

97 24



# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

## ESTUDIO Y PROYECTO EJECUTIVO DE UNA ZONA DE RIEGO CON APLICACION A LA CUENCA DE CUTZAMALA, ESTADO DE MEXICO

T E S I S

PARA OBTENER EL TITULO DE:

INGENIERO CIVIL

P R E S E N T A :

RAMON ALBERTO LOPEZ FLORES



MEXICO, D. F.

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

1990



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

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

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

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

# I N D I C E

1.	INTRODUCCION.....	1
1.1	Las Obras de riego.....	3
1.1.1	Obras de almacenamiento.....	4
1.1.2	Obras de derivación.....	5
1.1.3	Obras de distribución.....	5
2.	ANTECEDENTES.....	8
2.1	Clima de la zona de riego.....	11
2.2	Fisiografía y Geología Regional.....	11
2.3	Planeación de la zona de riego.....	12
2.4	Consideraciones generales en el Anteproyecto.....	13
2.5	Estructuras tipo.....	16
2.6	Conclusiones y recomendaciones para el Proyecto ejecutivo.....	17
3.	ESTUDIOS PRELIMINARES.....	18
3.1	Estudio Agrometeorológico.....	18
3.1.1	Lámina retenida por el suelo.....	19
3.1.2	Uso consuntivo.....	22
3.1.3	Patrón de cultivos.....	35
3.1.4	Riego de punteo.....	42
3.2	Estudio Hidrológico.....	46
3.2.1	Información disponible.....	46
3.2.2	Características físicas para las subcuencas- estudiadas.....	47

3.2.3	Determinación del coeficiente unitario de -- riego.....	50
3.2.4	Determinación del coeficiente unitario de -- drenaje.....	60
3.3	Estudio socioeconómico.....	69
3.3.1	Identificación del área de estudio y método- logía.....	69
3.3.2	Aspectos físicos.....	70
3.3.3	Infraestructura.....	71
3.3.4	Población.....	72
3.3.5	Servicios.....	76
3.3.6	Condiciones de vida.....	81
3.3.7	Estructura agraria.....	85
3.3.8	Actividades económicas.....	87
3.3.9	Conclusiones.....	89
4.	<u>ESTUDIO DE ALTERNATIVAS Y PROYECTO DEFINITI- VO.....</u>	92
4.1	Generación de alternativas.....	92
4.2	Análisis de alternativas.....	94
4.3	Proyecto Ejecutivo.....	104
4.3.1	Geotecnia del canal principal.....	104
4.3.2	Métodos de exploración.....	105
4.3.3	Datos para la construcción.....	111
4.3.4	Proyecto del Canal principal.....	114

4.3.5	Cálculo hidráulico en Estructuras y Canales .....	118
4.3.6	Camino de servicio.....	132
5.	ESTIMACION DE CANTIDADES DE OBRA Y PROGRAMA - DE CONSTRUCCION.....	134
5.1	Etapas de construcción.....	135
5.2	Programas de construcción.....	136
5.3	Descripción de la Obra.....	136
6.	PRESUPUESTO DE LA OBRA.....	138
7.	CONCLUSIONES.....	165
	ANEXO DE PLANOS.....	175

## 1. INTRODUCCION

Se usa el término de "Proyecto de Riego" o Proyecto de Irrigación" para designar una zona en estudio y determinar la posibilidad y condiciones en la que pueda ser utilizada una determinada fuente de abastecimiento de agua, para el riego de una superficie de tierras agrícolas de extensión grande o pequeña.

En algunas publicaciones se ha definido al "distrito de Riego" en términos generales como una extensión de tierras agrícolas, limitadas por líneas establecidas natural o artificialmente, que se encuentra dominada topográficamente por un conjunto de obras, mediante las cuales puede realizarse el riego de las tierras comprendidas.

Esta definición de ninguna manera puede considerarse completa ni totalmente descriptiva porque, por una parte, los límites que legalmente se establecen para un distrito de riego solo limitan la zona de riego, quedando fuera de dichos límites los vasos de almacenamiento con la obra de control y funcionamiento, así como los canales de conducción comprendidos entre los vasos de almacenamiento y el punto en donde se inician los canales de riego; -- sean presas, plantas de bombeo, o simples obras de toma y, así mismo, el trazo de canal muerto de los canales principales. Quedan fuera de mención la red de caminos y la red de drenaje, - que sirven al distrito y que forman parte del conjunto de obras-construidas como "Obras de Riego"

Se puede proponer como una definición más descriptiva de "Distrito de Riego" como la unidad agrícola que cuenta con las aguas y obras necesarias para poder efectuar el riego de las tierras comprendidas en ella y que cuenta también con aquellas otras obras que permiten el correcto funcionamiento y la conservación de las tierras bajo riego y el desarrollo agrícola, social, comercial e industrial de la unidad agrícola.

Si lugar a duda la actividad económica fundamental en el medio rural lo sigue constituyendo la agricultura; los cultivos agrícolas para su desarrollo necesitan entre otras cosas del agua; luego, para lograr buenas cosechas, se requiere que además de optimizar otros factores que intervienen en el desarrollo de los cultivos,-

se regule el régimen de humedad del suelo en función de las necesidades de agua de los cultivos.

En el medio geográfico de nuestro país, la asociación del recurso agua y el recurso tierra que exige la agricultura de riego, no guardan un equilibrio que permita su fácil aprovechamiento ya que en el sureste, que genera el 40% de nuestros recursos hidráulicos superficiales, cuenta solamente con el 7% del territorio nacional en tanto que en el norte y en el altiplano de la República en donde se genera el 12% de los recursos hidráulicos, se cuenta con el 51% de la superficie nacional.

#### 1.1. LAS OBRAS DE RIEGO

La utilización de las disponibilidades de agua de los distritos de riego de las tierras de cultivo comprendidos dentro de los límites de la "Zona de Riego" correspondiente, se realiza mediante un conjunto de obras que captan, derivan y distribuyen dichas aguas denominadas "Obras de Riego".

Todas las tierras bajo riego están destinadas inexorablemente a enlaganarse y ensalitrarse si no se construye otro conjunto de obras que tengan la función de eliminar del suelo las aguas que en forma perjudicial se acumulan sobre la superficie y que agotan su capacidad productora.

El impulso que recibe la agricultura con el auxilio del riego se refleja notablemente en el gran volumen de producción que es necesario movilizar de la unidad agrícola. Este aumento de producción representa precisamente la finalidad perseguida con las inversiones necesarias para lograr el riego de las tierras y, consiguientemente, interesa que dicha producción agrícola se movilice con rapidez, para que logre ingresar oportunamente a la corriente general de producción del país y que los productos alcancen los mejores mercados y los mejores ingresos posibles. Para que este proceso pueda realizarse en la forma ideal se hará necesario contar con una adecuada "Red de Caminos" que haga fácil la comunicación en todo el Distrito.

Las obras de riego puede subdividirse en tres grupos:

- 1.1.1 Obras de Almacenamiento
- 1.1.2 Obras de Derivación
- 1.1.3 Obras de Distribución

#### 1.1.1 OBRAS DE ALMACENAMIENTO

Están constituidas por las presas de almacenamiento que captan y almacenan durante el tiempo necesario las aguas de la corriente o corrientes que forman la disponibilidad hidráulica del distrito.

Las presas de almacenamiento tienen la función de regularizar el aprovechamiento de las aguas de las corrientes disponibles. Cuando el agua almacenada no tiene más utilización que el riego, las obras

de toma descargan libremente a los canales de derivación o a los canales de conducción.

#### 1.1.2 OBRAS DE DERIVACION

Por lo general se encuentran formadas de una cortina vertedora de gran longitud de cresta y poca altura, construida con su eje longitudinal perpendicular a la dirección de la corriente. Inmediatamente aguas arriba de este vertedor y sobre ambos márgenes del río se construyen obras de toma, a través de las cuales se efectúa la derivación de las aguas a los canales de riego. Como parte de la obra de toma deben considerarse las compuertas y mecanismos de operación y el conducto o conductos de derivación que desembocan a la iniciación de los canales y los dispositivos de limpia de las tomas o desarenadores.

#### 1.1.3 OBRAS DE DISTRIBUCION

Las obras de distribución comprenden todos los canales que conducen el agua de riego desde las presas de almacenamiento, desde las presas de derivación o desde las plantas de bombeo hasta las tierras de cultivo abarcando desde los canales principales, pasando por laterales, sublaterales, etc., hasta la más pequeña regadera, formando así una verdadera red que se extiende a todos los lugares de la zona de-

riego. Para llevar a cabo la función distribuidora, los canales tienen que cruzar arroyos y ríos, carreteras, ferrocarriles, canales de drenaje, etc., habiendo también la necesidad de que en estos puntos de cruce se cuente con las obras correspondientes para que las aguas no sufran interrupción. Asimismo, se hace indispensable proteger dentro de límites económicos a toda la red y sus obras auxiliares contra daños accidentales con la doble finalidad de causar los menores entorpecimientos de la distribución y que su conservación sea fácil y económica. Dentro de las obras auxiliares, es decir, las que permiten efectuar la distribución, deben citarse como las más importantes las tomas y sus compuertas, las represas, las caídas y las rápidas. Dentro de las obras de cruce deberán mencionarse los sifones, los puentes canales, las alcantarillas y los puentes para vehículos.

En algunos lugares del país, la utilización del agua de las corrientes se realizan mediante plantas de bombeo que sustituyen a las obras de derivación. Las plantas de bombeo en estas condiciones pueden compararse a las simples tomas de derivación que funcionan satisfactoriamente durante las épocas de avenidas; en el estiaje tienen que construirse cuando menos canales de llamada. Cuando el agua bombeada proviene de una fuente de abastecimiento continuo como los mantos artesianos puede compararse a una toma de obra de almacenamiento, aunque con características especiales.

El presente trabajo se enfoca en el Estudio y Proyecto Ejecutivo para

regar 8 000 Has. en la Zona del Acueducto Cutzamala, Estado de México.

El área de estudio se localiza en las cercanías de la Cd. de Toluca, - quedando definida por el Volcán Nevado de Toluca al sur, la presa José Antonio Alzate al noreste y la presa Ignacio Ramírez al noroeste, quedando comprendida al mismo tiempo en la región hidrológica del Alto Lenca.

La fuente de abastecimiento la forma la vertiente norte del Nevado de Toluca aprovechando los escurrimientos de los arroyos Cano, Verdigel, - Chiquito, Tejalpa, San Pedro y Guadarrama mediante un canal de intercomunicación de cuencas con capacidad de  $5 \text{ m}^3/\text{seg}$ . Dichos escurrimientos serán enviados hacia la cuenca del arroyo San Pedro de la Hortaliza, sobre el cual se localizará la presa de almacenamiento San Pedro, lográndose de este modo proporcionar riego por punteo a 8 000 Has. brutas.

## 2. ANTECEDENTES

El gran crecimiento de la Ciudad de México ha originado la necesidad de aumentar el abastecimiento de agua potable en volúmenes tan elevados, que los propios recursos hidráulicos del Valle de México han sido insuficientes, lo que ha hecho necesario la -  
transportación del vital líquido desde fuentes lejanas.

En compensación a las afectaciones provocadas por la construc --  
ción del acueducto y previendo la posible extracción de agua de-  
dicha conducción por parte de los campesinos y usarla en sus cul-  
tivos, ha surgido el proyecto para beneficiar a una área en la -  
zona noroeste de la Ciudad de Toluca a un costado de las presas  
Antonio Alzate e Ignacio Ramírez.

Como antecedente al proyecto ejecutivo de la zona de riego se -

dispone del anteproyecto de la zona de riego realizado en planos topográficos escala 1:5 000, sobre los que se efectuó una planeación y a partir de ella se dedujeron perfiles de los trazos de canales para así realizar el anteproyecto de los mismos.

#### Localización y Vías de Comunicación.

La zona de riego se localiza en el Estado de México, entre los paralelos 19°22' y 19°26' de latitud Norte y entre los meridianos 99°50' y 99°40' de longitud Oeste. (Ver figura 2.1)

Dicha área se ubica en la vertiente Noreste del volcán Nevado de Toluca y al Noroeste de la capital del estado, que es la Ciudad de Toluca.

La zona abarca tierras de los municipios de la Ciudad de Toluca, de Almoloya de Juárez y de Tempaya y la población más cercana a ella es Almoloya de Juárez.

La zona de riego está bien comunicada por una amplia red de caminos, de los cuales los principales son la Carretera Federal No. 15 en su tramo Toluca - Zitácuaro y la Carretera Federal No. 55 en su tramo Toluca - Querétaro, además la zona es atravesada por la vía del ferrocarril en su tramo Toluca - Acámbaro.



## 2.1 CLIMA DE LA ZONA DE RIEGO

Según la clasificación de climas Wilhelm Koeppen, el de la región es templado moderado, lluvioso de invierno seco y riguroso, el mes de mayor precipitación es Julio con 290 mm y las características principales en cuanto a temperaturas y precipitaciones tomadas de la estación climatológica de la Ciudad de Toluca son las siguientes:

Temperatura máxima extrema	26.8°C
Temperatura mínima extrema	-3°C
Temperatura media anual	10.7°C
Precipitación total anual	791.4 mm

## 2.2 FISIOGRAFIA Y GEOLOGIA REGIONAL

El área en estudio se localiza en la provincia fisiográfica de fosas tectónicas y vulcanismo reciente. Esta zona se caracteriza por predominar en ella numerosos aparatos volcánicos y lagos.

El tipo de litología que predomina en el área son rocas ígneas, piroclásticas y sedimentarias, las ígneas están representadas por andesitas y traquitas generalmente cubiertas por basaltos, tobas y rocas sedimentarias, productos de la meteorización de las rocas preexistentes.

Algunos de estos materiales fueron depositados en medios lacustres y se presentan con estratificación delgada y regularmente graduada.

### 2.3 PLANEACION DE LA ZONA DE RIEGO

La planeación de la zona de riego se realizó sobre la alternativa seleccionada, la que consiste de riego por punteo o pre-siembra a 8 000 Has. por gravedad, esto por considerarse que se mejorarían las condiciones socioeconómicas de un mayor número de habitantes.

Para la planeación de la alternativa seleccionada, primeramente se realizó un estudio preliminar de la zona con base en las cartas topográficas escala 1:50 000, localizándose y delimitando el área de la Zona de Riego.

Posteriormente, en base a la elevación de salida del canal en la presa San Pedro ( 2 607.00 m.s.n.m.), se realizó la localización del canal principal en planos escala 1:20 000, considerando tanto el aspecto de dominio del terreno con la limitante a 8 000 Has., para lo cual se fue siguiendo un control de elevaciones del nivel de la superficie libre del agua, minimizando en todos los casos las longitudes de los sifones que fueron necesarios. En la Zona de Riego se usó como criterio fundamental el aprovechamiento al máximo de la topografía

existente dado lo accidentada de ésta, trazando los canales laterales y sublaterales por los parteaguas y utilizando linderos y caminos existentes en la medida que fue posible. En cuanto al sistema de drenaje se consideró dada las características topográficas de la zona, la utilización al máximo de los drenes naturales existentes. Las tomas se propusieron con un área de influencia máxima de 50 hectáreas.

#### 2.4 CONSIDERACIONES GENERALES PARA EL ANTEPROYECTO

Para la localización del trazo del anteproyecto del canal, se partió de la elevación de salida que tendrá la obra de toma de la presa San Pedro, a partir de la cual se fue siguiendo un control de elevaciones de la plantilla y de la superficie libre del agua considerando la pendiente del canal y estructuras en las cuales existieran pérdidas de energía como son sifones y caídas.

Posteriormente se obtuvo el perfil definido por el trazo, sobre el cual se efectuó el anteproyecto del canal, tomando en consideración su gráfica de áreas-capacidades para determinar la capacidad de la cubeta en sus distintos tramos.

Para el diseño del canal, se consideran pendientes y secciones-tipo, de modo de obtener velocidades mínimas de 0.60 m/s. En

algunos tramos fue necesaria la utilización de sifones, los -  
cuales se analizaron hidráulicamente para velocidades mayores-  
de 1.5 m/s.

El canal principal será en su totalidad revestido de concreto-  
con taludes de 1.5:1 tendrá su origen en la salida de la obra-  
de toma de la presa San Pedro (km 0 + 000), con una elevación-  
en la plantilla de 2 607.00 m.s.n.m. Del km 0 + 000 al - - -  
km 3 + 125 el canal principal M.I. conducirá un gasto de - - -  
7.44 m<sup>3</sup>/s. En este último kilometraje existirá una estructura  
repartidora que permitirá derivar hacia la margen derecha un -  
gasto de 6.17 m<sup>3</sup>/s, continuando por lo tanto por la margen iz-  
quierda un gasto de 1.27 m<sup>3</sup>/s.

Para la realización del anteproyecto de la red de distribución  
se utilizaron hojas de plancheta escala 1:5 000, sobre los cua  
les se localizaron los canales que formarán la red, efectuando  
se una afinación de la planeación que se había hecho a escala-  
1:20 000.

Para la localización de los canales se consideró que la red óp  
tima es la que aproveche al máximo la topografía existente.  
De esta forma, los canales se localizaron por los parteaguas -  
de los lomeríos que se encuentran dentro de la zona de riego,-  
por así dominar ambos lados.

La red de drenaje tendrá en su totalidad 82 km de los cuales -

75 km pertenecen a escurrimientos naturales rectificadas y -  
7 km a drenes por construir.

El criterio utilizado para el anteproyecto de la red de drenaje fue el aprovechamiento de los escurrimientos naturales y de los bajos existentes. Sin embargo se puede observar en la topografía escala 1:5 000, que no todos los drenes naturales tienen secciones bien definidas y que en algunos casos sus secciones son iguales a todo el ancho de la cañada. Al mismo tiempo de los perfiles deducidos de los drenes seleccionados que formarán parte de la red de drenaje, se pudo observar que en muchos casos se tenían pendientes que generaron velocidades mayores que la crítica. Para disminuir dichas velocidades, se propusieron estructuras especiales, como caídas y rápidas, las cuales lógicamente encarecen bastante el proyecto.

El anteproyecto se realizó finalmente, considerando drenes de tierra de secciones trapeciales con taludes 1.5:1. modificando o rectificando las secciones que actualmente poseen. En casi todos los casos hubo que excavar una sección más pequeña para encauzar los escurrimientos, con capacidad para desalojar avenidas con periodos de retorno de 5 años, sin embargo, no en todos los casos fue posible limitar la velocidad a magnitudes no erosivas; por lo cual habrá que tener presente que en muchos casos se producirán acarrees de material.

## 2.5 ESTRUCTURAS TIPO

En el anteproyecto se utilizaron diferentes estructuras tipo, tanto para el canal principal como para la red de distribución y la red de drenaje.

Las estructuras tipo consideradas las podemos agrupar de la siguiente manera:

### a) Estructuras de Operación y Distribución

Represas

Tomas para Canales

Tomas Granja

### b) Estructuras de Cruce

Alcantarillas

Puente Canal

Sifones

Puentes para Vehículos

Puentes para Peatones

Puente Alcantarilla

### c) Estructuras de Protección

Rápidas y Caídas

Pasos Inferiores

Cunetas y Contracunetas

Entradas de lote a Dren

Remates Finales

## 2.6 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES PARA EL PROYECTO EJECUTIVO

Del anteproyecto del canal principal se puede concluir en la fac  
tibilidad de afinar en gabinete el trazo que se vaya ejecutan-  
do en campo a base de la configuración. Esta solución es conve  
niente, debido a lo accidentado del terreno.

Respecto al sistema de drenaje se puede concluir que su costo-  
es muy alto debido a la gran cantidad de estructuras necesarias  
para disipar energía así como al gran volumen de excavación pa-  
ra la formación de cubetas.

Sin embargo es factible eliminar la construcción de drenes debi  
do a que la zona posee un buen drenaje natural que descarga ha  
cia las presas Antonio Alzate e Ignacio Ramírez; la mayoría de-  
los drenes naturales son dinámicamente estables, y el problema-  
que habría que considerar una vez en operación la zona de riego,  
sería el control de la erosión en las cuencas a través del mejo  
ramiento de los métodos de cultivo, y el control de avance de -  
las cárcavas que se originan en el drenaje natural.

### 3. ESTUDIOS PRELIMINARES

#### 3.1 ESTUDIO AGROMETEOROLOGICO

El objetivo del presente estudio es proporcionar un patrón de cultivos adecuado para la zona de estudio, considerando un riego por punteo, así como también determinar el volumen de aguas demandado por cada uno de ellos para la elaboración de la ley de demandas que servirá como base para el funcionamiento del vaso de la presa San Pedro.

La superficie estudiada es de 13 907 Has., y tiene los siguientes límites: al Norte el vaso de la Presa Ignacio Ramírez, el poblado Santa Catarina, Tabernillas y por el poblado Mextepec; al Sur limita con el tendido de líneas eléctricas de alta tensión que pasa a 800 m al Norte del poblado por la cota 2 600; al Este limita por una línea imaginaria que pasa a 100 m al Es

te de la estación radioreceptora y a 1 250 m al Este de El-Ceri-lo y que entronca con la línea eléctrica de alta ten - sión al Sur y con el vaso de la presa Antonio Alzate al Nor - te; al Oeste limita con la línea imaginaria que une al po - blado Piedras Blancas, el Hospital y la Hacienda La Gavia.

### 3.1.1 LAMINA RETENIDA POR EL SUELO

Para determinar la lámina que puede retener el suelo, se re quiere conocer algunas de las propiedades físicas de éste, - tales como:

- Da: Densidad Aparente ( $\text{kg cm}^3$  o  $\text{Ton/m}^3$ )
- c.c. Capacidad de Campo (%)
- ppp. Punto de Marchitamiento Permanente (%)

Para relacionar la lámina retenida, con el cultivo es neces\_a rio conocer de éste su:

- Z: Profundidad radicular (m o cm)

Además el peso específico del agua ( $\gamma$ )

La fórmula que se emplea para determinar la lámina retenida por un suelo, (o que puede retener), es:

$$Lr = \frac{1}{\gamma} Da (cc - ppp) z$$

Es conveniente indicar, que en el presente estudio, el grado de humedad del suelo se llevará de pmp a cc, ésto es, se considera por las condiciones del lugar, que el suelo antes del riego se encuentra con un grado de humedad equivalente al punto de marchitamiento permanente, de ahí que únicamente se -- agregará la cantidad de agua necesaria para incrementar el -- grado de humedad hasta la capacidad de campo.

De los análisis físico químicos realizados en el estudio Agrológico semidetallado para esta misma zona, se tiene distintas series de suelos con sus respectivos c.c. pmp. y Da. Para determinar la lámina de riego se consideró una textura para el área de estudio con los siguientes valores:

$$Da = 1.20 \text{ Kg/dm}^3$$

$$cc = 28\%$$

$$pmp = 17$$

Con los datos anteriores se determinó para cada cultivo posible de desarrollarse en la zona, su lámina bruta.

En cuanto a la aplicación del riego, será de tipo superficial y el método, por surcos a nivel. Si se toma en cuenta que -- gran parte de la zona es de topografía accidentada y de fuerte pendiente, así como la magnitud de la superficie total de riego y que los futuros regadores irán aprendiendo poco a poco, --

se puede considerar como adecuada una eficiencia parcelaria - del 70% o sea  $D_p = 70\%$ .

Con esto, podemos calcular la lámina neta y lámina bruta, entendiéndose por; LB, lámina bruta, es el cociente que resulta de dividir el volumen que sale de la obra de la toma (volumen bruto, VB), entre la superficie regada.

Ep: Eficiencia de Conducción

Lr: Lámina retenida por el suelo

$$LN = \frac{Lr}{Ep} \quad LB = \frac{LN}{Ec} \quad \frac{LB = Lr}{Ep \times Ec}$$

Esto significa que para poder aplicar al suelo un volumen de  $1\ 200\ m^3/ha$  ( $Lr = 12\ cm$ ), es necesario que a la parcela lle - que un volumen de  $1\ 714\ m^3$  ( $LN = 17.14\ cm$ ) y que la obra de - toma salgan  $2\ 100\ m^3$  ( $LB = 21.0\ cm$ ).

La diferencia entre el volumen que retendrá el suelo y el que sale de la obra de toma, es lo que se perderá en conducción y en aplicación del riego.

Las láminas requeridas para dar un riego por punteo se observan en el siguiente cuadro 3.1.

LN es lámina neta

LB es lámina bruta

CULTIVO	LAMINA NETA (cm)
Maíz	12
Avena - Cebada	12
Haba	8
Veza o Ebo	8

Quadro 3.1

### 3.1.2 USO CONSUNTIVO

Para poder relacionar la lámina que el suelo retiene, se requiere calcular el uso consuntivo de los cultivos por establecer.

"El uso consuntivo", o sea, la evapotranspiración, es la suma de los términos:

- a) Transpiración, que es el agua que penetrando a través de las raíces de las plantas es utilizada en la construcción de tejidos o emitidas por las hojas reintegrada a la atmósfera.
- b) Y evaporación, que es el agua evaporada por el terreno adyacente, por la superficie de las hojas de las plantas.

"El agua depositada por el rocío, la lluvia artificial que se evapora sin ser utilizada por el sistema de la planta, forman parte de la evapotranspiración".

"...En consecuencia, el agua que procede de los aguaceros, o de la lluvia artificial muy ligera, puede no ser utilizada en el proceso de transpiración; los estudios basados en la energía disponible para la evaporación muestran, sin embargo, que en condiciones normales, el agua evaporada directamente del suelo, o de las hojas, es empleada para reducir en cantidades análogas, aquella que sería de otro modo transpirada por las plantas. La aseveración anterior es cierta con tal de que sobre el terreno exista una cosecha en estado de madurez. Si el estado vegetativo es anterior o cercano a la madurez, la cosecha no transpira demasiada agua, y, en este caso, la evaporación de una superficie húmeda del suelo puede exceder con mucho a la evapotranspiración normal".

Para el cálculo del uso consuntivo se usó el método de Blaney Criddle, donde:

$U = KF$  (Uso consuntivo total)

$F$  = Evapotranspirante y es la suma de los factores de la evapotranspiración para un periodo determinado.

(Suma de los productos de la temperatura media por el tanto por ciento de -

la iluminación mensual con respecto a la anual).

K = Coeficiente global (anual, época de riego o periodo vegetativo).

F = f donde

$$f = \frac{p(t + 17.P)}{21.8}$$

t = Temperatura media mensual en grados centígrados.

p = Tanto por ciento de horas iluminación mensual con respecto a la anual.

El porcentaje de horas-luz, se obtuvo para una latitud norte - de 19° los cuales se muestran en el cuadro 3.2, para cada mes del año.

PORCENTAJE DE HORAS-LUZ	
MES	19°LN
ENE	7.79
FEB	7.28
MAR	8.41
ABR	8.51
MAY	9.11
JUN	8.97
JUL	9.20
AGO	8.92
SEP	8.28
OCT	8.19
NOV	7.63
DIC	7.71

CUADRO 3.2

Para las temperaturas medias mensuales, se estudiaron los datos de las estaciones climatológicas: Nueva Santa Elena, Almoloya de Juárez y Los Velázquez, los cuales se presentan en el cuadro 3.3.

E S T A C I O N				
MES	INA. SANTA ELENA	SAN BERNABE	ALMOLOYA DE JUAREZ	LOS VELAZQUEZ
ENE	9.23	9.37	10.05	8.11
FEB	10.32	10.20	10.69	9.48
MAR	12.10	12.69	12.89	11.04
ABR	13.93	14.84	14.68	13.41
MAY	14.62	15.94	15.74	14.97
JUN	15.22	16.19	15.94	15.29
JUL	14.50	15.53	14.97	14.73
AGO	14.36	15.45	15.10	14.56
SEP	14.40	15.47	14.65	14.36
OCT	13.52	14.12	13.85	13.17
NOV	11.20	11.96	11.91	10.64
DEC	9.62	10.40	10.54	9.14

CUADRO 3.3

Como se puede observar, las temperaturas presentan variaciones mínimas de una estación a otra y para un mismo mes, por lo que se seleccionó la de Almoloya de Juárez que tiene mayor número de registros y es la más cercana a la zona de estudio. (Ver cuadro 3.4).

TEMPERATURA MEDIA MENSUAL EN GRADOS CENTIGRAPOS EN LA ESTACION DE ALMOLOYA DE JUAREZ.	
MES	TEMPERATURA °C.
ENE	10.05
FEB	10.89
MAR	12.99
ABR	14.88
MAY	15.74
JUN	15.94
JUL	14.97
AGO	15.10
SEP	14.85
OCT	13.86
NOV	11.91
DIC	10.54

CUADRO 3.4

El factor de temperatura y luminosidad se determinó con la fórmula:

$$f = p \cdot \frac{(t + 17.8)}{21.8}$$

en donde p= factor función de la latitud del lugar en cada uno de los doce meses del año.

El cuadro 3.5 muestra el cálculo del factor para la latitud Norte 19°25'22".

MES	TEMPERATURA MEDIA	P	f
ENE	10.05	7.79	9.952
FEB	10.89	7.28	9.581
MAR	12.99	8.41	11.878
ABR	14.88	8.51	12.757
MAY	15.74	9.11	14.016
JUN	15.94	8.97	13.883
JUL	14.97	9.20	13.829
AGO	15.10	8.92	13.462
SEP	14.85	8.28	12.401
OCT	13.85	8.19	11.890
NOV	11.91	7.63	10.398
DIC	10.54	7.71	10.023

CUADRO 3.5

Como el ciclo vegetativo de la planta es del 15 de Marzo al 15 de Octubre, se obtiene el cuadro 3.6

MES	f
MAR	5.939
ABR	12.757
MAY	14.016
JUN	13.883
JUL	13.829
AGO	13.462
SEP	12.401
OCT	5.945
SUMA	92.232

CUADRO 3.6

Para la determinación del coeficiente de desarrollo  $k_c$ , se usaron las gráficas  $k_c$  en función del porcentaje del ciclo vegetativo, obteniéndose de este modo el uso consuntivo como el producto de  $f$  por  $k_c$ .

El  $U_c$  obtenido se ajustó con un factor  $j = \frac{K_g}{K'}$  donde  $k_g$  es el coeficiente de desarrollo global considerado igual a 0.8 y

$$K' = \frac{\sum U_c}{\sum f}$$

El cuadro 3.7 muestra el desarrollo y los resultados obtenidos.

Cultivo: Maíz

Ciclo Vegetativo: 210 días

Inicio de Siembra: 15 de Marzo

$K_g = 0.8$

MES	f	Kc	Uc	j	U.C. Corr.	U.C. ACUM.
MAR	5.939	0.43	2.47	1.1839	2.92	2.92
ABR	12.757	0.50	6.38	1.1839	7.55	10.47
MAY	14.016	0.64	8.97	1.1839	10.61	21.08
JUN	13.883	0.73	10.13	1.1839	11.99	33.07
JUL	13.829	0.77	10.65	1.1839	12.60	45.67
AGO	13.462	0.80	10.67	1.1839	12.74	58.41
SEP	12.401	0.75	9.30	1.1839	11.00	69.41
OCT	5.945	0.62	3.68	1.1839	4.35	73.76
TOTAL	92.232		62.35		73.76	73.76

$$k' = \frac{\sum U.C.}{\sum f} = \frac{62.35}{92.232} = 0.676$$

$$j = \frac{K_g}{k'} = \frac{0.8}{0.676} = 1.1834$$

CUADRO 3.7

Se consideró para cada mes una lluvia efectiva, calculada de la siguiente manera:

Cuando  $0.8 P > 0.9 E_t^{0.75}$  hay lluvia efectiva y se considera que es equivalente al 50% de una lluvia ( $0.5 P$ ) cuyo período de retorno es igual a 1.25 años. (Ver cuadro 3.8)

En la relación de arriba  $P$  es la lluvia mensual y  $E_t$  es la evapotranspiración calculado por el método Thorn Thwaite.

Cálculo de la Evapotranspiración potencial

(Estación: Almoloya de Juárez)

Eficiencia de la temperatura ( $i$ ):

$$i = \left[ \frac{T}{5} \right] \quad 1.514$$

Evapotranspiración potencial

$$E_t = 1.6 \left[ \frac{10 T}{I} \right]$$

$E_t$  = Evapotranspiración mensual en (cm)

$T$  = Temperatura media mensual en (°C)

$$I = \sum_{i=1}^{12} i$$

La corrección por lluvia se observa en el cuadro 3.9.

ESTACION: ALMOLOYA DE JUAREZ

DETERMINACION DE LA LLUVIA EFECTIVA

MES	PRECIPITACION (mm)	0.8 p (cm)	Et (cm)	0.9 Et <sup>0.75</sup> (cm)	LLUVIA EFECTIVA (cm)
ENE	0	0	3.663	2.383	-
FEB	0	0	4.081	2.584	-
MAR	0	0	5.175	3.088	-
ABR	6.0	0.48	6.214	3.542	-
MAY	41.0	3.28	6.702	3.749	-
JUN	77.0	+ 6.16	6.817	3.797	3.85 (4)
JUL	124.5	+ 9.96	6.264	3.564	6.22 (6)
AGO	95.5	+ 7.64	6.338	3.595	4.77 (5)
SEP	100.0	+ 8.00	6.197	3.535	5.00 (5)
OCT	39.0	3.12	5.641	3.294	-
NOV	0	0	4.604	2.829	-
DIC	0	0	3.906	2.501	-

CUADRO 3.8

NOTA:

Cuando  $0.8 p > 0.9 Et^{0.75}$ ; hay lluvia efectiva y ésta se toma entonces igual a  $(0.5 P)$ .

Et se calculó de acuerdo al cuadro 3.9.

MES	TEMP. MEDIA (°C)	i	Et (cm)
ENE	10.05	2.878	3.663
FEB	10.89	3.249	4.081
MAR	12.99	4.244	5.175
ABR	14.88	5.213	6.214
MAY	15.74	5.676	6.702
JUN	15.94	5.785	6.817
JUL	14.97	5.261	6.264
AGO	15.10	5.330	6.338
SEP	14.85	5.197	6.197
OCT	13.85	4.676	5.641
NOV	11.91	3.721	4.604
DIC.	10.54	3.093	3.906
		$\Sigma = 54.326$	

CUADRO 3.9

En el cuadro 3.10, una vez calculados los usos consuntivos del maíz y determinadas las lluvias efectivas mensuales a considerar, se obtuvieron las deficiencias de humedad del cultivo.

DEFICIENCIAS DE HUMEDAD CONSIDERANDO LA LLUVIA EFECTIVA Y EL -- USO CONSUNTIVO EN EL RIEGO DE FUNTEO.			
MES	U. cm	LLUVIA APROV.	DEFICIENCIAS
MAR	2.92	0.00	2.92
ABR	7.55	0.00	7.55
MAY	10.61	0.00	10.61
JUN	11.99	4.00	7.99
JUL	12.60	6.00	6.60
AGO	12.74	5.00	7.74
AEP	11.00	5.00	6.00
OCT	4.35	0.00	0.00
TOTAL	73.76	20.00	49.41

CUADRO 3.10

Con el agua aplicada en el riego, mas la aportada por la lluvia,  
el cultivo dispondrá de la suficiente para su normal desarrollo.

Para ésto analizaremos únicamente los meses que se consideren --  
críticos por la escasez de lluvia y que son:

MES	NECESIDAD DE AGUA DEL CULTIVO (cm)	50% DE LLUVIA MEDIA MENSUAL (cm)
MARZO	2.92	0.60 (para 15 días)
ABRIL	7.55	1.40
MAYO	10.61	3.15
TOTAL	21.08	5.15

Necesidad de agua del cultivo en los 3 meses = 21.0 cm

Agua aportada por la lluvia	5.15 cm
Agua aportada con el riego	12.00 cm
	<u>17.15 cm</u> ≈ 21.0 cm

Es indudable que entre menos sea la intensidad de la lluvia, menor será su probabilidad de escurrir, de ahí que entre más pequeña, mayor será el porcentaje de infiltración, pudiendo llegar incluso al 100%. En los meses de Marzo, Abril y Mayo, se ha tomado como aprovechable la mi tad para estar del lado de la seguridad.

En los meses de Junio, Julio, Agosto y Septiembre, con las primeras lluvias el suelo llega incluso al grado de saturación, conservando su grado de humedad entre pmp y cc.

En el mes de Octubre la planta requiere teóricamente una cantidad de agua de 4.35 cm (para 15 días), pero ya no es necesario que la tome del suelo, en todo caso la transpira de la que contiene ella misma pues inicia desde fines de Septiembre su proceso de secado.

Las mismas consideraciones se pueden hacer para los demás cultivos que se programarán para la zona.

### 3.1.3 PATRON DE CULTIVOS

Para la elección de los cultivos es necesario tomar en cuenta varios aspectos con el fin de que efectivamente se establezcan en la zona de riego.

Entre los más importantes factores que debemos tomar en cuenta están:

#### I) Clima:

ES limitante para varios cultivos pero hay, desde el punto de vista clima, varios que pueden establecerse. Se deben observar sobre este aspecto, temperatura, granizadas, vientos y precipitación entre otras.

#### a) Temperaturas.-

La limitante en esta zona son las temperaturas menores de 2°C -

sobre cero, que tienen efectos de heladas. Estas se registran generalmente de Noviembre a Marzo, pero ocasionalmente las heladas tempranas se registran en Octubre y aun en la primera quincena de Septiembre aunque ésto en muy raras veces.

Esto hace pensar que en el invierno el forraje, avena, ebo y cebada son los cultivos más indicados.

En primavera-verano se amplía la gama de cultivos: maíz, tomate de cáscara, haba, papa, zanahoria, lechuga, col, chícharo, brócoli, avena, cebada y cultivos perennes como alfalfa, pastos, - trébol (praderas), ebo y frutales tales como manzano, pera y ciruela.

b) Granizadas.-

Este fenómeno limita los cultivos por establecer, en virtud de que los deteriora ocasionando pérdidas a las cosechas, dependiendo su influencia de la época en que se presentan.

En la zona, la época de granizadas se tiene registrada de Mayo a Septiembre, habiendo ocasiones en que en Abril y Octubre se ha tenido este fenómeno.

Lo anterior reduce el patrón de cultivos por seguridad de cosecha, a aquellos que sufran efectos mínimos por ese concepto.

Los cultivos que pueden resistir los efectos de las granizadas son:

maíz, haba, zanahoria, papa, col brócoli, avena, cebada, alfalfa  
pastos, trébol, ebo.

Los frutales solo en caso de industrialización.

c) Viento.-

El cultivo más afectado por este fenómeno es el maíz, por lo -  
que deben buscarse variedades de caña robusta que resistan los -  
vientos y no se "acamen". El híbrido H-28 y algunos criollos -  
son propios para la zona.

d) Precipitación.-

La época de lluvias está considerada en forma general, del 15 -  
de Mayo a los primeros días de Octubre, siendo propias por su -  
cantidad y distribución para satisfacer la demanda de todos los  
cultivos cíclicos que anteriormente se indicaron y quieran sem-  
brarse de temporal.

Existen solamente dos peligros para estos cultivos: que las llu  
vias al principio de la temporada sean tan intensas, que no per  
mitan realizar las labores agrícolas necesarias y el cultivo se  
pierda por exceso de humedad o que si se retrasan un poco las -  
lluvias, se siembre tarde y las heladas tempranas alcancen al -  
cultivo antes de madurar, afectándolo muy seriamente.

## II) Disponibilidad de Agua

Con el proyecto en estudio se trata de cubrir la mayor superficie posible, por lo que debe pensarse en cultivos que con un solo riego puedan iniciar su ciclo y posteriormente auxiliarse con las lluvias. Entre los más seguros están: el maíz, avena, ebo, papa, haba y zanahoria entre otros.

## III) Suelo.-

Desde el punto de vista de este elemento, debe pensarse que los cultivos como papa y zanahoria, quedan limitadas a los suelos de textura media o ligera, en especial a la margen izquierda de la presa José Antonio Alzate y muy poco en el ejido de salitre de mañones, Mpio. de Almoloya de Juárez.

## IV) Mercado.-

Es muy importante tomar en cuenta el mercado que existe para los cultivos por establecer. Las hortalizas como lechuga, col, etc., que pueden desarrollarse, tienen la limitante de que el mercado es muy inseguro, por lo que si no se tiene asegurado su comercialización, más vale no sembrarlos. Cultivos tales como el maíz y haba, tienen mercado aceptable con la ventaja de que-

se puede almacenar para buscar un mejor precio sin necesidad de refrigeración. En cuanto a la papa y zanahoria, aunque su mercado es inseguro se puede almacenar durante un tiempo sin necesidad de refrigeración en espera de mejores precios, cuando estos no sean aceptables.

Después de este análisis se obtuvo el cuadro 3.11.

PATRON DE CULTIVOS (SELECCION)					
CLIMA		DISPONIBILIDAD			PATRON
Temperatura	Granizada	de agua de riego	Mercado	Aceptación	Recomendado
Maíz	Maíz	Maíz	Maíz	Maíz	Maíz
Tomate					
Papa	Papa	Papa	Papa	Papa	Papa
Haba		Haba	Haba	Haba	Haba
Zanahoria	Zanahoria	Zanahoria	Zanahoria	Zanahoria	Zanahoria
Lechuga					
Col					
Chícharo		Chícharo	Chícharo	Chícharo	
Brócoli	Brócoli	Brócoli			
Avena	Avena	Avena	Avena	Avena	Avena
Cebada	Cebada	Cebada			
Ebo	Ebo	Ebo	Ebo	Ebo	Ebo
Alfalfa	Alfalfa				
Pradera	Pradera				
Manzana					
Pera					
Ciruella					

CUADRO 3.11

De acuerdo al patrón de cultivos recomendado para el riego por -  
 punteo, se calcularán las láminas retenidas para los cultivos -  
 restantes, aparte del maíz y la avena, considerando para ellos-  
 una profundidad radicular promedio de 60 cm, ya que en la prácti-  
 ca es más conveniente uniformizar las láminas aplicadas.

Cultivo	Profundidad radicular (cm)
Haba	60
Avena	90
Ebo	60
Maíz	90

$$Lr = \frac{1}{\gamma} Da (cc - pmp) z$$

$$Da = 1.2$$

$$cc = 0.28$$

$$cc - pmp = 0.11; pmp = 0.17$$

$$\frac{1}{\gamma} Da (cc - pmp) = \frac{1}{1} (1.2) (0.11) = 0.1320$$

$$Lr = 0.1320 (60) = 7.92 \text{ cm}$$

$$Ec = 85\%$$

$$Ep = 70\%$$

$$E T O T A L = 0.595$$

$$LB = \frac{7.92}{0.595} = 13.5 \text{ cm (Para los cultivos de haba y ebo)}$$

Aplicando el mismo criterio para los cultivos restantes se obtiene el cuadro 3.12.

USOS CONSUNTIVOS (cm) DE LOS DIFERENTES CULTIVOS									
Cultivos	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sept.	Oct.	TOTAL
Maíz	2.92	7.55	10.61	11.99	12.60	12.74	11.00	4.35	73.76
Haba			4.56	8.61	10.97	10.95			43.92
Avena		2.18	9.58	13.26	13.21	3.83			42.06
Ebo			2.13	8.71	11.34	4.77			21.76

CUADRO 3.12

Con excepción de la avena que presenta dos meses de mayor demanda que el maíz, el resto de los cultivos tienen menor demanda.

Como ya se analizó este cultivo y las condiciones de precipitación, las consideraciones son aplicables a los demás. Se considera este patrón de cultivos.

#### 3.2.4 RIEGO DE PUNTEO.

En el valle de Toluca se sigue una costumbre muy antigua en la aplicación del riego y es la de un riego de punteo o presiembra-

y en la práctica da los resultados esperados.

En ocasiones se retrasa la lluvia y el cultivo se "castiga", o sea empieza a marchitar, pero sin llegar al punto del marchitamiento permanente.

El objetivo del riego de "Punteo" es el de adelantar el ciclo de la planta y salvar la cosecha de las heladas tempranas que se presentan en el mes de septiembre.

Es indudable que aplicar un solo riego, no es lo más recomendable; lo más conveniente sería aplicar dos riegos con la mitad de la intensidad. Con esto la planta haría menos esfuerzo y su desarrollo sería óptimo. Pero como el método es superficial, no es posible aplicar láminas pequeñas en forma eficiente y se tendrían desperdicios considerables y aquí el recurso limitante es el agua. Esto sería posible si el riego fuera por aspersión.

En el cuadro 3.13 se propone la distribución de hectáreas por cultivo, para un módulo de 1000 Ha. y en el cuadro 3.14, se calculan los volúmenes demandados.

DISTRIBUCION DE LAS HECTAREAS PARA UN RIEGO DE PUNTEO.								
CULTIVO	MES HA.	E	F	M	A	M	J	J
Maíz	750			500	250			
Avena Cebada	100				100			
Haba	50				50			
Veza o Ebo	100				100			
TOTAL	1000			500	500			

CUADRO 3.13

VOLUMEN DE DEMANDAS PARA PROPORCIONAR UN RIEGO DE PUNTEO A LOS CULTIVOS  
PROPUESTOS

CULTIVO	HA/MES	E	F	M	A	M	J	J
MAIZ	750			0.600	0.300			
AVENA-CEBADA	100				0.120			
HABA	50				0.040			
VEZA O EBO	100				0.080			
T O T A L	1000							
VOLUMEN NETO (m <sup>3</sup> )	1.140			0.600	0.540			
%	100			52.630	47.370			
VOLUMEN BRUTO N= 59.5%	1.916			1.008	0.908			

MES DE MAXIMA DEMANDA: MARZO

CUADRO 3.14

### 3.2 ESTUDIO HIDROLOGICO

Para conocer la capacidad requerida de los canales que distribuirán el agua demandada por los cultivos y la de los drenes que tienen por objeto evitar el problema de encharcamiento en los terrenos de cultivo, es necesario obtener los gastos requeridos por los cultivos y los gastos máximos que deban desalojarse en la zona, para proceder a diseñar los canales y los drenes respectivamente.

Para lograr lo anterior se planteó este estudio que consiste en determinar los coeficientes unitarios de riego y drenaje - los cuales intervienen en el diseño del sistema de drenes y canales que formarán parte de la infraestructura de la zona de riego.

#### 3.2.1 INFORMACION DISPONIBLE

Para llevar a cabo el estudio la información disponible fue la siguiente:

Información Topográfica:

Cartas escala 1:50,000 elaboradas por la Dirección General de Geografía de la S.P.P.

Información Climatológica:

Datos de intensidades máximas de lluvia, para diferentes duraciones de tormenta, observadas en la estación climatológica Hacienda la "Y", pro-

porcionados por la Subdirección de Hidrología de la S.A.R.H.

Datos de la lluvia, evaporación y temperatura media mensual y -  
anual de las estaciones climatológicas San Bernabé, Nueva Santa  
Elena, los Velázquez, Almoloya de Juárez y Hacienda la "Y", con  
tenidas en el boletín climatológico No. 1 de la región Hidroló-  
gica No. 12, editado por la Dirección de Hidrología de la S.A.-  
R.H.

### 3.2.2 CARACTERISTICAS FISICAS PARA LAS SUBCUENCAS ESTUDIADAS

Considerando que la futura red de drenaje se basará en la forma-  
da por las corrientes naturales de la zona, se seleccionaron al-  
gunas de ellas por ser representativas de las demás en cuanto a-  
sus características de área, pendiente y longitud del cauce prin-  
cipal. (Ver cuadro 3.15.)

Las cuencas seleccionadas corresponden a los arroyos San Agustín  
San Pedro de la Hortaliza, Las Conejeras y Las Nopaleras, con --  
áreas menores a 50 km<sup>2</sup> y mayores a 5 km<sup>2</sup>.

Los arroyos San Agustín y San Pedro la Hortaliza, inciden en la  
parte Oeste de la zona de riego, confluyendo dentro de ella y des-  
cargando sus escurrimientos a la presa Antonio Alzate; el arroyo  
Las Conejeras se origina en el Este de la zona de riego; cruñan-  
dola y aportando sus escurrimientos a la presa Ignacio Ramírez -

finalmente el arroyo Las Nopaleras inicia su recorrido a la altura del poblado Cieneguillas acercándose por el Oeste a la zona de riego vertiendo sus escurrimientos a la presa Antonio Alzate.

CUADRO 3.15

CARACTERISTICAS FISICAS DE LAS CUENCAS			
CUENCAS	AREA (Km <sup>2</sup> )	LONGITUD DEL CAUCE PRINCIPAL (m)	PENDIENTE DEL CAUCE PRINCIPAL
San Agustín	41.10	18500	0.0246
San Pedro H.	40.4	17400	0.0412
Las Nopaleras	7.38	5200	0.00587
Las Conejeras	11.14	8750	0.00635

### 3.2.3 DETERMINACION DEL COEFICIENTE UNITARIO DE RIEGO

Con el fin de conocer la magnitud de los gastos de diseño de los canales de riego, se determinó el coeficiente unitario de riego, definido como el gasto demandado por los cultivos por una hectárea.

El cálculo del coeficiente unitario de riego, se estableció en base al plan de cultivos propuesto, considerando riego por punteo y riego completo.

El plan de cultivos con riego completo se efectuó para un módulo de 1,000 hectáreas; los usos consuntivos de dicho plan se presentan en el cuadro 3.16.

Los usos consuntivos de los cultivos propuestos con riego continuo se calcularon empleando el método de Blaney-Criddle el cual toma en cuenta entre otros factores el ciclo vegetativo de la planta, la temperatura del lugar y la latitud.

Los registros de temperatura utilizados en el análisis fueron tomados de las estaciones San Bernabé, Almoloya de Juárez, Los Velázquez y Nueva Santa Elena. De los resultados obtenidos, las estaciones que presentan mayores usos consuntivos fueron San Bernabé y Almoloya de Juárez, seleccionándose esta última por contar con cantidades menores de lluvia efectiva.

Las láminas de riego necesarias para un cierto intervalo se calcularon en función de los parámetros físicos del suelo y

CUADRO 3.16

ALTERNATIVA DE RIEGO CONTINUO  
 USOS CONSUNTIVOS PARA EL PLAN DE CULTIVOS PROPUESTOS

ESTACION ALMOLOYA DE JUAREZ

(LAMINAS EN CM)

LUVIA EFECTIVA							4	6	5	5				20
CULTIVO	Ha Mes	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	ANUAL
Mafz	750			2.92	7.55	10.61	11.99	12.60	12.74	11.0	4.35			73.76
Avena-Cebada	100				2.18	9.18	9.58	13.26	13.21	3.83				42.06
Haba	25					4.56	8.61	10.97	10.95	8.83				43.92
Veza o Ebo	25									1.91	7.58	8.66	3.61	21.76
Trigo	100	5.64	8.25	12.25	12.14	5.08							1.59	44.95

el número de riegos en función del uso consuntivo de los cultivos, apreciándose los resultados en el cuadro 3.17. Las Láminas netas de riego se obtuvieron restando a las láminas demandadas, las de lluvia efectiva calculadas con el método de Prescott. (Cuadro 3.18.)

Los volúmenes netos demandados se obtuvieron en función del área de cada cultivo multiplicándose por las láminas netas requeridas y se encuentran en el cuadro 3.19. El mes de máxima demanda es Mayo y la lámina anual neta demandada es de 0.4773 m. Considerando una eficiencia total en el distrito del 59% (canales revestidos de concreto), la lámina bruta es de 0.809 m.

Con los volúmenes demandados correspondientes al mes de máxima demanda (Mayo), se obtuvo el coeficiente unitario de riego como se muestra en el cuadro 3.20. Del cuadro se puede observar que en el mes de Mayo solo se da riego al maíz, avena, cebada y haba; las cuales suman 7,000 hectáreas, del total de las 8,000 hectáreas propuestas.

En la gráfica 3.1.a se muestran las curvas del coeficiente unitario de riego contra área regada, para las alternativas de canales de tierra revestidos de mampostería y de concreto considerando la alternativa de riego continuo.

En la alternativa de riego por punteo, respecto a la alternativa de riego completo, se modificó el plan de cultivos, de la siguiente manera: se descartó el trigo porque no es suficiente el temporal para su desarrollo óptimo y fue cambiado el período de la veza o ebo del ciclo de invierno a primavera-verano con el fin de aprovechar la época de lluvias. Los riegos se darán en la siguiente forma: el maíz, se consideró que se le proporcionará un riego de punteo de presiembrado en Marzo y Abril, y a los demás cultivos en Abril. Los volúmenes demandados por 1,000 hectáreas para esta alternativa se presentan en el cuadro 3.21- siendo Marzo, el mes de máxima demanda con un porcentaje del 52.63% del volumen anual. El volumen bruto se obtuvo considerando un eficiencia total de distrito del 59.5%. Con el mes de máxima demanda, que para esta alternativa es Marzo, se calculó el coeficiente unitario de riego, como se muestra en el cuadro 3.22.

Se observa que en el mes de máxima demanda solo se tiene un cultivo por lo que el coeficiente unitario de riego permanece constante para las hectáreas que deseen regarse con la alternativa de riego por punteo. En la gráfica 3.1, se presenta el coeficiente unitario de riego contra área regada considerando canales revestidos de concreto.

Con el objeto de tener un margen de seguridad para proporcionar un gasto para una demanda mayor a la calculada, el coeficiente-

CUADRO 3.17

LAMINAS DE RIEGO EN CM PARA LOS CULTIVOS PROPUESTOS

RIEGO COMPLETO

LLUVIA EFECTIVA							4	6	5	5				20
Cultivo	Ha <sup>Mos</sup>	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	ANUAL
Mafz	750			12		12	12	12	12	12				72
Avena-Cebada	100				10	10	11	11						42
Haba	25					9	9	9	9	8				44
Veza o Ebo	25									7	8	7		22
Trigo	100		12	12	9								12	45

CUADRO 3.18

LAMINAS NETAS DE RIEGO (EN CM)  
(LAMINAS DEMANDADAS - LLUVIA EFECTIVA)

CULTIVO	Ha	Mes												ANUAL	
		E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D		
Maíz	750			12		12	3	6	7	7					47
Avena-Cebada	100				10	10	7	5							32
Haba	25					9	5	3	4	3					24
Veza o Ebo	25									2	8	7			17
Trigo	100		12	12	9									12	45

CUADRO 3.19  
 VOLUMEN DE DEMANDA PARA RIEGO DE 1,000 HECTAREAS  
 (MILLONES DE M<sup>3</sup>)

CULTIVO	Ha	Mes											
		E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Mafz	750			0.900		0.900	0.600	0.450	0.525	0.525			
Avena-Cebada	100				0.100	0.100	0.070	0.050					
Haba	25					0.0225	0.0125	0.0075	0.0100	0.0075			
Veza o Ebo	25									0.0050	0.0200	0.0175	
Trigo	100		0.120	0.120	0.090								0.120
	1000												
Volumen neto Mill m <sup>3</sup>	4.7725	0	0.120	1.020	0.190	1.0225	0.6825	0.5075	0.535	0.5375	0.0200	0.0175	0.120
%	100 %	0	2.51	21.37	3.98	21.43	14.30	10.64	11.21	11.26	0.42	0.37	2.51
Volumen bruto	8,0891	0	0.2034	1.7288	0.322	1.7331	1.1560	0.8602	0.9068	0.911	0.0339	0.0297	0.2034

MES DE MAXIMA DEMANDA: Mayo

LAMINA NETA = 0.4773 m

Lamina bruta =  $\frac{0.4773}{0.59}$  = 0.809 m

CUADRO 3.20

OBTENCION DEL COEFICIENTE UNITARIO DE RIEGO  
ALTERNATIVA DE RIEGO COMPLETO

CULTIVO	LAMINA DIARIA	SUPERFICIE (Ha)	VOLUMEN <sub>3</sub> (mills. m <sup>3</sup> )	SUPERFICIE ACUMULADA	VOLUMEN ACUMULADO (Ha)	COEFICIENTE NETO (lts/seg/ha)	COEFICIENTE BAJO (lts/seg/ha)		
							TIERRA N= 45.5%	MAMPOSTERIA N= 48.75%	CONCRETO N = 59%
Maíz	0.400	6000	0.24	6000	0.24	0.463	1.0176	0.9497	0.785
Avena-Cebada	0.333	800	0.026664	6800	0.26664	0.4538	1.0072	0.9308	0.769
Haba	0.300	200	0.006	7000	0.27264	0.45079	0.9907	0.92408	0.764

CUADRO 3.21

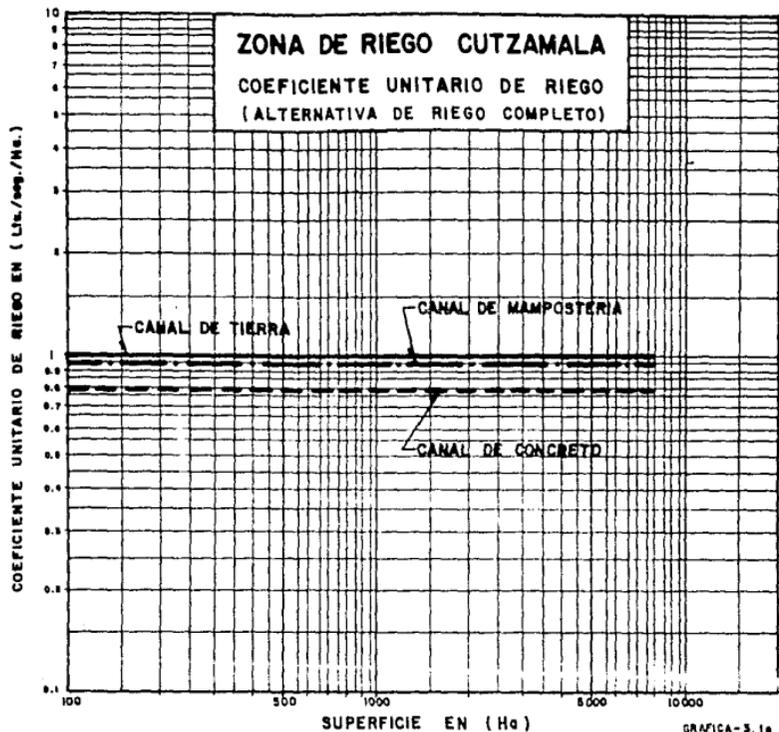
VOLUMENES DEMANDADOS (mill. de m<sup>3</sup>) PARA 1000 Ha CONSIDERANDO  
UN RIEGO DE PRESEMIERA, EN EL VASO SAN PEDRO DE LAS HORTALIZAS

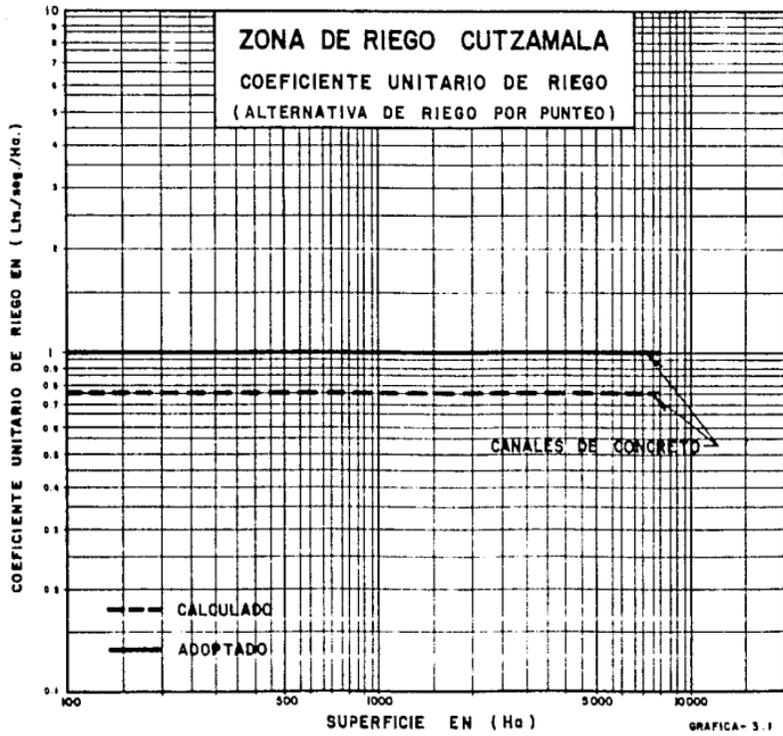
CULTIVO	Mes		FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	TOTAL
	Ha							
Mafz	750			0.600	0.300			0.900
Avena-Cebada	100				0.120			0.120
Haba	50				0.010			0.040
Veza o Ebo	100				0.080			0.080
VOL. NETO				0.600	0.540			1.140
‡				52.630	47.370			100.000
Vol. bruto N= 59.54				1.008	0.908			1.916

CUADRO 3.22

OBTENCION DEL COEFICIENTE UNITARIO DE RIEGO POR PUNTO

CULTIVO	LAMINA DIARIA	SUPERFI- CIE (Ha)	VOLUMEN (mill.m <sup>3</sup> )	SUPERFI- CIE ACU-	VOLUMEN (mill.m <sup>3</sup> )	COEFICIEN- TE NETO (lts/seg/ Ha)	COEFICIEN- TE BRUTO CONCRETO (N-594)
Maiz	0,4	500	0,020	500	0,02	0,463	0,7847





GRAFICA- 3.1

unitario de riego se ajustó en la alternativa de riego por punteo a 1.0 lt/seg/ha.

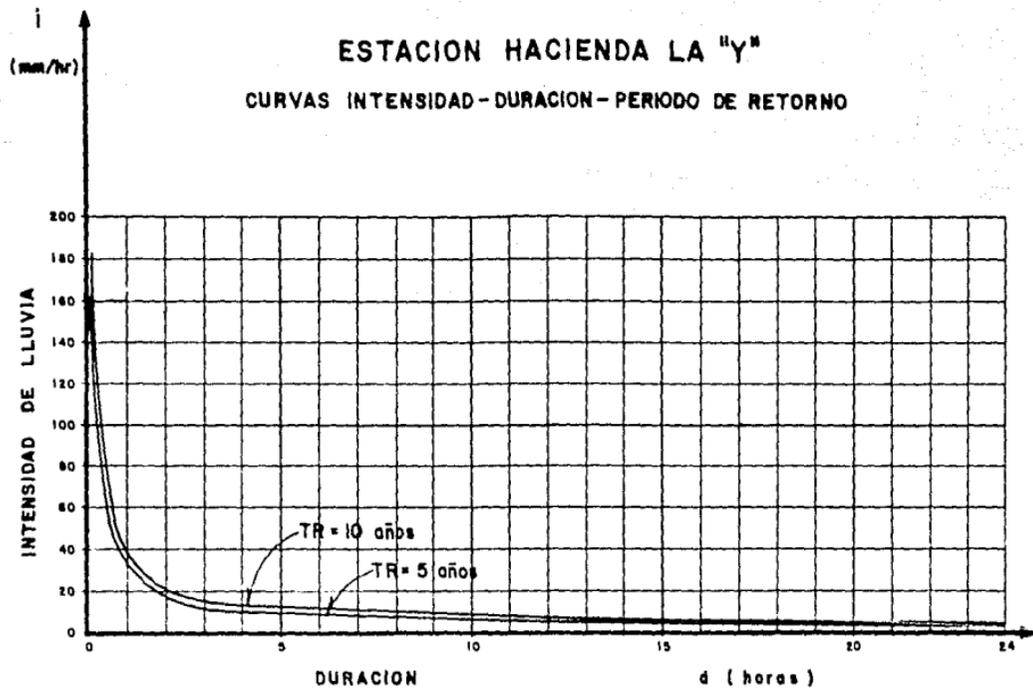
#### 3.2.4 DETERMINACION DEL COEFICIENTE UNITARIO DE DRENAJE

Para conocer los gastos máximos con los que se diseñará la red de drenaje se hizo un análisis de las características físicas y climatológicas de las cuencas en estudio y mediante la aplicación de los métodos de Chow y del hidrograma unitario triangular se obtuvieron los volúmenes probables probables por desalojar de la zona, evitando así inundaciones perjudiciales a los cultivos.

El análisis climatológico consistió en determinar la lluvia de diseño para períodos de retorno de 5 a 10 años para distintas duraciones de tormenta, para lo cual se tomaron datos pluviográfico de la estación climatológica Hacienda La "Y" aplicándose la distribución Gumbel, obteniéndose los resultados presentados en el cuadro 3.23.

En la figura 3.2, se presentan las curvas intensidad-duración para períodos de retorno de 5 a 10 años.

Con la información anterior se procedió a calcular los gastos máximos para períodos de retorno de 5 a 10 años con los métodos-



GRAFICA- 3.2

de Chow y del hidrograma unitario triangular, los cuales divididos entre el área de cuenca dieron como resultado los coeficientes unitarios de drenaje mostrados en el cuadro. 3.24.

Los coeficientes unitarios de drenaje presentados en el cuadro - 3.24, se obtuvieron de los gastos máximos calculados con el método del hidrograma unitario triangular a los cuales se les aplicó una reducción en función del tiempo de desalojo de la inundación.

La S.A.R.H., considera que los cultivos propuestos pueden durar - hasta 48 horas, bajo inundación sin que esto provoque afectaciones mayores, en nuestro caso consideramos que los cultivos se podrían inundar por un período no mayor de 24 horas, y para obtener estos coeficientes unitarios de drenaje se efectuó un análisis - del tiempo de desalojo del volumen máximo aportado en un período de 24 horas, encontrándose que para una reducción del pico de las avenidas del orden del 50% la inundación cede antes del intervalo de tiempo seleccionado de 24 horas. (Ver cuadro 3.25)

CUADRO 3.23

INTENSIDADES DE LLUVIA MAXIMA (EN mm/hr) PARA DIFERENTES DURACIONES ASOCIADAS A SU PERIODO DE RETORNO, APLICANDOSE LA DISTRIBUCION GUMBEL EN LA ESTACION HACIENDA "Y" .

$\begin{matrix} d \\ \text{tr} \\ \text{(años)} \end{matrix}$	5 (min)	15 (min)	30 (min)	60 (min)	120 (min)
5	158.69	97.68	60.25	32.98	18.54
10	183.31	116.20	70.70	38.04	21.13
15	197.71	127.03	76.81	40.99	22.65
20	207.92	134.71	81.15	43.09	23.73
25	215.85	140.67	84.51	44.72	24.56
30	222.32	145.54	87.26	46.05	25.25
35	227.80	149.66	89.58	47.17	25.82
40	232.54	153.23	91.59	48.15	26.32
45	236.72	156.38	93.37	49.00	26.76
50	240.46	159.19	94.96	49.77	27.16

CUADRO 3.24

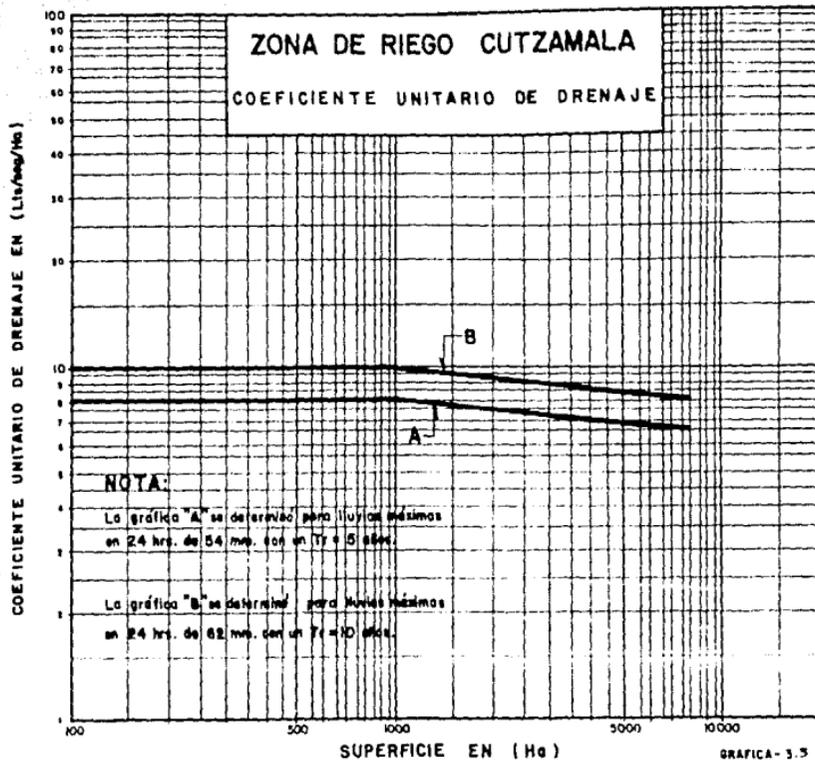
COEFICIENTE DE DRENAJE (lts/seg/ha) SE OBTUVO CON LOS METODOS DE CHOW  
Y DEL HIDROGRAMA UNITARIO TRIANGULAR

DREN	AREA (Ha)	METODO DEL H.U.T.		METODO DE CHOW	
		Tr=5 años	TR=10 años	TR=5AÑOS	TR=10 años
Arroyo San Agustín	4100	13.2	16.7	9.79	12.82
Arroyo San Pedro de la H.	4040	15.96	19.5	10.70	14.31
Las Nopaleras	738	17.6	21.7	12.05	15.90
Arroyo Conejeras	1114	13.9	17.5	9.80	12.82

De acuerdo al razonamiento anterior los coeficientes unitarios de drenaje quedaron como sigue: (Ver gráfica 3.3)

DREN	AREA (Ha)	TR=5 AÑOS (lt/seg/Ha)	TR=10 AÑOS (lt/seg/Ha)
Arroyo San Agustín	4100	6.60	8.40
Arroyo Sn. Pedro H.	4040	8.0	9.8
Las Nopaleras	738	8.8	10.8
Arroyo Conejeras	1114	7.0	8.8

CUADRO 3.25



### 3.3 ESTUDIO SOCIOECONOMICO

La zona que cruza el Acueducto Cutzamala a la altura del Valle de Toluca, en el Estado de México, ha venido sufriendo la ausencia de obras hidráulicas que permitan la utilización de importantes volúmenes de agua para el desarrollo de una economía agrícola basada en el riego. Por esta razón se ha considerado necesaria la construcción de una zona de riego que beneficiará aproximadamente 8,000 hectáreas, dentro del área indicada; además se considera pertinente promover el desarrollo de la zona en otros aspectos en que se encuentra rezagada.

Como parte de este proyecto se ha estimado conveniente contar con un estudio que aproxime el conocimiento de las condiciones socioeconómicas imperantes en dicha zona.

#### 3.3.1 IDENTIFICACION DEL AREA DE ESTUDIO Y METODOLOGIA

La mayor parte de la zona de estudio se localiza en el Valle Norte de Toluca y casi en su totalidad dentro de la jurisdicción del Municipio de Almoloya de Juárez, Estado de México, con excepción del Ejido San Diego de los Padres, que se encuentra en el Municipio de Toluca; una gran extensión está enclavada alrededor de las Presas Ignacio Ramírez y Antonio Alzate. En relación con las conlindancias y límites, la zona de -

estudio colinda al Norte con el Municipio de Ixtlahuaca, Estado de México, con las localidades de Santa Catarina, Tabernillas y Coyotepec y con la presa Antonio Alzate; al Sur se encuentra parte del Valle de Toluca, destacando Santa María Nativitas y la Cabecera Municipal de Almoloya de Juárez; al Este colinda con los Municipios de Temoaya y Toluca del mismo estado y al Oeste con las localidades de Mexztepec, la Gavía y Poteje del Municipio de Almoloya de Juárez.

De acuerdo a la regionalización Única establecida por los Servicios Agrícolas Integrados del Estado de México (SAIMEX), la zona está comprendida en el 1er Distrito Agrícola.

En relación con la información bibliográfica, se utilizó la información arrojada por el censo de 1970, en los Municipios de Almoloya de Juárez, Toluca y Villa Victoria. Contiene datos de población, condiciones de vida, actividades económicas, uso del suelo, servicios asistenciales etc., que fueron usados con las reservas del caso solo para medir tendencias generales que observan las diversas variables, confrontándolas con datos más recientes arrojados por las diversas fuentes utilizadas.

### 3.3.2 ASPECTOS FISICOS

La superficie aproximada de la zona de estudio es de 13,907 hectáreas y en su gran mayoría está sujeta al régimen de propiedad ejidal, comprendiendo también dentro de la misma, formas de propie--

dad privada, detectadas fundamentalmente por numerosos minifundistas.

### 3.3.3 INFRAESTRUCTURA

Todos los ejidos y poblados de la zona están comunicados por medio de carreteras revestidas y caminos de terracería, que en su mayoría son transitables durante todo el año; éstos a su vez conectan a vías pavimentadas como son la carretera federal número 15, México-Toluca-Morelia y la carretera federal número 55, Toluca-Querétaro.

De esta manera, se tiene acceso a las principales poblaciones de la región y de otros estados, tales como la capital del estado, Toluca, las cabeceras municipales de Almoloya de Juárez y Villa Victoria, Zitácuaro y Querétaro; existe además un tráfico importante de mercancías y pasajeros entre la zona y la ciudad de Morelia.

La línea de ferrocarril Toluca-Morelia, cruza la parte centro-oriental de la zona de estudio y tiene estaciones en Mina México y Santa Juana primera sección; además, algunas poblaciones cercanas a la línea como Salitre de Mañones, Santa Juana tercera sección, San Agustín Citlali y Mayorazgo de León, principalmente, hacen uso del ferrocarril trasladándose a las estaciones por caminos de terracería.

En ninguna de las poblaciones y de los ejidos de la zona se cuenta con servicios de telégrafos y correos, tampoco hay servicio de teléfonos, estaciones de radiodifusión ni prensa. Cuando los habitantes de la zona tienen necesidad de usar los servicios mencionados deben trasladarse a las poblaciones importantes más cercanas - que si cuentan con ellos, principalmente Almoloya de Juárez, Villa Victoria y Toluca.

### 3.3.4 POBLACION

La población total aproximada de la zona de estudio es de 21,018 habitantes, de acuerdo al censo elaborado en 1980. por los Servicios Coordinados de Salud Pública en el Estado de México. Esta cifra representa aproximadamente el 33 % del total de la población del Municipio de Almoloya de Juárez, como puede observarse en los cuadros Nos. 3.26 y 3.27.

Evolución de la población en el Municipio de Almoloya de Juárez.

Población total en el Municipio de Almoloya de Juárez

1960	1970	1980
38310	49191	63517

CUADRO 3.26

## Evolución y Distribución de la Población en la Zona de Estudio

CUADRO 3.27

LOCALIDAD	1960	1970	1980
1. San Pedro Ejido	0	586	781
2. San Lorenzo Cuahutenco	769	172	1220
3. Sta. Juana Ira. Sección	666	922	1228
4. Salitre de Mañones	610	751	1001
5. San Diego	697	488	650
6. Mayorazgo de León	1038	1458	1943
7. Mina México	664	948	1264
8. Santiago del Monte			
9. San Agustín Las Tablas	0	206	274
10. San Antonio Atotonilco	134	209	279
11. Benito Juárez	659	935	1149
12. Tabernillas	-	490	1697
13. Cieneguillas	1224	1251	3315
14. Paredón	1201	1392	1854
15. San Miguel Almolcayán	1555	1794	2185
16. Sta. Juana 2a. Sección	-	-	-
17. Sta. Juana Centro	-	-	-
18. San Cristóbal	161	172	270 (+)
19. Boreje	-	-	-
20. Hacienda La Estrella	-	-	-
T O T A L	3350	11774	18840

La población que habita en la zona de estudio en relación a la de todo el municipio se mantuvo más o menos constante hasta 1960, -- cuando representa el 24.4% aproximadamente. En cambio durante el decenio de 1960 se nota una disminución, de tal forma que en 1970 la población de la zona representaba solamente el 23.9% del total de habitantes del municipio.

Si bien la tasa anual de crecimiento demográfico de la zona, tomando como base los últimos veinte años (1960-1980), fue de 5.1%, es decir, se mantuvo arriba de la tasa anual de crecimiento demográfico a nivel nacional, lo cierto es que durante el decenio de 1960 a 1970 disminuyó apreciablemente el ritmo de crecimiento de la población en la zona de estudio. En ese período la tasa anual de crecimiento fue de solo 2.6% incluso como puede verse en el cuadro anterior, en una localidad de la zona la población disminuyó en términos absolutos.

Podemos suponer entonces que la construcción de algunas obras de riego, el aumento aunque sea mínimo de la estructura educativa y de la médico asistencial, han tenido el efecto de que aunque no han frenado la emigración, sí la han disminuido en alguna medida. Tómese en cuenta también que la demanda de mano de obra para la zona industrial de Toluca se ha estabilizado; por consiguiente la tasa de migración se estabilizó, que por esta razón debió haber sido muy grande en las primeras etapas de la industrialización acelerada. Todo lo anterior, ha generado un relativo arraigo de la pobla

ción en la zona de estudio y podría explicar la tasa anual de crecimiento tan elevado entre 1970 y 1980, en relación a la que se dió - entre 1960 y 1970.

La estructura poblacional de los habitantes de la zona se presenta como una pirámide de base ancha, es decir, la gran mayoría de la población está compuesta por niños y jóvenes. Aproximadamente el 68% de la población está dentro de un rango de edades que van desde - los recién nacidos hasta los veinticinco años, como puede observarse en el cuadro No. 3.28, que muestra la distribución porcentual por edades de los habitantes de la zona de estudio.

CUADRO 3.28

Distribución porcentual por edades de la población de la zona.

EDAD (años)	% de la población
De 0 - 1	4.7
1 - 4	11.7
5 - 9	16.7
10 - 14	13.9
15 - 19	11.4
20 - 24	9.6
25 - 29	6.2
30 - 34	5.3
34 o más	20.5

El número de miembros por familia en el municipio, se ha mantenido - constante en 5.6 aproximadamente, cifra igual a la reportada en el - censo de 1970.

En el cuadro No. 3.29, vemos la evolución del índice de natalidad en el Municipio de Almoloya de Juárez en base a los censos de 1960 y - 1970, y el índice calculado para la zona en 1980.

CUADRO 3.29

INDICE DE NATALIDAD (POR CADA 1,000 HABITANTES)		
General del Municipio de Almoloya de Juárez		En la zona de Estudio
1960	1970	1980
52	56	58

### 3.3.5 SERVICIOS

Todos los poblados y ejidos de la zona de estudio, cuentan con servi cio de energía eléctrica, aunque la mayoría de ellos se abastecen a partir de plantas particulares de tipo monofásico.

Sin embargo, en promedio aproximadamente solo el 50% de las vivien - das utilizan este servicio; esta proporción varía, desde poblaciones que apenas cuentan con energía eléctrica en el 17% de las viviendas,

hasta las que lo tienen en un 75%.

Prácticamente ningún poblado de la zona, con excepción de Salitre de Mañones, donde el 66% de las viviendas tienen agua entubada fuera del domicilio, 13% dentro y el 21% carecen de este servicio) cuenta con servicio de potable. El agua que utilizan para consumo humano proviene de pozos manuales, de ojos de agua o arroyos.

Asimismo ningún poblado cuenta con red de drenaje por lo que las necesidades fisiológicas, en la mayoría de los casos se llevan a cabo en el aire libre y solo aproximadamente el 20% de los habitantes utiliza fosas sépticas.

En total operan en la zona de estudio 16 escuelas a nivel primario que funcionan con los 6 grados correspondientes a este nivel educativo; se cuenta con dos centros de nivel preescolar y dos escuelas de nivel medio básico (secundarias). Todas con los grados correspondientes a esos niveles.

Tomando como base los 19 ejidos de la zona que pertenecen al Municipio de Almoloya de Juárez, tenemos que cinco carecen de todo tipo de servicios educativos.

Con respecto al nivel primario, tenemos que del total de treinta y nueve escuelas que hay en el Municipio de Almoloya de Juárez, quince, es decir el 38% del total, se encuentra en la zona de estudio. Si tomamos en cuenta que en la zona vive aproximadamente

el 33% de la población total del municipio, la proporción de escuelas primarias es alta, en relación al municipio.

Esta situación se confirma si vemos los demás indicadores de la estructura educativa; así, en la zona se encuentra el 36% del total de maestros y el 39.5% del total de aulas, del nivel primario.

Del nivel medio básico hay dos escuelas en la zona, de cinco que en total existen en el municipio, es decir el 40%. Los demás indicadores de estructura educativa en estos niveles se mantienen, -- aproximadamente en la misma proporción que en caso del nivel primario.

Si partimos de que, aproximadamente el 13.4% de la población de todo el municipio tiene entre 6 y 9 años y el 13.9% tiene entre 10 y 14 años, tenemos que el 27.3% es decir, aproximadamente 17,200 personas, constituyen la población en edad escolar. Si comparamos -- esta última cifra con el total de alumnos del actual ciclo escolar en primaria y secundaria en el municipio, 12,732, eso significa -- que casi 4,500 personas en edad escolar nunca han tenido acceso a la educación o han desertado, o tienen que trasladarse a lugares -- fuera del municipio para estudiar. Haciendo el mismo tipo de estimación para la zona, resulta que, aproximadamente poco más de 900 personas está en la situación que arriba se describe.

Tomando en cuenta lo anterior, consideramos que el índice de analfabetismo se mantiene casi al mismo nivel que en 1970, cuando el -

curso de ese año lo sitúa en un 44% en todo el municipio. En el mejor de los casos habrá disminuido un poco, al nivel del 40%, tal y como se manifestó en una de las localidades en que fue aplicada la encuesta (San Miguel Almoloya).

El municipio de Almoloya de Juárez cuenta solamente con 11 médicos la mayoría de ellos solo alcanza el nivel de pasante en Servicio Social y, con cinco auxiliares de enfermería clínica (solo una de nivel profesional). Todo este personal pertenece a la S.S.A. Además operan 21 auxiliares de enfermería, todos habitantes de la zona que han recibido entrenamiento dentro del Programa de Desarrollo Integral de Atención Primaria a la Salud.

Es decir, en el municipio existe un médico para cada 5,700 habitantes aproximadamente.

De los 11 médicos, solo 2 es decir, el 18% del total, atienden la zona de estudio como puede verse en el cuadro No. 3.30 que muestra la distribución de los servicios médicos en el municipio de Almoloya de Juárez.

**ESTA TESIS NO DEBE  
SALIR DE LA BIBLIOTECA**

CUADRO 3.30

RECURSOS HUMANOS PARA LA SALUD EN EL MUNICIPIO  
DE ALMOLOYA DE JUAREZ

CATEGORIA	S.S.A.	IMSS	SUBTOTAL
Médico Sanitarista	2		2
Pasantes de Medicina en Servicio Social	5	4	9
Auxiliar de Enfermería de Clínica	1	4	5
Auxiliar de Enfermería de Campo	21		21
TOTAL	29	8	37

Del cuadro se desprende que en la zona se cuenta con 1 médico por cada 10 mil habitantes, aproximadamente. Cantidad totalmente insuficiente que además está muy por debajo del promedio municipal.

En la zona se tienen tres consultorios rurales que no cuentan con médico permanente y solo se da consulta una o dos veces por semana. Se tiene una sola Unidad Médica Rural con médico permanente.

### 3.3.6 CONDICIONES DE VIDA

Se han mostrado algunos datos que reflejan la situación general de los servicios de que dispone la población en la zona de estudio; los cuales son muy insuficientes en todos los aspectos: Médico-Asistenciales, agua potable y drenaje, electricidad, transporte, comunicaciones y educación; aunque éstos dos últimos en el contexto general de todo el municipio aparecen en una situación relativamente mejor.

Las diez principales enfermedades, en orden de importancia, que se padecen en la zona de estudio son las siguientes:

1. Enteritis y otras enfermedades diarréicas
2. Infecciones respiratorias agudas
3. Hipertrofia amigdalina adenoide
4. Otras enfermedades del aparato digestivo
5. Padecimientos genito-urinarios

6. Traumatismo
7. Enfermedades parasitarias
8. Infecciones de la piel y tejido cutáneo y subcutáneo
9. Enfermedades inflamatorias del ojo
10. Enfermedades del aparato circulatorio

Las cinco primeras causas de mortalidad, también en orden de importancia son:

1. Neumonías
2. Gastroenteritis
3. Cirrosis alcohólica
4. Malformaciones genéticas
5. Accidentes cerebro-vasculares

De ambas listas puede deducirse que las principales causas que originan enfermedades y muertes en la zona provienen, en primer lugar, de las condiciones antihigiénicas producto de la falta de agua potable y drenaje, así como de las condiciones de insalubridad general que existen en las viviendas. En segundo lugar, las características del clima propician, en combinación con la falta de condiciones higiénicas y sanitarias adecuadas, la proliferación de enfermedades del aparato respiratorio. Todo lo anterior, en el contexto de una escasez de servicios médicos asistenciales y de deficiencias en la alimentación.

Según el censo de 1970, en el municipio de Almoloya de Juárez, la proporción que consumía productos básicos para alimentación, se -- distribuía de la siguiente manera:

Los siete días de la semana:	
Come carne	69%
Come huevo	67%
Toma leche	32%
Come pan de trigo	59%

De las encuestas aplicadas y de algunas monografías realizadas por médicos pasantes en servicio en la zona, se desprende que la dieta se compone básicamente de tortilla, chile y frijol todos los días y que, a lo sumo, poco más del 70% de la población consume carne, leche y huevo de una o dos veces por semana y el resto ni siquiera con esta frecuencia. Ello indica una dieta pobre en proteínas, -- clásica de las zonas rurales empobrecidas del país.

Casi la totalidad de las viviendas están construidas de muros de -- adobe y techos de teja. El 60% aproximadamente tiene piso de mate rial y el resto de tierra.

En promedio, las viviendas tienen entre dos y tres cuartos y son -- habitados por seis personas.

### 3.3.7 · ESTRUCTURA AGRARIA

Predomina en la zona de estudio el régimen de tenencia ejidal que abarca aproximadamente el 70% de la superficie. Los ejidatarios con sus familias representan aproximadamente el 90% del total de la población. El tipo de usufructo de la tierra tiene la forma de ejido parcelario y no hay tradición de organización colectiva ejidal.

La superficie promedio por ejidatario actualmente es de aproximadamente 3 hectáreas.

La otra forma de tenencia de la tierra que hay en la zona es la pequeña propiedad. Ocupa esta forma de tenencia el 24% de la superficie. Los pequeños propietarios con sus familias representan el 10% de la población.

Al igual que los ejidatarios no han desarrollado un buen grado de organización o de ayuda mutua.

Una superficie promedio general para los pequeños propietarios no expresaría adecuadamente la situación real, pues existen grandes diferencias entre ellos en cuanto a la superficie detectada.

CUADRO 3.31

## DISTRIBUCION DE LA TIERRA ENTRE LOS PEQUEÑOS PROPIETARIOS

Superficie de las parcelas	No. de Propietario	% Sup. TOTAL	Sup. promedio por propietario
De menos de 10 Has.	323	22.6	1.9
De 10 a 50 Has.	44	29.6	18.6
De 50 a más Has.	15	47.8	88.1
T O T A L	382	100.0	

El cuadro No. 3.31, muestra como los propietarios que tienen más de 10 hectáreas y que son el 16% del total, poseen casi el 80% de la tierra de tenencia privada; pero dentro de este grupo, quince propietarios que poseen cincuenta hectáreas o más acaparan 47.8% del total de la tierra de tenencia privada.

Entre la superficie ejidal, la de riego ocupa el 44% y el resto, 56% la de temporal; en cambio solo el 5% de la superficie de tenencia privada es de riego.

Para apreciar la importancia de la superficie de riego, hay que -

Tomar en cuenta que se trata fundamentalmente de sistemas basados en un solo riego a partir de bordos y almacenamiento y que, además, como ya se mencionó anteriormente, es íntima la longitud de los canales, los cuales no tienen revestimiento.

Un conflicto de carácter social que es muy evidente, es la inconformidad originada entre los campesinos de la región ante la carencia de agua para riego y agua potable, cuando entre sus predios cruza el Acueducto Cutzamala que conduce agua hacia la ciudad de México. Existen antecedentes de que en diversas ocasiones los acueductos de la zona de Ixtlahuaca y de las lagunas de Lenma, hayan sido dañados con el fin de obtener agua de los mismos.

### 3.3.8 ACTIVIDADES ECONOMICAS

La agricultura principal actividad económica de la zona ocupa aproximadamente el 95% de la población económicamente activa, enconjunto con las actividades pecuarias. En estas actividades se trabaja un promedio de doscientos días al año, principalmente la población masculina, y las mujeres participan básicamente en las épocas de cosecha.

El principal cultivo y casi el único es el maíz, que en el año de 1970 representó el 90% del valor total de la producción en el municipio de Almoloya de Juárez. Puesto que no ha habido una díversificación de las actividades económicas esa proporción se man

tiene casi sin cambios hasta la fecha y es válida también para la zona de estudio.

Otros cultivos que se desarrollan en la zona, aunque su peso es mucho menor son: frijol, y calabaza intercalados en el cultivo de maíz, cebada, alfalfa, papá, cebolla, apio y chícharo, principalmente con información sobre el efecto económico preciso que tienen estos cultivos, pero conociendo que una parte de la producción agrícola se destina al autoconsumo, es claro que este tipo de cultivos tiene gran importancia para la economía familiar.

La ganadería le sigue a la agricultura en importancia entre las actividades económicas y se practica combinada con la actividad agrícola.

En la zona de estudio existen un total de 35,000 cabezas entre ganado bovino, ovino y porcino.

La actividad ganadera es de gran importancia por lo menos en seis ejidos que manejan una existencia de ganado de más de 3,000 cabezas; en cambio, dos ejidos manejan apenas 20 y 30 cabezas.

Con referencia a la comercialización de los productos agrícolas encontramos que no toda la producción es llevada al mercado, pues to que se conserva una parte para el consumo de las familias campesinas. Sin embargo, un alto porcentaje de lo cosechado en la zona, que como se señaló es básicamente maíz, se comercializa.

### 3.3.9 CONCLUSIONES

La observación del comportamiento de las variables y los indicadores utilizados para medir las condiciones socioeconómicas, lleva a la conclusión de que todos ellos, sin excepción, muestran una situación de insuficiencia y deficiencia que caracterizan a una zona de bajo nivel socioeconómico en todos los aspectos.

Así, la infraestructura de que se dispone es muy endeble, principalmente en la capacidad de almacenamiento de insumos y de cosechas. La zona tiene amplias posibilidades de comunicación con otras zonas cercanas importantes como las cabeceras municipales de Almoloya de Juárez y Villa Victoria, con las ciudades de Toluca, México y Morelia, principalmente. Sin embargo, la cantidad y la calidad del transporte, para carga principalmente, no satisface las necesidades.

En los últimos 10 años han aumentado las obras hidráulicas existentes, que se refleja en el aumento de la superficie irrigada; pero como ya decíamos, la calidad y la poca capacidad de las obras, almacenamientos y canales solo permite en la mayoría de los casos un solo riego.

Los servicios a la población principalmente electricidad, agua potable y drenaje, médicos asistenciales, son insuficientes y en algunos casos no existen. De los que se dispone son generalmente de mala calidad.

Las condiciones insalubres de la zona y de las viviendas, en las que se vive en hacinamiento, propician la proliferación de enfermedades; principalmente por la carencia de redes de agua potable y servicios sanitarios adecuados.

El escaso ingreso de los habitantes, en la mayoría de los casos - por debajo del salario mínimo oficial para la zona, provoca un - subempleo encubierto a través de la realización de otro tipo de - actividades económicas en algunas épocas del año, cuando se dirigen a la ciudad de Toluca para ocuparse en empleos poco remunerados.

No obstante que la zona no cuenta con recursos naturales ricos y variados, ya que no tienen por ejemplo, yacimientos minerales, - grandes extensiones de bosques o atractivos turísticos de importancia, existen algunos recursos susceptibles de ser explotados al nivel sobre todo, en un primer momento, de complemento o apoyo a los escasos ingresos de la población. Hay posibilidades en la fruticultura, la piscicultura y en la extracción de materiales para construcción.

Pero la acción más importante que es necesario desarrollar, es - la que debe incidir en uno de los principales problemas más generales que se desprenden del estudio: el bajo nivel de organización para la producción que existe en la zona.

Promover a través de diversos mecanismos ya existentes, la organización de los productores, en una acción factible que puede ser -  
puesta en práctica a corto plazo. Sus resultados no se rostrarán  
inmediatamente, pero a mediano plazo se obtendrán efectos multi-  
plicadores hacia todos los campos de la actividad socioeconómica.

#### 4. ESTUDIO DE ALTERNATIVAS Y PROYECTO DEFINITIVO

##### 4.1 GENERACION DE ALTERNATIVAS

La generación de alternativas se llevó a cabo tomando como base el conocimiento general de la zona de estudio, la recopilación de la información existente y sobre todo los estudios básicos efectuados como son la topografía de la zona de riego, el estudio agrometeorológico, el estudio socioeconómico, la tenencia de la tierra, el uso actual del suelo y del agua y el estudio hidrológico de la zona de riego. La máxima área que se podría regar considerando las limitantes de -

agua y suelo para la alternativa de un solo riego de punteo-  
presiambra es de aproximadamente 8,000 hectáreas, y para -  
la alternativa de riego completo, 2,000 hectáreas, las cua-  
les se seleccionaron considerando los siguientes factores:

- a) Límites bien definidos, a través de líneas geográficas -  
naturales y/o artificiales (ríos, carretera, límites eji-  
dales o curvas de nivel determinantes).
- b) Selección de las mejores tierras aptas para el cultivo.-
- c) Localización adecuada desde el punto de vista topográfi-  
co, tratando de lograr la concentración del área regada-  
en una buena zona relativamente compacta.

De este modo se generaron las alternativas para la zona de -  
riego, considerando en todos los casos como fuente de abast-  
cimiento, una presa de almacenamiento localizada en el sitio  
San Pedro de la Hortaliza (Cañón del Yukon), cuyo vaso será-  
llenado por los escurrimientos de su cuenca propia, más las-  
aportaciones de un canal que interceptará los arroyos Cano,-  
Verdigel, Chiquito, Tejalpa, San Pedro y Guadarrama. Estas -  
alternativas son:

- a) Riego completo a 2,000 hectáreas.

En esta alternativa se usa como criterio lograr un amen-  
to en la productividad de la zona beneficiada, la cual -  
solamente llegaría a 2,000 hectáreas, si consideramos --

una lámina bruta de riego de 0.80 m. se requeriría un volumen medio anual de 16 millones de  $m^3$ , más pérdidas.

b) Riego de punteo a 8,000 hectáreas.

En este caso se usó como criterio lograr beneficiar a la mayor parte de campesinos que fuera posible, tomando en cuenta solamente las limitaciones de agua y suelo.

Considerando que la zona de interés es temporalera y siempre maiz en un 80% del área cultivable, surgió la alternativa de proporcionar un solo riego de punteo o presierbra el cual ya no provocaría la inseguridad del cultivo-temporal.

El área factible de regar es de 9,000 hectáreas; se toma en consideración una lámina bruta para riego de presierbra de 0.20 m, nos da un volumen requerido neto de 16 millones de  $m^3$ , más pérdidas.

c) Riego por punteo a 8,000 hectáreas combinando 5,300 hectáreas por gravedad y 2,700 hectáreas por bombeo.

Al igual que la alternativa anterior, se usó como criterio, beneficiar a la mayor cantidad de campesinos que fuera posible, considerando como limitantes el agua y el suelo, pero seleccionando las mejores tierras, con lo cual se obtuvieron 2,700 hectáreas, localizadas en una zona que no puede ser --

regada por gravedad, por lo que se hace necesario un bombeo para vencer un desnivel de aproximadamente 20 m, la zona que sería regada por gravedad cubre una extensión de 5,300 hectáreas.

#### 4.2 ANALISIS DE ALTERNATIVAS

Para el análisis de las alternativas se consideraron factores físicos que pudieran limitar la realización de las obras, los costos de cada solución técnica y los problemas socioeconómicos que puede resolver el proyecto en cada caso.

Del estudio socioeconómico y de la situación actual respecto al uso del suelo y del agua, se desprende que la zona de estudio se caracteriza por tener un marcado porcentaje de propiedad ejidal y un acentuado minifundismo en propiedades particulares. La productividad agrícola es muy superior en las tierras que cuentan con riego por punteo respecto a las de temporal y existe una tendencia de la población a abandonar la agricultura en busca de mayores ingresos.

De lo descrito anteriormente podemos concluir que mientras mayor sea el área beneficiada, mayores problemas socioeconómicos serán resueltos. Desde este punto de vista las alter-

nativas más viables son: la de riego de punteo a 8,000 hectáreas y la de riego por punteo a 8,000 hectáreas, combinando gravedad y bombeo.

Desde el punto de vista de productividad la mejor alternativa es la primera, riego completo a 2,000 hectáreas.

De acuerdo a la calidad de los suelos, se puede observar en el cuadro 4.1, que solamente en la alternativa C se tienen suelos de clase 1, pero en un porcentaje pequeño en relación a la superficie total beneficiada. Esta misma alternativa posee un mayor porcentaje de suelos de clase 2, en comparación con las otras. En el mismo cuadro se puede observar que en las 3 alternativas se tiene una mayor superficie de suelos de clase 2 y 3, sin embargo, el porcentaje de suelos de clase 4 y 6 existentes es muy alto.

Considerando este aspecto se concluye que en la alternativa C, se logran aprovechar mejores suelos, pero a costa de un bombeo; y que al comparar la alternativa B, con la alternativa A, en la primera se tiene una calidad de suelo un poco superior.

En los cuadros anexos se presentan algunas de las características de las alternativas propuestas, también se anexan los cuadros de los costos aproximados de las mismas.

Para la determinación de los importes totales con el fin de obtener un costo por hectárea que fuera comparativo entre las alternativas, fue necesario tomar en cuenta los costos de — obras no incluidas dentro de la zona de riego, como son: el canal de intercomunicación de cuencas obras derivadoras y la presa de almacenamiento.

SUPERFICIE Y DISTRIBUCION POR CLASES DE SUELO

ALTERNATIVA	S U E L O									
	CLASE 1		CLASE 2		CLASE 3		CLASE 4		CLASE 6	
	SUP (Ha)	%	SUP (Ha)	%	SUP (Ha)	%	SUP (Ha)	%	SUP (Ha)	%
a) Riego completo a 2,000 Ha.	0	0.0	500	25.0	600	30.0	100	5.0	800	40
b) Un solo riego de punteo o presiembra	0	0.0	2400	30.0	2400	30.0	1600	20.0	1600	20
c) Un solo riego de punteo o presiembra con bombeo a 2,700 Ha.	15	0.2	3200	40.0	1984	24.8	1600	20.0	1200	15

CUADRO 4.1

## CARACTERISTICAS GENERALES

### ALTERNATIVA A).- RIEGO COMPLETO A 2,000 HECTAREAS

Superficie beneficiada	2,000 Ha.
Volumen de material de presa almacenamiento	375,000 m <sup>3</sup>
Longitud de canal principal	21,000 m
Longitud de canales laterales y sublaterales	17,800 m
Longitud de sifones	3,150 m
Tomas laterales	27
Tomas granja	75

### CARACTERISTICAS GENERALES

ALTERNATIVA B).- RIEGO POR PUNTEO A 8,000 HECTAREAS

Superficie beneficiada	8,000 Has.
Volumen material de presa almacenamiento	750,000 m <sup>3</sup>
Longitud canal principal	38,000 m <sup>3</sup>
Longitud de canales laterales y sublaterales	81,000 m
Longitud de sifones	5,640 m
Tomas laterales	28
Tomas granjas	221

CARACTERISTICAS GENERALES

ALTERNATIVA C).- RIEGO POR PUNTEO A 8,000 HECTAREAS COMBINANDO  
 POR GRAVEDAD A 5,300 HECTAREAS Y BOMBEO A 2,700 HECTAREAS.

Superficie beneficiada	8,000 Ha.
Volumen de material de presa de almacenamiento	750,000 m <sup>3</sup>
Longitud canal principal (bombeo)	10,200 m
Longitud de canales laterales y - sublaterales (bombeo)	32,860 m
Longitud canal principal (gravedad)	22,900 m
Longitud canales laterales y sub- laterales (gravedad)	59,900 m
Longitud de sifones	4,340 m
Tomas laterales (bombeo)	17
Tomas granjas (bombeo)	94
Tomas laterales (gravedad)	17
Tomas granjas (gravedad)	150
Bombas de 1 m <sup>3</sup> /seg.	3
Carga total	25 m
Potencia de cada bomba	370 HP

COSTO DE LA ALTERNATIVA a)

Riego completo a 2,000 Ha.

C O N C E P T O	C O S T O (\$)
. Canal de Intero comunicación	1'104'000,000
. Obras Derivadoras	1'112'000,000
. Presa Almacenamiento	4'874'000,000
. Canal Principal	2'098'000,000
. Zona de Riego	460'000,000
. Indemnizaciones	152' 000,000

---

T O T A L \$ 9'800'000,000

COSTO POR Ha.= \$ 4'900,000

COSTO DE LA ALTERNATIVA b)

Riego por punteo a 8,000 Ha.

CONCEPTO	COSTO (\$)
. Canal de Intero comunicación	1'104'000,000
. Obras Derivadas	1'112'000,000
. Presa de Almacenamiento	9'750'000,000
. Canal Principal	5'739'200,000
. Zona de Riego	2'594'000,000
. Indemnización	468'000,000
<b>T O T A L</b>	<b>20'767'200,000</b>

Costo por Ha. = \$ 2'595'900

COSTO DE LA ALTERNATIVA c)

Riego de Punteo Combinando Gravedad y Bombeo a 8,000 Ha.

CONCEPTO	COSTO (\$)
. Canal de intercomunicación	1'104'000,000
. Obras Derivadoras	1'112'000,000
. Presa Almacenamiento	9'750'000,000
. Canal Principal	4'600'000,000
. Zona de Riego	2'830'000,000
. Planta de Bombeo	1'600'000,000
. Tubería para el Bombeo	232'000,000
. Energía Eléctrica (25 años)	810'000,000
. Coeración	168'000,000
Reparaciones y Cambio de Equipo	800'000,000
Indemnizaciones	<u>468'000,000</u>
T O T A L	23'474'000,000

COSTO POR Ha.= \$ 2'934,250

#### 4.3 PROYECTO DEFINITIVO

##### 4.3.1 GEOTECNIA DEL CANAL PRINCIPAL MARGEN IZQUIERDA

El principal objetivo del estudio Geotécnico es el de realizar una clasificación de los diferentes tipos de materiales en los cuales se construirá el canal principal margen izquierda, así como detectar problemas de cimentación, estabilidad de taludes, la clasificación de los materiales de excavación y finalmente, emitir las conclusiones y recomendaciones pertinentes.

Los métodos de trabajo para realizar el objetivo anteriormente descrito fueron los siguientes:

Inicialmente se realizó una recopilación de la información existente en la zona, para que con el resultado de su análisis se realizara el programa de exploración y muestreo necesario. Los trabajos de exploración se realizaron mediante el método de excavación de pozos a cielo abierto, de los que se enviaron al laboratorio de suelos para su análisis.

En el laboratorio se les realizaron ensayos índice a cada una de las muestras y con la información resultante, se procedió a definir la estratigrafía y las propiedades de los materiales detectados. También se clasificaron los suelos desde el punto de vista de su excavación.

Para la realización del estudio se recopiló la información - existente de la zona en la cual se llevará a cabo el proyecto.

La información recabada fue la siguiente:

Cartas Topográficas y Geológica San Miguel Zinacantepec.

Carta Geológica del Estado de México y Distrito Federal, editada por el Instituto de Geología de la UNAM.

Planos Topográficos del trazo definitivo escala 1:2,000.

Como resultado del análisis de la información anteriormente mencionada y un visita al campo de reconocimiento, se elaboró el programa de exploración y muestreo recomendable para la - realización del objetivo del presente.

#### 4.3.2 METODOS DE EXPLORACION

Las exploraciones se realizaron mediante sondeos por el método de excavación de pozos a cielo abierto, localizados sobre el eje del canal, con una separación entre cada uno de aproximadamente 500 m llevados hasta una profundidad del terreno natural correspondiente a la elevación de la plantilla del canal.

Al finalizar la excavación de los pozos, se procedió a definir los perfiles estratigráficos mediante una clasificación visual y al tacto, así como también se clasificaron -

los materiales detectados desde el punto de vista de su excavación.

Con el objetivo de clasificar los diferentes tipos de suelos detectados en la exploración se obtuvieron muestreos alterados por estratos, con testigo de humedad de cada uno de los sondeos. Las muestras una vez empaquetadas e identificadas se enviaron al laboratorio para su análisis.

Se realizaron pruebas índice a muestras representativas de cada estrato, definidos por la clasificación visual y al tacto que se realizó en el campo. El resultado de los ensayos se comenta enseguida:

Análisis granulométricos: Los ensayos realizados a suelos muestreados indican que son suelos finos con poco contenido de arena. Los ensayos efectuados a las tobas indican un promedio de 60% de finos y un 40% de arenas.

Límites de consistencia: Se realizaron ensayos de plasticidad a los suelos detectados, cuyos resultados indican la existencia de arcillas de baja plasticidad (CL) al inicio del canal y de alta plasticidad (CH) entre los km 4+700 y 6+700 y de 8+300 al 11 + 200. Las observaciones en el campo y los resultados anteriores, indicaron que las arcillas de alta plasticidad corresponden a un material expansivo, por lo cual se realizaron dos ensayos de límites de contracción y su resultado fue del 14% y 15%.

Para tener una idea del potencial de expansión que presentan dichos suelos, se utilizó la clasificación del investigador Seed, la cual indicó así potencial de expansión entre el 10% y el 25% por lo cual se definió al suelo en la zona de arcillas de alta plasticidad, como potencialmente expansivo.

Los resultados de los límites de consistencia se presentan gráficamente en la carta de plasticidad de la fig. No. 4.1.

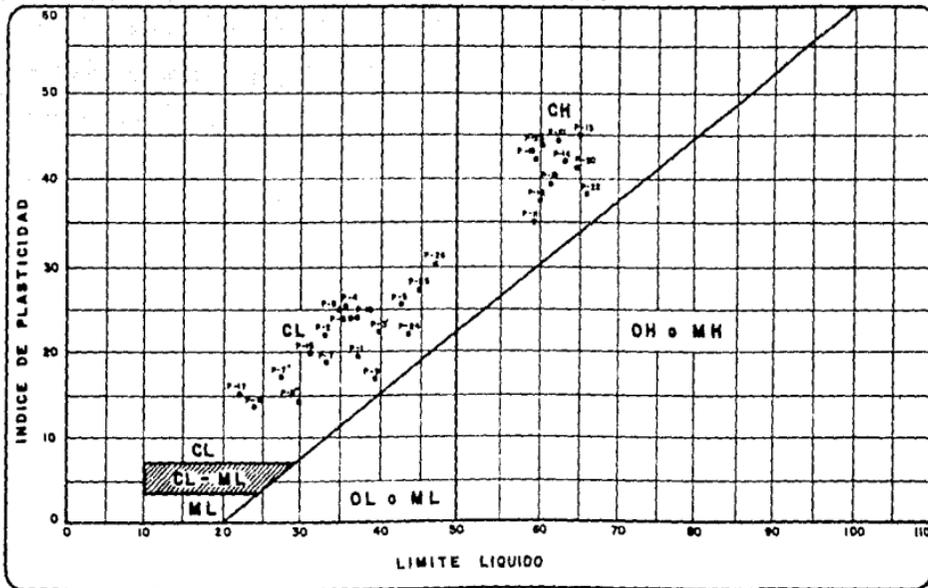
Los resultados particulares de cada una de las pruebas se presentan en la tabla No. 4.2.

#### ESTRATIGRAFIA Y PROPIEDADES

Con los resultados obtenidos en el punto anterior, se procedió a definir la estratigrafía del subsuelo a lo largo del trazo del canal.

La estratigrafía del sitio es homogénea, superficialmente - existente una capa de suelo vegetal de uno 20 cm, de espesor promedio, de consistencia blanda, y a todo lo largo del trazo. Subyaciéndole se intersectó un estrato de espesor variable de 0.30 m a 3.50 m de material arcilloso, el cual en los primeros kilómetros es de baja plasticidad (CL), de consistencia blanda a firme; al final, después del kilómetro 4 + 700 de espesor mayor, es de alta plasticidad (CH), de consistencia firme a muy firme, potencialmente expansivo. Poste-

# GRAFICA DE PLASTICIDAD



ZONA DE RIEGO CUTZAMALA

## RESUMEN DE CARACTERISTICAS

POZO No.	PROFUNDIDAD EN		PESO VOL. MAXIMO kg/cm <sup>3</sup>	HUMEDAD OPTIMA %	GRANULOMETRIA			LIMITES DE CONSISTENCIA			HUMEDAD NATURAL %	S.U.C.S.
	DE	A			GRAVA %	ARENA %	FINOS %	L.L. %	L.P. %	I.P. %		
	metros	metros										
1	0.30	0.70			2	12	86	37.2	17.5	19.7	12.1	CL
2	0.40	1.00			0	5	95	32.8	10.9	21.9	14.9	CL
3	0.20	1.40			0	8	92	39.7	17.6	22.1	15.3	CL
	1.40	2.10			0	26	74	29.8	15.7	14.1	7.1	
4	0.25	1.65			0	7	93	36.1	11.0	25.1	16.1	CL
5	0.30	1.70			0	10	90	42.4	17.1	25.3	15.9	CL
6	0.20	1.20			0	11	89	35.8	12.0	23.8	13.8	CL
7	0.25	1.20			0	5	95	33.1	13.7	19.4	12.3	CL
	1.20	2.00			0	2	98	27.3	10.5	16.8	6.4	
8	0.40	1.20			0	6	94	34.9	9.9	25.0	16.1	CL
9	0.40	1.00			0	3	97	39.1	21.3	17.3	12.1	CL
10	0.10	0.50			0	7	93	36.7	12.4	24.3	15.8	CL
11	0.10	1.00			0	2	98	59.0	24.0	35.0	19.7	CH
12	0.10	2.00			0	3	97	60.0	21.0	39.0	16.2	CH
13	0.10	1.50			0	2	98	65.0	20.0	45.0	17.8	CH
14	0.15	2.70			0	4	96	63.0	21.0	42.0	19.1	CH
15	0.00	1.00			0	10	90	31.4	12.6	19.8	13.8	CL
16	0.30	1.00			0	3	97	24.1	9.9	14.2	6.0	
17	0.10	0.50			0	4	96	22.3	7.2	15.1	5.5	

TABLA No. 4.2

## RESUMEN DE CARACTERISTICAS

POZO No.	PROFUNDIDAD EN		PESO VOL MAXIMO %	HUMEDAD OPTIMA %	GRANULOMETRIA			LIMITES DE CONSISTENCIA			HUMEDAD NATURAL %	S.U.C.S.
	DE	A			GRAVA %	ARENA %	FINOS %	L.L. %	L.P %	I.P %		
	metros	metros										
18	0.10	1.00			0	5	95	65.2	22.0	39.2	18.3	CH
19	0.15	0.60			0	6	94	59.8	17.5	42.3	15.4	CH
20	0.10	0.60			0	4	96	64.2	23.0	41.2	19.3	CH
21	0.15	0.60			0	3	97	62.1	17.8	44.3	15.0	CH
22	0.15	1.50			0	5	95	65.7	27.5	36.2	22.4	CH
23	0.10	1.00			0	7	93	60.3	16.0	44.3	12.9	CH
24	0.15	0.50			0	4	96	43.7	21.6	22.1	16.3	CL
25	0.15	1.15			0	8	92	44.8	17.5	27.3	18.2	CL
26	0.15	0.75			0	10	90	47.1	16.7	30.4	25.8	CL

TABLA No. 4.2

riamente se detectaron tobas arcillosas y arcillo-arenosas muy compactas.

#### 4.3.3 DATOS PARA LA CONSTRUCCION

Para la construcción de los terraplenes necesarios, es posible aprovechar los materiales tobáceos producto de la excavación, debidamente preparados.

Los materiales arcillosos (CH), no se deberán utilizar para la formación de terraplenes.

#### CLASIFICACION DE LOS MATERIALES DE EXCAVACION

Esta clasificación se realizó de acuerdo a las dificultades observadas durante la excavación de los pozos a cielo abierto.

Los materiales arcillosos (CL y CH), detectados, se clasificaron como material tipo I y las tobas (arcillo-arenosas y arcillosas) como tipo II. No existe material de excavación tipo III.

La clasificación de materiales para excavación en porcentaje, se presentan deducidos por tramos en la tabla No. 4.3.

TABLA No. 4.3

RESUMEN DE CLASIFICACION DE MATERIALES PARA EXCAVACION

ESTRUCTURA	TRAMO		EXCAVACION EN POR CIENTO		
	DE	A	MATERIAL TIPO I	MATERIAL TIPO II	MATERIAL TIPO III
CANAL PRINCIPAL MARGEN IZQUIERDA	0+000	0+300	35	65	
	0+300	0+600	100	0	
	0+600	2+980	60	40	
	2+980	4+100	100	0	
	4+100	4+700	100	0	
	5+200	6+700	90	10	
	6+700	7+200	100	0	
	7+200	8+300	10	90	
	8+800	11+400	10	90	
	11+400	12+500	100	10	

Es conveniente mencionar que durante las excavaciones en los sitios en que se construirán sifones, se deberá contemplar -  
- la necesidad de abatir el nivel de aguas freáticas, ya que -  
éste en dichos sitios se encuentra a poca profundidad.

#### TALUDES Y CORTES DE EXCAVACION

Se recomienda un talud de 1:1 para cortes, para todas las alturas del proyecto ya que en él se indica que no rebase los 10 m. En los casos en que se encuentren tobas sanas se puede recomendar que los taludes sean verticales, ésto se hará de acuerdo al juicio del Ingeniero Residente.

#### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La mayor parte de la extensión del área en estudio está cubierta por aluviones suelos residuales y tobas alteradas.

Los resultados de los ensayos índice reportan la existencia de arcillas de baja plasticidad (CL), arcillas de alta plasticidad (CH), potencialmente expansivas y subyaciéndoles tobas arcillosas y arcillo-arenosas.

Los resultados de los ensayos de plasticidad y contracción, indican la existencia de suelos expansivos entre los kilómetros 4 + 700 al 6 + 700 y del 8 + 300 al 11 + 200.

Los taludes de excavación se recomienda que sean 1:1, pero se podrán realizar verticales a alturas no mayores de 6.0 m, en los materiales tobáceos, aunque esta recomendación podrá variar a juicio del Ingeniero Residente.

Se recomienda utilizar para la formación de los terraplenes - el producto de la excavación de las tobas.

Los suelos arcillosos (CH), que se presentan en los tramos - del km 4 + 700 al 6 + 700 y del 8 + 300 al 11 + 200, - no se podrán utilizar por ningún motivo en su estado natural para la construcción de terraplenes.

Para la construcción del canal, en los tramos que existen sue los expansivos, se recomienda realizarlo por el método de la sustitución del suelo peligroso por un suelo inerte.

#### 4.3.3 PROYECTO DEL CANAL PRINCIPAL MARGEN IZQUIERDA

El Canal Principal Margen Izquierda se ubica en la margen izquierda del arroyo San Pedro y tiene su origen en la presa - del mismo nombre. En total tiene un desarrollo de 12.55 km, - y domina un área de 1,200 Has. aproximadamente.

En su desarrollo el Canal Principal Margen Izquierda, sufre -

cambios en su sección hidráulica, en pendiente de plantilla y cambios de dirección en su eje. Estos datos se pueden observar en la tabla No. 4.4.

El canal tiene una capacidad de  $7.44 \text{ m}^3/\text{s}$ , hasta el km 2 + 880, en donde se localiza una estructura repartidora que permitirá derivar hacia la margen derecha del arroyo San Pedro un gasto de  $6.17 \text{ m}^3/\text{s}$ , continuando entonces por el Canal Margen Izquierda un gasto de  $1.27 \text{ m}^3/\text{s}$ .

Entre los kilómetros 4 + 700 y 6 + 700, se detectaron en el estudio de geotecnia suelos expansivos, por lo cual se recomienda sustituir dichos suelos por material inerte. La etapa del proceso constructivo en este tipo de suelo, se presenta en el plano "Secciones Tipo y Etapa de Construcción para Canal Principal".

En el tramo comprendido entre los kilómetros 8 + 300 al 11 + 200, también se localizaron suelos expansivos, pero debido a que en dicho tramo la sección del canal es pequeña, se recomienda solamente aumentar el espesor del revestimiento a 10 centímetros, sin realizar sustitución de material.

Debido a las características topográficas de la zona por la cual atravesará el canal, serán necesarios cuatro sifones para librar depresiones y una para cruzar la carretera Toluca--

TABLA No. 4.4

CONTROL DE ELEVACIONES

ESTACION	DISTANCIA	s	h	ELEVACIONES		NOTAS
				PLANTILLA	S. L. A.	
0+000				2,607.000	2,609.00	Sección Tipo 36
0+320	320	0.00015	0.048	2,606.952	2,608.852	Inicia Sifón No. 1
0+574	254		0.940	2,606.012	2,608.012	M. I. Termina Sifón No. 1
1+000	426	0.00015	0.064	2,605.948	2,607.948	M. I. Sección Tipo 36
1+500	500	0.00015	0.075	2,605.873	2,607.873	
2+000	500	0.00015	0.075	2,605.798	2,607.798	
2+500	500	0.00015	0.075	2,605.723	2,607.723	
2+686	186	0.00015	0.028	2,605.695	2,607.695	Inicia Sifón No. 2
2+756			0.220	2,605.475	2,607.475	M. I. Termina Sifón No. 2
2+880	124	0.00015	0.019	2,605.456	2,607.456	M. I. Est. Repartidora y
2+980	100	0.0006	0.06	2,606.076	2,606.876	cambio a sección 7-11
4+350	1,370		8.316	2,597.700	2,598.500	Inicia Sifón No. 3
4+700	3,420	0.0006	0.252	2,597.448	2,598.248	M. I. Termina Sifón No. 3
5+800	1,030	0.0006	0.618	2,596.830	2,597.63	M. I. Tuna Lat. Der. T.G.D. y Rep.
			0.500	2,596.330	2,596.880	Tuna Lat. Der. y
6+090	360	0.0006	0.216	2,596.156	2,596.706	cambio a Secc. Tipo
6+570	480	0.0006	0.288	2,595.868	2,596.418	5 y caída.
7+480	910		11.418	2,584.450	2,585.00	Tuna Granja Der. Inicia Sifón No. 4
7+953.094 atrás 7+963 adelante	480	0.0006	0.284	2,584.166	2,584.716	M. I. Termina Sifón No. 4
8+360	400			2,581.950	2,582.500	M. I. Inicia Sifón No. 5
8+465	105	0.0006	0.063	2,581.867	2,582.437	M. I. Termina Sifón No. 5
8+965	500	0.0006	0.300	2,581.587	2,582.537	M. I. Rep. y Tomas G. Der.
9+000	35	0.0006	0.021	2,581.566	2,582.116	Rep. y T.G.D.
9+545	545	0.0006	0.327	2,581.239	2,581.789	Rep. y T.G.D.
10+245	700	0.0006	0.420	2,580.819	2,581.369	Rep. y T.G.D.
10+955	710	0.0006	0.426	2,580.393	2,580.943	Rep. y T.G.D.
11+000	45	0.0006	0.027	2,580.366	2,580.916	Rep. y T.G.D.

CONTINUACION TABLA No. 4.4

CONTROL DE ELEVACIONES

ESTACION	DISTANCIA	s	h	ELEVACIONES		NOTAS
				PLANTILLA	S. L. A.	
11+725	725	0.0006	0.435 1.000	2,579.931 2,578.931	2,580.481 2,579.281	T.G. Doble, Caída y cambio a Secr. Tipo I Cambio de pendiente Rep. y T.G.D. Caída e inicia Rápida Termina Rápida Caída Caída T.G. Final
17+960	235	0.0040	0.940	2,577.991	2,578.341	
12+010	50	0.0560	2.800	2,575.191	2,575.541	
12+055	45	0.9040	0.180 1.000	2,575.011 2,574.011	2,575.361	
12+200	145	0.0400	5.800	2,568.211	2,568.561	
12+280	80	0.0040	0.320 1.000	2,567.891 2,566.891	2,568.241 2,567.241	
12+440	160	0.0040	0.640 1.000	2,566.251 2,566.251	2,566.601 2,565.601	
12+555	115	0.0040	0.460	2,564.791	2,565.141	

Zitácuaro. Las características hidráulicas de estos sifones se presentan en la tabla No. 4.5.

La capacidad del canal en sus distintos tramos, se determinó aplicándoles el área de influencia en base a la confección de la "Gráfica de Areas y Capacidades", que se presenta tabulada en la tabla No. 4.6, y aplicando un coeficiente unitario de  $1 \text{ l.p.s./Ha.}$ , de acuerdo a las recomendaciones hechas por el Departamento de Zonas de Riego de la SARH, y con apoyo en la gráfica 3.1, obtenida en el Estudio Hidrológico.

Para el diseño del canal se consideraron pendientes y secciones tipo de modo de obtener velocidades mínimas de  $0.60 \text{ m/s}$ . Las secciones hidráulicas propuestas son trapeziales, revestidas de concreto hidráulico simple, con talud  $1.5:1$ . (Ver fig. 4.2)

#### 4.3.4 ESTRUCTURAS TIPO

Se efectuó el proyecto hidráulico de las distintas estructuras necesarias para el canal. Los sifones fueron considerados como estructuras especiales, por lo cual no fueron considerados dentro de este concepto.

Se calculó hidráulicamente, y se hizo el proyecto de la estructura repartidora del  $\text{km } 2 + 880$ , por considerarse necesario -



T A B L A No. 4.5

## CARACTERISTICAS HIDRAULICAS DE SIPONES DEL CANAL PRINCIPAL MARGEN IZQUIERDA

Sifón No.	ESTACION (km)	Q (m <sup>3</sup> /s)	L Sifón (m)	Dimensiones del Conducto		A (m <sup>2</sup> )	V (m/s)	h + h <sub>f</sub> (m)	n
				b ó β * (m)	d (m)				
1	0+320	7.85	254	1.68	2.10	3.483	2.25	0.957	0.014
2	2+686	7.85	70	1.95	2.50	4.83	1.63	0.224	0.014
3	2+980	1.33	1,370	0.75	0.95	0.68	1.99	8.313	0.014
4	6+570	0.48	910	0.508	-	0.203	2.38	11.918	0.012
5	7+960	0.48	400	0.61	-	0.292	1.651	2.082	0.012

TABLA No. 4.6

DATOS PARA LA GRAFICA DE AREAS Y CAPACIDADES

ESTACION	LOTE	BRUTA	AREA EN Ha.			C.U.R. Lt/seg/ha	Cn Lt/seg.
			NETA	BRUTA POR REGAR	NETA POR REGAR		
0 +000				8,405.11	7,816.75	1.0	7,816.75
2+880	T.M.D.	7,044.72	6,551.59	1,360.39	1,265.16	1.0	1,256.16
2+880	T.L.D.	161.40	150.10	1,198.99	1,115.06	1.0	1,115.06
4+360	T.G.I.	47.88	44.53	1,151.11	1,070.53	1.0	1,070.53
4+660	T.G.D.	33.48	31.14	1,117.63	1,039.39	1.0	1,039.39
4+765	T.L.D.	64.85	60.31	1,052.78	979.08	1.0	979.08
4+770	T.G.D.	28.48	26.49	1,024.30	952.59	1.0	952.59
5+785	T.G.D.	32.40	30.13	991.90	922.47	1.0	922.47
5+790	T.L.D.	547.56	509.23	444.34	413.24	1.0	413.24
5+795	T.G.D.	36.30	33.76	408.04	379.47	1.0	379.47
6+085	T.G.D.	53.23	49.50	354.81	329.97	1.0	329.97
6+550	T.G.D.	56.55	52.59	298.26	277.38	1.0	277.38
8+460	T.G.D.	34.48	32.07	263.78	245.32	1.0	245.32
8+960	T.G.D.	47.75	44.41	216.03	200.90	1.0	200.90
9+540	T.G.D.	34.19	31.80	181.84	169.11	1.0	169.11
10+240	T.G.D.	34.19	31.80	147.69	137.31	1.0	137.31
10+590	T.G.C.	27.22	25.31	120.43	112.00	1.0	112.00
11+720	T.G.D.	28.55	26.55	91.88	85.45	1.0	85.45
11+720	T.G.I	34.15	31.76	57.79	53.69	1.0	53.69
12+050	T.G.D.	26.95	25.06	30.78	28.63	1.0	26.63
12+555	T.G.F.	30.78	28.63	0.00	0.00	1.0	0.00

#### 4.3.5. CALCULO HIDRAULICO EN ESTRUCTURAS TIPO Y CANALES.

##### 4.3.5.1. Estudio v cálculo de secciones hidráulicas del canal principal.

En general las secciones que deben adoptarse son las de máxima eficiencia en canales revestidos y los de mínima filtración en canales sin revestir; sin embargo en canales - de gran capacidad al hacer el dimensionamiento de la sección se debe tomar en cuenta la profundidad de la roca y - el procedimiento de construcción, por lo que la máxima eficiencia no rige en ciertos casos.

De los resultados obtenidos en la localización preliminar, se deduce la pendiente conveniente para el canal.

Teniendo como datos el gasto y la pendiente se procede al cálculo hidráulico de las secciones en los distintos tramos del canal, haciendo uso de las fórmulas de Manning --

$$V = \frac{1}{n} R^{2/3} S^{1/2} \quad \text{y de la continuidad} \quad Q = AV$$

Si al obtener la sección para la capacidad adoptada, la velocidad resulta mayor que la permisible, se reduce la pendiente y se proyectan estructuras de caída para absorber - el desnivel disponible.

En canales excavados en material común, los taludes que se emplean deben ser como mínimo de 1.5:1 y las velocidades límites tendrán valores que no provoquen erosiones ni depósitos de azolves y están comprendidos entre 0.60 m/s y 0.90 m/s.

El rango de variación en condiciones normales (Bureau of Reclamation) es el siguiente:

Canal	Velocidad en m/s	
	Mínima	Máxima
Canales laterales pequeños	0.45	0.75
Canales principales	0.60	1.35

En canales excavados en terrenos compactos, de resistencia al intemperismo el talud se puede reducir hasta 1:1 y la velocidad permisible aumentarse de acuerdo con la capacidad para resistir la erosión.

En canales revestidos de concreto el talud indicado es el de 1.5:1 para no utilizar formas en la colocación del revestimiento.

En canales revestidos de concreto, la velocidad máxima permisible es fijada por el concepto de operación o de resistencia, así en canales con refuerzo en tramos cortos y sin-

estructuras puede llegar hasta 3.75 m/s, en canales sin refuerzo no debe exceder de 2.5 m/s ni de 0.7 de la velocidad crítica. En canales distribuidores para que haya un correcto funcionamiento hidráulico de bocatomas y represas, la velocidad permisible es del orden de 1.5 m/s pudiendo en ciertas condiciones obligadas aumentarse pero sin llegar a 2.0 m/s ni 0.8 de la velocidad crítica.

En todos los casos, la velocidad mínima que se adopte es de 0.60 m/s, que no provoca depósito de azolves y en condiciones obligadas con aguas limpias hasta 0.30 m/s.

En canales sin revestir, la velocidad mínima que no permite el crecimiento de vegetación es de 0.75 m/s.

Determinada la sección hidráulica de cada uno de los tramos del canal se procede a fijarles el bordo libre.

Existe un gran número de factores que influyen en la determinación del bordo libre y pueden resumirse en 3:

1- Tipo del canal

2- Capacidad normal del canal y posibilidades de aumento en la misma

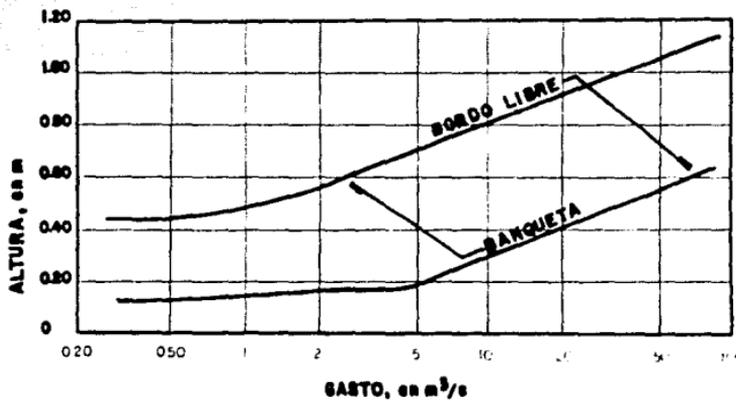
3- Velocidad y estabilidad horizontal, de la superficie libre del agua

En forma aproximada y para condiciones normales se puede hacer uso de la siguiente gráfica para la determinación del bordo libre en canales de riego.

#### 4.3.5.2 Estudio de las cuencas hidrológicas y determinación de los gastos en las corrientes.

Con la localización preliminar del canal, se definirá el cruce de las corrientes que se van cortando y será necesario determinar el gasto máximo que se puede presentar, en las cuencas o subcuencas, y con base en ese dato, proyectar la estructura de cruce conveniente.

Se procede a medir el área de la cuenca en el plano de que se disponga, (generalmente carta topográfica, en la cual se ha localizado el canal) y según la importancia de la corriente es el método empleado para la determinación del gasto máximo; en corrientes importantes se investiga si hay aforos u observaciones cercanas o se calcula empleando métodos como el de Gregory Arnold, Burkli-Ziegler, etc. según los datos de que se disponga y las envolventes regionales de gastos máximos.



**BORDO LIBRE Y ALTURA DE BANQUETA RECOMENDADOS  
PARA CANALES REVESTIDOS.**

A los valores obtenidos para el gasto máximo instantáneo de cada corriente se les aplica un coeficiente cuyo valor varía de 0.75 a 1.25 y dependiendo de la importancia de la estructura de cruce y de la corriente, con lo que se define el gasto de diseño.

#### 4.3.5.3 Localización del canal principal.

Para la localización del canal principal se requieren los datos de: Elevaciones de partida, secciones hidráulicas en los diferentes tramos del canal y estudio de las cuencas hidrológicas que se cortan.

La localización puede seguir dos criterios: Según canal de conducción o canal distribuidor.

Si el tramo en estudio corresponde a conducción, solamente se localiza de tal manera que la cubeta del canal quede protegida en el terreno natural íntegramente y si la localización es en ladera, se determina la intersección del terreno natural con la corona del canal, siendo estas elevaciones las que sirven como punto de control que se marcan en los planos y se usan para trazar líneas que contengan el mayor número de estos puntos de control quedando paralelas al eje de localización del canal.

Si el canal es alimentador de tomas y canales laterales, és ta localización se hace de tal manera que la superficie libre del agua en el canal principal queda arriba del terreno natural lo suficiente para que las tomas o laterales alimen tados puedan regar inmediatamente de su salida.

En cada cruce con el drenaje natural se hace uso de los datos obtenidos en el inciso 4.3.5.2., para determinar que ti po de estructura conviene utilizar calculando en forma preliminar sus pérdidas.

Para gastos máximos en los arroyos que se crucen, que sean inferiores a la décima parte del gasto normal del canal, se proyectarán entradas de agua el mismo siempre y cuando se prevea un desague inmediato, o bien con ayuda de cunetas, - estos volúmenes se conducirán a otras estructuras de cruce más importantes. Los gastos que no se pueden incorporar al canal ni ameriten estructura de dique, pueden cruzarse mediante un paso superior o desviarse por contracunetas o estructuras más importantes. Finalmente la estructura que da paso a un gasto de cualquier magnitud es el sifón invertido, el que se proyecta con el gasto de diseño del arroyo.

La sección del arroyo se proyectará utilizando la fórmula de Manning y el método de sección y pendiente y con los da-

tos determinados del plano topográfico; o bien con datos de observación de huellas de máxima avenida del arroyo.

- 4.3.5.4 Se proyecta la rasante y perfil del agua con base en el registro de control de elevaciones, anotando todas las estructuras que llevará el canal principal - como tomas, puentes, sifones, entradas de agua, caídas rápidas, etc.

Se proyecta sobre el mismo espaciamiento y posiciones de -- las represas con el siguiente criterio:

Cuando el canal no conduce su gasto de diseño, es necesario elevar el nivel del agua mediante represas de manera de proporcionar la carga necesaria para que funcionen las tomas, - sin invadir el borde libre.

El desnivel entre la superficie libre del agua en el canal principal y de el lateral, estando cerrada la represa, debe ser como mínimo igual a la suma de pérdidas de carga en las estructuras de toma y aforadora para que satisfaga la condición que la superficie libre del agua en el lateral, esté - como mínimo 30 cm arriba del terreno natural.

Las normas establecen que para darle una mayor flexibilidad

a la operación se suma a la pérdida de carga en la toma 0.25 del tirante del canal principal, sin embargo para terrenos ligeramente planos, esta condición obliga a localizar, el canal prácticamente en terraplén lo cual no es económico; reduciendo la aplicación de esta norma a terrenos con fuerte pendiente transversal.

En canales revestidos de concreto debe tomarse en cuenta -- además de la operación de bocatomas, la función que desempeñan las represas en el vaciado del canal; se proyectarán el número necesario, que permitan bajar gradualmente los niveles a lo largo de su desarrollo, reduciendo así la subpresión que no es absorbida por el drenaje del mismo.

Al elegir el sitio donde deban construirse, se procurará -- asociarlas con alguna otra estructura ya establecida, para reducir el costo.

Para evitar entrada de azolves del canal principal a las tomas, se deja un desnivel entre las plantillas de 0.50 como mínimo, o en su defecto un desfoque con una estructura decantadora en el principio del lateral, pudiendo ser esta la misma estructura aforadora.

4.3.5.5. Con base a los perfiles del terreno, se estudian las

pendientes de cada canal que mejor se adapten al terreno natural, que asociados a los gastos necesarios obtenidos en las tablas de áreas y capacidades definirán la sección tipo en cada tramo de canal.

Cuando la pendiente longitudinal del terreno, es superior a la máxima adoptada para el canal, se hace necesario proyectar rápidas o caídas para absorber el desnivel.

Para fijar la posición y altura de la caída debe tomarse en cuenta lo siguiente:

1- Las alturas serán de: 1.00, 1.50 y 2.00 m máximo, salvo casos especiales, lo que tiene por objeto principalmente -- construir estructuras tipo.

2- La localización se hará tratando de reducir excavaciones y dándole seguridad a la estructura.

3- Se procurará ligarlas a alguna otra estructura, tal como tona, represa, puente, etc.

Adoptada la sección tipo para cada tramo de canal, se tienen sus gastos correspondientes, los cuales se anotan en la columna respectiva de las tablas de áreas y capacidades o -

en sus gráficas correspondientes.

4.3.5.6. Se hace un recuento de todas las estructuras del sistema de distribución, agrupándolas y clasificándolas por clases y secciones tipo. Dentro de este recuento se agrupan separadamente los tipos de estructuras aforadoras.

4.3.5.7. Clasificación de drenes y determinación de secciones hidráulicas.

En general el sistema de drenaje que se proyecta en esta fase es el primario y queda constituido por canales a cielo -abierto, que servirán para desague y drenaje. Se clasifican en 3 tipos generales:

Principales, colectores y secundarios.

La clasificación es atendiendo a su importancia y funciones dentro del conjunto general y no a las dimensiones de su sección.

El dren principal es aquel o aquellos que cruzan la zona y que generalmente lo constituye la corriente principal.

Los drenes colectores son los que van recogiendo las descargas de los drenes secundarios, éstos son los que se extienden a todos y cada uno de los lotes para dar salida al drenaje agrícola.

La sección hidráulica para fines de anteproyecto se estimatrapezoidal con taludes de 1.5:1, salvo cuando los estudios geológicos indiquen que se pueden reducir éstos.

La capacidad de las secciones es función directa del área drenada, esta se proyecta para dar paso a las aguas de lluvia y a los excedentes y retornos de riego.

Como en el caso de los canales de riego aún cuando las capacidades necesarias pueden tener una gran variación, se agrupan en secciones tipo dejando márgenes de seguridad.

Con los datos anteriormente obtenidos se hace una lista clasificando los drenes y se anota la sección adoptada para cada tramo de ellos.

Generalmente la mayor parte de los drenes secundarios son de capacidades pequeñas, y las disminuciones de su sección están supeditadas en funcionamiento del drenaje y a el procedimiento de construcción que se aplique.

4.3.5.8. En el proyecto de los drenes, se procura que la plan  
tilla se apegue sensiblemente a la pendiente del te-  
rreno natural; salvo que ésta sea menor a la neces-  
ria para el desague, en este caso al aumentar la ex-  
cavación se incrementan los costos.

4.3.5.9. En su desarrollo en los drenes, al igual que en los-  
canales, se presentan algunos cruces con las vías de-  
comunicación en obras existentes, y ocasionalmente -  
con otros canales de riego. La estructura de cruce  
se cargará: al sistema de drenaje si es con obras --  
existentes y a dicha obra si es con una en proyecto.

Determinadas las estructuras que deben considerarse en el -  
sistema de drenaje, se agruparán por tipos y dimensiones --  
y se procederá a hacer el recuento respectivo.

#### 4.3.6 CAMINO DE SERVICIO

El canal Principal Margen Izquierda, llevará en toda su lon  
gitud un camino de servicio por su margen derecha, el cual-  
variará su ancho en base a la sección del canal, lo que pu  
de observarse en los planos del proyecto.

Entre el km 0 + 320 y el 0 + 574, existe un escurrimiento -

cuya depresión es librada por el sifón No. 1, y se propone que el camino la atraviese con un vado.

Entre el km 2 + 980 y el 4 + 350, existe una gran depresión por la cual escurre el arroyo San Agustín. El canal la libra a través del sifón No. 3, y debido a la existencia de un camino de terracería en las cercanías y que atraviesa el arroyo mencionado por medio de un puente para vehículos, se propone un mejoramiento de dicho camino y del puente para que de este modo no construya uno nuevo y afecte más terrenos.

En los tramos comprendidos entre los km 6 + 570 y 7 + 480 y los km 7 + 760 y 8 + 360, el canal atraviesa dos escurrimientos que llegan al bordo San Cristóbal. En ambos casos el canal libra dichas depresiones por medio de sifones, y el camino de servicio continuará paralelo al canal y atravesará los arroyos por medio de vados.

5. ESTIMACION DE CANTIDADES DE OBRA Y PROGRAMA DE EJECUCION

Antes de preparar un programa de obra, deberá dividirse el proyecto en sus respectivas operaciones. Deberá determinarse la cantidad de trabajo que tenga que ejecutarse y estimarse para cada operación, su rapidez. Deberá descontarse una cantidad de tiempo apropiada debido a lluvias y mal tiempo.

Deberá seleccionarse la mano de obra y las unidades de equipo que resulten en la construcción más económica, consistentes con la operación en particular y con toda la obra en general.

Una vez que se ha completado el programa deberá estudiarse la posibilidad de hacer cambios. Puede ser posible anticipar el comienzo de una operación para que puedan trans-

ferirse el equipo y mano de obra de otra operación, reduciendo de esta manera la mano de obra y las unidades de -- equipo requeridos para completar la obra.

### 5.1 Etapas de Construcción

De acuerdo a las características del proyecto en mención, se puede apreciar las siguientes etapas u operaciones de construcción principales:

- . Desmonte, desenraíce y desyerbe
- . Despalme
- . Excavaciones para formación de cubetas
- . Excavaciones en tajos y cunetas
- . Sustitución por material inerte
- . Excavaciones para alojar estructuras
- . Revestimientos de canales
- . Rellenos compactados en bordos
- . Revestimiento de caminos
- . Concreto en estructuras
- . Acero de refuerzo en estructuras
- . Relleno compactado en estructuras
- . Limpia y prueba de estructuras

## 5.2 Programa de Construcción

Un programa de construcción o de obra usualmente está en forma de una gráfica de barras, en donde se muestran para una obra dadas las operaciones, la cantidad, la unidad, y la rapidez de construcción de cada operación y las fechas estimadas de inicio y terminación de cada operación.

En el caso de este proyecto específico, podemos apreciar 3 frentes de trabajos principales:

Frente 1. Canal principal

Frente 2. red hidráulica de distribución

Frente 3. Red de drenaje

En apoyo a lo anteriormente expuesto, se anexa el plano de PROGRAMA DE CONSTRUCCION correspondiente a las actividades desarrolladas en el Frente 1.

## 5.3 Descripción de la Obra

El proyecto de la zona de Riego Cutzamala tomó en cuenta las condiciones de suministro de agua, según el tipo de fuente aprovechamiento: presa de almacenamiento. Asimismo las características hidráulicas del proyecto tienen relación directa a lo errático de los volúmenes disponibles de las fuentes de suministro, así como a la modali-

dad adoptada para la entrega del agua al usuario, o sea, que para el debido manejo y control de los volúmenes de agua entregados, se requirió que el diseño de la red de canales de riego y de drenaje se adecuara en su funcionamiento a las demandas de agua de acuerdo a los planes de cultivo y programa de riego de los diversos modos agrícolas, así como a la correcta operación, mantenimiento y conservación de canales, tomas principales, tomas granja, desagüe, estructuras aforadoras, etc.

## 6. PRESUPUESTO DE LA OBRA

A continuación se presenta el desarrollo del presupuesto de los trabajos para la construcción de Canal Principal, Red de Distribución y Red de Drenaje, en los términos en que se definen en la elaboración del proyecto ejecutivo correspondiente, comprendiendo las estructuras necesarias y obras complementarias para su operación y servicio.

PRESUPUESTO		PROYECTO PARA REGAR 8,000 Ha. EN LA ZONA DE RIEGO CUTZAMALA, ESTADO DE MEXICO CANAL PRINCIPAL			
CONCEPTO		UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE
CLASIFICACION	ENUNCIADO				
2.	CANAL PRINCIPAL				
2.1	Terracerías para Canal Principal				
2.1.1	Desmote				
2.1.1.1	Desmote, desentrañe, desyerbe y limpia del terreno para propósitos de construcción.	Ha	53		
2.1.1.2	Despalme de material no apto para cimentación y/o despalme de terraplenes y de los bancos de préstamo.	m3	52,800		
2.1.2	Excavaciones				
2.1.2.1.a	Excavación en cualquier material excepto roca, para formar la cubeta del canal.	m3	34,900		
2.1.2.1.c	Excavación en cualquier material excepto roca, para formar la cubeta del canal, con acarreo libre de un kilómetro.	m3	2,094		
2.1.2.2.a	Excavación en cualquier material excepto roca en los tajos incluyendo cunetas.	m3	22,800		
2.1.2.2.b	Excavación en cualquier material excepto roca en los tajos incluyendo cunetas, con acarreo libre de un kilómetro.	m3	1,368		
2.1.2.3.a	Excavación en cualquier material excepto roca, para formación de contracunetas.	m3	1,607		

PRESUPUESTO		PROYECTO PARA REGAR 8,000 Ha. EN LA ZONA DE RIEGO CUTZAMALA, ESTADO DE MEXICO CANAL PRINCIPAL			
C O N C E P T O		UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE
CLASIFICACION	E N U N C I A D O				
2.1.3	Construcción de bordos y terraplenes				
2.1.3.1	Terraplen para bordos y caminos formados con material obtenido de préstamo con acarreo libre.				
2.1.3.1.1	No Mayor de 50 m.	m3	19,820		
2.1.3.1.3	Mayor de 100 y hasta 500 m.	m3	2,360		
2.1.3.1.4	Mayor de 500 y hasta 1 000 m.	m3	1,420		
2.1.3.2.a	Compactación adicional de parte de los terraplenes construidos según el concepto 2.1.3.1 de acuerdo a las secciones Tipo.	m3	17,400		
2.1.3.3.a	Revestimiento de caminos formado con material de banco, con acarreo libre de un km.	m3	12,500		
2.1.4	Sobre Acarreo de Terracerías				
2.1.4.1.a	Sobreacarreo de los materiales producto de las excavaciones de los concepto 2.1.2.1.c y 2.1.2.1.d en los kms subsiguientes al primero.	m3-km	4,188		
2.1.4.2.a	Acarreo de los materiales utilizados en los conceptos 2.1.3.1.4 y 2.1.3.3.a en los kms subsiguientes al primero.	m3-km	12,780		

PRESUPUESTO		PROYECTO PARA REGAR 8,000 Ha. EN LA ZONA DE RIEGO CUTZAMALA, ESTADO DE MEXICO CANAL PRINCIPAL			
CONCEPTO		UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE
CLASIFICACION	ENUNCIADO				
2.2	Revestimientos				
2.2.1.1.a	Fabricación y colocación de concreto hidráulico para el revestimiento del canal, incluyendo suministro del cemento.	m <sup>3</sup>	3,400		
2.2.1.1.b	Obtención, carga, descarga y almacenaje hasta su utilización, con acarreo libre de un km de los agregados pétreos que se requieren en el concepto 2.2.1.1.a	m <sup>3</sup>	3,910		
2.2.1.1.c	Sobrecarreo de los agregados pétreos a que se refiere el concepto 2.2.1.1.b en los kms. subsiguientes al primero.	m <sup>3</sup> -Km	62,560		
2.2.1.1.d	Suministro y colocación de sello asfáltico de 2 (dos) centímetros de espesor en las juntas de contracción del revestimiento de concreto hidráulico del canal.	m	13,745		
2.2.3.1	Drenes para el canal con tubo de concreto de 15 cms. de diámetro.	m	500		
2.2.3.2	Muros de cabeza en la salida de los drenes de tubos de concreto de 15 cms. de diámetro.	Pza.	5		
2.3	Estructura en general				
2.3.1	Terracerías para estructuras				
2.3.1.2.a	Excavación en cualquier material excepto roca para alojar las estructuras	m <sup>3</sup>	2,434		

PRESUPUESTO		PROYECTO PARA REGAR 8,000 Ha. EN LA ZONA DE RIEGO CUTZAMALA, ESTADO DE MEXICO CANAL PRINCIPAL			
C O N C E P T O		UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE
CLASIFICACION	E N U N C I A D O				
2.3.1.5a	Pelleno compactado de cualquier material excepto roca, proveniente de excavaciones previas y/o de bancos de préstamo.	m3	1,700		
2.3.1.9.	Pellenos de grava o grava y arena inclusive - "Drenes", "Lloraderos" y "Filtros".	m3	8		
2.3.2	Fabricación y colocación de materiales manufacturados para estructuras.				
2.3.2.3.a	Fabricación y colocación de concreto común incluyendo el suministro de cemento.	m3	680		
2.3.2.3.b	Obtención, carga, descarga y almacenaje hasta su utilización con acarreo libre de un Km. de los agregados pétreos que se requieren en el concepto 2.3.2.3.a.	m3	782		
2.3.2.3.c	Sobreacarreo de los agregados pétreos a que se refiere el concepto 2.3.2.3.b en los kms. subsecuentes al primero.	m3/Km	12,512		
2.3.2.4.a	Fabricación de mampostería incluyendo el suministro de cemento.	m3	375		
2.3.2.4b	Obtención, carga, descarga y almacenaje hasta su utilización con acarreo libre de un Km. de los agregados pétreos que se refieren en el concepto 2.3.2.4.a.	m3	131		
2.3.2.4.c	Sobreacarreo de los agregados pétreos a que se refiere el concepto 2.3.2.4.b en los kms subsecuentes al primero	m3/Km	2,096		

PRESUPUESTO		PROYECTO PARA REGAR 8,000 Ha. EN LA ZONA DE RIEGO CUTZAMALA, ESTADO DE MEXICO CANAL PRINCIPAL			
C O N C E P T O		UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE
CLASIFICACION	E N U N C I A D O				
2.3.2.5.a	Suministro y colocación de fierro de refuerzo'	Kg	26,708		
2.3.3.1	Suministro y colocación de Acero Estructural	kg			
2.3.4	Compuertas y Mecanismos				
2.3.4.2.a	Suministro y colocación de compuertas deslizantes incluyendo pintura.	kg	9,700		
2.3.5	Conceptos diversos				
2.3.4.a	Suministro e instalación de tuberías de concreto.				
2.3.5.a.1	Tubo de concreto de 46 cms de diámetro	mts	40		
2.3.5.a.2	Tubo de concreto de 61 cms de diámetro.	mts	60		
2.3.5.a.3	Tubo de concreto de 91 cms de diámetro.	mts	10		
2.3.5.1	Suministro y colocación de junta asfáltica de 2 (dos) cms. de espesor.	m2	55		
2.3.5.2	Suministro y colocación de sello de hule de 3 bulbos o de cloruro de polivinilo corrugado.	m	271		
2.3.5.3.a	Suministro y colocación de barandales de tubo de fierro galvanizado de 5.08 cm (2") de diámetro nominal incluyendo pintura.	Kg	756		
2.3.5.3.b	Suministro y colocación de fantasmas de protección.	Pza.	90		

## PRESUPUESTO

 PROYECTO PARA REGAR 8,000 Ha. EN LA ZONA DE RIEGO  
 CUTZAMALA, ESTADO DE MEXICO  
 CANAL PRINCIPAL

C O N C E P T O		UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE.
CLASIFICACION	E N U N C I A D O				
2.3.5.4	Suministro y colocación de escalones de varilla corrugada de 1.91 cm (3/4") de diámetro.	pza.	29		
2.3.5.5.	Suministro y colocación de tubo de fierro galvanizado de 6.35 cm ( 2 1/2") de diámetro nominal para lloraderos.	pza.	107		
2.3.5.6.a	Suministro y colocación de tubo galvanizado de 7.6 cm (3") de diámetro nominal para ventilación de las estructuras aforadoras.	m	6		
2.3.5.8	Equipo de bombeo para desague en general:				
2.3.5.8.1	Bomba de 50.8 mm (2") de diámetro.	hr	120		
2.4	Sifones y conductos cubiertos.				
2.4.1	Terracerías para sifones y conductos cubiertos.				
2.4.1.2.a	Excavación en cualquier material excepto roca para alojar los sifones y conductos cubiertos.	m3	27,381		
2.4.1.3.a	Relleno sin compactar de cualquier material excepto roca, proveniente de excavaciones previas y/o de bancos de préstamo.	m3	21,330		
2.4.2	Fabricación y colocación de materiales manufacturados para sifones y conductos cubiertos				
2.4.2.3	Fabricación y colocación de concreto común en transiciones y en barril incluyendo suministro				

PRESUPUESTO		PROYECTO PARA REGAR 8,000 Ha. EN LA ZONA DE RIEGO CUTZAMALA, ESTADO DE MEXICO CANAL PRINCIPAL			
C O N C E P T O		UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE
CLASIFICACION	E N U N C I A D O				
	de cemento.	m3	1,822		
2.4.2.3.b	Obtención, carga, descarga y almacenaje hasta su utilización con acarreto libre de un km de los agregados pétreos que se requieren en el concepto 2.4.2.3.a	m3	2,095		
2.4.2.3.c	Sobreacarreo de los agregados pétreos a que se refiere el concepto 2.4.2.3.b	m3-km	33,520		
2.4.2.5.a	Suministro y colocación de fierro de refuerzo.	kg	159,083		
2.2.2	Conceptos diversos				
2.4.4.1	Suministro y colocación de junta asfáltica de 2 (dós) cm de espesor.	m2	117		
2.4.4.2	Suministro y colocación de sellos de hule de 3 bulbos o de cloruro de polivinillo corrugado.	m	386		
2.4.4.4	Suministro y colocación de escalones de varilla corrugada de 191 cm(3/4") de diámetro.	pza.	108		
2.4.4.5	Suministro e instalación de tuberías de concreto.				
2.4.4.5.1	Tubo de concreto de 76 cms.	m	1,450		
2.4.4.5.2	Tubo de concreto de 91 cm'	m	1,220		

PRESUPUESTO		PROYECTO PARA REGAR 8,000 Ha. EN LA ZONA DE RIEGO CUTZAMALA, ESTADO DE MEXICO CANAL PRINCIPAL			
C O N C E P T O		UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE
CLASIFICACION	E N U N C I A D O				
3.	ZONA DE RIEGO				
3.1	TERRACERIAS PARA CANALES				
3.1.1	DESMONTE				
3.1.1.1	Desmonte, desentace, desyerbe y limpia del terreno para propósitos de construcción.	Ha	49		
3.1.1.2.a	Despalme de material no apto para cimentación y/o desplante de terraplenes y de los bancos de préstamo.	m3	48,880		
3.1.1.3.a	Regreso del material producto del despalme a que se refiere el concepto 3.1.1.2.a	m3	39,100		
3.1.2	EXCAVACIONES				
3.1.2.1.a	Excavación en cualquier material excepto roca, en el terreno natural para formar la cubeta del canal.	m3	3,939		
3.1.2.1.b	Excavación en cualquier material excepto roca, en el terreno natural para formar la cubeta del canal, con acarreo libre de un km.	m3	433		
2.1.2.2.a	Excavación en cualquier material excepto roca, en los tajos incluyendo cunetas.	m3	18,246		
3.1.2.2.b	Excavación en cualquier material excepto roca, en los tajos incluyendo cunetas, con acarreo libre de un km.	m3	2,007		

PRESUPUESTO		PROYECTO PARA REGAR 8,000 Ha. EN LA ZONA DE RIEGO CUTZAMALA, ESTADO DE MEXICO CANAL PRINCIPAL			
C O N C E P T O		UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE
CLASIFICACION	E N U N C I A D O				
3.1.3.	CONSTRUCCION DE BORDOS Y TERRAPLENES				
3.1.3.2	Terraplen para bordos y caminos formados con material obtenido de préstamo con acarreo.				
3.1.3.2.1	No Mayor de 50 m	m3	12,722		
3.1.3.2.2	Mayor de 50 y hasta 100 m	m3	1,590		
3.1.3.2.3	Mayor que 100 y hasta 500 m	m3	1,113		
3.1.3.3.4	Mayor que 500 y hasta 1 000 m	m3	477		
3.1.3.3.b	Compactación adicional de una parte de los terraplenes construidos según los conceptos 3.1.3.2 y 3.1.3.3.a de acuerdo a las secciones tipo.	m3	11,927		
3.1.3.4.a	Revestimiento de caminos, formados con material de banco con acarreo libre de un km.	m3	8,794		
3.1.4	SOBREACARRETO DE TERRACERIAS PARA CANALES				
3.1.4.1.a	Sobreacarreo de los materiales producto de las excavaciones de los conceptos 3.1.2.1.b y 3.1.2.2.b en los kms subsecuentes al primero.	m3-km	1,220		
3.1.4.1.b	Sobreacarreo de los materiales utilizados en los conceptos 3.1.3.2.4, 3.1.3.3.a y 3.1.3.4.a en los kms subsecuentes al primero.	m3-km	83,439		
3.2	TERRACERIAS PARA DRENES				

PRESUPUESTO		PROYECTO PARA REGAR 8,000 Ha. EN LA ZONA DE RIEGO CUTZAMALA, ESTADO DE MEXICO CANAL PRINCIPAL			
CONCEPTO		UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE
CLASIFICACION	ENUNCIADO				
3.2.2	EXCAVACIONES				
3.2.2.1.a	Excavación para drenes en cualquier material excepto roca.	m3	135,028		
3.3.	REVESTIMIENTOS				
3.3.1	REVESTIMIENTO DE CONCRETO				
3.3.1.1.a	Fabricación y colocación de concreto hidráulico para revestimiento de canales, incluyendo el suministro del cemento.	m3	1,253		
3.3.1.1.b	Obtención, carga, descarga y almacenaje hasta su utilización, con acarreo libre de un km de los agregados pétreos que se requieren en el concepto 3.3.1.1.a	m3	1,441		
3.3.1.1.c	Sobrecarreo de los agregados pétreos a que se refiere el concepto de 3.3.1.1.b en los kms - subsecuentes al primero.	m3-km	23,056		
3.3.1.1.d	Suministro y colocación de sellos en juntas - de contracción en los revestimientos del concreto hidráulico del canal.	m	8,249		
3.3.3.1	Drenes con tubo de concreto de 15 cm de diámetro.	m	1,150		
3.3.3.2	Muros de cabeza en la salida de los drenes, de tubo de concreto de 15 cm de diámetro.	pza.	15		
1.4	ESTRUCTURAS EN GENERAL				

PRESUPUESTO		PROYECTO PARA REGAR 8,000 Ha. EN LA ZONA DE RIEGO CUTZAMALA, ESTADO DE MEXICO CANAL PRINCIPAL			
C O N C E P T O		UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE
CLASIFICACION	E N U N C I A D O				
3.4.1.	TERRACERIAS PARA ESTRUCTURAS				
3.4.1.2.a	Excavación en cualquier material excepto roca para alojar las estructuras.	m3	11,215		
3.4.1.5	Relleno compactado de cualquier material -- excepto roca, proveniente de excavaciones -- previas.	m3	6,671		
3.4.1.9	Relleno de grava o grava-arena inclusive drenes lloraderos y filtros.	m3	59		
3.4.2	FABRICACION Y COLOCACION DE MATERIALES MANUFACTURADOS PARA ESTRUCTURAS				
3.4.2.2.a	Mampostería para estructuras incluyendo el suministro del cemento.	m3	236		
3.4.2.2.b	Obtención, carga, descarga y almacenaje hasta su utilización, con acarreo libre de un km de la arena que se requiere en el concepto 3.4.2.2.a.	m3	83		
3.4.2.2.c	Sobreacarreo de la arena a que se refiere el concepto 3.4.2.2.b en los kms subsecuentes-al primero.	m3-km	6,048		
3.4.2.3.a	Fabricación y colocación de concreto común incluyendo el suministro del cemento.		1,158		

PRESUPUESTO		PROYECTO PARA REGAR 8,000 Ha. EN LA ZONA DE RIEGO CUTZAMALA, ESTADO DE MEXICO CANAL PRINCIPAL			
C O N C E P T O		UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE
CLASIFICACION	E N U N C I A D O				
3.4.2.3.b	Obtención, carga, descarga y almacenaje hasta su utilización, con acarreo libre de un km de los agregados pétreos que requieren en el concepto 3.4.2.3.a.	m3	1,332		
3.4.2.3.c	Sobreacarreo de los agregados pétreos a que se refiere el concepto 3.4.2.3.b en los kms subsecuentes al primero.	m3-km	21,312		
3.4.2.5.a	Suministro y colocación de fierro de refuerzo.	kg	72,957		
3.4.4.3.a	Suministro e instalación de compuertas deslizantes incluyendo pintura.	kg	7,526		
3.4.5.1	Suministro e instalación de tuberías de concreto.				
3.4.5.1.1	Tubo de 46 cm de diámetro.	m	40		
3.4.5.1.2	Tubo de 61 cm de diámetro.	m	174		
3.4.3	CONCEPTOS DIVERSOS				
3.4.8.1	Suministro y colocación de junta asfáltica de dos cm de espesor	m2	95		
3.4.8.2	Suministro y colocación de sello de hule de tres bulbos y cloruro de polivinilo corrugado.	m	541		

PRESUPUESTO		PROYECTO PARA REGAR 8,000 Ha. EN LA ZONA DE RIEGO CUTZAMALA, ESTADO DE MEXICO CANAL PRINCIPAL			
C O N C E P T O		UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE
CLASIFICACION	E N U N C I A D O				
3.4.8.5	Suministro y colocación de tubo de fierro galvanizado de 6.35 cm (2 1/2") de diámetro nominal para lloraderos.	pza.	510		
3.4.8.6.a	Suministro y colocación de tubo galvanizado de 7.6 cm ( 3") de diámetro nominal para ventilación de las estructuras aforadoras.	m	5		
3.4.8.7	Equipo de bombeo para desague en general.				
3.4.8.7.1	Bomba de 50.8 mm (2") de diámetro.	hr	80		

PRESUPUESTO		PROYECTO PARA REGAR 8,000 Ha. EN LA ZONA DE RIEGO CUTZAMALA, ESTADO DE MEXICO CANAL PRINCIPAL			
C O N C E P T O		UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE
CLASIFICACION	E N U N C I A D O				
2.	Canal Principal				
2.1	Terracerías para Canal Principal				
2.1.1	Desmote				
2.1.1.1	Desmote, desenraice, desyerbe y limpia del terreno para propósitos de construcción.	Ha	116		
2.1.1.2	Despalme de material no apto para cimentación y/o despalme de terraplenes y de los bancos de préstamo.	m3	116,200		
2.1.1.2.1	Regreso del material producto del despalme a que se refiere el concepto 2.1.1.2.	m3	92,960		
2.1.2	Excavaciones				
2.1.2.1.a	Excavación en cualquier material excepto roca, para formar la cubeta del canal.	m3	99,385		
2.1.2.1.c	Excavación en cualquier material excepto roca, para formar la cubeta del canal, con acarreo libre de un km.	m3	5,963		
2.1.2.2.a	Excavación en cualquier material excepto roca, en los tajos incluyendo cunetas.	m3	86,941		
2.1.2.2.b	Excavación en cualquier material excepto roca en los tajos incluyendo cunetas, con acarreo libre de un km.	m3	5,217		

PRESUPUESTO		PROYECTO PARA REGAR 8,000 Ha. EN LA ZONA DE RIEGO CUTZAMALA, ESTADO DE MEXICO CANAL PRINCIPAL			
C O N C E P T O		UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE
CLASIFICACION	E N U N C I A D O				
2.1.2.3.a	Excavación en cualquier material excepto roca, para formación de contracunetas.	m3	6,181		
2.1.3	Construcción de bordos y terraplenes				
2.1.3.1	Terraplen para bordos y caminos formados con material obtenido de préstamo con acarreo libre				
2.1.3.1.1	No Mayor de 50 m.	m3	69,640		
2.1.3.1.3	Mayor de 100 y hasta 500 m.	m3	8,290		
2.1.3.1.4	Mayor de 500 y hasta 1 000 m.	m3	4,974		
2.1.3.2.a	Compactación adicional de parte de los terraplenes construidos según el concepto 2.1.3.1. de acuerdo a las secciones Tipo.	m3	60,324		
2.1.3.3.a	Revestimiento de caminos formado con material de banco, con acarreo libre de un km.	m3	33,834		
2.1.4	Sobre Acarreo de Terracerfas				
2.1.4.1.a	Sobreacarreo de los materiales producto de las excavaciones del concepto 2.1.2.1.c en los kms subsecuentes al primero.	m3-km	11,920		
2.1.4.2.a	Acarreo de los materiales utilizados en los conceptos 2.1.3.1.4. y 2.1.3.3.a en los kms subsecuentes al primero.	m3-km	349,272		
2.2.	Revestimientos				

PRESUPUESTO		PROYECTO PARA REGAR 8,000 Ha. EN LA ZONA DE RIEGO CUTZAMALA, ESTADO DE MEXICO CANAL PRINCIPAL			
C O N C E P T O		UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE
CLASIFICACION	E N U N C I A D O				
2.2.1.1.a	Fabricación y colocación de concreto hidráulico para el revestimiento del canal, incluyendo el suministro del cemento.	m3	11,252		
2.2.1.1.b	Obtención, carga, descarga y almacenaje hasta su utilización, con acarreo libre de un km de los agregados pétreos que se requirieren en el concepto 2.2.1.1.a.	m3	12,940		
2.2.1.1.c	Sobrecarreo de los agregados pétreos a que se refiere el concepto 2.2.1.1.b en los kms subsiguientes al primero.	m3-km	207,040		
2.2.1.1.d	Suministro y colocación de sello asfáltico de 2 (dos) cm de espesor en las juntas de contracción del revestimiento de concreto hidráulico del canal.	m	45,086		
2.2.3.1	Drenes para el canal con tubo de concreto de 15 cms de diámetro.	m	385		
2.2.3.2.	Muros de cabeza en la salida de los drenes de tubos de concreto de 15 cm de diámetro.	pza.	6		
2.3	Estructura en General				
2.3.1	Terracerías para estructuras				
2.3.1.2.a	Excavación en cualquier material excepto roca para alojar las estructuras.	m3	10,331		

## PRESUPUESTO

 PROYECTO PARA REGAR 8,000 Ha. EN LA ZONA DE RIEGO  
 CUTZAMALA, ESTADO DE MEXICO  
 CANAL PRINCIPAL

C O N C E P T O		UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE
CLASIFICACION	E N U N C I A D O				
2.3.1.5.a	Relleno compactado de cualquier material excepto roca, proveniente de excavaciones previas y/o de bancos de préstamo.	m3	7,096		
2.3.1.9	Rellenos de grava o grava y arena inclusive "Drenes", "Lloraderos" y "Filtros".	m3	267		
2.3.2	Fabricación y colocación de materiales manufacturados para estructuras.				
2.3.2.3.a	Fabricación y colocación de concreto común incluyendo el suministro de cemento.	m3	1,323		
2.3.2.3.b	Obtención, carga, descarga y almacenaje hasta su utilización con acarreo libre de un km de los agregados pétreos que se requieren en el concepto 2.3.2.3.a.	m3	1,522		
2.3.2.3.c	Sobreacarreo de los agregados pétreos a que se refiere el concepto 2.3.2.3.b en los kms subsiguientes al primero.	m3-km	24,352		
2.3.4.a	Fabricación de mampostería incluyendo el suministro de cemento.	m3	374		
2.3.2.4.b	Obtención, carga, descarga y almacenaje hasta su utilización con acarreo libre de un km de los agregados pétreos que se refieren en el concepto 2.3.2.4.a.	m3	131		
2.3.2.4.c	Sobreacarreo de los agregados pétreos a que se refiere el concepto 2.3.2.4.b en los kms subsiguientes al primero.	m3-km	2,096		

PRESUPUESTO		PROYECTO PARA REGAR 8,000 Ha. EN LA ZONA DE RIEGO CUTZAMALA , ESTADO DE MEXICO CANAL PRINCIPAL			
C O N C E P T O		UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE
CLASIFICACION	E N U N C I A D O				
2.3.4	Compuertas y mecanismos				
2.3.4.2.a	Suministro y colocación de compuertas deslizantes incluyendo pintura.	kg	33,264		
2.3.5	Conceptos diversos				
2.3.5.a	Suministro e instalación de tuberías de concreto.				
2.3.5.a.1	Tubo de concreto de 46 cm de diámetro.	mts	40		
2.3.5.a.2	Tubo de concreto de 61 cm de diámetro.	mts	320		
2.3.5.a.3	Tubo de concreto de 76 cm de diámetro.	mts	20		
2.3.5.a.4	Tubo de concreto de 91 cm de diámetro.	mts	10		
2.3.5.1	Suministro y colocación de junta asfáltica de 2 (dos)cm de espesor.	m2	169		
2.3.5.2	Suministro y colocación de sello de hule de 3 bulbos o de cloruro de polivinillo corrugado.	m	799		
2.3.5.3 a	Suministro y colocación de barandales de tubo de fierro galvanizado de 5.08 cm (2") de diámetro nominal incluyendo pintura.	kg	1,160		
2.3.5.3.b	Suministro y colocación de fantasmas de protección.	pza.	90		

PRESUPUESTO		PROYECTO PARA REGAR 8,000 Ha. EN LA ZONA DE RIEGO CUTZAMALA, ESTADO DE MEXICO CANAL PRINCIPAL			
C O N C E P T O		UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE
CLASIFICACION	E N U N C I A D O				
2.3.5.4	Suministro y colocación de escalones de varilla corrugada de 1.91 cm (3/4") de diámetro.	pza.	173		
2.3.5.5	Suministro y colocación de tubo de fierro galvanizado de 6.35 cm (2 1/2") de diámetro nominal para lloraderos.	pza.	185		
2.3.5.6.a	Suministro y colocación de tubo galvanizado de 7.6 cm (3") de diámetro nominal para ventilación de las estructuras aforadas.	m	15		
2.3.5.8	Equipo de bombeo para desague en general:				
2.3.5.8.1	Bomba de 50.8 mm (2") de diámetro.	hr	120		
2.4	Sifones y conductos cubiertos				
2.4.1	Terracerías para sifones y conductos cubiertos				
2.4.1.2.a	Excavación en cualquier material excepto roca para alojar los sifones y conductos cubiertos.	m3	94,219		
2.4.1.3.a	Relleno sin compactar de cualquier material excepto roca, proveniente de excavaciones previas y o de bancos de préstamo.	m3	72,941		
2.4.2	Fabricación y colocación de materiales manufacturados para sifones y conductos cubiertos				
2.4.2.3	Fabricación y colocación de concreto común en transiciones y en el barril incluyendo el suministro de cemento.	m3	9,729		

PRESUPUESTO		PROYECTO PARA REGAR 8,000 Ha. EN LA ZONA DE RIEGO CUTZAMALA, ESTADO DE MEXICO CANAL PRINCIPAL			
C O N C E P T O		UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE
CLASIFICACION	E N U N C I A D O				
2.4.2.3.b	Obtención, carga, descarga y almacenaje hasta su utilización con acarreo libre de un km de los agregados pétreos que se requieren en el concepto 2.4.2.3.a.	m3	11,188		
2.4.2.3.c	Sobreacarreo de los agregados pétreos a que se refiere el concepto 2.4.2.3.b.	m3-km	179,008		
2.4.2.5.a	Suministro y colocación de fierro de refuerzo.	ton	1,033		
2.4.4	Conceptos diversos				
2.4.4.1	Suministro y colocación de junta asfáltica de 2 (dos) centímetros de espesor.	m2	973		
2.4.4.2	Suministro y colocación de sello de hule de 3 bulbos ó de cloruro de polivinillo corrugado.	m	3,156		
2.4.4.4	Suministro y colocación de escalones de varilla corrugada de 191 cm (3/4") de diámetro.	pza.	128		
2.4.4.5	Suministro e instalación de tuberías de concreto.				
2.4.4.5.1	Tubo de concreto de 76 cm.	m	325		

PRESUPUESTO		PROYECTO PARA REGAR 8,000 Ha. EN LA ZONA DE RIEGO CUTZAMALA, ESTADO DE MEXICO CANAL PRINCIPAL			
C O N C E P T O		UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE
CLASIFICACION	E N U N C I A D O				
3.	ZONA DE RIEGO				
3.1.	TERRACERIAS PARA CANALES				
3.1.1	DESMONTE				
3.1.1.1	Desmonte, desentraice, desyerbe y limpia del terreno para propósitos de construcción.	Ha	275		
3.1.1.2.a	Despalme de material no apto para cimentación y/o desplante de terraplenes y de los bancos de préstamo.	m3	274,640		
3.1.1.3.a	Regreso del material producto del despálme a que se refiere el concepto 3.1.2.a.	m3	219,712		
3.1.2	EXCAVACIONES				
3.1.2.1.a	Excavación en cualquier material excepto roca, en el terreno natural para formar la cubeta del canal.	m3	29,783		
3.1.2.1.b	Excavación en cualquier material excepto roca, en el terreno natural para formar la cubeta del canal, con acarreo libre de un km.	m3	1,787		
3.1.2.2.a	Excavación en cualquier material excepto roca, en los tajos incluyendo cunetas.	m3	182,162		

PRESUPUESTO		PROYECTO PARA REGAR 8,000 Ha. EN LA ZONA DE RIEGO CUTZAMALA, ESTADO DE MEXICO CANAL PRINCIPAL			
C O N C E P T O		UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE
CLASIFICACION	E N U N C I A D O				
3.1.2.2.b	Excavación en cualquier material excepto roca, en los tajos incluyendo cunetas, con acarreo libre de un km.	m3	182,162		
3.1.3	CONSTRUCCION DE BORDOS Y TERRAPLENES				
3.1.3.2	Terraplen para bordos y caminos formados con material obtenido de préstamo con acarreo.				
3.1.3.2.1	No Mayor de 50 m.	m3	113,253		
3.1.3.2.2	Mayor de 50 y hasta 100 m.	m3	14,157		
3.1.3.2.3	Mayor que 100 y hasta 500 m.	m3	9,910		
3.1.3.2.4	Mayor que 500 y hasta 1 000 m	m3	4,247		
3.1.3.3.b	Compactación adicional de una parte de los terraplenes construídos según los conceptos 3.1.3.2 y 3.1.3.3.a de acuerdo a las secciones Tipo.	m3	107,671		
3.1.3.4.a	Revestimiento de caminos. formados con material de banco con acarreo libre de un km.	m3	53.746		
3.1.4	SOBREACARREO DE TERRACERIAS PARA CANALES				
3.1.4.1.a	Sobreacarreo de los materiales producto de las excavaciones de los conceptos 3.1.2.1.b y 3.1.2.2.b en los kms subsiguientes al primero.	m3-km	91,965		
3.1.4.1.b	Sobreacarreo de los materiales utilizados en los conceptos 3.1.3.2.4, 3.1.3.3.a y 3.1.3.4.a en los kms subsiguientes al primero.	m3-km	521,937		

PRESUPUESTO		PROYECTO PARA REGAR 8,000 Ha. EN LA ZONA DE RIEGO CUTZAMALA, ESTADO DE MEXICO CANAL PRINCIPAL			
C O N C E P T O		UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE
CLASIFICACION	E N U N C I A D O				
3.2	TERRACERIAS PARA DRENES				
3.2.2	EXCAVACIONES				
3.2.2.1.a	Excavación para drenes en cualquier material excepto roca.	m3	605,726		
3.3	REVESTIMIENTOS				
3.3.1	REVESTIMIENTOS DE CONCRETO				
3.3.1.1.a	Fabricación y colocación de concreto hidráulico para revestimiento de canales, incluyendo el suministro del cemento.	m3	8,384		
3.3.1.1.b	Obtención, carga, descarga y almacenaje hasta su utilización, con acarreo libre de un km de los agregados pétreos que se requieren en el concepto 3.3.1.1.a.	m3	9,642		
3.3.1.1.c	Sobrecarreo de los agregados pétreos a que se refiere el concepto 3.3.1.1.b en los kms subsecuentes al primero.	m3-km	154,260		
3.3.1.1.d	Suministro y colocación de sellos en juntas de contracción en los revestimientos del concreto hidráulico del canal.	m	38,038		
3.3.3.1	Drenes con tubo de concreto de 15 cm de diámetro.	m	8,545		
3.3.3.2	Muros de cabeza en salida de drenes.	pza.	31		

PRESUPUESTO		PROYECTO PARA REGAR 8,000 Ha. EN LA ZONA DE RIEGO CUTZAMALA, ESTADO DE MEXICO CANAL PRINCIPAL			
C O N C E P T O		UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE
CLASIFICACION	E N U N C I A D O				
3.4	ESTRUCTURAS EN GENERAL				
3.4.1	TERRACERIAS PARA ESTRUCTURAS				
3.4.1.2.a	Excavación en cualquier material excepto roca para alojar las estructuras.	m3	37,967		
3.4.1.5	Relleno compactado de cualquier material excepto roca, proveniente de excavaciones previas.	m3	23,954		
3.4.1.9	Relleno de grava o grava arena inclusive drenes, lloraderos y filtros.				
3.4.2	FABRICACION Y COLOCACION DE MATERIALES MANUFACTURADOS PARA ESTRUCTURAS	m3	169		
3.4.2.2.a	Mampostería para estructuras incluyendo el suministro del cemento.	m3	619		
3.4.2.2.b	Obtención, carga, descarga y almacenaje hasta su utilización, con acarreo libre de un km de la arena que se requiere en el concepto - - 3.4.2.2.a.	m3	217		
3.4.2.2.c	Sobrecarreo de la arena a que se refiere el concepto 3.4.2.2.b en los kms subsiguientes al primero.	m3-km	3,472		
3.4.2.3.a	Fabricación y colocación de concreto común incluyendo el suministro del cemento.	m3	3,119		

PRESUPUESTO		PROYECTO PARA REGAR 8,000 Ha. EN LA ZONA DE RIEGO CUTZAMALA, ESTADO DE MEXICO CANAL PRINCIPAL			
CONCEPTO		UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE
CLASIFICACION	ENUNCIADO				
3.4.2.3.b	Obtención, carga, descarga y almacenaje hasta su utilización, con acarreo libre de un km de los agregados pétreos que se requieren en el concepto 3.4.2.3.a.	m3	3,587		
3.4.2.3.c	Sobreacarreo de los agregados pétreos a que se refiere el concepto 3.4.2.3.b en los kms subsecuentes al primero.	m3-km	57,392		
3.4.2.5.a	Suministro y colocación de fierro de refuerzo	kg	203,318		
3.4.4.3.a	Suministro e instalación de compuertas deslizantes incluyendo pintura.	kg	55,759		
4.4.5.1	Suministro e instalación de tuberías de concreto.				
3.4.5.1.1	Tubo de 46 cm de diámetro.	m	140		
3.4.5.1.2	Tubo de 61 cm de diámetro.	m	208		
3.4.5.1.3	Tubo de 76 cm de diámetro.	m	10		
3.4.5.1.4	Tubo de 91 cm de diámetro.	m	20		
3.4.3	CONCEPTOS DIVERSOS				
3.4.8.1	Suministro y colocación de junta asfáltica de dos cm de espesor.	m2	295		

PRESUPUESTO		PROYECTO PARA REGAR 8,000 Ha. EN LA ZONA DE RIEGO CUTZAMALA, ESTADO DE MEXICO CANAL PRINCIPAL			
C O N C E P T O		UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE
CLASIFICACION	E N U N C I A D O				
3.4.8.2	Suministro y colocación de sello de hule de tres bulbos de cloruro de polivinilo corrugado.	m	1,750		
3.4.8.5	Suministro y colocación de tubo de fierro galvanizado de 6.35 cm ( 2 1/2") de diámetro nominal para lloraderos.	pza.	1,480		
3.4.8.6.a	Suministro y colocación de tubo galvanizado de 7.6 cm (3") de diámetro nominal para ventilación de las estructuras aforadoras.	m	34		
3.4.8.7	Equipo de bamboo para desagüe en general				
3.4.8.7.1	Bomba de 50.8 mm (2") de diámetro.	hr	80		

## 7. CONCLUSIONES

La formación de la versión más adecuada del proyecto para la construcción de un zona de riego, la que analizada y -- vista desde todos los ángulos del complejo formado por -- las diversas disciplinas que participan en la ingeniería -- de Obras Hidráulicas, pondrá de relieve la importancia y -- consistencia que deberá tener la base del diseño de una -- zona de riego, hasta su construcción y culminación con la operación eficiente y económica de la misma.

Los estudios que en sus primeros intentos podrán apoyarse -- utilizando índices estadísticos y planos esquemáticos, se irán ajustando y precisando sucesivamente para obtener -- conclusiones progresivas proximas al desarrollo final del proyecto.

Después de las primeras tentativas se tienen los puntos de apoyo para efectuar los levantamientos topográficos con la amplitud y detalle necesarios, así como los estudios preliminares hidroológicos, agronómicos, agrológicos que permiten visualizar las posibilidades de aprovechamiento hidráulico en sus aspectos de riego, generación de energía eléctrica, abastecimiento de agua, etc. Los estudios preliminares citados, concurren a la elaboración de un Estudio de Gran visión el cual señalará los aspectos que deberán aplicarse ya sea en conjunto o parcialmente para ser utilizados con más firmeza en los estudios de factibilidad Técnica y Económica, los que apoyados en proyectos de carácter preliminar o ante proyectos, determinarán la justificación para elaborar el proyecto definitivo y finalmente su construcción.

Los levantamientos y estudios diversos que en su principio tienen el carácter de aproximados hasta llegar a los fines y ajustes finales, cubren los siguientes aspectos : topográficos, hidroológicos, agrológicos y agronómicos; de geotecnia, geohidroológico de equipos electromecánicos, de material de construcción disponible y de otros.

A continuación se describirá la finalidad de los estudios - que son fundamentales desde las etapas preliminares hasta - llegar a la integración del proyecto, el que deberá aprobarse para su construcción.

a) Estudios y levantamientos topográficos.

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

- 1) Levantamiento topográficos aéreos.- Es aplicable de manera eficiente en la configuración de zona vírgenes para fines de estudios preliminares y de Gran Visión.

Los estudios previos de Agrología se efectúan generalmente apoyados en levantamientos fotogramétricos de manera, que con fotografías aéreas por lo regular a escala 1:20 000, se logra preliminarmente la clasificación de los terrenos para regar mediante procedimientos de fotointerpretación, y con la ayuda de muestreo directos en el terreno clasificarlos tentativamente de acuerdo a su probable aptitud agrícola en suelo de 1a, 2a, 3a, etc.

- 2.- Levantamiento topográficos terrestres.- Es el procedimiento a seguir para la configuración topográfica a niveles -- de precisión necesaria para los estudios de planeación de zonas regables y localización de estructuras.

Por lo general, el levantamiento topográfico de una zona regable se efectúa aplicando el método de la plancheta, -- y en ocasiones, en combinación con la aerototogrametría -- con controles terrestres, se obtiene la configuración del terreno a escala 1:5 000 que es utilizado para mostrar los anteproyectos de las redes de canales de riego y de drenaje, así como la localización preliminar del canal principal.

La topografía que sirve de apoyo a los fines sucesivos de la planeación de las redes de canales, también se irán -- precisando hasta obtenerse la configuración final en donde se mostrara la localización definitiva de los ejes de los Sistemas de Conducción, Distribución y Caminos con sus -- perfiles longitudinales. En esta etapa del proyecto ya -- se tendrá la precisión necesaria en la configuración, para el diseño de secciones de canales, alcantarillas, sifones, etc.

### 3.- Escala Usual de la configuración.-

- 1 :50 000 En estudio de Gran Visión y planeación preliminar regional.
- 1 :20 000 en estudios de localización general de canales de conducción, redes de distribución y de drenaje y de limitación de la zona regable.
- 1: 5 000 En la localización preliminar y definitiva de: el canal Principal, canales distribuidores, canales de drenaje, y caminos; localización de estructuras y estudios de lotificación.
- 1:1 000 En la configuración de suelos con topografía casi plana y de poca pendiente; también para utilizarse en los proyectos de presas derivadoras y sus estructuras; en los estudios de lotificación y parcelamiento y en general para la localización de las estructuras de distribución del agua de riego.

#### b) Estudios Hidrológicos

Con los diversos datos climatológicos que dan apoyo a los estudios hidrológicos, se tendrá la información necesaria de las avenidas probable en los cauces de los recursos superficiales disponibles y de los saltantes de agua. También se tendrá lo que se requiere para la determinación

de los índices de escurrimiento que se utilizan en el diseño de las redes de canales de drenaje.

c) Estudios Agrológicos

Los estudios y planos agrológicos contienen la información sobre el tipo de los suelos y su clasificación, profundidad, salinidad, áreas no regables, niveles freáticos y piezométricos, etc. Además, definen los planes de cultivo de diseño, los programas de riego adecuados al mejor aprovechamiento del agua disponible y otros aspectos.

Los diversos aspectos determinantes que pueden obtenerse de los estudios agrológicos e hidrológicos para la planeación y proyecto definitivo de una zona regable, deberán cubrir los requerimientos hidráulicos para cumplir con los programas agropecuarios regionales y de ámbito nacional, no solamente actuales, sino también proyectados hacia el futuro en tiempo y superficie regable.

Por lo antes expresado y en relación directa con la amplitud de la superficie regable, deberá tenerse presente que en los sistemas de riego en proyecto, se emplean canales abiertos para el drenaje superficial y de aguas del subsuelo, consiguiendo abatir el nivel freático y encauzar los -

excedentes de lluvias así como las aguas de retorno y de drenaje del subsuelo hacia las depresiones naturales del terreno que forman la red hidrográfica de la región.

d) Estudios de Geotecnia

Entre otros datos, el Ingeniero tendrá la información estratigráfica de los suelos en canales principales, laterales, bancos de préstamo, etc., con la que podrá cuantificar los volúmenes de excavación de materiales diversos y programar la utilización del tipo y clase del equipo de construcción.

e) Estudios sobre materiales de construcción.

Los estudios previos sobre materiales de construcción disponibles en la región, en donde se ubica la obra por construir, serán determinantes para el tipo de diseño adecuado a las características hidráulicas fundamentales que se necesario respetar, por lo cual resulta conveniente disponer de un estudio económico amplio fundamentado sobre los volúmenes disponibles de los diversos tipos de materiales de construcción, cuya información repercutirá como ya se dijo, en el tipo de diseño estructural, así como también en los acarrees y en los costos de construcción, operación y mantenimiento.

## FACTIBILIDAD TECNICA Y ECONOMICA

La realización de un proyecto significa en la economía del país un elemento dinámico que provoca repercusiones en todo el sistema. En su etapa de estudio el proyecto se puede definir como el conjunto de antecedentes que permiten juzgar las ventajas y desventajas que presenta la asignación de recursos económicos a un centro o unidad productora donde serán transformados en determinados bienes o servicios. Si se decide llevar a cabo la iniciativa, se entra en una etapa de realización y el proyecto pasa a ser el conjunto de antecedentes y planes que permite montar aquella unidad productora.

En el primer caso o sea en la etapa de estudios el aspecto económico es el que se considera principalmente y en que nos vamos a centrar.

- a) El financiamiento como parte integral de un proyecto.

La solución adecuada para el proyecto de un Distrito de Riesgo solo es posible obtenerla cuando se adopta una alternativa que tenga en cuenta todos los aspectos del problema. Es decir, el mejor proyecto bajo el punto de vista técnico, puede que no sea la mejor solución si no se ha to

mado en cuenta lo relativo a operación y mantenimiento, administración y financiamiento; o viceversa, no es posible recomendar o dar una solución de carácter financiero, si - no se toman en cuenta los aspectos técnicos, operativos y administrativos. Por lo que para obtener una optimización, en el mayor grado posible, el estudio de un proyecto debe incluir todos los aspectos del programa del cual el - proyecto forma parte.

b) Aspectos económicos y sociales

Para establecer las prioridades en los proyectos de Distritos de Riego es necesario tener un concepto de los beneficios económicos y sociales que pueden esperarse.

Por lo general, la búsqueda de una solución hacia un ba-lance adecuado de inversiones económicas y de inversiones-sociales, es más difícil mientras más limitados son los re cursos del país. En estos casos es conveniente dar prioridad a aquellos programas que combinan los aspectos económicos y sociales, o sea programas de características económicas con metas sociales que al mismo tiempo tengan características sociales con metas más económicas.

En términos generales el aspecto técnico define el diseño y construcción de las obras, no solo sólidos conocimientos,

sino demás para aplicar esos conocimientos a soluciones -  
que se adapten al medio.

c) Aspectos de organización, operación y mantenimiento.

La eficiencia en aspectos de organización, operación y mantenimiento es indispensable en lo relativo al financiamiento, tanto para la recuperación de las inversiones como en la obtención de los fondos necesarios para el sostenimiento del servicio bajo una base firme.

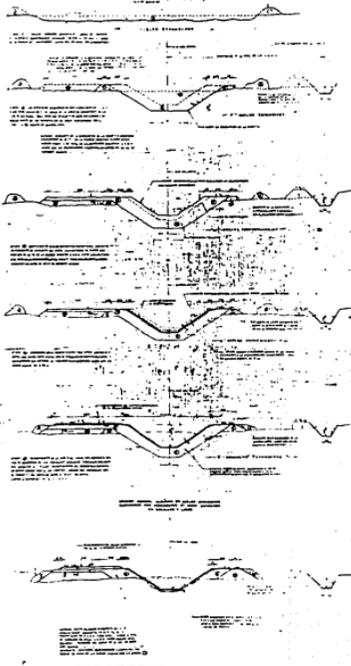
## ANEXO DE PLANOS



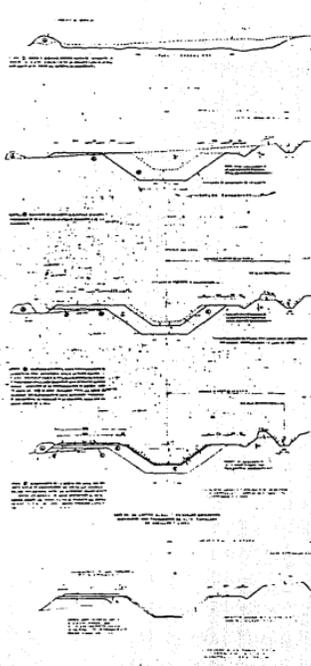


# ETAPAS DE CONSTRUCCION

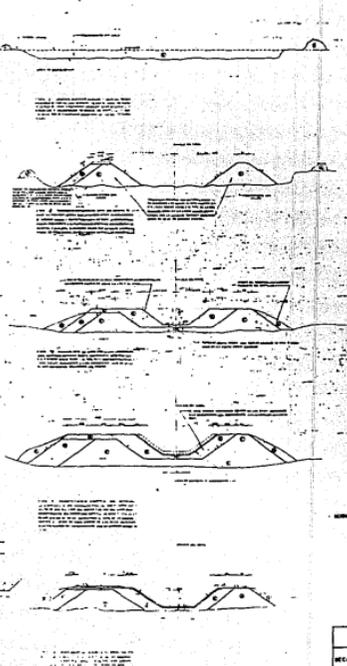
SECCION TRANSVERSAL ALMADA EN BUELOS EXISTENTES



SECCION EN LINEAS ALMADA EN BUELOS EXISTENTES



SECCION TRANSVERSAL EN TERRAPLEN



NOTA:  
 1. Las dimensiones de las obras de arte de los drenajes se determinan de acuerdo a las especificaciones de la obra.  
 2. Las dimensiones de las obras de arte de los drenajes se determinan de acuerdo a las especificaciones de la obra.

