vaciaba primeramente el cemento por medio de gente, enseguida se vaciaba la arena y por último los agregados gruesos, éstos eran vaciados por un cargador de $3 \text{ y } \text{d}^3$ (2,3 M3) de neumáticos, todos estos volúmenes eran controlados por medio de la báscula. Las revolturas se hacían para 5 M3, o sea que en cada una se empleaban 17 minutos distribuidos aproximadamente - en la forma siguiente:

5 minutos para vaciado de cemento, 5 para vaciado de agua, arena y grava y 3 minutos para tiempo de mezclado.

Después del tiempo de mezclado se llevaban 3 a 4 minutos la carga de los camiones revoladora, los cuales tenían una capacidad de 5.7 M3 pero siempre se cargaban a 5 M3 (Véase Fig. 5)



Fig. 4
Lavadora de arena



Fig. 5
Planta dosificadora de concreto

El proporcionamiento por M3 de concreto era el siguiente:

Cemento	Arena	Grava 1(3/4")	Grava 2(1 1/2")	Agua	Inclusor aire	Retardante
295 Kg	683 Kg	713 Kg	511 Kg	130.6 lts	147 cm ³	295 cm ³

El cemento que se usaba era Portland Tipo V que era el indicado para el revestimiento del canal y para las estructuras, pues como tanto el canal como las estructuras iban a quedar en contacto con el suelo y el agua que iba a conducir el canal contenían bastantes sulfatos solubles en concentraciones que producirían un serio daño al concreto si se usaran otros tipos de cemento. El con-

creto con cemento del tipo V es mucho más resistente al ataque --- de los sulfatos que los concretos hechos con otros tipos de cemento. Aunque generalmente el concreto no aumenta de resistencia muy rápidamente, al final es aproximadamente igual a la desarrollada--- por los otros tipos. Además en esta obra no era necesario que el--- concreto adquiriese su resistencia rápidamente.

Los agregados tanto la arena como los dos tipos de grava --- eran objeto de constante muestreo por parte del laboratorio de la S.R.H., para controlar su calidad.

La arena comunmente estaba contaminada con limo, arcilla, algunas veces hasta con materia orgánica, esto podría afectar el concreto en su resistencia y durabilidad y podía complicar las operaciones de preparación y mezcla; afortunadamente el exceso de sus--- tancias contaminantes se eliminaba por simple lavado.

La inclusión del aire tenía como objeto reducir la exudación--- y la segregación, también se hacía con el objeto de poder permitir el uso de dos gromelometrías distintas del agregado grueso pero --- sobre todo porque facilitaba mucho el manejo y el colado del concreto.

La disminución de la exudación permitía el mejor acabado con--- menos trabajo y en menor tiempo de las losas de concreto. Un beneficio también muy importante que se lograba con la inclusión de --- aire en climas extremos como es el de Mexicali era que aumentaba espectacularmente la resistencia a los efectos de la desintegra--- ción, de la congelación y de la fusión.

Los agentes inclusores se podían conseguir en forma líquida o en polvo, se añadía a la planta dosificadora, manteniendo una pro--- porción de aire uniforme bajo las condiciones variables de tempera

tura, consistencia, riqueza y materiales. El control de la cantidad de aire era necesario para obtener una uniformidad adecuada en la resistencia del concreto, porque una sobredosis de aire incluido podía disminuir la resistencia a la comprensión. El costo de la inclusión de aire era pequeño, comparado con los beneficios obtenidos.

El retardante se añadía al concreto durante la temporada cálida de Mexicali y que era la mayor parte del año; su objeto era evitar la pérdida de revenimiento, el aumento excesivo en el agua requerida, y para prolongar la manejabilidad del concreto durante las condiciones adversas para el colado.

El concreto así fabricado debería tener una $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ y un revenimiento máximo de 8 cm.

El acarreo de concreto se hacía en camiones revolvedoras que vulgarmente se les llamaba zapos o bachas, su punto de partida era el poblado ejido Saltillo que era donde se encontraba la planta dosificadora, en los primeros 7 Km se usó la carretera Mexicali-Bataguan para llegar al Canal hasta el Km 5+250, de ahí se iba al sitio del colado, por abajo del bordo hasta llegar a la rampa de subida al bordo la cual se hacía aproximadamente a 10 m antes de donde se iba a iniciar el colado de ahí, hacia donde iba avanzando el colado transitaban por arriba del bordo hasta llegar a la rampa de bajada la cual distaba a 250 m aproximadamente de la otra, de ahí se iba por abajo del bordo hasta llegar nuevamente a la planta, por supuesto que el camino de abajo era ancho y podían transitar los camiones que iban cargados y los que venían ya vacíos.

Del Km 7 del canal hasta el Km 20 transitaban por la misma --
carretera y luego cortaban por caminos de terracería hasta llegar --
al canal, el factor tiempo era importante pues aunque los "zapos"--
iban revolviendo el concreto, éste ya no se vaciaba en el canal --
cuando pasara más de 1 hora contando el tiempo a partir de su sali--
da de la planta dosificadora, afortunadamente se contaba con 7 unida--
des en buen estado y con choferes experimentados y fueron raras --
las veces que no se vació el concreto por el motivo antes citado.

COLOCACION DEL CONCRETO

Después de que la máquina afinadora dejaba el talud y parte --
de la plantilla afinados se procedía en seguida al tendido de la --
vía por las que transitaban dos máquinas que eran las que se usa--
ban para el colado del talud dichas máquinas se llamaban "formas--
yaqui" o "jumbos", eran dos estructuras metálicas que estaban com--
puestas por un generador de corriente alterna de 30 H.P., que sur--
tía de electricidad a la unidad además alimentaba dos motores eléc--
tricos de 3 H.P. c/u con devanado de jaula de ardilla que servían--
para dar tracción a las formas por medio de dos engranes conecta--
dos entre sí por una cadena, además tenía otro motor de 7 H.P., --
que servía para levantar una plancha que era la que emparejaba la--
losa; tenían también 4 gatos de 20 ton c/u colocados en las esqui--
nas de los jumbos y que servían para levantar toda la estructura --
de éstos, y así se podía dar el espesor de la losa que era de 10 --
cm. También tenían una tolva en la parte superior y que ocupaba --
todo el ancho de la forma, esta tolva estaba conectada a dos cana--
lones que iban a todo lo largo del jumbo, estos canalones tenían 3
compuertas cada uno, distribuídas en forma conveniente, para el --
alumbrado se utilizaban focos reflectores de 150 volts los cuales-



Fig. 6
Forma yaqui o jumbo colando
un talud del canal



Fig. 7
Tendiendo vía para las
formas yaqui

las últimas revisiones generales del tramo por colar se ordenaba— a la planta de concreto que se mandara el primer camión revolvedo— ra, por supuesto todas estas revisiones se hacían antes de que — entrara el turno del colado, y los primeros dos zapos deberían es— tar listos para descargar a las 3 P.M., que era la hora en que se — iniciaba el colado de concreto.

Al llegar el primer camión revolvedora a cada forma Yaqui se— ponía el canalón que traía el camión en la tolva y se empezaba a — descargar el concreto, éste pasaba a los canalones del jumbo, a — los cuales se les abría las compuertas que tenían empezando por — las inferiores, cuando la acumulación de concreto era suficiente — se empezaba a subir la plancha, sobre el andamio que tenía ésta en — su parte superior, iban dos vibradoristas, los cuales usaban vibra

doras de gasolina de 8 H.P., el chicrión de cada vibrador medía -- aproximadamente 2 m, de tal manera que al ir subiendo la plancha -- todo el concreto desde su parte inferior hasta la parte superior -- era bien vibrada, cada losa que se hacía con los jumbos medía 5 m, éstos se separaban entre sí una distancia de 96.60 m para que pu-- dieran trabajar independientemente.

Después de que se colaba la primera losa se corría al jumbo-- para colar la siguiente de la misma manera que se hizo en la ante-- rior, para esto ya tenía que venir en camino el otro camión revol-- vedora, el volúmen de concreto que traía cada camión alcanzaba pa-- ra losa y media aproximadamente.

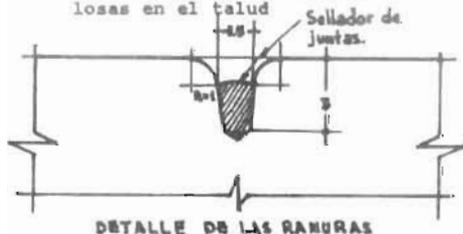
A las losas así coladas se les hacían las ranuras y el acaba-- do final por medio de albañiles, las ranuras las hacían por medio-- de rayadores metálicos de 100cm X 7.5cm. X 1.25 cm., golpeándolos-- con un marro, después se les daba un acabado a estas ranuras con-- unos volteadores de 15cm X 6.5 cm X 2 cm, también a todas las lo-- sas se les daba un acabado final por medio de unas planas de ---- 30cm X 15 cm X 2.5 cm.

El ramurado de las losas tenía por objeto debilitar la sec-- ción del revestimiento en esas ranuras, de tal manera que el agrie-- tamiento por contracciones durante el fraguado se localizara en -- esa parte, ya que las losas no llevaban refuerzo por temperatura.

Las ranuras verticales al talud se hacían a una separación de 4.60 m, se hacían dos ranuras paralelas, una a 60 cm de la planti-- lla y la otra a 1.00 m de separación de la primera medidos sobre -- el talud (Veáse Fig. 8)



Fig. 8
Ramurado y acabado de las
losas en el talud



La forma yaquí que iba adelante empezaba el colado a partir—
de una regla que se ponía previamente perpendicular al talud para—
que cuando llegara la otra forma el concreto ya había alcanzado su
fraguado inicial y por lo tanto se podía quitar, además en esa par—
te precisamente iba a ir el ramurado de una losa. Cuando la forma—
que iba adelante llegaba al final del tramo por colar se ponía una
regla que era quitada hasta el siguiente día.

Inmediatamente después de que se terminaban las primeras —

losas recibían un curado de membrana, que se obtenía con la aplicación de un compuesto impermeable que formaba una membrana que retenía el agua en la superficie del concreto, el compuesto impermeable llevaba un pigmento blanco.

El colado de la plantilla se hacía con gente y solamente cuando ya se tuvieran colados los dos taludes; el camión revoladora—descargaba el material sobre un canalón que llegaba hasta la plantilla y de ahí los peones lo distribuían; las losas que se colaban eran de 4.60 metros y a esta distancia se iban poniendo las reglas, también se ponían reglas a lo largo de la plantilla y pegadas hasta donde había llegado el colado de los taludes, este concreto era vibrado utilizando un vibrador de regla y que abarcaba todo el ancho de la plantilla. El acabado también se hacía de manera similar al de los taludes, y también el curado. (Véase Fig. 9)



Fig. 9
Colando la plantilla del canal

La maquinaria se cambiaba de talud cuando se atravesaba una carretera, el antiguo Canal Delta o algún otro obstáculo, entonces se colaba el otro talud, empezando donde había acabado el --- otro, es decir se regresaba y cuando terminaba este talud, entonces si se desarmaba en sus partes principales las máquinas y se transportaban en plataformas móviles, salvando el obstáculo y se volvían a armar para iniciar nuevamente el afine y colado de otro tramo de talud.

Es de suponerse que en el colado de la plantilla se avanzaba más rápidamente que en el colado del talud.

SELLO EN JUNTAS DE CONSTRUCCION

El sello que se usaba era una especie de empaque de hule que se fabricaba con un compuesto parecido al tipo empleado en el piso de las llantas. El polímero básico era de hule sintético, una prueba que se le hacía al sello en el campo para comprobar su calidad era doblarlo 180° al rededor de un pasador de 5 cm de diámetro y no se debería producir ninguna separación en el empalme.

Para su instalación debería primeramente limpiarse completamente de polvo cada ranura en la que se iba a colocar el sello, lo cual se hacía utilizando aire a presión, después de que estaban ya limpias se introducía el sello, se hacía de tal manera que llenara la ranura hasta una altura de 2 cm, esto se puede ver en el detalle de las ranuras, el acabado se hacía con una especie de punzón metálico el cual emparejaba los bordes que habían quedado del --- sellador y lo dejaba con una apariencia uniforme (Véase Fig. 10)



Fig. 10
Sello en juntas de construcción

E S T R U C T U R A S

Cuando se iba colocando el revestimiento del canal, se dejaban sin revestir los espacios en que se iba a construir alguna estructura, la mayor parte de la excavación se había hecho en la fase de terracerías, aunque por lo general tenían que hacerse otras pequeñas excavaciones que eran necesarias, pero éstas se hacían con gente.

Como se indicó anteriormente eran varios los tipos de estructuras que se construyeron en el Nuevo Canal Delta, y el tipo que más predominaba eran las tomas-granja, debido a esto se hará una descripción de como se colocaban los tubos de concreto que iban en esta clase de estructura.

La cimentación generalmente se hacía de manera que la base coincidiera con la parte inferior del tubo lo mejor posible, —

mediante el corte del terreno dándole forma o haciéndola con un --relleno bien apisonado. El trabajo podía comprobarse mediante la--colocación y remoción del tubo, comprobándose si hacía un contacto completo.

En ciertas ocasiones cuando era inestable el terreno, se utilizaba una cama de concreto; sobre una base bien compactada de ---tierra se colocaba una mezcla consistente de concreto en el ancho--de la zanja y de un espesor que en la mayoría de los casos era de--un cuarto del diámetro del tubo, se hacían ranuras transversales --en la cama para acomodar el diámetro mayor del extremo pues los tu--bos eran con junta de campana.

El tubo usualmente se colocaba con sus extremos en campana o--hembra hacia aguas arriba, la colocación se iniciaba en el extremo--de aguas abajo, el primer tubo se bajaba horizontalmente, pero los--otros deberían tener el extremo macho o libre ligeramente más aba--jo de modo que se pudiera guiar a su lugar sin raspar el fondo, --esta inclinación se lograba mediante la inserción de un gancho só--lo en parte dentro del tubo. Una manera rápida de colocar varias--secciones que estaban sueltas era empujándolas desde un extremo --para unir las por medio de un cable que se hacía pasar a través de--los tubos que se iban a unir, en el otro extremo se amarraba una--viga de madera para no dañar el tubo.

Las uniones de los tubos se hacía por medio de anillos de con--creto, estas juntas eran importantes por el hecho de que el agua--se podía almacenar arriba de la salida, de manera que pasaba a ---través de los tubos a presión, y podría salir por las uniones de--los tubos y causar el reblandecimiento y canalización del terra --plén.

Una vez que fué colocado el tubo se procedía a rellenarlo con material compactable por medio de capas de 15 cm y las cuales eran compactadas por compactadores manuales, cuando se trataba de una toma granja triple la compactación entre tubo y tubo se hacía con pisones de mano pues el compactador manuable no cabía en ese espacio, con los pisones se compactaba solamente hasta llegar a la superficie de los tubos y de-aquí a la superficie del terraplén con las máquinas citadas.

La colocación del concreto se hacía en una forma similar a la del colado de la plantilla, es decir con ayuda de canalones, pero éstos variaban de tamaño según el caso. (Véase Fig. 11)

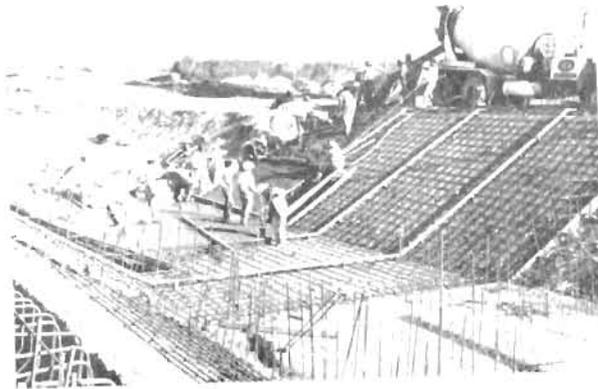


Fig. 11
Colando una estructura del canal

REVESTIMIENTO DE CAMINOS

El revestimiento de caminos era a base de grava y se emplearon los mismos tamaños que para la fabricación del concreto, esta era la fase final en la construcción del canal y se hacía ya cuan-

do no había ninguna excavación por hacer y cuando la subrasante es tuviera compactada al 90% de la prueba Proctor.

TENDIDO DE LA GRAVA

El tendido de la grava se hacía en dos capas, la inferior medía 10 cm y la superior 5 cm, la grava de 1 1/2" era la que se usa ba en la capa inferior y la de 3/4" en la superior.

La grava era acarreada por camiones, la capa inferior la ex-- tendía un tractor D-8 y la superior una motoconformadora.

Los camiones de volteo descargaban los montones de grava carga das a la orilla del bordo y espaciados entre éstos se tiraban tam bién los montones de cementante para que así la revoltura de la -- grava y el cementante se facilitara, al ir haciendo esta revoltura también se iba tendiendo uniformemente, cuando el tractor D-8 ha-- bía extendido la capa inferior, ésta se compactaba y luego se tira ba la grava de 3/4" y el cementante de la misma forma que la ante-- rior y se hacía la revoltura pero ahora con la motoconformadora.

COMPACTACION

Cada capa debía de compactarse cuidadosamente, primero se ha-- cía con una aplanadora de rodillo liso, la cual introducía en la-- grava todas las piedras pequeñas que habían quedado fuera en el -- tendido. Se compactaban primero las orillas, traslapando las pasa-- das, con esto se conservaba el bombeo de la corona del camino que-- era del 2%

Después de la aplanadora de rodillo liso se usaba el compacta-- dor neumático para dar más cohesión a las partículas, pero en es-- tas primeras pasadas dejaba bordes; se volvía a pasar la aplanado-- ra de rodillo liso para quitar estos bordes y finalmente se volvía

a pasar el compactador neumático y en esta pasada final ya no dejaba huellas y le daba una apariencia bien terminada. Era imposible obtener una compactación correcta si la grava estaba seca y era -- más difícil obtenerla si estaba muy húmeda, pero afortunadamente-- la muy mojada podía secarse por lo general muy rápidamente, el riego del material se hacía con una pipa.

D R E N E S

La construcción de los drenes comprendía dos fases principales que eran el desmonte y la excavación; la primera se hacía de igual forma como se indicó al principio de este capítulo y la segunda se hacía por medio de dragas.

La ventaja principal de la draga sobre los demás equipos era su gran alcance tanto para excavar como para descargar, además de su capacidad para excavar abajo de las orugas, tenía además la ventaja de la elevada velocidad de su ciclo. Era preferible debido a su gran alcance y rendimiento y además no era necesario cortar con gran precisión los taludes, podía maniobrar fácilmente pues había espacio para los movimientos de oscilación.

La draga es el único dispositivo práctico para hacer excavaciones extensas en lodo, porque su alcance le permite manejar una gran superficie desde un solo lugar y el movimiento de deslizamiento del cucharón evita problemas con la succión.

En el Dren Guerrero era muy común trabajar en partes lodosas ya que este dren estaba construido en su mayoría, pero los tramos nuevos eran continuación de los otros y además en muchas ocasiones se tenían que restablecer los antiguos, debido a esto el lodo fue un obstáculo que solamente se pudo resolver con la dragas.

Por lo general el material que era sacado por las dragas era depositado en la corona del bordo, posteriormente una motoconformadora lo extendía; en estos bordos no era necesario la compactación pues la que tenía el terreno natural era suficiente además el tránsito de maquinaria daba la compactación necesaria.

En algunas ocasiones las dragas también hacían el despalme, sobre todo en terrenos lodosos en donde otro tipo de maquinaria se podía atascar (Véase Fig. 12)



Fig. 12
Draga trabajando en un dren



Fig. 13
Un tramo revestido del canal

PLANIFICACION

El presente capítulo se divide en dos partes principales que son:

ADMINISTRACION DE LA OBRA y ELABORACION DEL PROGRAMA DE TRABAJO

La primera parte se divide en:

	Organigrama general de la obra
	La Gerencia y la Superintendencia
ADMINISTRACION DE LA OBRA	El Departamento de Administración
	El Departamento de Maquinaria
	Organización en el Frente de Trabajo

ADMINISTRACION DE LA OBRA

ORGANIZACION GENERAL DE LA OBRA

Con base a la señalada importancia que tiene en una empresa-- la administración, se pretende ahora mostrar la forma en que la -- Empresa Constructora de esta obra, se administró y organizó para-- llevar a cabo la construcción de la misma.

Para ello se presenta el Organigrama General de la obra, que-- incluye a todos los departamentos que intervinieron en el proceso-- constructivo y de los cuales se hablará en particular posteriormen-- te.

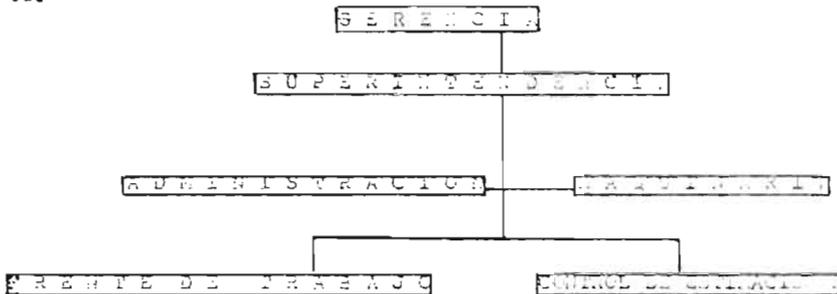


DIAGRAMA 1

El organigrama propuesto era para el caso particular de la -- obra del Nuevo Canal Delta, por lo general cada tipo de obra re-- quiere un organigrama característico que incluya las funciones --- administrativas en forma eficiente, y que sea dinámico a medida -- que lo requiere la obra.

LA GERENCIA Y LA SUPERINTENDENCIA

En la organización de una Empresa de Ingeniería que realice-- construcciones urbanas o foráneas se define la existencia de ofi-- cinas centrales y oficinas de campo. Las primeras son las oficinas -- administrativas que se encuentran establecidas en una localidad -- urbana, con carácter de permanentes; tienen a su cargo la coordina

ción de las obras en construcción, bajo todos sus aspectos, y la promoción necesaria para lograr la adjudicación de nuevas obras.-- La organización administrativa es por lo tanto, a nivel de oficina central o gerencia, mucho muy compleja y requiere de una eficiencia completa en las actividades y en los individuos que la componen para lograr la meta común que se ha fijado. La Gerencia debe vigilar constantemente los aspectos financieros de las obras como actividad básica en su administración y mantener de igual forma un estrecho contacto con los frentes de trabajo a través de las oficinas de campo; un desconocimiento de la realidad existente en las obras provocará siempre problemas y desequilibrios en los procesos administrativos, constructivos y del personal.

Una oficina de campo es el conjunto de departamento y cargos que representan, dirigen y organizan a los individuos, el equipo y materiales que son utilizados durante la construcción de una obra. A la cabeza de tal oficina, se encuentra la Superintendencia y la persona encargada de la misma se denomina Superintendente, -- que debe ser un ingeniero con amplios conocimientos y experiencia.

El proceso administrativo que debe desarrollar la superintendencia abarca, lógicamente, un campo de acción más reducido; sin embargo, de su efectividad depende completamente la terminación segura de la obra y la estabilidad administrativa de la empresa,-- lo que resulta de vital importancia. Representa esto, el que los procesos de Planeación, Organización, Integración, Ejecución y Control deban realizarse dentro de una dinámica continua; día con día, la superintendencia debe comprobar la eficiencia en el trabajo de todos los individuos que laboran en la obra, desde los inge-

nieros hasta los peones; tendrá que asegurar la resolución de los problemas constructivos que se presenten, con el fin de mantener el correcto avance de la obra, deberá vigilar verazmente la economía de la misma y estar al tanto de la actuación financiera de la empresa que representa; conocer la situación actual de la maquinaria existente en el campo con el fin de tender a un mejor aprovechamiento de la misma o bien adaptarla o sustituirla; supervisar los trabajos de subcontratación que estén efectuando; formular y revisar los informes y reportes entregados a la Gerencia y mantener con la misma un contacto directo. Es claro que será necesario realizar una labor de Ingeniería en el más amplio sentido de la palabra.

El cargo de Superintendente es determinante, por lo que debe tener y desarrollar cualidades de dirección y jefatura para alcanzar el éxito. Incluye esto ciertos aspectos básicos como el conocimiento del manejo de un trabajo, de ingeniero de campo, director de oficina, ingeniero de gabinete, estimador, inspector, etc.

En la Planeación Preliminar es en donde se analiza la secuencia a seguir antes de poner en marcha la obra; el Superintendente y su equipo de trabajo deberá, en términos generales: a) conocer y estudiar el proyecto, los planos y las especificaciones señaladas; b) localizar en el sitio de la obra las oficinas necesarias para los diferentes departamentos de su organigrama; c) fijar el procedimiento de construcción en base a la maquinaria, la obra de mano y los materiales de que dispone; d) elaborar los programas a corto y largo plazo; y e) analizar los aspectos financieros, incluyendo-

los precios unitarios, con los que se trabajará.

EL DEPARTAMENTO DE ADMINISTRACION

La administración de la obra es, en términos generales, el --
conducto autorizado para elaborar y llevar los registros contables
los registros y el control del personal, y los datos de informa---
ción que son necesarios proporcionar a las oficinas centrales, pa-
ra el cumplimiento de lo establecido por las diversas dependencias
oficiales, además de tramitar todos los asuntos relacionados con -
oficinas públicas, empresas descentralizadas, sindicatos, seguro -
social, proveedores, etc.

Para el caso de la obra considerada en el presente trabajo y -
tomando en cuenta el volumen de obra, se vió la necesidad de crear
los sub-departamentos señalados en el diagrama No. 2

A la cabeza del departamento se encuentra el jefe administra-
tivo, directamente relacionado

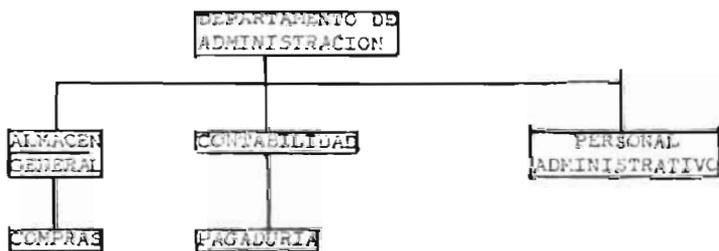


DIAGRAMA 2

con el superintendente de la obra e igualmente responsabilizado --
con los diversos aspectos de la misma, que incluyen al personal,--
control de maquinaria, de costos y de organización interna.

Su autoridad queda subordinada al superintendente ; a las po-
líticas generales de la empresa.

El Departamento de Contabilidad; tiene como finalidad el llevar tres libros básicos que son: a) El Catálogo General de cuentas para el registro de todas las operaciones que se realicen. b) El -- Diario Mayor de cuentas corrientes que asienta las pólizas de concentración. c) La Balanza de Comprobación, documento que resume la lista de bienes de que dispone la empresa.

El Departamento de Pagaduría depende del Departamento de Contabilidad y tiene como principales funciones:

- a) Pagos menores en efectivo con el fondo fijo tenido en caja, --- mediante notas y recibos clasificados y revisados por el jefe de-- frente y autorizados por el Superintendente y el jefe administrativo.
- b) Reposición de dichos pagos mediante cheques por el valor de los documentos pagados.
- c) Extracción de fondos para pagos de listas de raya semanales.

El Almacén General es el que tiene más contacto con los ingenieros de frente y funciona de la siguiente manera:

- a) Se provee de materiales, equipo auxiliar de construcción y de-- oficina mediante requisiciones que solicitan los ingenieros jefes-- de frente y la autorización de la superintendencia.
- b) Todos los artículos adquiridos deben pasar por el almacén antes de su utilización, con objeto de elaborar las notas de entrada y - los registros de contabilidad respectivos.
- c) Por instrucciones de la Superintendencia y del Departamento de-- Administración, no se dá entrada al almacén a materiales pedidos - que no tengan su debida requisición.
- d) Para la salida del almacén se autorizan vales por parte de los-

ingenieros, que los firman y los clasifican para un posterior control de costos.

Del Almacén General depende el control de compras de materiales. Tales compras se efectúan por medio de los encargados que tendrán en cuenta los puntos siguientes:

- a) Los encargados de compras dependen del almacén y no deben efectuar ninguna compra que no esté amparada por la requisición respectiva.
- b) Son responsables de todas las notas de remisión que firmen a los proveedores y que por cualquier circunstancia no sean registrados en el almacén para su pago.

El personal Administrativo tiene funciones diversas como son:

- a) Registro y recopilación de documentos que, de acuerdo con los reglamentos establecidos, se requieren para dar de alta a empleados y trabajadores de la obra.
- b) Controlar el tiempo efectivo de los trabajadores, a través de los tomadores de tiempo en el campo.
- c) Proporcionar los datos semanales para la elaboración de las listas de raya.
- d) Hacer liquidaciones por separaciones voluntarias o bajas.

DEPARTAMENTO DE MAQUINARIA

Básicamente las funciones y el trabajo que desempeña este Departamento tienen la finalidad de mantener a la maquinaria y al equipo en condiciones favorables de trabajo, para obtener un máximo de rendimiento con un mínimo de costo. Sus funciones principales son:

a) Mantenimiento; que es la observación periódica de la maquinaria para asegurar una operación eficiente, en relación con la intensidad de trabajo. El operador de cada máquina entrega un reporte de operación diariamente en el que se especifica las horas trabajadas, las horas ocio y las horas reparación, además se anota en este reporte todas las observaciones que el operador le haya hecho a la máquina, este reporte se entrega al encargado de maquinaria que controla además; el programa de mantenimiento, los registros de mantenimiento, los controles de pedidos de refacciones, los costos de mantenimiento, el control de maquinaria rentada, inventarios físicos mensuales y el control de refacciones, lubricantes y materiales necesarias para el mantenimiento.

b) Supervisión y operación de equipo, para controlar que la maquinaria opere como es debido.

c) Control del taller, en lo referente a las órdenes de trabajo, manejo del personal, equipo en reparación, etc.

d) Planeación y ejecución de instalaciones mecánicas y eléctricas.

El Departamento de Maquinaria es representado por un ingeniero mecánico, los auxiliares técnicos y administrativos trabajarán conjuntamente con el ingeniero y bajo sus órdenes para llevar a cabo las funciones del departamento. Es importante señalar que tanto en los frentes de trabajo como en el taller mecánico, se cuente siempre con el personal adecuado; mecánicos, eléctricos, soldadores, ayudantes que estén efectivamente pendientes del servicio que realizan y respondan bien en los casos de emergencia.

ORGANIZACION EN EL FRENTE DE TRABAJO

El ingeniero Jefe de frente lleve a su cargo la ejecución de-

la obra, determinando la distribución del personal y la maquinaria como crea conveniente, en base a los programas de trabajo que se trace.

El correcto avance de la obra, el cumplimiento de los programas, la seguridad en el apego a las especificaciones del sistema constructivo y la garantía misma de la construcción, dependen --- prácticamente de los ingenieros jefes de frente.

El auxiliar técnico del ingeniero jefe de frente viene a ser el topógrafo del frente, a través del cual aquél tiene conocimiento de los avances reales, las cubicaciones de excavación y concreto, la localización de indicaciones en el terreno en base a lo --- especificado, etc.

El ingeniero jefe de frente tiene directamente bajo sus órdenes al siguiente personal; sobrestantes, cabos, topógrafos, peones, albañiles, carpinteros, operadores, soldadores, electricistas, bomberos, mecánicos, cadeneros, veladores, etc.

Con lo anterior queda expuesto la forma en que trabajó y --- administró la obra la compañía constructora que construyó el Nuevo Canal Delta.

A continuación se expondrá la elaboración del programa de -- trabajo.

ELABORACION DEL PROGRAMA DE TRABAJO

El ingeniero superintendente y los ingenieros de campo hicieron conjuntamente una planeación preliminar, antes de iniciar la obra, que incluyó: a) estudio de proyecto, planos y especificaciones, b) visitas a la obra y localización de lugares adecuadas para instalación de maquinaria fija y oficinas de campo, c) conoci-

miento de lo especificado en el contrato, d) elección del procedimiento constructivo en base a la maquinaria, obra de mano y materiales con que se cuenta, e) análisis de precios unitarios, f) elaboración de programas.

La programación de una obra define una serie de pasos a seguir con ciertas fechas determinadas; representa un índice en el adelanto o atraso de la construcción y es el elemento principal de control que requiere el ingeniero.

Como en todo programa se fijó la fecha de iniciación y la fecha de terminación de la obra, en base a lo establecido en el contrato, también se hizo el análisis del "tiempo económico" de la obra.

Existen en la actualidad diversos métodos para programar: el Sistema de Barras, el método de Ruta Crítica (Critical Path Method), el método PERT (Program Evaluation and Review Technique), entre otros. Todos ellos se desarrollan por la secuencia de ciertos pasos necesarios, que básicamente son:

- 1) Hacer una lista de las actividades por realizar abarcando todos los aspectos de la obra.
- 2) Ordenar tales actividades, estableciendo las secuencias lógicas y necesarias.
- 3) Fijación de los tiempos de duración de cada actividad.
- 4) Vaciar los datos y resultados obtenidos en un diagrama representativo, elaborado según el método considerado.

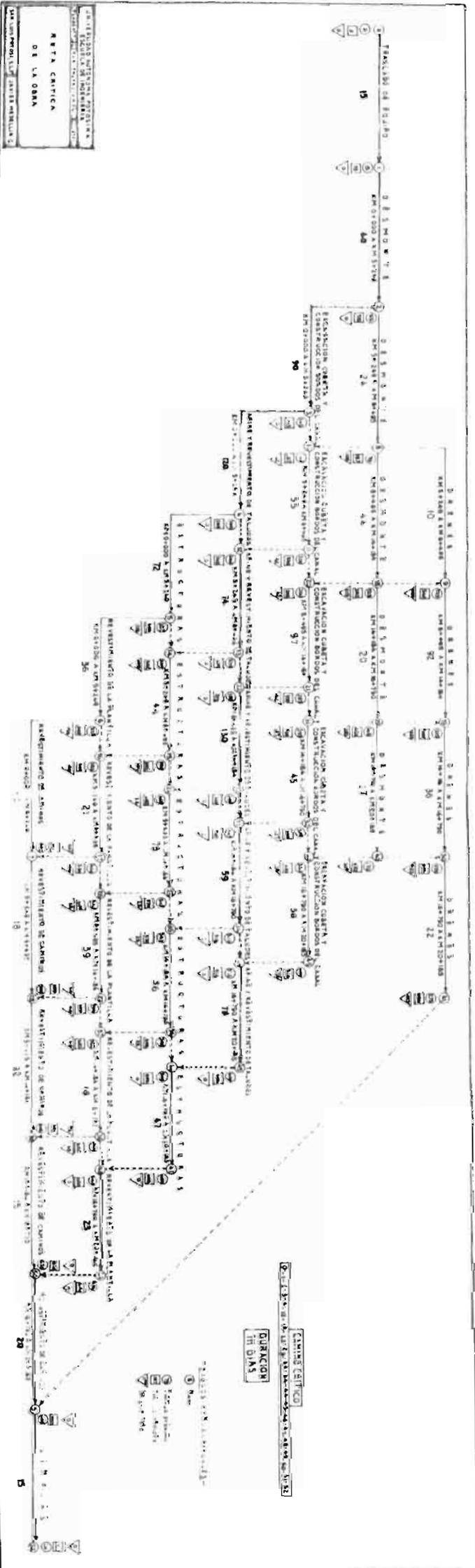
En la construcción del Nuevo Canal Delta se escogió el método de la Ruta Crítica, pues este sistema permite la representación —

de cualquier proyecto, su estudio y determinación de secuencias,-- tiempo y costos, más fácilmente de lo que es posible con las gráficas ordinarias.

El método de la Ruta Crítica llamado también Camino Crítico - permite conocer cuáles actividades dentro de todas las que forman un proyecto son las que definen la duración total del mismo.

Estas actividades encadenadas una después de otra son las que marcan la Ruta Crítica ya que cualquier adelanto ó atraso en alguna de ellas, origine un adelanto ó atraso en la terminación total del proyecto.

La planeación y programación de la obra está representada en el plano No. 7 el cual se muestra a continuación.



UNIVERSIDAD NACIONAL POLITÉCNICA
 ESCUELA DE INGENIERIA
 DE LA OBRA
 ARTA CRITICA
 DE LA OBRA

AREAS DE REGADIO Y CULTIVOS PRINCIPALES

El proyecto de la Rehabilitación comprende la ejecución de un programa diversificado de cultivos que es indispensable para complementar los beneficios de las obras y consolidar la estabilidad económica de la región, sin cuyo cumplimiento no sería posible garantizar el riego de toda la superficie reconocida en el Padrón de Usuarios del Distrito, que constituye una de las metas que se persiguen con las obras.

El programa de diversificación podrá ser objeto de cambios de acuerdo con las condiciones que prevalezcan y será revisado cada ciclo agrícola por el Comité Directivo del Distrito, de acuerdo con los programas nacionales que fije la Secretaría de Agricultura y Ganadería.

Sin embargo, en términos generales, y a manera de exposición para el conocimiento de los agricultores, este programa comprende los cultivos siguientes:

ALGODON	46%
CARTAMO	18%
TRIGO	16%
ALFALFA	13%
SORGO FORRAJERO	<u>7%</u>
SUMA	100%

Los técnicos del Distrito y los de la Comisión nombrada por los usuarios para la revisión del Plan de Rehabilitación, han considerado conveniente compactar o unificar hasta donde sea posible el Distrito para reducir las longitudes de canales y drenes, las pérdidas de agua y los costos de construcción, operación y conservación de las obras.

Tras largos estudios, se ha concluido que las tierras que se encuentran al Sur del Distrito se desecharán por no tener la elevación sobre el nivel del mar necesaria para asegurar de manera eficaz y permanente su drenaje; suprimir el peligro de que el bombeo en esta zona rompa el equilibrio entre las aguas dulces del acuífero y las del mar, ocasionando la penetración de éstas que salinizarían las aguas de los pozos; además de estos factores, se han tomado otros en cuenta en la referida delimitación, como el costo de las obras, su protección contra inundaciones, la dispersión de las áreas, etc.

Es oportuno hacer notar que las tierras que en esa forma, -- serán desechadas se perderían ineludiblemente, en lapsos más o menos cortos, por ensalitramiento progresivo. Los estudios realizados indican que en esa zona el avance de la salinidad ha sido muy rápido, las estadísticas de producción han mostrado una constante baja en los rendimientos y los mismos agricultores, con sus transferencias a zonas de mejor calidad lo han estado demostrando. Por consiguiente, la Secretaría de Recursos Hidráulicos recomienda en beneficio de los propios agricultores del Valle, que los usuarios con derecho a riego en parcelas en zonas malas y de costosa recuperación, sean transferidos a tierras de mejor calidad y ubicadas -- dentro de los futuros límites que se fijen al Distrito con motivo de la Rehabilitación.

La Secretaría de Recursos Hidráulicos en colaboración con el Departamento de Asuntos Agrarios y Colonización, adquirirá las -- tierras necesarias en la zona norte para entregárselas sin costo -- alguno, e indemnizará en efectivo, aquellos bienes que los usuarios

tengan en sus actuales parcelas y que por su carácter de inmuebles no puedan ser trasladados a las nuevas.

El reacondo material se efectuará a medida que vayan quedando terminadas las obras de Rehabilitación en cada zona; es decir, hasta que se concluyan los trabajos de nivelación, canales y drenes considerados en el proyecto.

Las elevadas pérdidas de agua por conducción serán tanto mayores cuanto más disperso esté el Distrito y consecuentemente obligarán a disminuir la dotación de agua por hectárea.

El agricultor de Mexicali, contando con parcelas niveladas, buen drenaje y agua suficiente y oportuna, diversificando y rotando cultivos, estará en condición de mejorar notablemente sus ingresos y conservará indefinidamente sus tierras.

Como se va a ahorrar un 35% del agua que se entrega en la Presa Morelos evidentemente se va a aumentar la superficie de cultivo de 176 000 Ha., que se riegan actualmente a 203000 que reconoce el Padrón de Usuarios, lo que representa un incremento de 27 000 Hs. Al rehabilitar el Distrito se dará a cada usuario la cantidad de agua necesaria para que obtenga los mejores rendimientos posibles, pero, si se aumentara el área sembrada en la misma proporción en que se aumenta el agua disponible, los riegos continuarán tan deficientes como en la actualidad.

Hay que reiterar que la Rehabilitación es fundamentalmente necesaria para rescatar una gran parte del agua que actualmente se pierde por conducción, para utilizarla en riego y compensar al mismo tiempo la reducción que tendrá que hacerse por la sobre-explotación de las aguas del subsuelo, cuya extracción de 1100 millones -

de M3/año deberá reducirse a 700 millones. Las ventajas de la Rehabilitación se resumen en las cifras que contiene el Cuadro No. 1

Después de la Rehabilitación, la disponibilidad anual de --- aguas superficiales no variará, pero su aprovechamiento aumentará de 925 a 1573 millones de M3, con una ganancia de 648 millones de M3.

Con la eliminación de la sobre-explotación, la disponibilidad (temporal) de agua de pozos bajará de 1100 millones a 700 millones de M3 (permanentes) pero frente a los 400 millones de M3 --- que se dejarán en los acuíferos para no agotarlos, la Rehabilitación permitirá aprovechar 192 millones de M3 más, al disminuir las pérdidas de 220 millones a sólo 28.

En conjunto, aunque la disponibilidad anual total (temporal) descenderá de 2950 millones de M3 a una permanente de 2550 millones, con la Rehabilitación podrá aumentarse el aprovechamiento de --- 1805 a 2245 millones, con una ganancia anual estable de 440 millones de M3. Además se dejarán en los acuíferos los 400 millones necesarios para su estabilidad, que serán sustituidos por aguas de--- gravedad, con la obvia ventaja adicional de no tener que extraer--- las mediante costoso bombeo.

El área de la zona de riego que comprende el Nuevo Canal Delta es de 6000 Hs., aproximadamente, en dicha zona los principales cultivos que se siembran son los citados anteriormente aunque difieren en porcentaje:

ALGODON	53%
TRIGO	20%
ALFALFA	15%
CARTAMO	7%
SORGO	5%

A continuación se expone el Método de Blaney-Criddle que se siguió para determinar el Uso Consentivo del algodón:

DATOS

FORMULAS

Cultivo: Algodón; ciclo vegetativo de 180 días

t= Temperatura media mensual en grados Fahrenheit.

Fecha de siembra: 10. Abril

p= Porcentaje de horas-luz del mes con respecto al total anual

Zona: Valle de Mexicali

(1) $f = \frac{t \times p}{100}$ (Los valores son mananales y en pulgadas)

Latitud: 32° 35'

Longitud: 115° 25'

Donde:

K= Coeficiente global seleccionado

K'= Coeficiente global obtenido

U.C'= Uso consentivo ajustado

$$Kt = 0.0173t - 0.311 \quad (2)$$

$$K' = \frac{\sum fkt \times Kc}{\sum f} \quad (3)$$

$$(U.C')_i = (U.C)_i \frac{K}{K'} = \frac{K(\sum f)(fKcKc)_i}{\sum fKcKc} \quad (4)$$

CUADRO No. 2

MES	1 Temp. Unidad °F	2 P %	3 f Cm.	4 Kt	5 fxKt Cm.	6 Kc	7 U.C. Cm.
ENERO	53.6	7.20	9.8	0.6157	6.05		
FEBRERO	58.4	6.97	10.3	0.6976	7.08		
MARZO	63.3	8.37	13.5	0.7823	10.06		
ABRIL	71.2	8.75	15.9	0.9209	14.65	0.24	3.5
MAYO	75.7	9.63	18.6	0.9981	18.56	0.45	8.4
JUNIO	85.8	9.60	21.0	1.1709	24.58	0.80	19.6
JULIO	91.7	9.77	22.8	1.2762	29.10	1.05	30.6
AGOSTO	90.8	9.28	21.5	1.2606	27.10	0.87	23.6
SEPTIEMBRE	85.1	8.34	18.1	1.1610	21.00	0.62	13.0
OCTUBRE	75.5	7.95	15.3	0.9934	15.18		
NOVIEMBRE	62.2	7.11	11.2	0.7639	8.55		
DICIEMBRE	54.8	7.05	9.8	0.6363	6.24		
			187.8		188.15		98.7

El procedimiento a seguir es el siguiente:

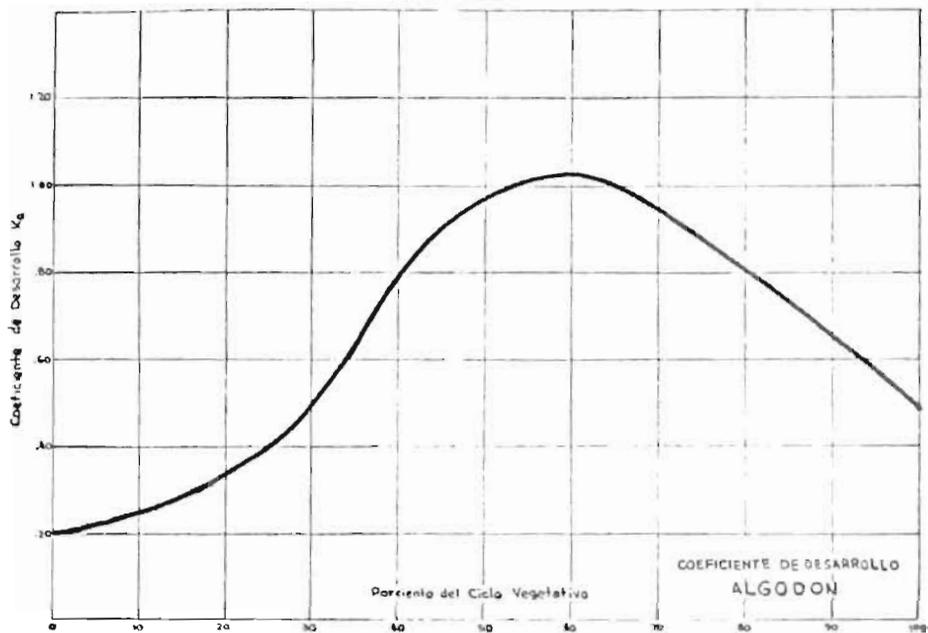
En la columna 1 se anotan las temperaturas medias mensuales; en la columna 2 se anotan los porcentajes de horas-luz del mes con respecto al total anual; en la columna 3 se anotan los valores de "f" obtenidos mediante la fórmula (1), a continuación se calculan los valores de Kt empleando la fórmula (2), los cuales se anotan en la columna 4; en seguida, se multiplican los valores de "f" por los correspondientes de Kt, estos valores están dados en la columna 5.

La gráfica de coeficientes de algodón se divide en 6 intervalos, puesto que son 6 meses los de cultivo; a estos intervalos se les saca un promedio en la misma gráfica, obteniéndose en las ordenadas los valores de Kc representativos de cada uno. En la columna 6 aparecen los valores de Kc.

Multiplicando los valores de "Kc" por los de "f Kt", se obtienen los valores de los usos consuntivos mensuales los cuales se anotan en la columna 7. El valor total es de 98.7 Cm, que dividido por el valor de $\sum_{k}^n f$ (que en este caso es la suma de valores de "f" de abril a septiembre, inclusive) nos da el coeficiente global K'; por lo tanto:

$$K' = \frac{\sum U.C.}{\sum f} = \frac{98.7}{117.9} = 0.838$$

Experimentos realizados en el Estado de Colorado, U.S.A., durante varios años, indicaron que no hay diferencias significativas para tratamientos de 8 y 12 aplicaciones en el ciclo de algodón; debido principalmente a la mayor incidencia de plagas y enfermedades, cuando los niveles de humedad son mayores que el 50% de la humedad aprovechable.



El Departamento de Ingeniería de Riego y Drenaje, dependiente de la Dirección General de Distritos de Riego de la Secretaría de Recursos Hidráulicos, ha adoptado el método de Blaney y Criddle con los coeficientes globales que aparecen en el Cuadro No. 3 para determinar los usos consentivos de ciclos vegetativos completos.

CUADRO No. 3

COEFICIENTES DE USO CONSUNTIVO PARA DEFINIR EL CULTIVO

CULTIVO	PERIODO DE CRECIMIENTO	COEFICIENTE K
Algodón	6 meses	0.60 a 0.65
Trigo	3 meses	0.75 a 0.85
Alfalfa	Entre heladas En Invierno	0.80 a 0.85 0.60
Cártamo	6 meses	0.60 a 0.70
Sorgo	4 a 5 meses	0.70

Para estimar los usos consuntivos mensuales, se procede a -- calcular los coeficientes climáticos (Kt) y de desarrollo (Kc) para encontrar los valores correspondientes, ajustándolos después -- con un nuevo coeficiente, de manera que el coeficiente global concuerde con el seleccionado en la tabla anterior; a continuación se expone el cálculo.

$$K = 0.65 \quad \text{Coeficiente global seleccionado}$$

$$K' = \frac{98.7}{117.9} = 0.838 \quad \text{Coeficiente global obtenido}$$

$$\frac{K}{K'} = \frac{0.65}{0.838} = 0.775$$

$$U.C' = 0.775 \times (U.C) \text{ Uso consuntivo ajustado}$$

En el Cuadro No. 4 que está a continuación aparecen los valores de los usos consuntivos ajustados

CUADRO No. 4

M E S	3 f cm	7 U.C.	8 U.C'	9 U.C' acumulado
ABRIL	15.9	3.5	2.71	2.71
MAYO	18.6	8.4	6.52	9.23
JUNIO	21.0	19.6	15.20	24.43
JULIO	22.8	30.6	23.72	48.15
AGOSTO	21.5	23.6	18.30	66.45
SEPTIEMBRE	18.1	13.0	10.08	76.53
	<u>117.9</u>	<u>98.7</u>	<u>76.53</u>	

El procedimiento que se siguió para calcular los usos consun-
tivos de los otros cultivos fué semejante al anterior. Conforme a-
este estudio se exponen en el Cuadro No. 5 los usos consuntivos --
ajustados, expresados como lámina de agua en centímetros por hec-
tárea.

En el cuadro No. 6 se exponen los volúmenes expresados en --
miles de metros cúbicos que son necesarios para el riego de 100 --
Has., según el tipo y la superficie que fué propuesta para los cui-
tivos.

C U A D R O No. 1

SITUACIONES ACTUAL Y FUTURA	AGUAS SUPERFICIALES			AGUAS POZOS			AGUAS TOTALES		
	Disponibles	Aprovechables	Pérdidas	Extraídas	Aprovechables	Pérdidas	Disponibles	Aprovechables	Pérdidas
SITUACION ACTUAL	Disponibilidad permanente conforme al tratado			Con sobre-explotación de 400 millones de M3/año			Disponibilidad menguante por la sobre-explotación		
Millones de M3/año	1850	925	925	1100	880	220	2950	1805	1145
Porcentajes	100%	50%	50%	100%	80%	20%	100%	61.2%	38.8%
SITUACION FUTURA	Disponibilidad permanente conforme al tratado			Explotación permanente, sin abatir los acuíferos			Disponibilidad permanente explotación racional		
Millones de M3/año	1850	1573	277	700	672	28	2550	2245	305
Porcentajes	100%	85%	15%	100%	96%	4%	100%	88%	12%

C U A D R O No. 5

CULTIVOS	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	TOTAL
ALGODON				2.71	6.52	15.20	23.72	18.30	10.08				76.53
TRIGO	9.10										9.10	6.25	24.45
ALFALFA	2.82	3.73	6.49	10.55	15.12	21.34				11.31	5.63	4.45	81.44
CARTAMO	4.90	5.14							14.99	12.88	7.98	6.36	52.25
SORGO					6.36	17.35	21.20	13.83					58.74

C U A D R O N O. 6

CULTIVOS	AREA	ENERO	FEBRENO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	TOTAL
ALGODON	53				14.37	34.60	80.60	125.80	97.00	53.40				405.77
TRIGO	20	18.20										18.20	13.30	49.70
ALFALFA	15	4.23	5.60	9.73	15.83	22.70	32.00				16.96	8.44	6.67	171.86
CAJAMA	7	3.93	3.60							10.50	9.10	5.90	4.46	37.49
SORGO	5					3.18	8.67	10.60	5.91					29.36
TOTALES	100	26.36	9.20	9.73	30.20	60.48	121.27	136.40	108.91	63.90	26.06	32.54	24.43	694.18

PRESUPUESTO

En la tabla que sigue se dan las cifras estimadas para cada una de las partidas y renglones de la Rehabilitación, y se indican los porcentajes de cada renglón con respecto al monto total de las obras.

PRESUPUESTO PARA LA REHABILITACION DEL VALLE DE MEXICALI

RENGLONES Y PARTIDAS	MILLONES DE PESOS		PORCIENTO TOTAL
	PARTIDAS	RENGLONES	
<u>I.-RED DE DISTRIBUCION</u>		531.70	44.5
1.- Canales revesti dos de concreto	465.93		
2.- Estructuras en canales	45.97		
3.- Estaciones de aforo	0.38		
4.- Terracerías es peciales	19.42		
<u>II.- RED DE DRENAJE</u>		87.19	7.3
1.- Mejora de drenes existentes	29.20		
2.- Estructuras para drenes existentes	28.56		
3.- Construcción de drenes nuevos	15.38		
4.- Estructuras para drenes nuevos	14.05		
<u>III.- NIVELACION DE TIERRAS</u>	143.59	143.59	12.0
<u>IV.- POZOS</u>		65.72	5.5
1.- Rehabilitación	30.96		
2.- Construcción de pozos nuevos	34.76		
<u>V.- OBRAS COMPLEMENTARIAS</u>		23.18	1.9
1.- Red telefónica	2.50		
2.- Construcción de talle res, casas de canale ros y edificios	20.68		
<u>VI.- CAMINOS</u>	39.92	39.92	3.4
<u>VII.- MAQUINARIA Y EQUIPO</u>	16.64	16.64	1.4
<u>VIII.- INGENIERIA DE RIEGO Y DRENAJE</u>	10.00	10.00	0.8

IX.- <u>INGENIERIA Y ADMINIS</u> <u>TRACION INCLUYENDO</u> <u>PERSONAL PARA NIVELA</u> <u>CION Y REACOMODO</u>	98.50	98.50	8.3
X.- <u>ADQUISICION DE TERRENOS</u> <u>PARA REACOMODO</u>	10.00	10.00	0.8
XI.- <u>CONTIGENCIAS</u>	168.26	168.26	14.1
MONTO TOTAL:-	1194.70	1194.70	100.0

Con la tabla anterior queda expuesto en forma global el costo total por la Rehabilitación del Valle de Mexicali, a continuación se expondrán los precios unitarios de los diferentes conceptos para la construcción del Nuevo Canal Delta.

COSTO POR FABRICACION DE UN M3 DE CONCRETO

I.- AGREGADOS

Grava: Banco López Mateos

1.- Extracción y carga

Se empleó cargador de orugas de 2 y d³ con costo horario de \$ 175.68 y un rendimiento de 55 M3/h

$$\frac{\$175.68/h}{55 \text{ M3/h}} = \$ 3.19/M3$$

2.- Acarreos locales (del banco a la planta y de ésta al almacenamiento).

\$ 5.00/M3

3.- Trituración parcial y cribado a los tamaños indicados.

Se empleó planta de trituración parcial con costo horario de \$ 463.76 y un rendimiento de 35 M3/h en promedio

$$\frac{\$463.76/h}{35 \text{ M3/h}} = \$ 13.25/M3$$

$$\frac{\$13.25/M3}{\$21.44}$$

Considerando que se tendrá un 30% de desperdicios.

$$\frac{\$ 21.44/M3}{0.70} = \$30.63/M3$$

\$ 30.63/M3

4.- Acarreos		
Acarreo promedio (Banco López Mateos) 40 Km.		
Tarifa fleteros \$2.00 - \$1.00		
1er. Km.	\$2.00	
39 Km. subsecuentes	\$39.00	\$ 41.00/M3
5.- Regalías		\$ 3.40/M3
		<u>\$ 75.03/M3</u>

COSTO GRAVA \$ 75.03/M3

Arena: Banco Heriberto Jara

1.- Extracción y carga		
Se empleó cargador de orugas de 2 y d ³ con costo horario de \$175.68 y rendimiento de 70 M3/h		
	$\frac{\$ 175.68/h}{70 M3/h} = \$ 2.50$	\$ 2.50/M3
2.- Acarreos locales		\$ 4.00/M3
3.- Cribado		
Se empleó planta de cribado con costo horario de \$155.40 y rendimiento de 70 M3/h		
	$\frac{\$ 155.40/h}{70 M3/h} = \$ 2.22$	\$ 2.22/M3
		\$ 8.72/M3
Considerando que se tendría un 10% de desperdicios		
	$\frac{\$ 8.72/M3}{0.90}$	\$ 9.68/M3
4.- Acarreos		
Acarreo medio 43 Km.		
Tarifa fleteros \$2.00 - 1.00		
1er Km	\$ 2.00	
42 Km subsecuentes	\$42.00	\$ 44.00/M3
5.- Regalías		\$ 5.00/M3
		<u>\$ 58.68/M3</u>

COSTO GRAVA \$ 58.68/M3

II.- CEMENTO

Carga y descarga de la estación del ferrocarril a la bodega	\$12.00/tn
Acarreo de bodega a obra	6.00/tn
Carga en bodega, descarga en obra	12.00/tn

Mermas 3% considerando un valor de \$400.00/tn		<u>\$12.00/tn</u>	
		\$42.00/tn	
Volumen de una tn en sacos			
0.88 M3			\$ 36.96/M3
III.- <u>AGUA</u>			\$ 6.72/M3
IV.- <u>MATERIALES POR M3 DE CONCRETO</u>			
a) Gravas 0.785M3 x \$75.03/M3		\$ 58.90/M3	
b) Arena 0.460M3 x \$58.68/M3		\$ 27.00/M3	
c) Agua 0.131M3 x \$ 6.72/M3		\$ 0.88/M3	
d) Cemento 0.232M3 x \$36.96/M3		<u>\$ 8.56/M3</u>	\$ 95.34/M3
V.- <u>EQUIPO DE CONCRETO</u>			
1.- Bodega		\$ 1.00 ton	
2.- Planta:			
Instalación y desmantelamiento; \$ 40 000			
carga por instalación			
\$ 40 000		\$ 0.72/ton	
56 000 ton			
3.- Maquila concreto seco			
a) Carga:			
Cargador de ruedas 1 1/2 y d ³			
costo horario \$120.00 rendimiento 65 M3/h			
\$ 120.00/h		\$ 1.84/M3	
65 M3/h			
b) Dosificación y descarga en seco			
Costo horario \$ 369.54			
Rendimiento 25 M3/h			
\$ 369.54/h		\$ 14.78/M3	
25M3/h			
	Costo fabricación		\$ 18.34/M3
VI.- <u>TRANSPORTE</u>			
Se emplearon camiones revolventes de 5 M3			
Costo horario \$ 134.13			
Rendimiento 15.0 M3/h			
\$ 134.13/h		\$ 8.94/M3	
15M3/h			
VII.- <u>COLOCACION DE CONCRETO</u>			
a) Se usaron dos Formas ya quis para la colocación del concreto			
Costo horario \$593.96			
Rendimiento 24M3/h			
\$ 593.96/h		\$ 24.75	
24M3/h			

b) Personal; una cuadrilla formada por:

Cabo colado 1x	\$134.82	\$134.82/t
Albañiles 4x	110.72	\$442.88/t
Peones 8x	\$53.77	\$430.16/t
		<u>\$1007.86/t</u>

Rendimiento de una forma yaqui: \$ 75M3/t

<u>\$ 1007.86/t</u>	\$ 13.45/M3
75 M3/t	

Costo colocación de concreto \$ 38.20/M3

VIII.- SOBRE CONCRETO

Se supuso que en promedio se tuvo un 6% de sobre concreto:

Materiales	\$ 95.34/M3	
Equipo	\$ 18.34/M3	
Transporte	\$ 8.94/M3	
Colocación concreto	\$ 38.20/M3	
Cemento 0.03x0.88x400	\$ 10.55/M3	\$ 171.37/M3
\$ 171.37/M3 x 0.06		\$ 10.30/M3

IX.- CURADO

Se necesitan 2.5 lts. de curacreto para 1 M3 de concreto

2.5 lts. x \$2.55 \$ 6.38/M3

Colocación:

Un peón coloca 150 M3/t

\$ 53.57/t \$ 0.30/M3
175 M3/t

Costo curado \$ 6.68/M3
\$ 5.00/M3

X.- LIMPIEZA

Costo directo \$ 193.35/M3
Indirectos y utilidad 40% \$ 77.34/M3
PRECIO UNITARIO \$ 270.69/M3

PRESUPUESTO DEL NUEVO CANAL DELTA

CONCEPTO	UNI	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
	DAD		UNITARIO	

CANALES DE DESVIO

TERRACERIAS

1.- Desmonte

a).- Desmontes, desentramado, desyerbe y limpieza del terreno para propósitos de construcción

Ha	73.00	\$1,000.00	\$ 73,000.00
----	-------	------------	--------------

CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE
<u>2.- ESCAVACIONES</u>				
a) Escavación en cualquier material para remoción de bordos	M3	173,000.00	\$1,000.00	\$ 693,770.00
b) Escavación en cualquier material, en el terreno natural para formar la cubeta del canal y formación de bordos para canales sin revestir	M3	253,000.00	\$ 6.52	\$1,649,560.00
<u>3.- CONSTRUCCION DE BORDOS Y TERRA PLENES.</u>				
a) Terraplén para bordos y caminos con material obtenido de banco de préstamo, con acarreo libre de cien metros	M3	58,000.00	\$ 6.74	\$ 390,920.00
b) Compactación al 35% de la prueba Proctor como mínimo	M3	320,000.00	\$ 2.87	\$ 918,400.00
<u>ESTRUCTURAS</u>				
<u>1.- TERRACERIAS PARA ESTRUCTURAS</u>				
a) Escavaciones en cualquier material para alojar las estructuras	M*	40,500.00	\$ 33.12	\$1,341,360.00
b) Relleno sin compactar de cualquier material excepto roca, proveniente de excavaciones previas	M\$	27,500.00	\$ 6.96	\$ 191,490.00
c) Relleno compactado de cualquier material excepto roca, proveniente de excavaciones previas	M3	25,750.00	\$ 24.88	\$ 640,660.00
<u>2.- FABRICACION Y COLOCACION DE MATERIALES MANUFACTURADOS PARA ESTRUCTURAS</u>				
a) Fabricación y colocación de concreto común en estructuras	M3	1,850.00	\$ 499.60	\$ 924,260.00

CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE
b) Colocación de fierro de refuerzo	Kg	375,000.00	\$ 1.61	\$ 603,750.00
c) Suministro y colocación de tubería de concreto de 0.61m(24") de diámetro	M	163.00	\$ 301.50	\$ 49,144.50
<u>ZONA DE RIEGO</u>				
<u>TERRACERIAS PARA CANALES</u>				
<u>1.- DESMONTE</u>				
a) Desmonte, desenraice, desyerbe y limpieza del terreno para propósitos de construcción	Ha	185.00	\$1,000.00	\$ 185,000.00
<u>2.- EXCAVACIONES</u>				
a) Excavación en cualquier material, en el terreno natural para formar la cubeta del canal, incluyendo la formación de los bordos con el producto de la excavación	M3	295,000.00	\$ 8.72	\$2,572,400.00
<u>3.- CONSTRUCCION DE BORDOS Y TERRAPLENES.</u>				
a) Terraplén para bordos y caminos formado con material obtenido de bancos de préstamo con acarreo libre de cien metros	M3	83,500.00	\$ 5.05	\$ 421,675.00
b) Compactación al 90% de la prueba Proctor como mínimo	M3	395,000.00	\$ 2.90	\$1,145,500.00
<u>TERRACERIAS PARA DRENES</u>				
<u>1.- DESMONTE</u>				
a) Desmonte, desenraice, desyerbe y limpieza del terreno para propósitos de construcción	Ha	65.00	\$1,400.00	\$ 91,000.00

CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE
<u>2.- EXCAVACIONES</u>				
a) Excavación para drenes en cualquier material	M3	757,500.00	\$ 3.05	\$2,310,375.00
b) Remoción de bordos existentes para ampliación de banquetas y excavaciones	M3	420,700.00	\$ 2.50	\$1,051,750.00
<u>REVESTIMIENTOS</u>				
<u>1.- REVESTIMIENTO DE CONCRETO</u>				
a) Estabilización con suelo cemento, de la zona de revestimiento de concreto	M3	725.00	\$ 116.40	\$ 84,390.00
b) Fabricación y colocación de concreto para revestimiento de canales	M3	50,000.00	\$ 270.69	\$13,534,500.00
<u>2.- OPERACIONES AUXILIARES</u>				
a) Drenes para el canal con tubo de concreto de 15 Cm de diámetro	M	275.00	\$ 35.66	\$ 9,806.50
b) Muros de cabeza en la salida de los drenes de tubo de concreto de 15 Cm de diámetro	M	125.00	\$ 35.66	\$ 4,457.50
<u>ESTRUCTURAS</u>				
<u>1.- TERRACERIAS PARA ESTRUCTURAS</u>				
a) Excavación en cualquier material para alojar las estructuras.	M3	63,500.00	\$ 33.12	\$2,103,120.00
b) Relleno sin compactar, de cualquier material excepto roca, proveniente de excavaciones previas	M3	53,200.00	\$ 6.96	\$ 370,272.00
c) Relleno compactado, de cualquier material excepto roca, proveniente de excavaciones previa	M3	18,700.00	\$ 24.88	\$ 465,256.00

CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE
d) Rellenos de grava o grava y arena que se requieran para estructuras, inclusive drenes, llovaderos y filtros	M3	4,300.00	\$ 80.50	\$ 346,150.00
2.- FABRICACION Y COLOCACION DE MATERIALES MANUFACTURADOS PARA ESTRUCTURAS				
a) Fabricación y colocación de concreto común en estructuras	M3	4,150.00	\$ 499.60	\$2,073,340.00
b) Colocación de fierro de refuerzo	Kg	423,000.00	\$ 1.61	\$ 681,030.00
3.- ACERO ESTRUCTURAL				
a) Suministro y colocación de acero estructural	Kg	53,000.00	\$ 15.00	\$ 795,000.00
b) Suministro y colocación de placas de acero para los apoyos de los puentes	Kg	2,150.00	\$ 15.00	\$ 32,250.00
4.- COMPUERTAS Y MECANISMOS				
a) Suministro y colocación de compuertas Miller para tubo de 0.46 m (18") de diámetro	Kg	38,200.00	\$ 12.15	\$ 464,130.00
b) Suministro y colocación de compuertas Miller para tubo de 0.61 m (24") de diámetro	Kg	30,500.00	\$ 14.34	\$ 437,370.00
c) Suministro y colocación de compuertas Miller para tubo de 0.76 m (30") de diámetro	Kg	21,700.00	\$ 17.66	\$ 383,222.00
d) Suministro y colocación de compuertas Miller para tubo de 0.9 m (36") de diámetro	Kg	21,500.00	\$ 23.49	\$ 505,035.00

CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE
e) Suministro e instalación de compuertas deslizantes de 1.07 x 1.07 m	Kg	14,800.00	\$ 32.17	\$ 476,116.00
f) Suministro e instalación de compuertas radiales de 2.00 x 2.50 m	Kg	10,350.00	\$ 35.29	\$ 365,251.50
5.- SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA DE CONCRETO				
a) Suministro y colocación de tubería de concreto de 0.45 m (18") de diámetro	M	224.00	\$ 207.60	\$ 46,502.40
b) Suministro y colocación de tubería de concreto de 0.61 m (24") de diámetro	M	183.00	\$ 310.45	\$ 56,812.35
c) Suministro y colocación de tubería de concreto de 0.76 m (30") de diámetro	M	165.00	\$ 420.70	\$ 69,415.50
d) Suministro y colocación de tubería de concreto de 0.91 m (36") de diámetro	M	177.00	\$ 540.95	\$ 95,748.15
6.- CONCEPTOS DIVERSOS				
a) Suministro y colocación de sello de huile de 3 bulbos o de cloruro de polivinilo corrugado	M	162,000.00	\$ 17.00	\$ 2,754,000.00
b) Suministro y colocación de barandales de tubo de fierro galvanizado de 5.08 cm(2") de diámetro nominal	Kg	24,000.00	\$ 23.50	\$ 564,000.00
c) Suministro y colocación de escalones tipo marino	Pza	60.00	\$ 55.00	\$ 3,300.00
d) Suministro y colocación de tubos de 63.5 mm (2 1/2) de diámetro para lloraderas	M	72.00	\$ 21.27	\$ 1,531.44

CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE
7.- CONSTRUCCION DE Puentes PRE-ESFORZADOS				
a) Suministro de pilotes para la construcción de puentes pre-esforzados	Pza	70.00	\$ 1,800.00	\$ 126,000.00
b) Hincado de pilotes para la construcción de puentes pre-esforzados	M	73.00	\$ 160.00	\$ 11,680.00
c) Suministro y colocación de travesaños precolados para puentes pre-esforzados	Pza	51.00	\$ 15,800.00	\$ 805,800.00
d) Colado de losas y diafragmas para puentes pre-esforzados	M3	230.00	\$ 690.00	\$ 158,700.00
7.- CONSOLIDACION HIDRAULICA				
a) Inundación de la zona de construcción del canal previamente a la ejecución de los trabajos	Ha/día	23.00	\$ 522.44	\$ 12,016.12
8.- CASAS PARA CANALEROS				
a) Construcción de casas para canaleros	M2	360.00	\$ 800.00	\$ 288,000.00
COSTO TOTAL =				\$40,809,526.96

NOTA:

En los precios unitarios están incluidos, los indirectos, los imprevistos y la utilidad que en total suma el 40%

CONCLUSIONES

1a.- La aceptación de aguas con índices de salinidad mayores de 900 partes por millón, es decir, la renuncia de México al derecho que tiene de recibir aguas vírgenes del Río Colorado, significaría un golpe tremendo a la economía general del Estado de Baja California. La empresa agrícola regional iniciaría su descenso por una pendiente negativa que más pronto que tarde, conduciría a un gran colapso; pues ya se vé que con agricultura monocultivista o diversificada, se abitarán los rendimientos por efecto de las salinidades, en el mejor de los casos, aumentarán los costos de producción, reduciéndose los márgenes tan precarios con que trabajan actualmente los campesinos.

2a.- Como corolario de lo anterior, puede afirmarse sin lugar a dudas que con índices de salinidad mayores que los naturales de las aguas del Colorado, se vendría por tierra toda posibilidad de diversificar la explotación agrícola como lo demandan los intereses de la colectividad.

3a.- Si no se separan materialmente las aguas salitrosas procedentes del Valle del Wellton-Mohawk, impidiendo que lleguen a la Presa Morelos, se contaminarán e inutilizarán los acuíferos subterráneos del Valle de Mexicali, de los cuales depende la producción en una tercera parte del área total de cultivo.

4a.- El objetivo principal de la Rehabilitación del Valle de Mexicali es rescatar el 50% del agua que actualmente se pierde por conducción, para utilizarla en riego y compensar al mismo tiempo la reducción que tendrá que hacerse por la sobre-explotación de las aguas del subsuelo.

Dicha Rehabilitación; que se está llevando a cabo actualmente, se vería grandemente perjudicada si antes no se soluciona el problema de la salinidad del agua que nos llega por el Río Colorado; problema que todavía prevalece.

5a.- La construcción del Nuevo Canal Delta beneficiará la parte central del Valle de Mexicali, esta zona es la más importante desde el punto de vista económico pues en ella se encuentran la mayor parte de las vías de comunicación, los ejidos más poblados y es donde el cultivo del algodón y del trigo alcanzan los mayores rendimientos.

I N D I C E

<u>CAPITULO I</u>		Pág.
	GENERALIDADES.....	1
	COMO SE PRESENTA EL PROBLEMA EN MEXICALI.....	1
	LOS DAÑOS OCASIONADOS.....	1
	EL PROYECTO DE LA REHABILITACION DEL VALLE DE MEXICALI.....	1
	RED DE DISTRIBUCION.....	4
	RED DE DRENAJE.....	5
	NIVELACION DE TERRENOS.....	5
	POZOS.....	6
	OBRAS COMPLEMENTARIAS.....	7
	CAMINOS.....	7
	MAQUINARIA Y EQUIPO.....	8
<u>CAPITULO II</u>	DESCRIPCION DEL NUEVO CANAL DELTA.....	9
	LOCALIZACION.....	9
	TOPOGRAFIA DEL CANAL.....	13
	ESTRUCTURAS Y DATOS HIDRAULICOS DEL CANAL.....	20
<u>CAPITULO III</u>	ESTUDIO, SOCIOECONOMICOS.....	25
<u>CAPITULO IV</u>	METODO DE CONSTRUCCION.....	28
	DESMONTE, DESENRAICE, DESYERBE Y LIMPIA.....	29
	EXCAVACION DE LA CUBETA.....	31
	CONSTRUCCION DE LOS BORDOS DEL CANAL.....	34
	AFINE DEL CANAL.....	37
	PRODUCCION Y ACARREO DE AGREGADOS PARA CONCRETO.....	41
	FABRICACION Y ACARREO DE CONCRETO.....	43
	COLOCACION DEL CONCRETO.....	47
	SELLO EN JUNTAS DE CONSTRUCCION.....	53
	ESTRUCTURAS.....	54
	REVESTIMIENTO DE CAMINOS.....	56
	TENDIDO DE LA GRAVA.....	57
	COMPACTACION.....	57
	DRENES.....	58

<u>CAPITULO V</u>		Pág.
	PLANIFICACION.....	60
	ORGANIZACION GENERAL DE LA OBRA.....	61
	LA GERENCIA Y LA SUPERINTENDENCIA.....	61
	EL DEPARTAMENTO DE ADMINISTRACION.....	64
	DEPARTAMENTO DE MAQUINARIA.....	66
	ORGANIZACION EN EL FRENTE DE TRABAJO.....	67
	ELABORACION DEL PROGRAMA DE TRABAJO.....	68
<u>CAPITULO VI</u>	AREAS DE REGADIO Y CULTIVOS PRINCIPALES..	71
<u>CAPITULO VII</u>	PRESUPUESTO.....	81
	PRESUPUESTO PARA LA REHABILITACION DEL VALLE DE MEXICALI.....	81
	COSTO POR FABRICACION DE UN M3 DE CONCRETO	82
	PRESUPUESTO DEL NUEVO CANAL DELTA.....	85
<u>CAPITULO VIII</u>	CONCLUSIONES.....	92

B I B L I O G R A F I A

- 1.- MOVIMIENTO DE TIERRAS
Herbert L. Nichols Jr.
- 2.- DISEÑO DE PRESAS PEQUEÑAS
United States Department of the Interior
- 3.- PLANO GENERAL Y PLANOS DE PERFIL Y PROYECTO
Proporcionados por la Secretaría de Recursos Hidráulicos