

870115
10
24

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE GUADALAJARA

FACULTAD DE INGENIERIA



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

**“CONSTRUCCION Y CONSERVACION DE
DISTRITOS DE RIEGO”.**

TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE

I N G E N I E R O C I V I L

P R E S E N T A

ROGELIO GRANADOS ESPINOZA

GUADALAJARA,

JALISCO



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis 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.- INTRODUCCION:

Actualmente los Distritos de Riego en nuestro país, han pasado a ocupar uno de los lugares más importantes dentro de la Economía Nacional, debido a que México ha sido y sigue siendo un país eminentemente agrícola.

Es de suma importancia, conocer el desarrollo que ha tenido la irrigación en nuestro país a través de las diferentes etapas políticas, las cuales podemos mencionar en el siguiente orden cronológico: Epoca Precortesiana, Epoca Colonial, Epoca Independiente, Epoca de la Revolución y Epoca Moderna.

Epoca Precortesiana:-

Entre los diversos pueblos indígenas que se asentaron en lo que es hoy la República Mexicana, los Aztecas y los Tarascos fueron los que mostraron mayor adelanto en diversas artes, así como en la Agricultura, formando sus centros de población en las cercanías de lagunas como Texcoco, Xochimilco, Chalco, Lumpango, etc., y desarrollando por esa circunstancia algunos conocimientos sobre el control y aprovechamiento del agua mediante la construcción de canales, acueductos, presas y diques; siendo notable entre los Aztecas, el uso de las Chinampas, sobre las cuales construían sus casas y cultivaban sus pequeñas parcelas.

Entre las obras más importantes construídas en esa época, es digna de mencionarse la construída por Netzahualcoyotl para separar las aguas saladas del Lago de Texcoco de las aguas dulces sobre las cuales floreció la Capital Azteca.

Ya desde esa época practicaron la agricultura de riego, construyendo para el efecto, acueductos que conducían el agua a distancias considerables, así como Jagueyes formados en lugares propicios para almacenar el agua de lluvia.

Epoca Colonial:-

Los Españoles, procedentes de climas más benignos que los costeros de nuestra patria, se establecieron y desarrollaron los centros de población en la Mesa limitada por la Sierra Madre Oriental y la Sierra Madre Occidental. Estos centros de población tuvieron ligado su desarrollo al progreso de la técnica para el suministro de agua; tanto para usos domésticos como para riego, siendo dignos de mencionarse los acueductos, como el de Zempoala y Otumba, con longitud de 63 Kms., construido a base de arquerías por el Franciscano Fray Francisco de Templeque. Otra digna mención es la creación de la Laguna de Yuriria de 16 Kms. de largo por 6 Kms. de ancho y que riega una amplia zona por el Bajío.

Epoca Independiente:-

Este período se caracteriza por haber tenido innumerables revueltas internas y dos intervenciones extranjeras que acapararon la atención a la construcción de Obras Públicas, quedando las obras de riego en manos de la iniciativa privada y casi siempre orientada a la solución de problemas particulares, contándose entre estas obras, las de Lombardía y Nueva Italia en Michoacán, así como las construídas para la desecación de las ciénegas de Chapala y Zacapu y la construcción de algunos canales para riego en Mexicali, Baja California y comarca lagunera, en los Estados de Coahuila y Durango.

Epoca de la Revolución:-

Se inicia después del período revolucionario que tuvo su origen en el año de 1910, creándose en el año de 1921 la Dirección de Irrigación, que constituyó prácticamente el primer paso firme del Gobierno Federal para impulsar la construcción de obras de riego.

Esta dirección funcionó como una Dependencia de la antigua Secretaría de Fomento, habiendo desaparecido en 1924, por razones de índole económica, reduciéndose al Departamento de Reglamentación e Irrigación de la Dirección de Aguas, con atribuciones notablemente menguadas y que funcionó durante los años de 1924 y 1925, dependiendo a su vez de la entonces Dirección de Aguas.

Este Departamento no obstante sus limitaciones, tuvo una gran importancia en las labores desarrolladas en el ramo de la Irrigación, siendo la base para la creación de la Comisión Nacional de Irrigación, que en forma decisiva impulsó la construcción de obras para riego.

Epoca Moderna:-

En el año de 1946, se creó la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, la que a partir de dicho año, se hizo cargo en definitiva de la construcción de Obras Hidráulicas.

De 1946 a 1981, se tienen 3'100,000 Has., ó sea desde la creación de la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos a 1981 se han puesto bajo riego 1'683,776 Has. nuevas, ó sea un promedio anual de 48,108 Has.

Las características especiales de nuestro país, derivadas principalmente de limitaciones económicas y de la necesidad de hacer frente a las exigencias de la creciente población, motivaron que los Distritos de Riego, se pusieran en operación sin estar totalmente terminados, lo que unido a la natural evolución del conjunto, obras, tierras, agua, determinaron con el transcurso del tiempo muy serios problemas para la eficiente operación de los Distritos, entre otros, el ascenso de los niveles freáticos, empantanando y ensalitrando las tierras.

Esta situación dió a la Rehabilitación de los Distritos de Riego, habiéndose escogido el término rehabilitación, por ser el que engloba el grupo de obras que se pretendían llevar a cabo. Si bien es cierto que rehabilitación es habilitar de nuevo, en el caso de los Distritos que se iban a atacar, en realidad no solo se trataban de rehabilitar sino de completar el Distrito; por lo que también se podía hablar de habilitar para determinado servicio, mejorar el Distrito ó terminarlo; por lo tanto, la rehabilitación en éste caso, significó rehabilitar lo ya construido y habilitar el Distrito mediante el complemento de obras, para dejarlo en condiciones de operar con eficiencia.

II.- GENERALIDADES:

Antes que nada, es conveniente hablar del Distrito de Riego que nos ocupa, desde su inicio hasta lograr su consolidación, así como de sus problemas.

Haciendo un poco de historia, nos encontramos que el Estado de Baja California era prácticamente propiedad privada. Por una parte pertenecía a la Mexicana de Terrenos y Colonización y por otra, a la Colorado River Land Co., las cuales tenían en su poder un poco más de 7'000,000 (siete millones) de Has. en todo el Estado, siendo la Colorado River Land Co., la propietaria absoluta del Valle de Mexicali.

La Colonización en el valle comienza a partir del 1936, cuando la Secretaría de Agricultura firma un contrato con la Colorado River Co., por la que ésta se obliga a deslindar y colonizar con familias mexicanas únicamente la totalidad de sus terrenos, en un plazo de 6 años a colonizar una superficie de 60,000 Has. que se encontraban abiertas al cultivo en ésta época.

Aún cuando se pretendió lograr la colonización a base de mexicanos, ésta no prosperó, debido a que la compañía mencionada le convenía mejor dar en arrendamiento sus terrenos y no enajenarlos, y esto con arrendatarios extranjeros, principalmente chinos.

Sin embargo esta situación fué resuelta diez años después, ya que en 1946, el Gobierno Federal compra todas las acciones de la Colorado River Land Co., pasando ésta Compañía a manos mexicanas con el nombre de "Compañía Mexicana de Terrenos del Río Colorado, S.A."

Esta nueva Compañía firma un contrato de colonización con la Comisión Nacional de Colonización, en el año de 1948, mediante el cual se obliga a colonizar 67,000 Has. de terrenos de su propiedad, lográndose ésto con gran rapidez, ya que en los siguientes 4 años se cumplió con el acuerdo anterior casi en su totalidad, pues en ese lapso se habían colonizado ya, 61,000 Has.

Este fué en realidad el inicio verdadero de la colonización del valle, ya que entonces sí se efectuaron los enajenamientos exclusivamente mexicanos.

Antes de la creación del Distrito de Riego.

Los primeros intentos por regar el Valle Imperial en los Estados Unidos se inician en 1875, pero es en el año de 1893 cuando se hacen los primeros estudios en la bocatoma del Río Colorado y se dá principio a este trabajo, ya que la Colorado River Irrigación Co., había obtenido la concesión del Gobierno de los Estados Unidos para derivar aguas de esa corriente, con el objeto de regar tierras de la "Alta y Baja California y Sonora". En 1899 la misma Compañía obtuvo la concesión de derivar hasta 286 m³/seg. para riego en los Estados Unidos y México, haciéndose las obras necesarias para el paso del agua utilizando el antiguo Río del Alamo (brazo abandonado del Colorado), como canal que corre por territorio mexicano, pues en esa época se tuvieron dificultades para cruzar un canal a través de las dunas de la Mesa de Andrade, Estas obras se hicieron sin consultar al Gobierno de México,

Ante esta situación de hecho en 1906, nuestro país otorgó concesión a una filial de la Compañía antes mencionada, para pasar por territorio nacional ese volumen tomado en suelo americano, pero, exigiendo que el 50% de los 283 m³, se empleara en riego de tierras mexicanas. Dos años antes el Valle Imperial estaba utilizando estas obras.

Como dicho canal no tenía control alguno en su bocatoma, durante los años 1906 y 1907, se presentaron grandes avenidas en los Ríos Colorado y Gila, penetrando en las obras construídas e inundando casi todo el Valle Imperial, causando graves daños a la red de canales existentes. Ya habíamos dicho que el Río Alamo había sido un brazo abandonado del Río Colorado, formando en ocasión de -- una de sus avenidas anteriores.

En 1907, el Gobierno Mexicano principia a tener ingerencias en el Valle vigilando el cumplimiento de las concesiones otorgadas. Progresivamente nuestro -- gobierno sigue interviniendo y en 1907, se instala en Mexicali la Comisión -- Irrigadora del Río Colorado.

En 1920, se designa a Mexicali, como Residencia Oficial de la Primera Zona de Aguas. Todas estas oficinas dependían de la antigua Secretaría de Agricultura y Fomento.

En 1922, se crea la Comisión Internacional e Aguas con representantes de 2 Gobiernos, habiéndose efectuado al año siguiente algunos estudios y cambios de notas diplomáticas sin solución definitiva.

En 1929, aparece el primer reglamento para vigilar la distribución de aguas del Río Colorado en el lado Mexicano, y desde entonces en adelante, nuestro Gobierno tuvo la tendencia de desplazar intereses extranjeros, poniendo en manos nacionales y dependencias gubernamentales todos los recursos naturales de la región.

En 1931, Los Estados Unidos de Norteamérica, ponen en servicio su canal -- "Todo Americano", que principiaron a construir en años anteriores para servicio exclusivo de aquella nación, independizándose de México en la distribución del agua del Río Colorado, dejándose de usar el canal del Alamo para el riego del Valle Imperial.

Finalmente el día 3 de Febrero de 1944, se forma en Washington el "Tratado Internacional de Aguas", que reglamenta todas las corrientes internacionales entre México y los Estados Unidos, incluyendo al Río Colorado.

TRATADO INTERNACIONAL DE AGUAS

Como conclusión de las disputas entre México y los Estados Unidos de Norteamérica con relación al uso del agua del Río Colorado, se llegó a un común acuerdo entre ambos países, celebrando para esto un tratado.

Entre los puntos más importantes de éste tratado, destacan los siguientes:

De las aguas del Río Colorado cualquiera que sea su fuente se asignan a -- México.

- a) Un volumen garantizado de 1 850'234,000 m³ (1'500,000 acres-pies) cada año, que entregará de acuerdo con lo dispuesto en el Artículo 15 de éste tratado.

- b) En cualquier año que exista en el Río Colorado agua - en exceso de la necesaria, para abastecer los consumos en los Estados Unidos y habiendo garantizado el volumen anual de 1,850'234,000 m³ (1'500,000 acres-pies) a México, los Estados Unidos se obligan a entregar a - - nuestro país, "Cantidades adicionales de agua del Sistema del Río Colorado hasta por un volumen total que - no exceda de 2,096'930,000 m³ (1'700,000 acres-pies) - anuales.

En los casos de extraordinaria sequía ó de serio accidente al Sistema de - Irrigación de los Estados Unidos, que haga difícil a éstos entregar la can - tidad garantizada por un año, el agua asegurada a México, se reducirá en - la misma proporción en que se reduzcan los consumos en los Estados Unidos.

CREACION DEL DISTRITO DE RIEGO

En el año de 1934 se presenta en la región por vez primera un corto personal de la extinta Comisión Nacional de Irrigación en el Valle de Mexicali, y ejecuta los primeros estudios previos sobre proyectos de riego en la mar - gen izquierda del cauce del Río Colorado (Región Sonora).

El 23 de Agosto de 1938, por acuerdo Presidencial, se crea el Distrito de - Riego del Río Colorado en Baja California.

El 2 de Abril de 1941, notifica el Distrito a todas las casas Refaccionadoras, que al contribuirse nuevas obras de riego en la región, éstas deberán estar aprobadas en su proyecto y supervisadas en su ejecución por el propio Distrito de Riego.

Cuando se terminó la construcción de la Presa Hoover en los Estados Unidos y principió a funcionar, se sintió gran alivio en el Valle, respecto al peligro de las inundaciones y se pensó que éstas ya no se presentarían más -- adelante, motivando que los agricultores principiaran a cultivar terrenos -- no protegidos por los bordos de defensa; pero en el año de 1941 la mencionada presa empezó a derramar, ocasionando nuevamente inundaciones.

A raíz de esos acontecimientos fué que se iniciaron las construcciones de -- nuevas obras de defensa en las que el Distrito interviene por vez primera, -- ya que se llevaron bajo su dirección y en cooperación con los agricultores -- que ayudaron con un 50% de su costo.

Desde 1941 se principiaron a conectar en el Valle Imperial los distintos canales de riego con el Principal Todo Americano y el 18 de Febrero de 1942, -- se clausuró el último de los canales que desde territorio mexicano suministraba riego al Valle Imperial, quedando desde entonces independientes los -- dos valles.

Posteriormente se propone la construcción de una presa derivadora frente a -- la bocatoma del Alamo, con el fin de prolongar por gravedad el sistema de -- riego hacia el sur que en ese entonces se hacía por bombeo, lo que culminó -- con la inauguración en el año de 1950 de la actual Presa Morelos, que se -- inició su construcción solo dos años antes.

Por lo anterior, vemos que a partir de 1938, la extinta Comisión Nacional de Irrigación, transformada hoy en Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, recibió por encargo del Gobierno de México, la responsabilidad del manejo de una empresa llena de defectos e inconvenientes, tanto en el aspecto administrativo como en el de conservación y localización de la red de canales de distribución, obras de control, obras de defensa, etc. Para esto fué necesario enfrentarse a la solución de serios problemas -- creados a través de los años, debido en primer lugar al monopolio absoluto de las aguas y de las tierras que existían en el Valle de Mexicali por capitales extranjeros. Se puede decir que su labor ha abarcado en términos generales, los siguientes aspectos:

- 1.- Luchar contra inundaciones del río.
- 2.- Reglamentar el uso y aprovechamiento de las aguas del Río Colorado -- entre los dos países.
- 3.- Reacondicionar y adaptar la red de canales del valle, para que funcione como una sola unidad y no como agregado de los sistemas de riego -- americanos, como sucedía cuando se regaba el Valle Imperial con el canal Alamo y se dejaba una parte del gasto a México.
- 4.- Ir aumenando el kilometraje, acondicionamiento y capacidad de los canales de acuerdo con las necesidades que progresivamente se venían -- presentando.
- 5.- Insistir en la concentración de un tratado de aguas entre México y -- los Estados Unidos, que reglamente las aguas del Río Colorado, lo que culminó con la firma del tratado de aguas internacionales el 3 de febrero de 1944.
- 6.- Independizar un poco las tomas de agua que corresponden a México, -- construyendo las obras hidráulicas en el territorio mexicano, lo que también ya se consiguió.

Para tener una mejor administración y operación, ha sido dividido el Distrito de Riego en 6 grandes Unidades, subdividiendo la última en 2 partes, VI Superior y VI Inferior; a su vez las Unidades se subdividieron en zonas de riego, hasta completar 16, y por último estas en secciones, las que forman en conjunto 95 en todo el Distrito. En esta forma se ha logrado efectuar una mejor distribución del agua de riego.

El Distrito tiene actualmente una superficie bruta de 331,622 Has., repartidas en la siguiente forma:

| | |
|------------|--------------------|
| I UNIDAD | 33,438 Has. |
| II UNIDAD | 55,164 Has. |
| III UNIDAD | 62,925 Has. |
| IV UNIDAD | 61,021 Has. |
| V UNIDAD | 38,063 Has. |
| VI UNIDAD | 80,911 Has. |
| TOTAL: | <hr/> 331,622 Has. |

El Padrón actual del Distrito considera 11,877 usuarios, con una superficie neta de 202,826.95 hectáreas diseminadas en las 331,622, que en total tiene el Distrito.

En el siguiente cuadro se muestra la distribución de esta superficie con derechos a riego entre ejidatarios y colonos.

| Extensión del Predio | EJIDATARIOS | | COLONOS | | TOTALES | |
|----------------------|--------------|-------------------|--------------|------------------|--------------|-------------------|
| | Usuarios No. | Superficie Ha. | Usuarios No. | Superficie Ha. | Usuarios No. | Superficie Ha. |
| Menos de 20 Ha. | 1735 | 10,325.07 | 2796 | 34,683.01 | 4531 | 45,008.08 |
| de 20 Ha. | 5182 | 103,836.00 | 1661 | 35,499.00 | 6843 | 139,335.00 |
| De 20 a 30 Ha. | 28 | 690.00 | 160 | 4,264.14 | 188 | 4,954.14 |
| De 30 a 40 Ha. | 3 | 120.00 | 108 | 6,121.07 | 111 | 6,241.07 |
| De 40 a 50 Ha. | 1 | 48.85 | 76 | 3,576.05 | 77 | 3,624.90 |
| De 50 a 100 Ha. | - | - | 37 | 3,663.70 | 37 | 3,663.76 |
| | <u>6949</u> | <u>115,019.92</u> | <u>4838</u> | <u>87,806.97</u> | <u>11787</u> | <u>202,826.95</u> |

LOCALIZACION Y DESCRIPCION DEL DISTRITO DE RIEGO

- EL VALLE DE MEXICALI -

El Valle de Mexicali, conocido oficialmente como Distrito de Riego No. 014, del Río Colorado, es de los más importantes en nuestro país, tanto por magnitud superficial como por la influencia económica que ejerce en la región en que se encuentra enclavado; se localiza en el Noroeste de la República, al Norte de los Estados Unidos de Baja California y Sonora, teniendo una parte que colinda con los Estados Americanos de California y Arizona

LOCALIZACION:- Su situación geográfica respecto al meridiano de Greenwich es:

114°45' a 115°40' de longitud W.
31°40' a 32°40' de longitud N.

CLIMA:- El clima en esta región es demasiado seco, con deficiente humedad en todas las estaciones, semi-cálido y extremoso, presentándose las siguientes temperaturas:

| | |
|--------------------|------|
| Temperatura media | 22°C |
| Temperatura mínima | 6°C |
| Temperatura máxima | 50°C |

La precipitación media es de 58 mm.

El número de días con lluvia apreciable: 13 en promedio

Luminosidad, días despejados en el año: 300

La evaporación varía entre 56 mm. en los meses de diciembre y enero, a 390 en julio y agosto. La evaporación media anual es de 2,330 (promedio de 5 años).

ALTITUD:- La altura en el Valle de Mexicali varía entre 2 metros bajo el nivel del mar en la Línea Divisoria Internacional con los Estados Unidos, 10 Km. al W de la Ciudad de Mexicali, a 43 metros sobre el nivel del mar, en el extremo NE del Valle a la entrada del mismo, del Río Colorado, en el extremo S, la cota media es de 5 metros sobre el nivel del mar, lugar hasta donde llegan las mareas máximas del Golfo de California.

FISIOGRAFIA:- El gran delta del Río Colorado, limita al norte con las Sierras del Chocolate en los Estados Unidos y al Sur con el Golfo de California y Sierra de las Pintas en el territorio de México; al Oriente con la Sierra de Gila en el Estado Americano de Arizona y al Poniente con la Sierra de los Cucapahs en México. Todas estas Sierras corren sensiblemente paralelas a la Costa del Pacífico, con dirección NW-SE. En la porción Sur de esta delta, se encuentra enclavado el Distrito de Riego No. 014, ocupando la parte mexicana del mismo.

En el Valle de Mexicali, la superficie es sensiblemente plana con ligeras ondulaciones, pero se encuentra perfectamente marcada una arista más elevada que corre de NE a SW, desde un punto al Sur de la Presa Morelos sobre el Río Colorado, hasta la elevación conocida con el nombre de Cerro Prieto, dando lugar a un imperceptible gran ángulo diedro que hace que toda la superficie que se encuentra al Sur de esta línea, drene hacia el Golfo de California y la que se encuentra al Norte, lo haga hacia el mar interior del Saltón.

GEOLOGIA:- En las Sierras que rodea al delta, predomina los granitos y los esquistos; en gran parte de la Sierra de los Cucapahs, se pueden apreciar algunas calizas metamórficas.

El relleno de la gran oquedad en que se encuentra ahora el delta, principió en épocas remotas (Mioceno y Cenozoico) como consecuencia de los enormes -- acarreos de materiales que llevaba el Río Colorado y del poder de erosión -- del mismo.

Los acarreos fueron al principio de material grueso (cantos rodados) para -- seguir después progresivamente con grandes capas de grava gruesa, fina, -- limo y por último arcillas. Las capas de éstos 3 ó 4 materiales mencionados en último lugar, son los que se encuentran prácticamente formando los agrícolas del valle.

SUELOS:- Por lo antes mencionado, los suelos en el valle son de origen mine ralógico, indeterminado, aluviales y recientes, formados por acumulaciones sucesivas de materiales en suspensión, arrastrados por las grandes avenidas del Río Colorado antes de que se construyeran las presas de almacenamiento -- Hoover, Boulder, Davis y Parker en el vecino país del Norte.

Los suelos del Valle de Mexicali, que podemos llamar planicie de inundación, están generalmente formados por gran número de capas de distintos materiales que varían desde arenas medias, finas y muy finas ó limos, hasta arcillas, -- que corresponde prácticamente a cada una de las últimas avenidas del río antes de su control por medio de las presas mencionadas.

En el Valle de Mexicali, se localizan 2 grandes áreas de suelos muy arcillosos, una situada en el extremo NW del Valle, y la otra en la parte SW del mismo, aunque es mucho menos compacta que la primera.

HIDROLOGIA:- La única corriente fluvial que cruza el valle, es el Río Colorado, precisamente el que lo originó. Es una corriente internacional, ya que sirve de límite entre México y los Estados Unidos, en una longitud de 29 Kms. teniendo en el estado de Baja California en México a su margen derecha y al de Arizona de Unión Americana a la izquierda, para después continuar sus últimos 60 kms. de recorrido por territorio mexicano exclusivamente, hasta desembocar en el Golfo de California.

La cuenca total de esta corriente, tiene una superficie aproximada de 634,000 km² de los cuales solo 3,840 Km² se encuentran en suelo mexicano y el resto, 630,160 en los Estados Unidos, ó sea 0.5 y 99.5% respectivamente.

Esta corriente al entrar al delta, tiene todas las características de una típica corriente de llanura que con el paso de los años ha ido elevando su cauce, sobre sus propios materiales acarreados en forma tal, que actualmente corre sobre suelos más altos con relación a los que se extienden hacia uno y otro lado, a partir de sus márgenes. Lo anterior y las características en la disposición de los materiales acarreados, han dado lugar a que se formen grandes volúmenes de aguas suvalveas que se extienden prácticamente sobre todo el valle, aprovechando los estratos más permeables (diversos tipos de arenas y grayas).

DISPONIBILIDADES HIDRAULICAS:- Las aguas del Río Colorado y las del subsuelo (bajo el delta), son las únicas 2 fuentes de que se dispone actualmente para el Distrito de Riego No. 014.

Las aguas del río se encuentran reglamentadas mediante un Tratado Internacional firmado entre México y los Estados Unidos el 3 de febrero de 1944, mediante el cual corresponden a México 1,840,234,000 m³ al año y en años abundantes podrá contar con un volumen adicional de 246'670,000 m³. Como el volumen garantizado no es suficiente para el riego de los terrenos - - abiertos al cultivo en el valle, se han venido utilizando también las - - aguas extraídas del subsuelo mediante 625 pozos de bombeo, con los cuales obtenemos un volumen de 1,100,000,000 m³ en que junto a las aguas del Río son las que dan riego al Valle.

III. - MAQUINARIA

MAQUINARIA:-

Para desarrollar cualquier tipo de construcción es indispensable el equipo adecuado, pero se inicia una controversia al considerar todos los factores que intervienen en la selección del mismo, tales como tipo de obra, procedimiento de construcción, programas de la empresa, situación financiera de la misma, estado del mercado marcas y existencias de equipo, características del distribuidor, calidad de servicio experiencias, equipo existente del usuario, etc.

Por lo tanto la selección de equipo no debe tratarse como un problema de rutina, sino debe resolverse a través de un análisis.

Este análisis debe ser cualitativo y cuantitativo y debe estudiar varias alternativas, ya que una sola nos puede satisfacer solo la mitad del camino.

Una vez definido el procedimiento de construcción y determinado el tipo de equipo a usar desde el punto de vista constructivo, puede iniciarse la siguiente etapa que consiste en la selección del mismo.

Los factores principales que deben tomarse en cuenta para esta etapa de selección de equipo son:

I.- TIPO DE EMPRESA

- a).- Especialidad de la Empresa.
- b).- Capacidad financiera.
- c).- Proyección de la Empresa.

II.- TIPO DE OBRA

- a).- Características del trabajo,
- b).- Programa,
- c).- Ubicación.
- d).- Clima.

III.- FACTOR MERCADO

- a).- Investigación de Mercado.
- b).- Marcas.
- c).- Tiempos de entrega.

IV.- FACTOR DE EQUIPO

- a).- Marca
- b).- Distribuidor y Fabricante.
- c).- Soporte de servicio y refacciones.
- d).- Precio económico

Costo de adquisición

Costo de Operación.

Costo de mantenimiento.

Precio de reventa.

Rendimiento

Continuidad.

Podemos concluir por lo anterior que seleccionar el equipo - desde el punto de vista de la Empresa, de la obra, del mercado, del propio equipo requiere, como se dijo, un verdadero análisis cualitativo y - cuantitativo que nos conduce a un proceso de toma de decisiones que incluye desde el planeamiento del problema, su investigación, la proposición de alternativas y finalmente la decisión.

A).- GENERALIDADES:

Quedo esbozado en la Introducción que la fuerza de construcción de que disponga un contratista para la ejecución de una empresa deberá estar en proporción de la misma, a fin de que sus operaciones sean conducidas en la forma más eficiente y económica posible, lo cual implica que los contratistas dispongan de maquinaria de construcción adecuada, con la que puedan realizar las obras que les sean encomendadas, cumpliendo con los plazos de ejecución concertados en los respectivos contratos, así como con las especificaciones y procedimientos de construcción.

Salvo que se presenten condiciones verdaderamente excepcionales, generalmente la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, deja a sus contratistas en libertad de ejecutar las obras que les encomienda, por los procedimientos de construcción que más convengan a los mismos, con la única limitación de que los trabajos ejecutados se sujeten a las estipulaciones consignadas en los planos, memorias y especificaciones que forman parte de los respectivos contratos.

Una obra cualquiera podrá ser ejecutada por diversos procedimientos de construcción y empleando equipo que alternativamente podrá reunir un cierto grupo de características u otro variable. Empero lógicamente, para ejecutar tal trabajo siempre existirá algún procedimiento y determinados equipos por medio de los cuales las operaciones del contratista sean realizadas en forma óptima, desde el punto de vista de la economía y de la eficiencia y de la eficiencia de los trabajos.

En el mercado de la construcción se ofrecen a los contratistas una nutrida variedad de maquinaria de diferentes marcas, modelos, capacidades, especificaciones de calidad, etc., por parte del contratista deberán realizarse cuidadosos estudios, a fin de determinar cual es la maquinaria más conveniente para la óptima ejecución de la obra u obras en que comprometa su organización constructora.

Por su parte, la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, para poder juzgar sobre las compensaciones a que tienen derecho sus contratistas de obras, realiza estudios similares para determinar cuales es el equipo más adecuado para que sean ejecutadas tales obras en forma eficiente y económica, con apego a los planos, memorias y especificaciones que forman parte del proyecto de obra, objeto de cada contrato.

Para poder juzgar correctamente sobre lo referido en el párrafo anterior, eligiendo aquellas máquinas que por sus características resulten ser más adecuadas para fundar en ellas los cálculos concernientes a la elaboración de análisis de compensaciones económicas y de precios unitarios, la Secretaría tiene en cuenta los siguientes factores que afectan a la economía de los trabajos:

A).- Condiciones físicas de la obra u obras.

Las condiciones físicas de una obra ejercen una gran influencia sobre el criterio seguido para elegir la maquinaria de construcción, especialmente cuando dichas condiciones se apartan de las normales ó promedio; pues así por ejemplo; para realizar trabajos empleando tractores en terrenos pantanosos, idealmente los tractores deberán estar equipados con orugas y zapatas de gran superficie de sustentación. Las superficies de rodamiento en los --

caminos de construcción son decisivas en lo concerniente a la elección de tipo de camiones que se deberán emplear en las mismas. Igualmente, la profundidad de corte en la excavación de un canal, determinará la longitud de pluma de la draga que deberá usarse para la excavación, ó la conveniencia de hacer traspaleos ó extraer el material utilizando camiones.

B).- Los volúmenes correspondientes a los diversos trabajos a ser ejecutados en la obra u obras-objeto del concurso o contrato.

La capacidad de las diversas máquinas deberá ser la adecuada para los volúmenes de trabajo que vayan a ser ejecutados, con la finalidad de que las mismas se encuentran ocupadas, en actividades directas de construcción el máximo tiempo posible durante la ejecución de una obra; y lo que es más aún, que exista correlación entre las diversas máquinas que simultáneamente ejecutan un trabajo, a fin de que las mismas operen en forma armónica y balanceada reduciendo al mínimo sus interferencias mutuas naturales.

Sin necesidad de mencionar equipo sumamente especial, baste por ejemplo una pala mecánica de 4 yardas cúbicas; para que la misma opere en forma eficiente y económica, deberá ponerse a trabajar en frentes en los que laborará en forma continua durante grandes períodos de tiempo, puesto que una excavadora de tal tipo cuyo peso es mayor de cien toneladas métricas, tiene un costo de operación de varios centenares de pesos por hora; debiéndose evitar el mínimo en maniobras de tránsito por traslado de un frente a otro, así como los tiempos que dicha máquina este inactiva; simultáneamente deberá tenerse presente que los camiones que la servirán deberán ser de capacidades adecuadas a la misma, a fin de reducir al mínimo los tiempos

muestrados derivados del balanceo natural del conjunto de equipo que opere en el frente correspondiente.

- C).- Los plazos de ejecución fijados para las obras contratadas, los que lógicamente tienen una importante influencia en la capacidad y número del equipo de construcción que deberá emplearse en las mismas.

Así por ejemplo la operación de cierre de una presa, generalmente obliga a concentrar una fuerza de construcción muy grande, con la finalidad de cumplir con los plazos programados para la colocación de las terracerías, de acuerdo con los estudios hidrológicos en que se haya fundado el programa de cierre.

Un contratista podrá tener fuerza de construcción suficiente para ejecutar una obra, en una situación crítica como la que se podrá presentar en la emergencia de un cierre definitivo de presa, su fuerza necesitaría ser suplementada con el auxilio de equipo subarrendado, lo que implicará erogaciones extraordinarias al contratista. Por otra parte, para la ejecución de trabajos de tal índole aconsejada por la experiencia y la prudencia, la Secretaría exige que sus contratistas tengan suficiente fuerza en reserva para que en cualquier momento puedan hacer frente a emergencias inesperadas. La disponibilidad de tal reserva necesariamente implica gastos al contratista.

- D).- Que dentro de lo posible, la mayoría del equipo de construcción sea del tipo standar, a fin de que los contratistas tengan una mínima necesidad de comprar equipo nuevo o de características especiales, que con posterioridad difícilmente podrán emplear en la ejecución de otras obras.

Sea por caso una cimbra metálica de grandes dimensiones para realizar los colados de concreto de los revestimientos de un túnel, la que deberá ser adquirida o fabricada expresamente para la obra en particular, terminada la cual, si la inversión de capital no se amortizó completamente, el contratista se encontrará con una inversión que difícilmente podrá serle productiva en un futuro inmediato, por lo que el mismo deberá esperar hasta que se presente tal ocasión, o que en su defecto, prefiera desmantelar la cimbra para venderla en forma convencional a precios de pérdida, o malbaratarla, sufriendo así pérdidas con ello.

El contraste con el ejemplo anterior, un tractor es una máquina muy versátil y de uso común, generalizando en todas las obras de construcción pesada por lo que aparte de que todos los contratistas la adquieran, en cualquier momento se puede vender a precios razonables que no impliquen pérdidas para el propietario del mismo; constituyendo por tanto una inversión muy segura y atractiva.

E).- Que el valor de rescate del equipo especial - empleado en las obras, no influya apreciablemente en la economía de las mismas.

Eventualmente, se presentan obras en las cuales determinados trabajos forzosa- mente deben ser ejecutados empleando para ello equipo de características muy especiales, como sería el caso de un cablevía de grandes dimensiones - para hacer los colados de concreto en una cortina de este último material. A fin de que la inversión derivada de la adquisición de tal equipo se amortice en la obra objeto de su compra, la máquina deberá trabajar en la ejecución de la misma un tiempo igual al correspondiente a su vida económica,

puesto que de otra forma quedaría parte de la inversión sin amortizarse y sujeta a un rescate dudoso o a una larga espera para ser empleada en otra obra de dimensiones adecuadas para su utilización económica. Ante un caso tal, el contratista procuraría que la inversión se cargará en su totalidad a la obra para cuya ejecución se adquirió la máquina, y con ello aumentaría los costos de la obra respectiva.

Por supuesto que no siempre es posible que el equipo especial se amortice totalmente en una obra, por lo que previamente a su adquisición generalmente se llegan a acuerdos entre las partes contratantes, a fin de lograr una fórmula conciliatoria al interés de ambas.

F).- La economía y nacional, así como las limitaciones aduanales y fiscales vigentes en nuestro país, si no impiden, al menos sí dificultan grandemente la adquisición de maquinaria de construcción en países extranjeros, ya que la misma implica pagos al exterior con la consecuente fuga de divisas, en perjuicios de nuestra balanza de pagos.

La Secretaría procura que sus contratistas estén ya dotados, cuando menos, de la mayoría del equipo necesario para la ejecución de las obras que les encomienda, evitándose al mínimo la necesidad de adquirir maquinaria nueva procedente del extranjero. En aquellos casos en que la magnitud de la obra resulta desproporcionadamente grande en comparación con la capacidad de las compañías constructoras que normalmente operan en nuestro medio, una solución ideal propiciada por la Secretaría, es que se formen consorcios agrupando la fuerza de varias empresas, para obtener así un grupo con una fuerza de construcción muy grande, la que llegado el día de la terminación de la obra objeto de la creación del consorcio, a falta de trabajo, se podrá desintegrar regresando lo que corresponda al seno de

cada una de las empresas que temporalmente se agruparon.

La creación de consorcios es saludable a la economía nacional, ya que bien conocido es el caso de empresas que al ir creciendo desproporcionalmente, fatalmente, y por razones múltiples e imprevistas, llega el día en que por falta de contratos y operaciones se encuentra con gran parte de su fuerza de construcción inactiva, con serios problemas del tipo obrero-patronal, con pérdidas económicas en sus balances, e incluso con circunstancias que la obligan a su disolución en perjuicio de todo el grupo humano participante de tal empresa, y por ende, incluso hasta de la economía nacional.

No es saludable para la economía y los intereses nacionales, el hecho de que una cierta empresa súbitamente quiera aumentar en grandes proporciones su capacidad de fuerza de construcción, ya que para ello normalmente se requerirán de cuantiosas inversiones de divisas extranjeras, de lo cual se derivan perjuicios que huelga comentar,

Tampoco conviene al interés nacional que por descuido en la operación y mantenimiento de equipo de construcción de procedencia extranjera, constantemente se este teniendo que renovar en forma irracional. Generalmente, una empresa que ha crecido desproporcionalmente con respecto al medio económico, durante largos períodos de tiempo, tiene ociosa gran parte de su maquinaria, la que no obstante su inactividad, sufre un constante deterioro máxime que al estar almacenada en patios sufre serio descuido y esta expuesta al tan generalizado vicio del "canibalismo" consistente en tomar partes de las máquinas paradas, para mantener en actividad a otras.

La idea del consorcio, de suyo muy antigua, actualmente propiciada por la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, al agrupar la pequeña fuerza de muchas compañías forma un potente núcleo de fuerza - constructiva, con lo cual la inversión de equipo complementario de necesaria importación se reduce en forma notable, en beneficio nacional.

G).- Que a igualdad de circunstancias, el equipo elegido como base de análisis de compensaciones, e incluso para ejecutar las obras objeto del concurso o contrato sea de las mejores características, - especialmente en lo que respecta a sus rendimientos, durabilidad y economía de operación, sin detrimento de que el contratista estudie cuidadosamente las especificaciones de calidad de cada fabricante para hacer una elección que óptimamente garantice su inversión.

H).- Que el equipo de construcción existente en el país, siempre y cuando se encuentre en buenas condiciones de trabajo y, que garantice la correcta ejecución de las obras y la economía de las mismas, - tenga prioridad sobre los modelos de reciente aparición en el mercado, puesto que como quedó dicho la inversión de divisas extranjeras que graves trastornos causa a la economía nacional, debe reducirse al mínimo.

La Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, es consciente de la existencia de muchos contratistas que se han esmerado en la conservación y habilidad de manejo de sus equipos de construcción, y de que los mismos, aún con equipo que corresponde a modelos de varios años atrás se encuentran en condiciones de competir ventajosamente, tanto en garantías como en economía y en satisfactoria

ejecución de las obras concursadas.

La Secretaría permite que sus contratistas empleen en la ejecución de las obras que les encomienda equipo que incluso haya pasado del período de su vida económica, siempre y cuando el mismo se encuentre en condiciones de conservación y mantenimiento tales, que no se interfieran en forma ninguna con la correcta prosecución de los trabajos contratados, y que no presente riesgos extraordinarios.

Por otra parte, el equipo que haya pasado del período de su vida económica, lógicamente trabajará con rendimientos erráticos, por lo que, aún en el caso que se permita su empleo en la ejecución de las obras, por ningún motivo servirá de base a los análisis de compensaciones económicas, ya que justamente por ser rendimientos erráticos no son previsibles, y quedó dicho que el criterio de cálculo de precios unitarios y en general de compensaciones económicas por trabajos de construcción se basa fundamentalmente en la experiencia estadística elaborada y analizada a partir de las observaciones hechas sobre equipo de construcción similar que se encontraba dentro del período de su vida económica.

Así pues, todos los análisis de compensaciones económicas y de precios unitarios se realizan partiendo de la premisa de considerar maquinaria nueva o seminueva que se encuentre dentro del período de su vida económica, y de la cual su rendimiento y eficiencia sean estadísticamente predecibles con la aproximación y grado de error tolerables en este género de estudios. El contratista que en la ejecución de las obras que se le encomiendan utilice maquinaria obsoleta, que haya pasado del -

período de su vida económica, correrá por su cuenta todos los riesgos que tan poco recomendable práctica implica, y en ningún caso tendrá derecho a presentar reclamaciones por los perjuicios económicos que por ello sufra, ni mucho menos a pretender que los rendimientos erráticos de su equipo -- obsoleto sirvan como argumentos o base para los análisis de las compensaciones económicas que le correspondan por la ejecución de los trabajos.

Invariablemente, la Secretaría juzga sobre las compensaciones económicas a que tienen derecho sus contratistas de obras, basando sus estudios y secuela de cálculo en rendimientos de maquinaria que se encuentre dentro del -- período de su vida económica, y por ende, tales compensaciones son proporcionales a los costos de operación de equipo de tal grado de utilización.

EJEMPLO DE MAQUINARIA DE CONSTRUCCION

TRACTORES DE ORUGAS

A.- El tractor de orugas es el de mayor utilización en la construcción de obras hidráulicas, ya que tiene la gran ventaja de poder transitar y trabajar aún en sitios en los que no existen caminos, puesto que el tractor se labra sus propias superficies de tránsito, aún en condiciones topográficas muy adversas por las pendientes de las laderas, en las cuales sería imposible operar tractores con llantas neumáticas.

TRACTORES DE RUEDAS NEUMATICAS.

A.- Los tractores de ruedas neumáticas tienen la gran ventaja de poder operar a grandes velocidades, y en los modelos modernos alcanzan entre 40 y 60 kilómetros por hora (40 - mph). En contraste, comparados con los tractores de orugas, desarrollan una fuerza tractiva efectivamente utilizable muy inferior, debido a que el factor de tracción correspondiente a las llantas es inferior al de las orugas. Para operar, los tractores con llantas necesitan de caminos de construcción con superficies de rodamiento bastante refinadas, resultando inoperantes en trabajos a campo traviesa en laderas, en terrenos muy húmedos o poco resistentes en los que se hundan con facilidad.

ESCREPAS Y MOTOESCREPAS.

A.- Las escrepas y motoescrepas son máquinas transportadoras que a la vez tienen capacidad para excavar, autocargarse, y distribuir materiales térreos, realizando todas estas operaciones de acuerdo con una secuencia ordenada dentro de un ciclo cerrado de trabajo. Fundamentalmente son cajas montadas sobre ruedas neumáticas gigantes de baja presión y dotadas de una cuchilla frontal que realiza el corte en el terreno de carga, introduciendo el material al inferior de la caja a través de una abertura localizada sobre la cuchilla cortadora y regulada por una compuerta móvil.

DOZERS

A.- Los dozers se definen como tractores equipados con una hoja o cuchilla empujadora explanadora montada al frente de los mismos. Principalmente se subdividen en los dos tipos siguientes.

- 1.- Bulldozer.- Tractor equipado con una hoja fija que forma un ángulo recto con el eje longitudinal del mismo, teniendo solo movimiento vertical. Su empleo es más eficiente y económico cuando se trata de transportar material producto de excavaciones y/o para rellenos, sobre una línea recta. La hoja puede inclinarse girando sobre un eje horizontal
- 2.- Angledozer.- Tractor equipado con una hoja explanadora que generalmente puede girarse, para formar un ángulo de 60° aproximadamente con respecto al eje longitudinal del tractor.

EQUIPO PARA DESMONTES.

A.- El tractor de orugas equipado con Bulldozer con hoja empujadora recta es el equipo más empleado en los trabajos de desmonte, especialmente en las obras hidráulicas, y de construcción de caminos donde la finalidad no es explotar con fines de aprovechamiento la madera producto del desmonte. La vegetación, la densidad de la misma y los diámetros de los árboles determinan la velocidad de operación de los tractores, y por consiguiente, los rendimientos de los mismos.

RODILLOS PATA DE CABRA.

A.- Los rodillos pata de cabra son tambores cilíndricos huecos que en su superficie cilíndrica llevan montadas piezas sensiblemente prismáticas, las cuales dejan una huella similar a la de las cabras, motivo al cual deben su nombre. Los tambores van montados en un bastidor dotado de lanzadera que se engancha al tractor de orugas que les sirve como remolcador. -- Según sean las necesidades del trabajo, los rodillos pueden emplearse sencillos (cuando se remolca un solo rodillo), doble en paralelo: dobles en paralelo delante, con uno adicional atrás; dobles en tandem etc.

MOTOCONFORMADORA.

A.- Las motoconformadoras son máquinas de aplicaciones múltiples, principalmente en trabajos de movimientos de terracerías, rasanteo, afine de superficie de rodamiento o de terraplenes, escarificación, etc. En las obras hidráulicas y en construcción de caminos, se emplean principalmente en los trabajos de escarificación y afine de las terracerías, excavación de cunetas laterales para drenaje, desplazamiento y mezcla de áridos, solo o con asfalto, tendido y nivelación de capas asfálticas y en general, -- conservación de los caminos de construcción y superficies de rodamiento.

DRAGA DE ARRASTRE.

A.- La draga de arrastre es una excavadora convertible equipada con pluma de grúa, un balde de arrastre que acciona como cucharón excavador, un cable adicional que es el que ejerce la fuerza tractora sobre el balde y un dispositivo de guiado del cable de arrastre adicionalmente a los tambores o cabrestantes para todos los movimientos del equipo frontal de la máquina. La draga está diseñada especialmente para excavación de materiales relativamente suaves o de materiales sueltos como grava, e incluso roca muy bien fragmentada. En muchas excavaciones se puede emplear indistintamente la máquina equipada con equipo frontal de pala o de draga, pero es obvio que cada tipo de equipo frontal tiene ventajas y desventajas. La draga puede realizar excavaciones muy profundas, por debajo del nivel de sustentación, sin que tenga que penetrar en ellas. El material excavado lo puede depositar en camiones o vehículos de transporte, o en tiradores que estén al alcance de su radio de acción, como suele hacerse en las excavaciones de canales y drenes, en los que el producto de la excavación eventualmente se emplea para terminar los propios bordos, depositándose el material restante a un lado de la berma al alcance de la máquina excavadora, eliminándose así la necesidad de vehículos que transportan el material.

IV.- CONSTRUCCION DE CANALES.

La red de distribución de un Distrito de Riego, consta de una serie de canales y las estructuras que se requieren para conducir el agua de las fuentes de abastecimiento o derivación a todos los puntos de la zona regable.

Los canales que forman la red de distribución se clasifican de la siguiente forma:

- A).- CANALES PRINCIPALES
- B).- CANALES SECUNDARIOS
- C).- CANALES LATERALES
- D).- CANALES SUB'LATERALES
- E).- CANALES RAMALES
- F).- CANALES SUB'RAMALES
- G).- REGADERAS
- H).- TOMAS DE GRANJAS

A).- ESTUDIOS TOPOGRAFICOS.

Localización.- La localización del canal principal deberá hacerse, siguiendo aproximadamente una curva de nivel de manera que domine la mayor superficie de tierra; atendiendo a la topografía, se presentan dos casos típicos.

- 1).-Topografía uniforme o ligeramente ondulada
- 2).- Topografía movida.

1er. Caso.- Para la localización en terreno plano o ligeramente ondulado seguirá el siguiente procedimiento general.

La ruta más conveniente que deberá seguir el canal principal, se marca en los planos topográficos a escala 1:20000 debidamente colocados entre curvas de nivel, destacando las parte-agua y talwegs, suponiéndose en general la pendiente máxima que permita dominar la mayor superficie posible de tierra. Al trazar la punta del canal principal sobre los planos topográficos en los cauces con arroyos o accidentes en donde requiere construir una estructura, se bajará la plantilla del canal al desnivel necesario, para la pérdida de carga que requiera el correcto funcionamiento de la estructura.

Una vez elegida la ruta sobre los planos de escala 1:20000, se efectuará el proyecto del trazo definitivo sobre las hojas de plancheta a escala 1:5000 afinando la localización, fijando sobre las hojas, la deflexiones en cada vértice, los radios de curvatura, la longitud de los tangentes, y de las curvas, y además, se refieran los vértices a los monumentos de la cuadrícula para situarlos en el campo. Es necesario guiarse en la localización por los datos del estudio geológico, para que el canal quede en las mejores condiciones de seguridad.

Finalmente, el trazo proyectado sobre las hojas de plancheta se marca físicamente en el terreno, estancando cada 20 metros y se nivela la línea trazada para obtener el perfil. En este último será posible adaptar la localización al terreno, haciendo las últimas modificaciones al trazo para evitar cortes o terraplenes excesivos. Un trazador experimentado, puede darse cuenta de estas modificaciones al ir trazando antes de obtener el perfil y para los ajustes necesarios correctamente en el campo. Cuando no se dispone de los planos topográficos a la escala -

adecuada o como ocurre con frecuencia, la topografía a los planos discrepa de la real más de lo deseable, ó cuando el terreno aunque de suave pendiente, tiene una topografía movida, en la cual los datos obtenidos en -- los planos topográficos pueden adolecer de fuertes diferencias, entonces conviene localizar el canal principal directamente en el terreno.

Para lo anterior, se irán marcando puntos sobre el terreno con un nivel fijo, de manera que estos puntos esten a una elevación, abajo de la correspondiente a la superficie libre del agua en el canal, siguiendo al efecto las instrucciones anteriores y teniendo en cuenta la pendiente que previamente se habrá fijado, Después se ligan todos los puntos y se armonizan por medio de una poligonal llevada con tránsito y cinta de acero, midiendo las definiciones en cada vértice de la poligonal.

Se nivela con cuidado esta poligonal y se configura una faja a lo largo de la misma, ya sea por medio de plancheta, estadió o secciones transversales. Se dibuja la faja configurada y sobre el dibujo se proyecta el trazo definitivo del canal principal.

2do. Caso.- Cuando el canal va por una zona de topografía muy movida, es indispensable contar con los planos topográficos a escala -- 1:10000, 1:20000 ó 1:50000, con objeto de marcar sobre ellos -- varias rutas generales por donde se pueda ser localizado el -- canal. Después se hace un reconocimiento de esas rutas genera -- les, marcando con nivel de mano ó con un clisímetro los puntos obligados por donde debe pasar el canal. Los puntos obligados quedan definidos por la topografía y serán los puertos, los -- talwegs que sea necesario cruzar y algunos otros sitios, como

Acantilados. Al hacer el reconocimiento se tendrá en cuenta además de las condiciones geológicas del terreno, especialmente en lo que se refiere a la estabilidad de las laderas y su tendencia al deslizamiento, suponiendo el terreno saturado de agua, que es como va a funcionar.

Es importante tener en cuenta las condiciones geológicas, para estar seguros de proyectar los taludes más convenientes que debe tener el canal. En algunas ocasiones se ve la necesidad de desechar rutas ya sea porque el terreno amenace derrumbes, como por el costo excesivo de las obras, de protección o cualquier otras circunstancias.

De esta manera se van a eliminar algunas de las rutas escogidas sobre los planos topográficos.

En las rutas que no sean eliminadas, se hace un nuevo reconocimiento fijando algunos puntos de control que serán, desde luego, los puntos obligados y además otros que se escogieron precisamente en donde la línea de la superficie del agua a tirante proyecto corte el terreno.

En cada una de estas rutas deberán abrirse algunos pozos de prueba, tanto para conocer las condiciones geológicas por lo que respecta a la estabilidad de las laderas de los taludes, como para tener una clasificación aproximada a las excavaciones y poder formular presupuestos preliminares.

Todos estos puntos se señalaron con banderas y posteriormente se fijará su posición sobre hojas de plancheta a escala 1:2000 ó 1:1000 y en casos especiales de topografía muy movida emplea escala 1:500 (todos los trabajos topográficos se realizaron con apego al instructivo de topo-

grafía de la S.A.R.H.).

En la misma hoja de plancheta con el terreno a la vista y, - con puntos de control marcados en las hojas, se hace un esbozo preliminar a la línea del canal, se detalla la topografía a estas líneas y se disponen mayores datos geológicos por medio de pozos, podrá decidirse si se acepta el trazo, si se le hacen algunas modificaciones o si se desecha.

Esta localización detallada se va haciendo por tramos cortos, cuya longitud dependerá de la naturaleza del terreno; en general, - puede decirse que varían entre 100 y 500 metros y deben concordar con la ruta general marcada.

Para tener un apoyo firme y con la debida precisión de las nivelaciones, a medida que se va localizando el canal principal, debe irse estableciendo el control de elevaciones mediante bancos de concreto firmemente construido a distancia de 1 kilómetro y de preferencia, frente a las estacas que marcan kilometraje redondo del canal; después se correrá una nivelación al milímetro promediándose los resultados de cuando menos 3 recorridos del nivel. La cadena de bancos de nivel, se irá extendiendo a medida que se tenga firme la localización definitiva del canal, siendo aconsejable que no exceda de 5 kilómetros como máximo, entre el extremo a la localización y el banco de nivel cercano perteneciente a la cadena.

Con los datos de las nivelaciones se forman perfiles de los canales en papel milimétrico a escala horizontal 1:4000 y vertical 1:100 se trabaja en hojas tipo para 4 kms. arriba y 4 kms. abajo. Al dibujar el perfil del canal, se procede de la siguiente manera:

- a).- Se marcan puntos de nivel del trazo a cada 20 mts.
- b).- Se marcan datos de trazo tales como P.I., P.T., P.C., igualdades y referencias.
- c).- Se indican en el mismo perfil los datos de bancos-tales como cota y ubicación.

Marcan flechas en kilometrajes de tomas-granjas, señalando el nivel de operación de estos tramos,

La rasante de agua deberá ser sensiblemente paralela a la pendiente del terreno natural, cubriendo todos los niveles de las bocatomas señalados antes, a menos que una toma particular se dispare de las demás y signifique una longitud grande del canal en postizo para regar superficies pequeñas.

B).- CANALES LATERALES.

Localización.- Para la localización de los canales laterales hay cuatro criterios generales a seguir:

- 1ro.- Según la Topografía
- 2do.- Según la Cuadrícula
- 3ro.- Respetando linderos
- 4to.- Siguiendo un sistema combinado.

1ro.- LOCALIZACIÓN SIGUIENDO LA TOPOGRAFIA.

El sistema de localización de canales laterales siguiendo la topografía del terreno, es seguramente el más económico, pues los canales se localizan por las parte aguas y van dominando hacia ambos lados, por lo cual la red de distribución resulta más corta

que cualquier otro sistema. además se aprovechan los talwegs para alojar los drenes. Tiene como inconvenientes que resultan lotes irregulares y se dificulta el trazo de canales y regaderas.

2do.- LOCALIZACION SEGUN LA CUADRICULA.

El sistema de localización de canales laterales siguiendo la cuadrícula con que se hizo el levantamiento topográfico de la zona regable, es muy conveniente para usarse en terrenos vírgenes de gran extensión y sobre todo de topografía muy plana y de poca pendiente. Se facilita su trazo en el campo y se obtienen lotes en formas regulares y fraccionamientos sencillos. Adicionalmente presenta la ventaja de simplificar la operación y conservación del sistema de riego. Sus inconvenientes son en general la red de distribución, resulta más larga, se riega únicamente hacia un lado. Se aumenta consecuentemente el número de tomas y estructuras y requiere la construcción alternada de un dren y un canal, por lo que también son necesarias más estructuras. Finalmente se tiene locales por topografía.

3ro.- LOCALIZACION RESPETANDO LOS LINDEROS.

En ocasiones, cuando ya existen linderos bien definidos en el campo, es necesario localizar los canales laterales siguiendo precisamente estos linderos hasta donde las condiciones topográficas lo permitan, a fin de evitar grandes trastornos en el régimen de la propiedad, cuando ya se tiene con carácter definitivo.

El costo de la construcción, de operación y conservación, es muy variable dependiendo principalmente de la extensión y linderos existentes.

4to.- LOCALIZACION SEGUN UN SISTEMA COMBINADO,

En el sistema combinado, la localización de canales laterales se va adoptando, en algunas ocasiones a la topografía del terreno en otros lugares de la zona de riego, se sigue la cuadrícula y donde hay lotes de propiedad privada o ejidal, se hacen los quiebres necesarios para respetar los linderos, si lo permite la topografía.

B).- ESTUDIOS DE SUELOS NATURALES EN CANALES REVESTIDOS.

Los dos principales tipos de suelos naturales que pueden presentar problemas en un canal revestido son:

- a).- Arenas finas, limos sueltos, sobre todo si están mal graduados, a estos suelos se les ha llamado "colapsibles".
- b).- Arcillas expansivas.

En el caso de arenas y limos es necesario conocer su composición granulométrica y las relaciones de vacíos máximas y mínimas y el estado natural. Con estas determinaciones se deduce su compacidad relativa en el estado natural, la cual se comparará con la compacidad relativa que se haya decidido como aceptable en el caso particular.

Tratándose de arcillas con las cuales se sospecha que puedan presentarse problemas causado por expansión del suelo, es importante localizar la zona de arcillas peligrosas y el límite inferior de los mantos.

La variación de volúmenes que puede experimentar un material que contenga arcillas expansivas, depende de diversos factores entre los que se cuentan:

- 1.- La proporción y tipos de material arcilloso.
- 2.- La compacidad.
- 3.- Las probables variaciones de humedad.
- 4.- Las cargas a que se someterán.
- 5.- La estructura del suelo.
- 6.- El tiempo necesario para que se produzcan - los cambios de humedad,

1.- La proporción y tipo de material arcilloso.

Los minerales de montmorilonita tiene una estructura -- propicia a la expansión y además posee una gran actividad en cuanto a intercambios de bases.

Por ejemplo, montmorilonita sódica tiene una gran capacidad de absorción de agua cationes; la beidelita cálcica es menos activa, lo mismo que la illita pues (aunque tiene una estructura semejante a la montmorilonita sódica), las capas que la forman están más rígidamente unidas, debido a la acción de los iones de potasio, con los que sus cambios de volumen son menores.

2.- Compacidad.

Un suelo compacto contiene más partículas por unidad de volumen por lo que sufrirá mayor expansión al mojarse, pero otra parte no puede sufrir tanta contracción como uno de estructura suelta, - al secarse.

3.- Variación de Humedad.

Todo cambio volumétrico en las arcillas depende de la adsorción ó pérdida de agua.

4.- Condiciones de carga.

Si las cargas externas aplicadas son de suficiente magnitud para equilibrar las fuerzas internas desarrolladas al humedecerse en material arcilloso, la expansión puede reducirse. Cargas menores disminuyen de cualquier manera la expansión.

5.- Estructuras del Suelo.

La expansión es mayor en especímenes remoldados que en alterados de un mismo suelo.

6.- Tiempo necesario para la variación de la Humedad.

A causa de la finura del material la transmisión de la humedad es lenta. Para humedecer una probeta de laboratorio, generalmente son necesarias días ó semanas, mientras que un terraplén puede requerir de años para saturarse.

CLASIFICACION DE LOS SUELOS

La S.A.R.H. utiliza para clasificar suelos el sistema unificado de clasificación (S.U.C.S.) aunque utiliza también otros símbolos en su instructivo. Al final del capítulo proporcionaremos una - - equivalente al símbolo.

El primer paso para clasificar un suelo, consiste en separar sus partículas por tamaños. Para esto se utiliza cedazos provistos de mallas. El número de mallas indica el número de hilos por pulgadas lineal que tiene la malla. Se llaman gravas o los fragmentos menores de 3 pulgadas y que se retienen en la malla número 4.

Se clasifican como arenas a los granos que pasan la malla número 4 y son retenidos por la malla # 200. La abertura de esta malla es de 0,074 mm.

Los suelos que pasan la malla # 200, se separan por decantación y mediante el hidrómetro se determinan las proporciones de tamaños menores que forman el suelo.

Se acostumbra representar el resultado de un análisis granulométrico y una gráfica sobre un papel semilogarítmico con los tamaños de las partículas en la escala logarítmica y los porcentos de esos tamaños en escala natural.

Esta representación tiene la ventaja de que se aprecian mejor las proporciones de la fracción fina,

Para conocer las características de la fracción fina de un suelo, se efectúa la determinación de los llamados límites de atterberg.

Estos límites se fijaron a partir del concepto de que un suelo de gravo fino, puede encontrarse en cualquiera de cuatro estados debido a su contenido de humedad.

De tal manera que el suelo será un sólido si está seco y al irsele añadiendo agua va pasando por estos de semi-sólido, plástico y finalmente se comporta como un líquido.

El contenido de humedad en las fronteras entre estados adyacentes se denomina: límite de contracción entre los estados sólidos y semi-sólido límite plástico entre los estados semi-sólido y plástico y -- por último límite líquido entre los estados plásticos y líquido,

A la diferencia de contenido de humedad en el límite plástico y en el límite de construcción, que es el rango en que un suelo se encuentra en estado semi-sólido, se denomina índice de contracción.

El Dr. A. Casagrande, ideó una para clasificar los suelos finos a partir del límite líquido y el índice plástico.

El límite líquido se encuentra mediante un dispositivo llamado copa de Casagrande, con la cual se determina el contenido de humedad con el que una ranura, practicada en una porción del suelo se cierra con 25 golpes de la copa sobre una base.

El límite plástico es la mínima humedad con la cual se puede formar, con una porción del suelo, con un rollo de aproximadamente 3.2 mm. de diámetro sin que se agriete o demore.

Si se disminuye el contenido de humedad de un suelo en estado plástico, este se va contrayendo hasta llegar a un punto en el cual el suelo ya no se contrae; al contenido de humedad por debajo el cual ya no se produce ninguna contracción, se le llama límite de contracción.

Para clasificar los suelos gruesos como bien o mal graduados se utilizan unos coeficientes que se llaman de uniformidad y de curvatura.

El coeficiente de uniformidad se define como el cociente del diámetro del 60% que pasa las mallas dividido por el diámetro del 10% que pasa,

$$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}}$$

Para gravas, si esta relación es mayor de 4, se considera que están bien graduadas según este coeficiente.

Para arenas el coeficiente de uniformidad debe ser mayor al 6,

El coeficiente de curvatura se define como el cociente entre el cuadro del 30% y el producto del 10% y el 60% que pasa las mallas.

$$C_c = \frac{D_{30}^2}{D_{10} \times D_{60}}$$

Tanto para gravas como para arenas, el valor del coeficiente de curvatura, debe estar entre 1 y 3 para considerarse como bien graduadas.

Proporcionamos a continuación la equivalencia de símbolos del sistema unificado de clasificación de suelos y las que aparecen en el instructivo para ensaye de suelos de S.A.R.H. 1967.

| | SISTEMA UNIFICADO | S.A.R.H. |
|----|------------------------------|----------|
| Gw | Grava bien graduada | Gb |
| Gp | Grava mal graduada | Gm |
| Gm | Grava limosa | Gl |
| Gc | Grava arcillosa | Gb |
| Sa | Arena bien graduada | Ab |
| Sp | Arena mal graduada | Am |
| Sm | Arena limosa | Al |
| Sc | Arena arcillosa | Ab |
| Ml | Limo poco compresible | Lp |
| Cl | Arcilla poco plástica | Bp |
| Dl | Suelo orgánico como plástico | Op |
| Mh | Limo muy compresible | Lc |
| Ch | Arcilla muy plástica | Bc |
| Dh | Suelo orgánico muy plástico | Oc |
| Pt | Turba | T |

Sería conveniente que la S.A.R.H. adoptara definitivamente el sistema unificado, el cual se utiliza en todo el mundo y oficialmente dentro de la Sociedad Internacional de Mecánica de Suelos.

Debe hacerse notar que es necesario conocer la gráfica granulométrica de un suelo y su grado de plasticidad o compresibilidad, para tener una idea aproximada del comportamiento que puede esperarse de ese suelo.

No es aconsejable plantear y tratar de resolver un problema de suelos sin más base que su símbolo de clasificación especialmente en los casos de suelos cuya clasificación no está bien definida.

Todos los suelos que van a servir como material de construcción en bordos de canales y drenes, así como los que resultan en talud por la excavación de la cuneta, son susceptibles de falla desde el momento en que van a formar parte de una estructura. Existen otros que en forma de rellenos son igualmente importantes porque serán el apoyo de alcantarillas, sifones, diques, puente canal y hasta terracerías o carpetas asfálticas en caminos, etc., los cuales no son examinados por un experto pueden dar lugar a asentamientos y causarles daño.

Las fallas más frecuentes en los bordos de canales, son los causados por filtración, asentamiento y deslizamiento o derrumbre.

Las primeras ocasionan pérdidas de agua, de manera tal que en ocasiones pueden ser totales. Se puede permitir un límite en cuanto a la magnitud de esas pérdidas, el cual ya rebasado, justificará el que se empleen revestimiento, siempre y cuando el área por regar y la solidad agrológica de los suelos. También justifiquen esos revestimientos.

En cuanto a las segundas, en canales revestidos ocasionan el rompimiento de las losas o mamposterías, pudiendo en algunos casos ser permitidos cuando no existe tal revestimiento y en aquellas en que la geometría del canal o dren no se vea afectada sensiblemente y en los que no aparezcan filtraciones ocasionados por grietas.

Por lo que respecta a deslizamientos, es de suponerse que solo un material de baja calidad en cuanto a propiedad mecánicas, será el más susceptible a este tipo de falla y requiera por lo tanto taludes.

Existe un factor importante, el cual puede decirse contro la estos 3 tipos de falla: La compactación, esta para que sea de buena cali--dad, quedará sujeta a la energía proporcionada por el equipo, de acuerdo con el espesor de las capas y números de pasadas requeridas con la humedad óptima a manera de obtener pesos volumétricos mínimo del 95%, con relación al de la prueba Proctor S.A.R.H.

En general se puede decir que un terraplén compactado con humedad y espesor de capas inadecuadas, producen pesos volumétricos bajos aun que el número de pasadas, supervisado por la Residencia sea el especificado.

Es necesario hacer énfasis en cuanto al control de los terraplén, pues es sabido que cuando están mal compactados son susceptibles a las tres fallas citadas anteriormente,

Tratándose de materiales de relleno en zonas que sirven - de apoyo a diversas estructuras. También se requiere que sean compactados adecuadamente, a fin de evitar asentamientos que afectarían a las mismas estruc--turas.

Los asentamientos producidos en las plantillas de los ca--nales, se deben en ocasiones a materiales de origen eólico, limosos, sin cohe--ción, en estado natural se encuentran sueltos, por lo que al llenarse la es--trutura se reacomodan y sobreviene la falla cuyo tipo ha dado lugar a los --llamados suelos colapsibles. Para mejorar las propiedades mecánicas de tales--suelos, es preciso proporcionar un tratamiento a lo largo del trazo, a fin de aumentar su peso volumétrico.

No debemos dejar de mencionar a las arcillas expansivas, las cuales manifiestan cambios volumétricos en algunas ocasiones de suma importancia, debido a variaciones de humedad. Estos suelos están formados de partículas muy finas, las cuales debido a su composición mineralógica son -- muy activas, entendiéndose como tales a aquellos suelos en particular montmorilloníticas (los más activos), cuyas moléculas de aguas circundante influenciadas por las cargas eléctricas negativas del mismo, alcanzan un espesor de 0.5 micrones, el cual comparado con las demás arcillas es muy grande. El comportamiento del agua dentro de esta zona, dista mucho de ser tal, ya que en los límites con la partícula de suelo es prácticamente el de un sólido decreciendo dicho comportamiento en forma gradual a medida que consideramos moléculas más distantes.

Se ha observado que mientras se utilice un material de esta naturaleza con una compactación alta, los hinchamientos consecuencia de la saturación son mayores y los empujes sobre canales revestidos son tales que provocan la fractura o dislocación de las losas. Por otra parte, se ha sugerido que para contrarrestar esta expansión, se procure proporcionar una compactación menor a los terraplenes, pero se ha llegado a resultados opuestos o sea que la falla es debida a asentamientos por falta de compactación.

En general es difícil el enfrentamiento con estos materiales para los cuales lo mejor que puede hacerse es evitar cambios de humedad, colocando filtros de manera que conduzcan las percolaciones a zonas que no ofrezcan peligro para los canales y revistiendo estos en forma en extremo cuidadoso, para evitar estas filtraciones al máximo.

Como consecuencia el costo unitario de las obras sobre estos materiales es elevado en comparación con otras, cuales no exista tipo de suelo.

Para estimar los cambios volumétricos probables en materiales expansivos w.g. Holtz, ha propuesto la siguiente tabla basándose en porciento de índices de plasticidad y límites de contratación.

DATOS DE PRUEBA DE IDENTIFICACION

| CONTENIDO COLOI DAL (% 0.001, - MM) | INDICE DE PLASTICI- DAD. | LIMITE DE CONTRATA- CION. | EXPANSION PROBABLE CAMBIO VOLUMETRICO No. %(SECO A SATU- RADO) | GRADO A EXPANSION |
|---|--------------------------------|---------------------------------|---|-------------------------|
| 28 | 35 | 11 | 30 | MUY ALTO |
| 20-31 | 25-41 | 7-12 | 20-30 | ALTO |
| 13-23 | 15-28 | 10-16 | 10-20 | MEDIO |
| 15 | 18 | 15 | 10 | BAJO |

C).- ELABORACION Y CALCULO DEL PROYECTO

Para llevar a cabo el proyecto de las redes de distribución, drenaje, caminos y obras auxiliares que constituyen un sistema de riego, es indispensable contar con una serie de estudios previos de mayor o menor detalle, según la magnitud del proyecto de que se trate, estos estudios son los siguientes:

- A).- TOPOGRAFICOS.
- B).- CLIMATOLOGICOS
- C).- GEOLOGICOS
- D).- HIDROLOGICOS
- E).- AGROLOGICOS
- F).- SOCIOECONOMICOS.

A).- TOPOGRAFICOS.

Los estudios topográficos, nos permiten con un plano topográfico a una escala adecuada, que contenga los controles horizontal y vertical, distancias, elevaciones principales de apoyo y los que sirvieron de base para la configuración del terreno, la cual deberá estar dibujada con equidistancia de un metro entre curvas de nivel; así mismo, dicho plano deberá contener los principales detalles del terreno, tales como: Ríos, arroyos, caminos, vías férreas, líneas de transmisión, centros de población.

Sobre estos planos topográficos que pueden estar a escala de 1:5000 ó 1:20000 se proyectan las redes de distribución, drenaje, caminos y varias obras que constituirán la zona de riego.

B).- CLIMATOLÓGICOS.

Los datos climatológicos que se requieren son temperaturas precipitación, evaporación, vientos dominantes helados, etc., - considerados en su presentación más probable, así como los datos más extensos.

C).- GEOLOGICOS.

D).- HIDROLOGICOS.

Los estudios hidrológicos nos proporcionan una serie de datos muy importantes para el proyecto y su utilidad dependerá de la cantidad y veracidad de los mismos, entre ellos podemos citar los regímenes de las corrientes y sus hidrogramas respectivos, avenidas máximas con su poder destructivo y gastos mínimos de estrage, poder de arrastre de las corrientes, estabilidad de los cauces, coeficiente de escurrimento, índice de infiltración, etc.

E).- AGROLOGICOS.

Los estudios ejecutados por un especialista en suelos nos permiten contar con planos de clasificación de suelos por calidad, por su origen y formación por uso actual y por uso futuro y que se basan en las características de espesor, textura, compacidad, estructuras permeabilidad, pendiente, características de su drenaje interno: PH, salinidad, propensión a las inundaciones de grado onosión, etc.

Otros datos que nos proporcionarían los estudios agrorológicos serán: Calidad de agua, calidad de agua para riego usos consuntivos, coeficientes de riego y uso de la tierra.

F).- Los estudios socioeconómicos nos proporcionarán datos como terracería de la tierra, números de usuarios, familias beneficiarias, capacidad-económica actual y futura análisis de mercados, etc.

CALCULOS DEL CANAL PRINCIPAL

La capacidad del canal principal depende de un número de circunstancias y factores que no son fáciles de estimar y que son diferentes para cada problema.

Estos factores pueden agruparse en:

- 1.- Necesidades de cultivos.
- 2.- Pérdidas y desperdicios.
- 3.- Métodos de Riego.
- 4.- Características de las fuentes de abastecimientos.
- 5.- Distribución mensual de la demanda.

Cuando no se disponga de la información necesaria conforme a los conceptos anunciados, para una determinación racional de las necesidades del agua para cultivos, o no se tengan datos de Distritos ó Unidades de Riego en Operación, bajo condiciones similares al que va a ponerse en explotación, se recomienda como guía para determinar la cantidad de agua, se suministrará por unidad de superficie para condiciones normales de cultivo, de clima, de suelos y hábitos de riego de los usuarios. La gráfica que fué construída en base a la integración de diferentes coeficientes y que, sobre este aspecto, recomienda la S.A.R.H. tratando de evitar dobles valores de gastos para determinadas superficies.

En esta gráfica quedan comprendidas las pérdidas por conducción en condiciones normales y por aplicación en la parcela, dando valores conservadores para cultivos de cierto requerimiento de agua, quedando por verificarse en la práctica. Generalmente el criterio que se debe seguir para el diseño de la sección de los canales, está determinado por las condiciones críticas de riego, esto es que en un tiempo crítico se tengan que regar el máximo número de cultivos y la máxima superficie.

Al tiempo crítico de riego se le puede definir como el tiempo en días que se necesita para regar la mayor superficie con un cultivo que tenga un uso continuo máximo, para evitar que la parte última de la superficie regada llegue al P.M.P. (punto de marchitamiento permanente) y deje de subsistir la planta.

ESTRUCTURAS DE UN SISTEMA DE DISTRIBUCION

Son las que permiten conducir el agua a las zonas de riego derivando y regulando volúmenes, salvando desniveles topográficos, así como obstáculos de acuerdo a estas consideraciones, las estructuras de un sistema de distribución se clasifican en:

- a).- De conducción
 - Transiciones
 - Caídas
 - Rápidas

- b).- De cruce
 - Sifones
 - Puentes canales
 - Alcantarillas
 - Acueductos

- c).- De control
 - Partidores
 - Tomas granjas, laterales, sublaterales y ramales.
- d).- De protección
 - Vertedores
 - Obras limitadoras
 - Alcantarillas de Paso Inferior
 - Aliviaderos
 - Escurrideros
- e).- Misceláneas
 - Trampas de graya
 - Decantadores
 - Estructuras afanadoras
 - Puentes
 - Vados

Para este tipo de obras que por lo general construye la S.A.R.H. las estructuras que más se utilizan son las de conducción de cruce y de control, para vez se construyen de los restantes.

CAPACIDAD DE CANALES.

La capacidad de los canales depende de un gran número de circunstancias y factores que no son fáciles de estimar y que son diferentes para cada problema.

Puede agruparse en:

- 1.- Superficie por regar
- 2.- Características de las fuentes de abastecimiento.
- 3.- Cultivos.
- 4.- Disponibilidad hidráulica.
- 5.- Métodos de distribución.
- 6.- Suelos.
- 7.- Calidad de obra,
- 8.- Régimen Pluviométrico.
- 9.- Otros.

1).- Superficie.-

A mayor superficie corresponderá regularmente mayor capacidad unitaria de proyecto. En una superficie pequeña, es probable -- que se reúnan condiciones adversas de suelos, de cultivos, de técnicas de riego, de monocultivo, etc. En cambio en una área mayor es poco probable que todos los factores tengan adversos.

2).- Fuentes de abastecimientos.-

Aguas controladas requieren menor coeficiente que -- aguas broncas que hay que aprovechar en un período dado.

3).- Cultivos.-

Un área con agricultura diversificada, presentará una "cresta" menor en su demanda de riegos que la misma área con agricultura de monocultivo.

4).- Disponibilidad Hidráulica.-

Ligado con lo anterior un Distrito con disponibilidad suficiente, desarrolla generalmente una agricultura diversificada, mientras que, disponibilidades precarias, determinan monocultivos. En el primer caso son frecuentes cultivos de alto consumo y en el segundo de bajo consumo.

5).- Métodos de Distribución.-

La capacidad unitaria de canales es decreciente en el siguiente orden de Métodos de Distribución: Demanda, libre, demanda semanal, tandeo. En el primero el usuario determina tiempo y gasto; en el segundo, solo gasto, ya que el tiempo dentro de la semana, lo fija el Dis--

trito; finalmente en tandeo, el Distrito fija tiempo y gasto.

6).- Suelos.-

Factor ligado a la eficiencia de consucción, parcelaría y a la frecuencia de riego. Las áreas con suelo ligeros requieren capacidades unitarias mayores que las áreas de suelos arcillosos.

7).- Calidad de Obra.-

Afecta condición, control y eficiencia.

8).- Régimen pluviométrico.-

La mejor agricultura de riego es la que se practica en zonas desérticas, porque el riego admite planeación. En zonas de lluvias importantes, es conveniente desarrollar en los Distritos una oficina completa de climatología y determinar valores de la lluvia aprovechable.

ELECCION DE LA SECCION

El instructivo para el diseño de canales y sus estructuras menores editado por la S.A.R.H., es un valioso auxiliar para el proyecto de los canales, ya que cuenta con una serie de tablas que sirven -- como auxiliares para determinar las secciones tipo que deben usarse al -- proyectar canales para diversos gastos y pendientes, taludes y coeficientes de rugosidad. En estas tablas se entra con el gasto y la pendiente de terminando así la velocidad y tirantes, así como la sección tipo del canal cuyas características aparecen en las tablas,

En caso de no tenerse en la mano dicho instructivo, se procederá por el método tradicional de tanteos, aplicando las fórmulas ampliamente conocidas con Continuidad y Manning,

$$Q = A.V.$$

$$V = \frac{r^{2/3} S^{1/2}}{n}$$

Procurando diseñar "Sección de máxima eficiencia Hidráulica" para canales revestidos de concreto y "Secciones Práctica" para canales de tierra,

Para que no haya depósitos de los materiales sólidos en suspensión, ni erosión en el canal de tierra, la velocidad deberá estar comprendida entre 50 y 80 cm/seg.

Si el canal está excavado en materiales de mayor consistencia que la tierra, tales como tepetate y tobas, se podrán considerar velocidades hasta 1,20 m/seg. En caso en que los canales estén alojados en roca sana y compacta, o revestidos de mampostería o concreto, se aceptaron velocidades de 2.0 m/seg. y mayores.

SECUELA DE CALCULO PARA CALCULAR LOS COEFICIENTES UNITARIOS DE RIEGO
(METODO BLANEY Y CRIDDLE)

A).- ESTUDIO DE FACTIBILIDAD TECNICA Y SOCIOECONOMICO DEL DISTRITO DE RIEGO

1.- Aspectos físicos.

- 1.1. Ubicación y Delimitación.
- 1.2. Fisiografía
- 1.3. Clima
- 1.4. Hidrografía.
- 1.5. Suelos.
- 1.6. Vegetación

2.- Aspectos demográficos y sociales.

- 2.1 Aspectos demográficos.
- 2.2. Aspectos sociales.

3.- Agricultura.

- 3.1. Clasificación de tierras.
- 3.2. Economía de la producción.
- 3.3. Evolución de la agricultura de riego.

4.- Ganadería.

- 4.1. Importancia económica.
- 4.2. Inventario y valor de la producción.
- 4.3. Perspectivas de la ganadería.

5.- Silvicultura.

6.- Pesca.

7.- Industria comercial, y los servicios.

8.- Infraestructura.

9.- Aspectos institucionales y legales.

- 9.1. Instituciones de Crédito.
- 9.2. Tenencia de la Tierra en el Estado.

10.- Registro de temperaturas medias en °C de la Estación Climatológica se encuentre dentro de la zona de estudio.

11.- Registro de lluvias mensuales en mm.

12.- Fechas de siembra de los cultivos.

13.- Anexo de los planos de la zona en estudio.

COEF. UNITARIOS DE RIEGO DE LA S.A.R.H.

CANALES REVESTIDOS

| SUP. (HAS) | COEF. (L./SEG/HA.) |
|---------------|--------------------|
| 0 - 100 | 2.4 |
| 100 - 133 | 2.3 |
| 132 - 166 | 2.2 |
| 166 - 199 | 2.1 |
| 200 - 500 | 2.0 |
| 500 - 600 | 1.9 |
| 600 - 700 | 1.8 |
| 700 - 800 | 1.7 |
| 800 - 900 | 1.6 |
| 900 - 1000 | 1.5 |
| 1000 - 1500 | 1.4 |
| 1500 - 2000 | 1.3 |
| 2000 - 3000 | 1.2 |
| 3000 - 4000 | 1.1 |
| 4000 - 10000 | 1.0 |
| 10000 - ó más | 1.0 |

CANALES DE TIERRA

| | |
|------------------|----------|
| 0 - 100 | 2.4 Lts. |
| 100 - 150 | 2.3 |
| 150 - 200 | 2.2 |
| 200 - 500 | 2.1 |
| 500 - 625 | 2.0 |
| 625 - 750 | 1.9 |
| 750 - 875 | 1.8 |
| 875 - 1000 | 1.7 |
| 1000 - 1500 | 1.6 |
| 1500 - 2000 | 1.5 |
| 2000 - 3000 | 1.4 |
| 3000 - 4000 | 1.3 |
| 4000 - 10000 | 1.2 |
| Mayor de - 10000 | 1.1 |

D).- CONSTRUCCION PESADA

En toda obra hay conceptos que son los que significan el mayor volumen de obra, y por lo tanto son los que tienen la mayor partida del presupuesto y mayor tiempo para su realización, a continuación tenemos los conceptos que en la construcción de canales y drenes son los más representativos en su realización y al conjunto de estos conceptos le llamaremos "Construcción Pesada".

CONCEPTO DE TRABAJO

D E S C R I P C I O N :

DESPALME DE BANCOS DE PRÉSTAMO Y ZONAS DE CONSTRUCCION EN MATERIAL COMUN POR METRO CUBICO DE DESPALME.

1o.- DEFINICION Y EJECUCION:

Se entenderá por desplame la remoción de las capas superficiales del terreno natural cuyo material no sea aprovechable para la construcción y/o conservación de las obras que se encuentran localizadas sobre los bancos de préstamo. También se entenderá por despalmé la remoción de las capas de terreno natural que no sean adecuadas para la cimentación o desplante de un terraplen.

Se denominará banco de préstamo el lugar del cual se obtengan materiales naturales que se utilicen en la construcción y/o conservación de las obras.

Previamente a este trabajo, la superficie de despalmé, deberá haber sido desmontada según las estipulaciones de las especificaciones.

El material producto del despalmé, deberá ser retirado fuera de la superficie del banco de préstamo que se va explotar y colocado en la zona de libre colocación o en aquella que señale el Ingeniero.

2o.- MEDICION Y PAGO

La medición de los volúmenes de material excavado para efectuar el despalme, se hará tomando como unidad el metro cúbico y empleando el método de promedio de áreas extremas. El resultado se considerará en unidades completas.

El movimiento del material producto del despalme fuera de la zona de libre colocación le será pagado al contratista de acuerdo con las especificaciones generales y técnicas de la extinta S.R.H.

CONCEPTO DE TRABAJO

DESCRIPCION:

FORMACION DE BORDOS O TERRAPLENES COMPACTADOS CON RODILLO CON MATERIAL PRODUCTO DE BANCO DE PRESTAMO LATERAL HECHO CON TRACTOR, CON MOVIMIENTO NO MAYOR DE 40 METROS.

1.- DEFINICION Y EJECUCION:

El trabajo consiste en efectuar todas las operaciones necesarias para construir sobre el terreno natural, los bordos o terraplenes que se requieran según el proyecto y/o las órdenes del Ingeniero, ó bien completar hasta la sección de proyecto los bordos parcialmente construídos.

2.- ACTIVIDADES REQUERIDAS PARA LA EJECUCION DE LOS TRABAJOS:

- a).- LA EXTRACCION DE LOS MATERIALES EN EL PRESTAMO LATERAL Y LOS MOVIMIENTOS NO MAYORES DE 40 MTS. REQUERIDOS PARA COLOCAR EL MATERIAL EN EL SITIO DE SU UTILIZACION.
- b).- LA FORMACION DE BORDOS O TERRAPLENES Y RELLENOS COMPACTADOS AL 90% DE LA PRUEBA PROCTOR COMO MINIMO.
- c).- EL REGRESO DEL MATERIAL DE DESPERDICIO PARA NIVELAR PRESTAMOS O AMPLIAR ANCHOS DE CORONA DE BORDOS.
- d).- RASTREO DE AFINE A LOS TERRAPLENES PARA PERMITIR SUS ACABADOS.
- e).- CUALQUIER OTRO TRABAJO QUE SEA NECESARIO PARA CONSTRUIR LOS TERRAPLENES.

3.- REQUISITOS TECNICOS Y CONSTRUCTIVOS MINIMOS QUE DEBEN CUMPLIRSE PARA LA RECEPCION SATISFACTORIA DEL TRABAJO.

Los terraplenes deberán ser construídos con material producto de préstamo lateral, previa autorización del Ingeniero.

Previamente a la construcción de un bordo o terraplén, el terreno sobre el cual se desplantará deberá haber sido desmontado, despalmado y escarificado, todo ello de acuerdo a las especificaciones generales y técnicas de construcción.

El material utilizado para la construcción de terraplenes, deberá estar libre de troncos, ramas, etc. y en general de toda materia vegetal. El material utilizado para la construcción de terraplenes, será colocado en capas sensiblemente horizontales de espesor uniforme menor o igual a 20 (veinte) cms. cuando por la naturaleza del material utilizado en la formación de los bordos o terraplenes, se requiere agregar agua a dicho material para obtener las condiciones adecuadas en la compactación, ésta se adicionará según las ordenes del Ingeniero y el pago de estos trabajos se liquidará al Contratista por separado, de acuerdo con las especificaciones.

Deberá tenerse cuidado de establecer la liga entre una capa y otra, escarificando si esto es necesario.

Ningún punto de la sección de terraplén terminado, deberá quedar a una distancia mayor de 10 cms. del correspondiente de la sección de proyecto, cuidándose que esta desviación no se repita en forma sistemática.

4.- EQUIPO (MAQUINARIA Y/O PERSONAL) QUE SE CONSIDERA COMO EL MAS ADECUADO.

Para la ejecución de este trabajo se requiere de un tractor sobre orugas D7, un rodillo liso vibratorio de jalón y un tractor agrícola John Deere 4235, o maquinaria similar a estas.

5.- MEDICION Y PAGO

La formación de los terraplenes se medirá tomando como unidad el metro cúbico con aproximación de 1.0 (una decimal) la determinación de volumen se hará utilizando el método de promedio de áreas extremas en estaciones de 20 metros o las que se requieran, según la configuración del terreno.

Se estimará para fines de pago los volúmenes comprendidos entre la superficie del terreno natural y la sección de los terraplenes construidos, según el proyecto y/o las órdenes del Ingeniero.

No se estimarán para fines de pago los volúmenes del terraplén construido fuera de las indicaciones del proyecto y/o las órdenes del Ingeniero.

CONCEPTO DE TRABAJO

DESCRIPCION:

SUMINISTRO DE AGUA MEDIANTE EL EMPLEO DE "PIPA" PARA LA FORMACION DE REVESTIMIENTO DE CAMINOS,

DEFINICION:

Se entenderá por suministro de agua para compactación de terraplenes el conjunto de operaciones que debe efectuar el Contratista para disponer en el lugar de las obras, del agua necesaria para la compactación de terraplenes.

ACTIVIDADES REQUERIDAS PARA LA EJECUCION DE ESTOS TRABAJOS:

Por el precio unitario establecido para este concepto, el Contratista se obliga a efectuar las siguientes operaciones:

- I La carga del agua mediante el empleo de bombas a las "Pipas"
- II El acarreo de agua dentro del primer kilómetro.
- III La descarga del agua en los sitios de utilización, directamente en los bordos y con el equipo adecuado para dar a las terracerías riegos uniformes - que permitan lograr la humedad óptima requerida

REQUISITOS TECNICOS Y CONSTRUCTIVOS MINIMOS:

- I El agua que suministre el Contratista, deberá ser razonablemente limpia.
- II El agua deberá descargarse dando riegos uniformes a las terracerías, de tal manera que se incorpore al material la cantidad de agua por metro cúbico que el Laboratorio de Materiales del Distrito determine como necesaria para lograr la humedad óptima.

EQUIPO ADECUADO:

Se considerará como equipo adecuado para la ejecución de estos trabajos, un camión Pipa Diesel de 8,0 metros cúbicos de capacidad, equipado con bomba de 3" y equipo para riego.

5.- MEDICION Y PAGO:

El suministro de agua se medirá en metros cúbicos con aproximación de una decimal. La compensación al Contratista por el suministro de agua para la compactación de terraplenes se determinará aplicando el volumen de agua efectivamente suministrada, el precio unitario señalado en el Contrato -- para el concepto correspondiente.

La determinación de los volúmenes de agua efectivamente suministrada, se hará multiplicando el volumen de terraplén compactado (y aceptado por la Secretaría), por la cantidad de agua que haya determinado el Laboratorio del Distrito, como requerida en cada metro cúbico de terraplén formado.

No se estimará para fines de pago, los volúmenes de agua que hayan sido utilizados para la formación de bordos que no sean recibidos satisfactoriamente por la Secretaría ni aquellos utilizados fuera de lo ordenado -- por el Ingeniero.

El acarreo del agua a una distancia mayor de un kilómetro, se le estimará por separado al Contratista de acuerdo a las especificaciones.

CONCEPTO DE TRABAJO

DESCRIPCIÓN:

EXCAVACION DE CANALES Y/O DRENES CON EQUIPO MECANICO EN MATERIAL COMUN, CUANDO EL VOLUMEN EXCAVADO SEA MENOR DE 1000 M³/KM.

1.- DEFINICION Y EJECUCION:

El trabajo consiste en efectuar las excavaciones que se requieran para formar cubetas de los canales y/o drenes. Los taludes y las plantillas de dichas excavaciones se afinarán de manera que ningún punto de la sección excavada quede a una distancia mayor de 10 cms. del correspondiente de la sección de proyecto. Los materiales excavados serán dispuestos lateralmente para la formación de los bordos del canal o dren. Estos trabajos deberán quedar a satisfacción de la Secretaría.

2.- MEDICION Y PAGO:

La excavación de canales y/o drenes se medirá tomando como unidad el metro cúbico con aproximación a una decimal, usando el método del promedio de áreas extremas en estaciones de 20 metros o las que se requieran según la configuración del terreno.

Para efectos de pago se estimarán los volúmenes excavados comprendidos entre la superficie del terreno y las superficies definidas para la excavación por el proyecto y/o las órdenes del Ingeniero. No se estimarán las líneas de proyecto y/o las indicaciones del Ingeniero, ni aquellos volúmenes de excavación cuyos materiales no hayan sido correctamente dispuestos en los bordos, según las líneas de proyecto y/o las instrucciones del Ingeniero.

POR EL PRECIO UNITARIO CONSIGNADO EN EL CONTRATO PARA ESTE CONCEPTO, SE PAGARAN EXCLUSIVAMENTE LOS VOLUMENES EXCAVADOS DENTRO DE LAS LINEAS Y NIVELES DE PROYECTO Y/O DE ACUERDO CON LAS ORDENES DEL INGENIERO,

CONCEPTO DE TRABAJO

DESCRIPCION:

EXCAVACION DE CANALES Y/O DRENES EN TEPETATES CON DUREZA MENOR O IGUAL A 5, CALICHES Y CONGLOMERA, DOS CON EQUIPO MECANICO, CUANDO EL VOLUMEN EXCAVADO SEA MAYOR DE 1000 Y MENOR DE 3000 m³/Km.

1.- DEFINICION Y EJECUCION:

El trabajo consisten en efectuar las excavaciones que se requieran para formar cubetas de los canales y/o drenes, Los taludes y las plantillas de dichas excavaciones se afinarán de manera que ningún punto de la sección excavada quede a una distancia mayor de 10 cms. del correspondiente de la sección de proyecto. Los materiales excavados serán dispuestos lateralmente.

Estos trabajos deberán quedar a satisfacción de la Secretaría.

2.- MEDICION Y PAGO:

La excavación de canales y/o drenes se medirá tomando como unidad el metro-cúbico con aproximación de una decimal, usando el método del promedio de áreas extremas en estaciones de 20 metros o las que se requieran según la configuración del terreno.

Para efectos de pago se estimarán los volúmenes excavados comprendidos entre la superficie del terreno y las superficies definidas para la excavación por el proyecto y/o las órdenes del Ingeniero. No se estimarán para fines de pago las excavaciones hechas por el Contratista, ni aquellos volúmenes de excavación cuyos materiales no hayan sido correctamente dispuestos en los bordos según las líneas de proyecto y/o las instrucciones del Ingeniero.

POR EL PRECIO UNITARIO CONSIGNADO EN EL CONTRATO PARA ESTE CONCEPTO, SE PAGARAN EXCLUSIVAMENTE LOS VOLUMENES EXCAVADOS DENTRO DE LAS LINEAS Y NIVELES DE PROYECTO Y/O DE ACUERDO CON LAS ORDENES DEL INGENIERO.

CONCEPTO DE TRABAJO

DESCRIPCION :

FABRICACION Y COLOCACION DE CONCRETO PARA REVESTIMIENTO DE CANALES CON ACABADO A MA NO.

DEFINICION:

Por el precio unitario consignado en el catálogo para éste Concepto, el Contratista hará todas las operaciones necesarias para fabricar el concreto para el revestimiento de canales de acuerdo con el proyecto y/o las órdenes -- del Ingeniero.

ACTIVIDADES REQUERIDAS PARA LA EJECUCION DE LOS TRABAJOS:

Comprenderá las siguientes operaciones:

- a).- La elaboración y colocación del concreto.
- b).- La instalación completa de clasificadoras, dosificadoras y revolvedoras de concreto, incluye los trabajos necesarios para acondicionar los partios de almacenamiento para los agregados.
- c).- El empleo de vibradores de acuerdo a Especificaciones Generales y Técnicas de Construcción de la extinta S.R.H.
- d).- El ranurado de las juntas de acuerdo a las Especificaciones del proyecto.
- e).- La resistencia del concreto a la compresión, será de 140 Kg/cm^2 como mínimo.

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

3.- REQUISITOS TECNICOS Y CONSTRUCTIVOS MINIMOS QUE DEBEN CUMPLIRSE PARA LA RECEPCION SATISFACTORIA DE LOS TRABAJOS.

Si el contratista suministrara el cemento en sacos, deberá almacenarlos en locales debidamente acondicionados para este fin. El cemento se colocará sobre plataforma de madera con ventilación para circulación del aire, que estén sobre el piso de la bodega como mínimo a 15 cms. y como altura máxima, la correspondiente a 12 sacos de cemento.

El almacenamiento deberá clasificarse y estibarse, separando las distintas remesas, de modo que puedan emplearse en el mismo orden cronológico en que fué recibido, además si el cemento es de varias fábricas, se estibarán por marcas, con el fin de que no sean elaborados concretos que contengan cemento proveniente de diferentes fábricas,

Si el Contratista suministrara el material a granel, deberá almacenarlos en silos, y estos deberán estar equipados con los dispositivos necesarios de manera que puedan descargarse totalmente y no permitan que permanezca pegados y/o atrapados residuos de las cargas del cemento al descargarse.

Las mermas ocasionadas por el manejo del cemento, serán por cuenta del Contratista,

La elaboración de concreto se sujetará precisamente a las "Especificaciones Generales y Técnicas de Construcción de la Secretaría".

La temperatura del concreto en el colado, no deberá ser mayor de 32 (treinta y dos) grados centígrados, en los colados de concreto durante el verano se emplearán medios efectivos, como regado del agregado, enfriando el-

agua mezclada, colados de noche y otros medios apropiados para mantener la temperatura del concreto. En caso de tener temperaturas menores de 4.0 (cuatro) grados centígrados en el sitio de la obra. No se harán colados de concreto.

El equipo de mezclado será en cada caso el indicado para el concreto a utilizar. En caso de que el Contratista desee emplear camiones agitadores como mezcladores de concreto, deberá contar con la autorización previa del Ingeniero, para que le indique el tipo de mezclador a utilizar. Para el caso de revolventes estacionarias, la Secretaría de Obras Públicas admitirá menores de 1 saco de capacidad y para cada colado el Ingeniero indicará el número de revolventes, con el objeto de que el colado no se ponga a trabajar indebidamente o se produzcan juntas frías.

Adicionalmente a las Especificaciones anteriores, se establecen como complementarias las siguientes:

Previamente a la colocación del concreto, deberá humedecerse los taludes o formas de madera que forman el respaldo del concreto.

Generalmente al concreto para el resado de taludes se colocará de abajo para arriba, es decir, primeramente las porciones inferiores del mismo y posteriormente las superiores a medida que avanza el colado, sin embargo el contratista podrá usar cualquier otro tipo de procedimiento si previamente

Para evitar ondulaciones en la banquetas del canal que aparte de presentar mal aspecto, se traducirá en disminución del bordo libre, las excavaciones deberán quedar estrictamente dentro de las tolerancias anteriormente descritas.

El acabado del concreto deberá ser el que deje una forma metálica deslizada limpia, dando por resultado una superficie limpia y uniforme, libre de manchas y marcas de cualquier clase a satisfacción de la Secretaría.

El ranurado de las juntas en el concreto aún fresco, se hará por medio de puntos o ganchos operados normalmente por los albañiles que hagan el acabado de los revestimientos por medio del aparejo con la forma deslizada, en el que se insertarán herramientas similares y las cuales al trasladar toda la forma, dejarán hendiduras contínuas.

El ranurado de las juntas deberá hacerse con las dimensiones y disposiciones que indiquen los planos de proyecto.

Si el equipo que esté usando el contratista para el revestimiento de los canales, no le permite interrumpir el colado, se le admitirá que el revestimiento lo efectúe sin interrupciones en dichas secciones y demuela posteriormente la parte del revestimiento necesario para alojar las estructuras, pero no se le estimará para fines de pago el concreto demolido o removido.

Lo anterior deberá considerarlo el contratista como solución alterna o transportar su equipo en cada estructura, igualmente se han previsto estructuras provisionales, pero el que éstas interrumpan la construcción, dependerá de la programación que el contratista formule para sus obras.

Todo el concreto que de acuerdo con lo estipulado o con lo ordenado por el Ingeniero sea demolido, será depositado en los sitios que lo indique el Ingeniero.

Si en la sección en que el contratista remueva el concreto para alguna estructura o bien interrumpa el revestimiento para el mismo objeto, las superficies de la excavación se erosionen, enloden, encharquen o sufran cualquier otro deterioro, será por cuenta del contratista, así como también los trabajos que tengan que efectuar para corregir los defectos. - El exceso de material que se emplee, se considerará como relleno en "Sobre excavaciones" y serán por cuenta del Contratista.

El Ingeniero está facultado para suspender parcial o totalmente los colados, cuando a su juicio el colado no satisfaga las especificaciones.

El tamaño máximo de agregados, será estipulado en Especificaciones Generales para cada espesor de muro, con una granulometría que reúna los requisitos de las gráficas correspondientes.

Antes de efectuar el colado de los taludes y plantilla del canal o dren, el contratista deberá abatir el nivel del manto freático en los lugares en que éste se encuentre arriba de la subrasante, para que las operaciones de colado se efectúen en seco.

Cuando sea necesario se construirá una ataguía en tierra, sacos de tierra, arena o cualquier otro material aprobado por el Ingeniero.

4.- EQUIPO (MAQUINARIA Y/O PERSONAL) QUE SE CONSIDERA COMO EL MAS ADECUADO

Para la ejecución de este trabajo, se requiere de una revoladora de un saco, un vibrador y una cuadrilla, integrado por un carpintero, 2 albañiles, 13 peones y 1 cabo.

5.- MEDICION Y PAGO:

Para efectos de pago, el Ingeniero determinará en metros cúbicos con -- aproximación de 1,0 (una) decimal, los volúmenes colocados de acuerdo -- con sus órdenes y a su satisfacción medidos conforme a las dimensiones-- mostradas en el proyecto.

Queda estipulado que no se autorizará ningún pago adicional por volúmenes de concreto que resulten en exceso de los cubcados a línea de proyecto, considerando el espesor especificado.

1.- EJEMPLO:

Informes del estudio sobre la elaboración y cálculo del canal 4+630 der. del 8+480 der. del Alimentador del Sur.

El tramo en estudio sobre el trazo del canal, se inicia en el Km. 0+000- y termina en el Km. 10+480.

La sección del canal en este tramo, tiene aproximadamente las siguientes dimensiones de proyecto.

| Tramo | 0+000 3+880 | 3+880 5+080 | 5+080 6+175 | 6+175 7+915 | 7+915 8+580 | 8+580 9+975 | 9+975 10+480 |
|----------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|
| Plantilla Mts. | 1.20 | 1.35 | 1.20 | 0.90 | 0.75 | 0.75 | 0.41 |
| Tirantes Mts. | 1.10 | 1.20 | 1.10 | 0.80 | 0.75 | 0.70 | 0.45 |
| Corona Izq. Mts. | 2.50 | 2.50 | 2.50 | 2.50 | 2.50 | 2.10 | 1.50 |
| Corona Der. Mts. | 2.50 | 2.50 | 2.50 | 2.50 | 2.50 | 2.50 | 1.50 |
| Bordo libre Mts. | 0.50 | 0.30 | 0.30 | 0.30 | 0.25 | 0.25 | 0.25 |
| Gasto m ³ /seg. | 2.57 | 2.15 | 1.54 | 1.16 | 0.94 | 0.59 | 0.27 |

2.- ESTUDIOS DE SUELOS:

El estudio de suelos para este tramo, consta de pruebas de permeabilidad con permeámetro de pozo y pruebas de penetración estandar espaciadas un kilómetro. Al mismo tiempo se determina la estratigrafía y la posición del manto freático en la fecha del sondeo.

De la prueba de permeámetro de pozo, se obtiene el natural (peso volumétrico seco) y muestreo alterado de los diferentes estratos a los que se les hacen ensayos de laboratorios para su identificación y clasificación.

Los muestreos se hicieron hasta alcanzar el nivel del manto freático, o hasta donde el terreno y las limitaciones del equipo lo permitieron.

Los suelos y su permeabilidad a lo largo del tramo son uniformes.

3.- PROPIEDADES DE LOS SUELOS:

- a).- Clasificación.- Los suelos predominantes a lo largo del tramo son limosos, limo-arenosos y arcillosos-limosos (ML, SM, CL,).
- b).- Permeabilidad.- La permeabilidad determina con permeámetro de pozo en contrada a lo largo del tramo, fluctúa entre 10^{-2} a 10^{-3} cm/seg.
- c).- Compacidad y Consistencia.- La compacidad y consistencia de los suelos arenosos y arcillosos respectivamente, fué determinada siguiendo el criterio de Terzahi (tabla No. 1), mediante la prueba de penetración estándar,

TABLA I

| COMPACIDAD SUELOS ARENOSOS | | CONSISTENCIA SUELOS ARCILLOSOS | |
|-------------------------------|---------------|-----------------------------------|------------|
| N_{PE} | | N_{PE} | |
| Menos de 4.- | Muy suelta | Menos de 2.- | Muy blanda |
| De 4 a 10.- | Suelta | De 2 a 4.- | Blanda |
| De 10 a 30.- | Poco compacta | De 4 a 8.- | Medía |
| De 30 a 50.- | Compacta | De 8 a 15.- | Firme |
| Más de 50.- | Muy compacta | De 15 a 30.- | Muy firme |
| | | Más de 30.- | Dura |

El número de golpes (N_{PE}) obtenido en arcillas fluctuó desde 1 hasta 10 con predominancia de valores mayores de 5 y en arenas el número de golpes varió desde 2 hasta 17, predominando los valores menores de 5; definiendo a los suelos arcillosos como de blandos a firmes y a los arenosos como sueltos y poco compactos

d).- Suelos expansivos.- Utilizando los parámetros de límites e índices plásticos o la relación de límite plástico, se situaron los suelos en la carta de "Suelos Expansivos", determinando una expansión baja.

e).- Suelos Colapsibles.- Para determinar la susceptibilidad de los suelos al colapso usando el criterio del (U.S.B.R.) (L.L.) Límite líquido el (γ_d) peso volumétrico seco natural y el (S_s) densidad de sólidos, se situaron los suelos en la carta de suelos colapsibles, determinándose que parte de los suelos, principalmente los que quedan del nivel del terreno natural hasta 3.00 mts. de profundidad -- quedan situados en la zona de colapsibles.

5.- CONCLUSIONES:

a).- El trazo del canal queda alojado en suelos limosos, limo-arenosos y arcillo-limosos con permeabilidad de 10^{-2} a 10^{-3} cm/seg.

b).- Los suelos a lo largo del tramo quedan clasificados como colapsibles hasta la profundidad a que se encontró el manto freático. No se encontraron suelos expansivos.

- c).- En todos los sondeos hechos al manto freático, se encontró a mayor profundidad que la de la plantilla de proyecto.
- d).- Existen bancos para revestimientos gruesos de clasificación SW - SC a una distancia media aproximada de 20 kilómetros.
- e).- Existe banco de agregados para concreto a distancia razonable.

6.- RECOMENDACIONES:

- a).- Tomando en cuenta la permeabilidad del suelo determinada con las pruebas de permeámetro de pozo, se considera que el canal debe revestirse.
- b).- En caso de usar revestimiento rígido se considera que es necesario saturar la cubeta para lograr sus máximos asentamientos.
- c).- En virtud de que en todos los sondeos verificados, el manto freático se encontró a mayor profundidad que la plantilla de proyecto, se considera que no es necesario la construcción de filtros.
- d).- El talud recomendable para este canal es de 1.5:1.
- e).- En los tramos en postizo se considera recomendable colocar drenaje -- adecuado que conyenga la saturación del terraplén, y proyectar el revestimiento de concreto reforzado.

CALCULO

El cálculo está basado en las tablas que ha elaborado la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, tanto para el coeficiente unitario de riego como para el cálculo de sus secciones, gastos, tirantes, bordos libres, etc.

El área que el canal pretende regar o que se domina por su topografía es de $A=1975$ Has, que será el dato de nuestra partida para el cálculo de las demás variantes,

1.- Tramo 0+000 - 3+880

Ha = 1975 Ha,

Coefficiente unitario de riego 1,3 Lts/seg/Has,

$Q = 1,3 \times 1975$ Ha,

$Q = 2,57 \text{ m}^3/\text{seg}$.

2.- Tramo 3+880 - 5+080

Ha = 1654 Ha,

C.U.R. = 1,3 Lts/seg/Has,

$Q = 1,3 \times 1654$ Ha,

$Q = 2,15 \text{ m}^3/\text{seg}$.

3.- Tramo 2+080 - 6+175

Ha = 1100 Ha,

C.U.R. = 1,4 Lts/seg/Has,

$Q = 1,4 \times 1100$ Ha,

$Q = 1,54 \text{ m}^3/\text{seg}$.

4.- Tramo 6+175 - 7+917

Ha = 644 Ha,

C.U.R. = 1,8 Lts/seg/Has,

$Q = 1,8 \times 644$ Ha,

$Q = 1,16 \text{ m}^3/\text{seg}$.

5.- Tramo 7+917 - 8+580

Ha = 470 Ha,

C.U.R. = 2,0 Lts/seg/Has,

$Q = 2,0 \times 470$

$Q = 0,94 \text{ m}^3/\text{seg}$.

6.- Tramo 8+580 - 9+975

Ha = 168 Ha.

C.U.R. = 2.2 Lts/seg/Ha.

Q= 2.2. x 268

Q= 0.59 m³/seg.

7.- Tramo 9+975 - 10+480

Ha = 117 Ha.

C.U.R. = 2.3. Lts/seg/Ha.

Q= 2.3 x 117

Q= 0.27 m³/seg.

Tendiendo el gasto en cada uno de los tramos, nos vamos a las tablas de la S.A.R.H. y según la pendiente y velocidad requerida nos dará los demás datos.

Teniendo en la siguiente tabla los datos hidráulicos en el tramo.

- 1) C.U.R. Coeficiente Unitario de Riego
- 2) Q = Gasto m³/seg.
- 3) V = Velocidad m/seg.
- 4) A = Area
- 5) b = Plantilla
- 6) d = Tirante
- 7) e = Espesor del concreto
- 8) r = Radio Hidráulico
- 9) n = Coeficiente de rugosidad
- 10) S = Pendiente
- 11) m = Inclinación talud
- 12) l.b. = Libre bordo
- 13) s.b. = Sobre bordo
- 14) C = Corona,

DATOS HIDRAULICOS

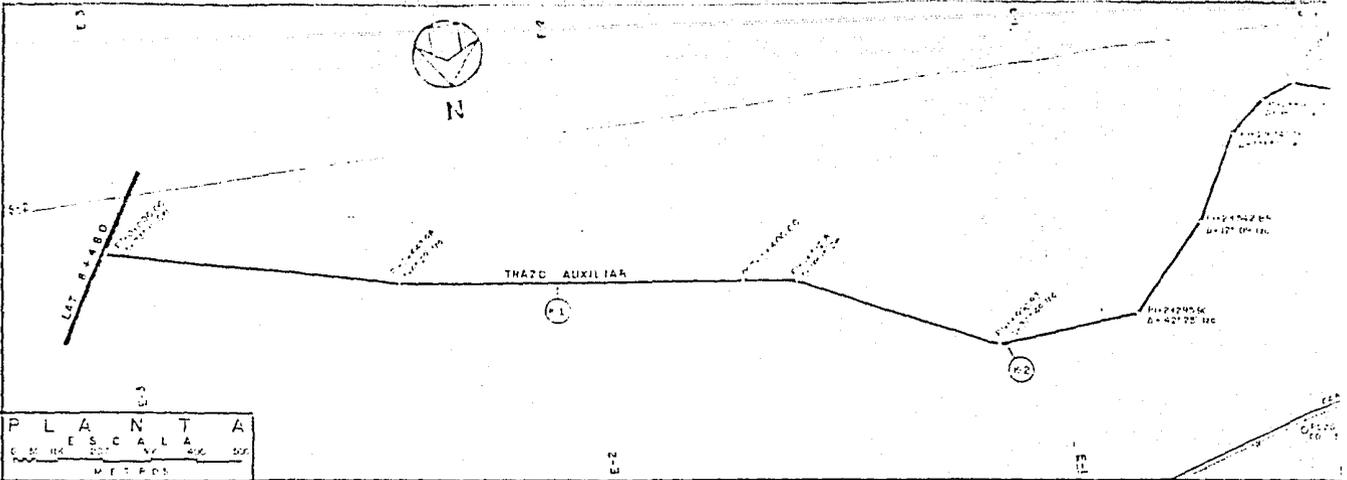
| TRAMO | AREA | C. U. R. | Q M ³ /seg | U M/seg. | A M ² | b Mt. | d Mt. | e Mt. | r Mt. | n Mt. | S | m | I.b. Mt. | s.b. Mt. | C Mt. |
|----------------|------|----------------|--------------------------|-------------|---------------------|----------|----------|----------|----------|----------|---------|-------|-------------|-------------|----------|
| 0+000 - 3+880 | 1975 | 1.3 | 2.57 | 0.82 | 3.14 | 1.20 | 1.10 | 0.06 | 0.607 | 0.018 | 0.00042 | 1.5:1 | 0.30 | 0.15 | 2.50 |
| 3+880 - 5+080 | 1654 | 1.3 | 2.15 | 0.52 | 4.14 | 1.35 | 4.20 | 0.06 | 0.668 | 0.018 | 0.00015 | 1.5:1 | 0.30 | 0.15 | 2.50 |
| 5+080 - 6+175 | 1100 | 1.4 | 1.54 | 0.49 | 3.14 | 1.20 | 1.10 | 0.06 | 0.607 | 0.018 | 0.00015 | 1.5:1 | 0.30 | 0.15 | 2.50 |
| 6+175 - 7+915 | 644 | 1.8 | 1.16 | 0.69 | 1.68 | 0.90 | 0.80 | 0.06 | 0.444 | 0.018 | 0.00045 | 1.5:1 | 0.30 | 0.15 | 2.50 |
| 7+915 - 8+580 | 470 | 2.0 | 0.94 | 0.67 | 1.41 | 0.75 | 0.75 | 0.05 | 0.409 | 0.018 | 0.00048 | 1.5:1 | 0.25 | 0.15 | 2.50 |
| 8+580 - 9+975 | 268 | 2.2 | 0.59 | 0.47 | 1.26 | 0.75 | 0.70 | 0.05 | 0.385 | 0.018 | 0.00025 | 1.5:1 | 0.25 | 0.15 | 2.50 |
| 9+975 - 10+480 | 117 | 2.3 | 0.53 | 0.51 | 0.45 | 0.05 | 0.45 | 0.05 | 0.246 | 0.018 | 0.0006 | 1.5:1 | 0.25 | 0.15 | 1.50 |

A CONTINUACION SE PRESENTA EL PERFIL, TRAZO Y PROYECTO DEL S/LAT, 4+630 DERECHO DEL 8+480 DEL ALIMENTADOR DEL SUR.

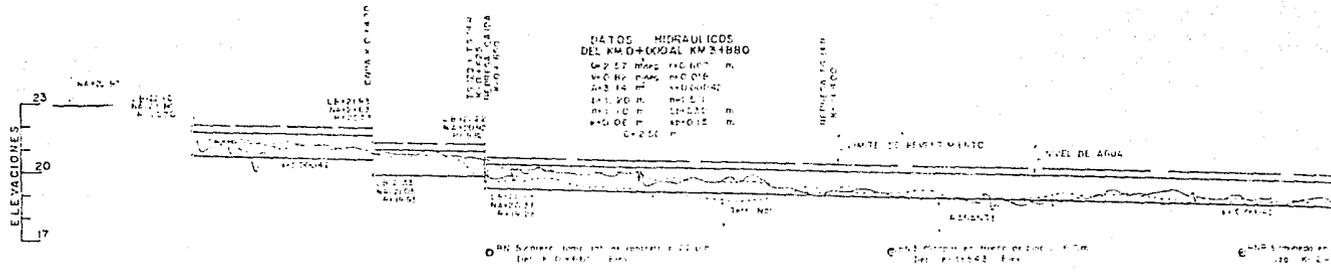
SECCIONES TIPO DE CANALES

(Revestidos de Concreto)

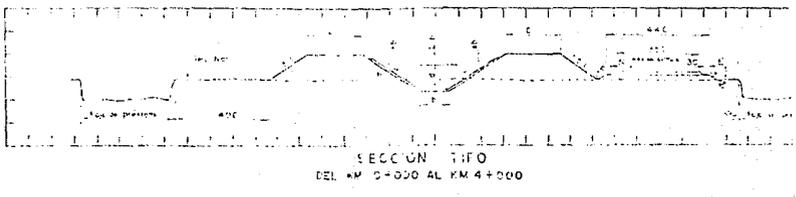
| | 8 | | 9 | | 10 | | 11 | | 12 | | 13 | | 14 | | 15 | | 16 | | 17 | | 18 | | 19 | | 20 | | 21 | | 22 | | 23 | | 24 | | 25 | | 26 | | | | | | | | | | | |
|----|------|-------|------|-------|------|-------|------|-------|------|-------|------|-------|------|-------|------|-------|------|-------|------|-------|------|-------|------|-------|------|-------|------|-------|------|-------|------|-------|------|-------|------|-------|------|-------|------|-------|---|-------|---|-------|---|-------|---|-------|
| | b | d | b | d | b | d | b | d | b | d | b | d | b | d | b | d | b | d | b | d | b | d | b | d | b | d | b | d | b | d | b | d | b | d | b | d | b | d | b | d | b | d | b | d | | | | |
| | 0.60 | 0.60 | 0.75 | 0.60 | 0.75 | 0.65 | 0.75 | 0.70 | 0.75 | 0.75 | 0.90 | 0.75 | 0.90 | 0.80 | 0.90 | 0.85 | 0.90 | 0.90 | 0.90 | 0.90 | 1.05 | 0.95 | 1.05 | 1.00 | 1.05 | 1.05 | 1.20 | 1.10 | 1.20 | 1.15 | 1.20 | 1.20 | 1.35 | 1.20 | 1.35 | 1.20 | 1.35 | 1.20 | | | | | | | | | | |
| | m | 1.5 | m | 1.5 | | | | | | |
| | n | 0.018 | n | 0.018 | n | 0.018 | | | | |
| | p | 2.76 | p | 2.91 | p | 3.09 | p | 3.27 | p | 3.45 | p | 3.60 | p | 3.78 | p | 3.97 | p | 4.15 | p | 4.35 | p | 4.55 | p | 4.75 | p | 4.95 | p | 5.15 | p | 5.35 | p | 5.55 | p | 5.75 | p | 5.95 | p | 6.15 | p | 6.35 | p | 6.55 | p | 6.75 | p | 6.95 | p | 7.15 |
| | r | 0.326 | r | 0.340 | r | 0.362 | r | 0.385 | r | 0.409 | r | 0.422 | r | 0.444 | r | 0.466 | r | 0.489 | r | 0.512 | r | 0.525 | r | 0.547 | r | 0.568 | r | 0.583 | r | 0.607 | r | 0.628 | r | 0.651 | r | 0.668 | r | 0.686 | r | 0.706 | r | 0.727 | r | 0.748 | r | 0.770 | r | 0.792 |
| | V | Q | V | Q | V | Q | V | Q | V | Q | V | Q | V | Q | V | Q | V | Q | V | Q | V | Q | V | Q | V | Q | V | Q | V | Q | V | Q | V | Q | V | Q | V | Q | V | Q | V | Q | V | Q | V | Q | V | Q |
| 0 | 0.26 | 0.23 | 0.27 | 0.27 | 0.28 | 0.31 | 0.29 | 0.37 | 0.31 | 0.44 | 0.31 | 0.47 | 0.32 | 0.54 | 0.33 | 0.61 | 0.35 | 0.71 | 0.35 | 0.76 | 0.36 | 0.85 | 0.37 | 0.94 | 0.38 | 1.03 | 0.39 | 1.13 | 0.40 | 1.26 | 0.41 | 1.38 | 0.42 | 1.51 | 0.42 | 1.74 | 0.43 | 1.90 | 0.43 | 1.90 | | | | | | | | |
| 1 | 0.29 | 0.26 | 0.30 | 0.30 | 0.31 | 0.35 | 0.32 | 0.47 | 0.34 | 0.54 | 0.34 | 0.57 | 0.35 | 0.59 | 0.37 | 0.68 | 0.38 | 0.77 | 0.38 | 0.82 | 0.40 | 0.94 | 0.41 | 1.03 | 0.42 | 1.16 | 0.42 | 1.22 | 0.44 | 1.38 | 0.44 | 1.51 | 0.46 | 1.66 | 0.46 | 1.90 | 0.48 | 2.12 | 0.48 | 2.12 | | | | | | | | |
| 2 | 0.32 | 0.29 | 0.33 | 0.33 | 0.35 | 0.39 | 0.36 | 0.47 | 0.38 | 0.54 | 0.38 | 0.58 | 0.40 | 0.67 | 0.41 | 0.76 | 0.42 | 0.85 | 0.43 | 0.93 | 0.44 | 1.03 | 0.46 | 1.17 | 0.47 | 1.29 | 0.47 | 1.37 | 0.49 | 1.54 | 0.50 | 1.68 | 0.51 | 1.84 | 0.52 | 2.15 | 0.53 | 2.34 | 0.53 | 2.34 | | | | | | | | |
| 3 | 0.35 | 0.32 | 0.36 | 0.36 | 0.38 | 0.43 | 0.40 | 0.50 | 0.41 | 0.58 | 0.42 | 0.64 | 0.43 | 0.72 | 0.45 | 0.83 | 0.46 | 0.93 | 0.47 | 1.02 | 0.49 | 1.15 | 0.50 | 1.28 | 0.51 | 1.40 | 0.52 | 1.51 | 0.53 | 1.66 | 0.55 | 1.85 | 0.56 | 2.02 | 0.57 | 2.36 | 0.58 | 2.55 | 0.58 | 2.55 | | | | | | | | |
| 4 | 0.37 | 0.33 | 0.38 | 0.38 | 0.40 | 0.45 | 0.42 | 0.52 | 0.43 | 0.61 | 0.44 | 0.67 | 0.46 | 0.77 | 0.48 | 0.87 | 0.49 | 0.99 | 0.50 | 1.08 | 0.51 | 1.20 | 0.53 | 1.35 | 0.54 | 1.49 | 0.55 | 1.60 | 0.56 | 1.76 | 0.58 | 1.95 | 0.59 | 2.12 | 0.60 | 2.48 | 0.61 | 2.70 | 0.61 | 2.70 | | | | | | | | |
| 5 | 0.40 | 0.38 | 0.41 | 0.41 | 0.43 | 0.49 | 0.44 | 0.58 | 0.46 | 0.68 | 0.47 | 0.74 | 0.51 | 0.86 | 0.53 | 0.98 | 0.55 | 1.12 | 0.55 | 1.12 | 0.57 | 1.34 | 0.59 | 1.50 | 0.60 | 1.65 | 0.61 | 1.76 | 0.63 | 1.98 | 0.64 | 2.15 | 0.66 | 2.38 | 0.67 | 2.77 | 0.69 | 3.05 | 0.69 | 3.05 | | | | | | | | |
| 6 | 0.42 | 0.38 | 0.43 | 0.43 | 0.45 | 0.50 | 0.47 | 0.58 | 0.49 | 0.68 | 0.49 | 0.74 | 0.51 | 0.86 | 0.53 | 0.98 | 0.55 | 1.12 | 0.55 | 1.12 | 0.57 | 1.34 | 0.59 | 1.50 | 0.60 | 1.65 | 0.61 | 1.76 | 0.63 | 1.98 | 0.64 | 2.15 | 0.66 | 2.38 | 0.67 | 2.77 | 0.69 | 3.05 | 0.69 | 3.05 | | | | | | | | |
| 7 | 0.44 | 0.40 | 0.44 | 0.44 | 0.47 | 0.52 | 0.49 | 0.62 | 0.51 | 0.72 | 0.52 | 0.79 | 0.54 | 0.91 | 0.56 | 1.04 | 0.58 | 1.18 | 0.59 | 1.27 | 0.61 | 1.43 | 0.62 | 1.58 | 0.63 | 1.76 | 0.65 | 1.98 | 0.66 | 2.15 | 0.68 | 2.38 | 0.69 | 2.77 | 0.71 | 3.05 | 0.71 | 3.05 | | | | | | | | | | |
| 8 | 0.46 | 0.41 | 0.47 | 0.47 | 0.49 | 0.55 | 0.51 | 0.64 | 0.53 | 0.75 | 0.54 | 0.82 | 0.56 | 0.94 | 0.58 | 1.07 | 0.60 | 1.22 | 0.61 | 1.32 | 0.63 | 1.48 | 0.64 | 1.63 | 0.66 | 1.82 | 0.67 | 1.98 | 0.68 | 2.15 | 0.70 | 2.38 | 0.71 | 2.77 | 0.73 | 3.05 | 0.73 | 3.05 | | | | | | | | | | |
| 9 | 0.47 | 0.42 | 0.48 | 0.48 | 0.50 | 0.56 | 0.52 | 0.67 | 0.55 | 0.79 | 0.56 | 0.87 | 0.58 | 0.97 | 0.60 | 1.11 | 0.62 | 1.26 | 0.63 | 1.36 | 0.65 | 1.53 | 0.66 | 1.68 | 0.68 | 1.87 | 0.69 | 2.02 | 0.71 | 2.23 | 0.72 | 2.59 | 0.74 | 3.06 | 0.75 | 3.32 | 0.75 | 3.32 | | | | | | | | | | |
| 10 | 0.49 | 0.44 | 0.51 | 0.51 | 0.53 | 0.59 | 0.55 | 0.69 | 0.57 | 0.80 | 0.59 | 0.90 | 0.61 | 1.02 | 0.63 | 1.15 | 0.65 | 1.32 | 0.66 | 1.43 | 0.68 | 1.60 | 0.69 | 1.79 | 0.71 | 1.95 | 0.72 | 2.10 | 0.75 | 2.36 | 0.76 | 2.75 | 0.78 | 3.15 | 0.79 | 3.45 | 0.79 | 3.45 | | | | | | | | | | |
| 11 | 0.51 | 0.46 | 0.52 | 0.52 | 0.55 | 0.62 | 0.57 | 0.72 | 0.60 | 0.85 | 0.61 | 0.93 | 0.63 | 1.06 | 0.65 | 1.20 | 0.67 | 1.36 | 0.68 | 1.47 | 0.70 | 1.65 | 0.72 | 1.84 | 0.74 | 2.04 | 0.75 | 2.18 | 0.78 | 2.45 | 0.79 | 2.65 | 0.81 | 2.99 | 0.83 | 3.44 | 0.85 | 3.76 | 0.85 | 3.76 | | | | | | | | |
| 12 | 0.52 | 0.48 | 0.53 | 0.53 | 0.56 | 0.63 | 0.59 | 0.74 | 0.61 | 0.86 | 0.63 | 0.96 | 0.65 | 1.09 | 0.67 | 1.24 | 0.69 | 1.40 | 0.70 | 1.51 | 0.72 | 1.69 | 0.74 | 1.89 | 0.76 | 2.09 | 0.77 | 2.24 | 0.80 | 2.51 | 0.82 | 2.76 | 0.83 | 2.99 | 0.85 | 3.52 | 0.87 | 3.85 | 0.87 | 3.85 | | | | | | | | |
| 13 | 0.54 | 0.49 | 0.55 | 0.54 | 0.58 | 0.65 | 0.60 | 0.76 | 0.63 | 0.89 | 0.64 | 0.97 | 0.66 | 1.11 | 0.68 | 1.26 | 0.71 | 1.44 | 0.72 | 1.56 | 0.74 | 1.74 | 0.76 | 1.94 | 0.78 | 2.15 | 0.79 | 2.30 | 0.82 | 2.57 | 0.84 | 2.82 | 0.85 | 3.06 | 0.87 | 3.60 | 0.89 | 3.93 | 0.89 | 3.93 | | | | | | | | |
| 14 | 0.56 | 0.50 | 0.57 | 0.56 | 0.60 | 0.67 | 0.62 | 0.78 | 0.65 | 0.92 | 0.66 | 1.00 | 0.69 | 1.16 | 0.71 | 1.31 | 0.73 | 1.48 | 0.74 | 1.60 | 0.77 | 1.81 | 0.79 | 2.01 | 0.81 | 2.23 | 0.82 | 2.39 | 0.84 | 2.64 | 0.86 | 2.89 | 0.88 | 3.17 | 0.90 | 3.73 | 0.92 | 4.07 | 0.92 | 4.07 | | | | | | | | |
| 15 | 0.58 | 0.52 | 0.59 | 0.58 | 0.62 | 0.69 | 0.65 | 0.82 | 0.67 | 0.94 | 0.69 | 1.05 | 0.71 | 1.19 | 0.73 | 1.35 | 0.76 | 1.54 | 0.77 | 1.66 | 0.79 | 1.86 | 0.81 | 2.07 | 0.84 | 2.30 | 0.85 | 2.47 | 0.87 | 2.73 | 0.89 | 2.99 | 0.91 | 3.28 | 0.93 | 3.85 | 0.95 | 4.20 | 0.95 | 4.20 | | | | | | | | |
| 16 | 0.60 | 0.54 | 0.61 | 0.60 | 0.64 | 0.71 | 0.66 | 0.83 | 0.68 | 0.96 | 0.70 | 1.06 | 0.72 | 1.21 | 0.75 | 1.39 | 0.77 | 1.56 | 0.78 | 1.68 | 0.81 | 1.90 | 0.83 | 2.12 | 0.85 | 2.34 | 0.87 | 2.53 | 0.89 | 2.79 | 0.91 | 3.06 | 0.93 | 3.55 | 0.95 | 3.93 | 0.97 | 4.29 | 0.97 | 4.29 | | | | | | | | |
| 17 | 0.62 | 0.54 | 0.63 | 0.62 | 0.66 | 0.72 | 0.69 | 0.87 | 0.72 | 1.02 | 0.73 | 1.11 | 0.76 | 1.28 | 0.78 | 1.44 | 0.81 | 1.64 | 0.82 | 1.73 | 0.84 | 1.93 | 0.85 | 2.17 | 0.87 | 2.39 | 0.88 | 2.56 | 0.91 | 2.86 | 0.93 | 3.12 | 0.95 | 3.42 | 0.97 | 4.02 | 0.99 | 4.38 | 0.99 | 4.38 | | | | | | | | |
| 18 | 0.64 | 0.57 | 0.65 | 0.64 | 0.68 | 0.76 | 0.71 | 0.89 | 0.74 | 1.04 | 0.75 | 1.14 | 0.78 | 1.31 | 0.80 | 1.48 | 0.83 | 1.68 | 0.84 | 1.81 | 0.87 | 2.04 | 0.90 | 2.30 | 0.92 | 2.53 | 0.93 | 2.71 | 0.96 | 3.01 | 0.98 | 3.29 | 1.00 | 3.60 | 1.02 | 4.05 | 1.04 | 4.51 | 1.04 | 4.51 | | | | | | | | |
| 19 | 0.66 | 0.59 | 0.67 | 0.66 | 0.70 | 0.78 | 0.73 | 0.92 | 0.76 | 1.07 | 0.78 | 1.19 | 0.81 | 1.36 | 0.83 | 1.54 | 0.86 | 1.75 | 0.87 | 1.88 | 0.89 | 2.09 | 0.93 | 2.32 | 0.93 | 2.56 | 0.95 | 2.76 | 0.98 | 3.08 | 1.00 | 3.36 | 1.02 | 3.67 | 1.04 | 4.31 | 1.06 | 4.69 | 1.06 | 4.69 | | | | | | | | |
| 20 | 0.67 | 0.60 | 0.69 | 0.68 | 0.72 | 0.81 | 0.75 | 0.95 | 0.78 | 1.10 | 0.80 | 1.22 | 0.82 | 1.38 | 0.85 | 1.57 | 0.88 | 1.79 | 0.89 | 1.92 | 0.92 | 2.16 | 0.95 | 2.42 | 0.97 | 2.67 | 0.99 | 2.88 | 1.02 | 3.20 | 1.04 | 3.49 | 1.06 | 3.74 | 1.08 | 4.29 | 1.10 | 4.69 | 1.10 | 4.69 | | | | | | | | |
| 21 | 0.69 | 0.62 | 0.71 | 0.70 | 0.74 | 0.83 | 0.77 | 0.97 | 0.80 | 1.13 | 0.82 | 1.25 | 0.84 | 1.41 | 0.87 | 1.61 | 0.90 | 1.83 | 0.92 | 1.99 | 0.94 | 2.21 | 0.97 | 2.47 | 0.99 | 2.72 | 1.01 | 2.94 | 1.04 | 3.27 | 1.06 | 3.56 | 1.08 | 3.63 | 1.10 | 4.29 | 1.12 | 4.69 | 1.12 | 4.69 | | | | | | | | |
| 22 | 0.70 | 0.63 | 0.72 | 0.71 | 0.75 | 0.84 | 0.78 | 0.98 | 0.81 | 1.14 | 0.83 | 1.26 | 0.86 | 1.44 | 0.88 | 1.63 | 0.91 | 1.85 | 0.93 | 2.01 | 0.96 | 2.26 | 0.98 | 2.50 | 1.01 | 2.78 | 1.02 | 2.97 | 1.05 | 3.30 | 1.08 | 3.63 | 1.10 | 4.05 | 1.12 | 4.41 | 1.12 | 4.41 | | | | | | | | | | |
| 23 | 0.71 | 0.64 | 0.73 | 0.72 | 0.76 | 0.85 | 0.79 | 1.00 | 0.82 | 1.16 | 0.84 | 1.28 | 0.87 | 1.46 | 0.90 | 1.67 | 0.93 | 1.89 | 0.94 | 2.03 | 0.97 | 2.28 | 1.00 | 2.55 | 1.02 | 2.81 | 1.04 | 3.03 | 1.07 | 3.36 | 1.10 | 3.63 | 1.12 | 4.05 | 1.14 | 4.41 | 1.14 | 4.41 | | | | | | | | | | |
| 24 | 0.72 | 0.65 | 0.74 | 0.73 | 0.77 | 0.86 | 0.81 | 1.02 | 0.84 | 1.18 | 0.86 | 1.31 | 0.89 | 1.50 | 0.91 | 1.68 | 0.95 | 1.93 | 0.96 | 2.07 | 0.99 | 2.33 | 1.02 | 2.60 | 1.04 | 2.82 | 1.06 | 3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

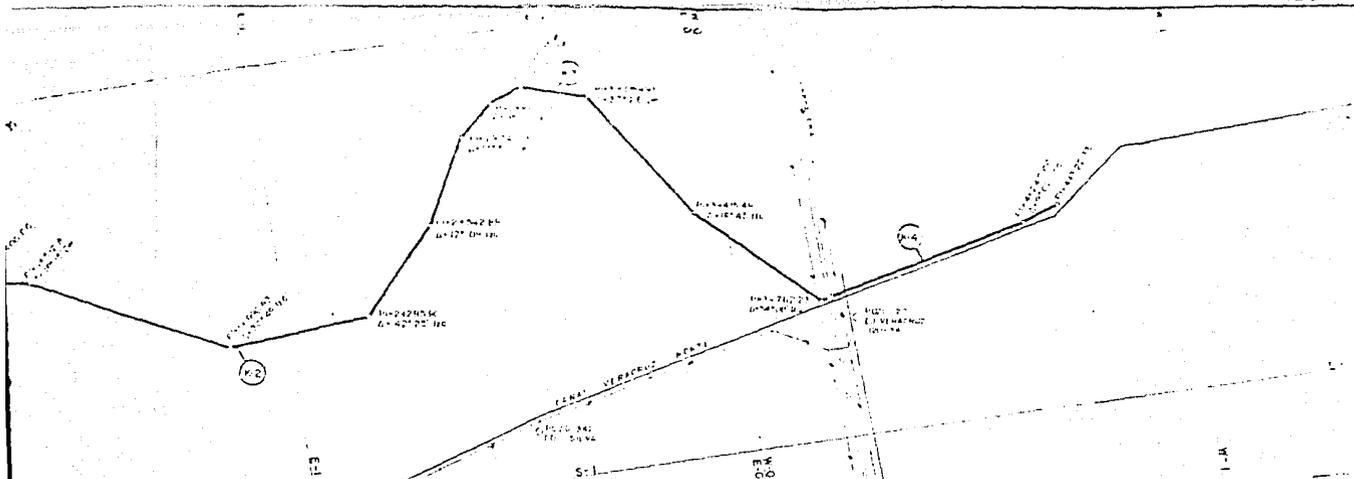


CANAL SUB-LAT. DER. 4+630. DEL LAT. 8+480 DEL CANAL ALIM.



| ESTACION | TERR. NAT. | PASANTE | CORTE | TERRAPLEN |
|----------|------------|---------|-------|-----------|
| 0+000 | 2.14 | 0.00 | 2.14 | 0.00 |
| 1+000 | 2.14 | 0.00 | 2.14 | 0.00 |
| 2+000 | 2.14 | 0.00 | 2.14 | 0.00 |
| 3+000 | 2.14 | 0.00 | 2.14 | 0.00 |
| 4+000 | 2.14 | 0.00 | 2.14 | 0.00 |
| 5+000 | 2.14 | 0.00 | 2.14 | 0.00 |
| 6+000 | 2.14 | 0.00 | 2.14 | 0.00 |
| 7+000 | 2.14 | 0.00 | 2.14 | 0.00 |
| 8+000 | 2.14 | 0.00 | 2.14 | 0.00 |
| 9+000 | 2.14 | 0.00 | 2.14 | 0.00 |
| 10+000 | 2.14 | 0.00 | 2.14 | 0.00 |
| 11+000 | 2.14 | 0.00 | 2.14 | 0.00 |
| 12+000 | 2.14 | 0.00 | 2.14 | 0.00 |
| 13+000 | 2.14 | 0.00 | 2.14 | 0.00 |
| 14+000 | 2.14 | 0.00 | 2.14 | 0.00 |
| 15+000 | 2.14 | 0.00 | 2.14 | 0.00 |
| 16+000 | 2.14 | 0.00 | 2.14 | 0.00 |
| 17+000 | 2.14 | 0.00 | 2.14 | 0.00 |
| 18+000 | 2.14 | 0.00 | 2.14 | 0.00 |
| 19+000 | 2.14 | 0.00 | 2.14 | 0.00 |
| 20+000 | 2.14 | 0.00 | 2.14 | 0.00 |
| 21+000 | 2.14 | 0.00 | 2.14 | 0.00 |
| 22+000 | 2.14 | 0.00 | 2.14 | 0.00 |
| 23+000 | 2.14 | 0.00 | 2.14 | 0.00 |
| 24+000 | 2.14 | 0.00 | 2.14 | 0.00 |
| 25+000 | 2.14 | 0.00 | 2.14 | 0.00 |
| 26+000 | 2.14 | 0.00 | 2.14 | 0.00 |
| 27+000 | 2.14 | 0.00 | 2.14 | 0.00 |
| 28+000 | 2.14 | 0.00 | 2.14 | 0.00 |
| 29+000 | 2.14 | 0.00 | 2.14 | 0.00 |
| 30+000 | 2.14 | 0.00 | 2.14 | 0.00 |
| 31+000 | 2.14 | 0.00 | 2.14 | 0.00 |
| 32+000 | 2.14 | 0.00 | 2.14 | 0.00 |
| 33+000 | 2.14 | 0.00 | 2.14 | 0.00 |
| 34+000 | 2.14 | 0.00 | 2.14 | 0.00 |
| 35+000 | 2.14 | 0.00 | 2.14 | 0.00 |
| 36+000 | 2.14 | 0.00 | 2.14 | 0.00 |
| 37+000 | 2.14 | 0.00 | 2.14 | 0.00 |
| 38+000 | 2.14 | 0.00 | 2.14 | 0.00 |
| 39+000 | 2.14 | 0.00 | 2.14 | 0.00 |
| 40+000 | 2.14 | 0.00 | 2.14 | 0.00 |
| 41+000 | 2.14 | 0.00 | 2.14 | 0.00 |
| 42+000 | 2.14 | 0.00 | 2.14 | 0.00 |
| 43+000 | 2.14 | 0.00 | 2.14 | 0.00 |
| 44+000 | 2.14 | 0.00 | 2.14 | 0.00 |
| 45+000 | 2.14 | 0.00 | 2.14 | 0.00 |
| 46+000 | 2.14 | 0.00 | 2.14 | 0.00 |
| 47+000 | 2.14 | 0.00 | 2.14 | 0.00 |
| 48+000 | 2.14 | 0.00 | 2.14 | 0.00 |
| 49+000 | 2.14 | 0.00 | 2.14 | 0.00 |
| 50+000 | 2.14 | 0.00 | 2.14 | 0.00 |
| 51+000 | 2.14 | 0.00 | 2.14 | 0.00 |
| 52+000 | 2.14 | 0.00 | 2.14 | 0.00 |
| 53+000 | 2.14 | 0.00 | 2.14 | 0.00 |
| 54+000 | 2.14 | 0.00 | 2.14 | 0.00 |
| 55+000 | 2.14 | 0.00 | 2.14 | 0.00 |
| 56+000 | 2.14 | 0.00 | 2.14 | 0.00 |
| 57+000 | 2.14 | 0.00 | 2.14 | 0.00 |
| 58+000 | 2.14 | 0.00 | 2.14 | 0.00 |
| 59+000 | 2.14 | 0.00 | 2.14 | 0.00 |
| 60+000 | 2.14 | 0.00 | 2.14 | 0.00 |





ER. 4+630. DEL LAT. 8+480 DEL CANAL ALIMENTADOR DEL SUR

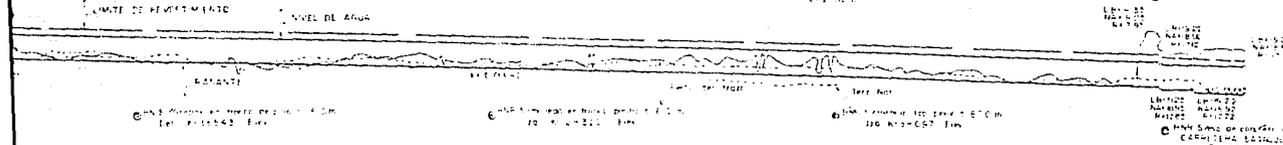
SECCION TIPO
4+000

SECCION TIPO
4+240

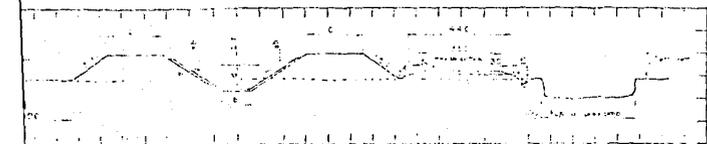
DATOS HIDRAULICOS DEL KM 3+800 AL KM 4+000

| | | | |
|---|-----|-----|-----|
| Q | 1.5 | 1.5 | 1.5 |
| V | 1.5 | 1.5 | 1.5 |
| H | 1.5 | 1.5 | 1.5 |
| S | 1.5 | 1.5 | 1.5 |
| F | 1.5 | 1.5 | 1.5 |
| G | 1.5 | 1.5 | 1.5 |
| P | 1.5 | 1.5 | 1.5 |

SECCION TIPO
4+300



| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 4+000 | 4+010 | 4+020 | 4+030 | 4+040 | 4+050 | 4+060 | 4+070 | 4+080 | 4+090 | 4+100 | 4+110 | 4+120 | 4+130 | 4+140 | 4+150 | 4+160 | 4+170 | 4+180 | 4+190 | 4+200 | 4+210 | 4+220 | 4+230 | 4+240 | 4+250 | 4+260 | 4+270 | 4+280 | 4+290 | 4+300 | 4+310 | 4+320 | 4+330 | 4+340 | 4+350 | 4+360 | 4+370 | 4+380 | 4+390 | 4+400 | 4+410 | 4+420 | 4+430 | 4+440 | 4+450 | 4+460 | 4+470 | 4+480 | 4+490 | 4+500 | 4+510 | 4+520 | 4+530 | 4+540 | 4+550 | 4+560 | 4+570 | 4+580 | 4+590 | 4+600 | 4+610 | 4+620 | 4+630 |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|



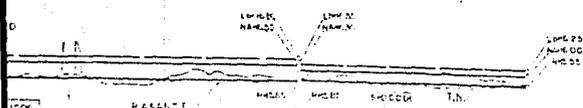
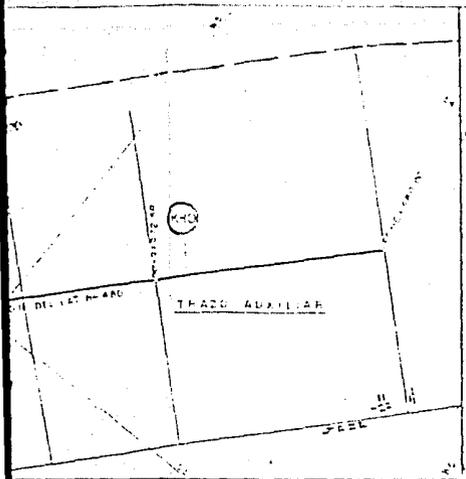
SECCION TIPO DEL KM 4+000 AL KM 4+600

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE GUADALAJARA
FACULTAD DE INGENIERIA

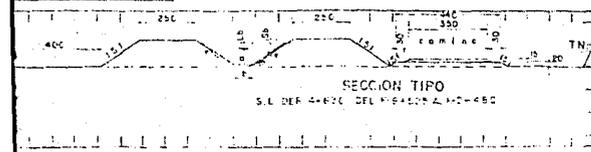
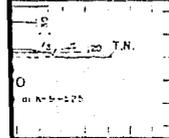
CANAL SUB-LATERAL 4+630 DEL LAT. DER. 8+480 DEL C.A. DEL SUR. TRAMO DEL KM. 0+000 AL KM 4+000. PLANTA, PERFIL Y PROYECTO

TESIS PROFESIONAL
ROGELIO GRANADOS ESPINOZA

MEXICALI, B. C. MAYO DE 1982



| ESTRUCTURA | TIPO | LONGITUD | ANCHO | PROFUNDIDAD | OTROS DATOS |
|------------|----------|----------|-------|-------------|-------------|
| 1 | SEEL | 100 | 1.50 | 1.00 | |
| 2 | PASADIZO | 10 | 2.00 | 0.50 | |
| 3 | SEEL | 100 | 1.50 | 1.00 | |
| 4 | PASADIZO | 10 | 2.00 | 0.50 | |
| 5 | SEEL | 100 | 1.50 | 1.00 | |
| 6 | PASADIZO | 10 | 2.00 | 0.50 | |
| 7 | SEEL | 100 | 1.50 | 1.00 | |
| 8 | PASADIZO | 10 | 2.00 | 0.50 | |
| 9 | SEEL | 100 | 1.50 | 1.00 | |
| 10 | PASADIZO | 10 | 2.00 | 0.50 | |



UNIVERSIDAD AUTONOMA DE GUADALAJARA
FACULTAD DE INGENIERIA

CANAL SUB-LATERAL 4+630 DEL LAT. DER. 8+480 DEL
C.A. DEL BUR. TRAMO DEL KM. 8+000 AL KM. 10+480.
PLANTA, PERFIL Y PROYECTO

TESIS PROFESIONAL
ROGELIO GRANADOS ESPINOZA

MEXICALI, B. C. MAYO DE 1982

V.- CONSTRUCCION DE DRENES

A).- ESTUDIOS TOPOGRAFICOS

B).- ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS

C).- ELABORACION Y CALCULO DEL PROYECTO

D).- CONSTRUCCION PESADA

E).- EJEMPLOS.

V).- CONSTRUCCION DE DRENES

Para el proyecto de drenes, es muy importante determinar su funcionamiento con la mayor aproximación, de acuerdo con las siguientes recomendaciones.

Los drenes pluviales, recogen todos los escurrimientos superficiales o sea las aguas producto de lluvias directas en el área, escurrimientos de avenidas procedentes de precipitaciones fuera del área, excedentes de riego, etc.

La experiencia ha señalado que los gastos significativos - para este tipo de escurrimientos se producen únicamente unos cuantos - días al año. Prácticamente en todo el país solamente de 30 a 45 días y sus gastos máximos se presentan en solo 10 días como término medio al año.

Para la determinación de los gastos máximos, en el caso de - contar con registros de aforo, se recomienda tomar en consideración - las avenidas con frecuencia de 10 años. En condiciones muy especiales - se pueden tomar avenidas de una mayor frecuencia.

En virtud de que en la mayoría de los casos no se tiene registro de aforos de los cauces naturales y su relación al área llovida, es importante formar una tabla de precipitaciones y su frecuencia con base en datos de las estaciones termopluviométricas más representativas, y mejor, la de la propia área si se tienen.

Los valores de gastos pluviales con que va a trabajar la red de drenaje pueden calcularse mediante la aplicación de dos o más fórmulas, siendo decisivo que se tenga una comparación en registros de afo-

ros, existentes huellas de avenidas, determinación por sección y pendiente, etc.

Puede considerarse que los gastos máximos para drenes pluviales, tienen un rango de variación entre 10 y 500 m³/seg. dependiendo de la magnitud de la cuenca, precipitaciones, la pendiente del terreno, etc. la mejor manera de manejar a bajo costo dichos gastos sin problemas de erosión o daño a las tierras es diseñando su succión, mediante escurrimientos de poco tirante (0.5 m a 1.5 m), y velocidades máximas de 1 m/seg. tendiendo a que no se presente arrastre o que éste sea de poca cuatía para las condiciones críticas, cuya duración en función de escurrimientos máximos, sean de pocos días al año. Lo anterior quiere decir que deben aprovecharse los cauces naturales o depresiones existentes en el terreno para configurar mediante bordos artificiales, una sección combinada y amplia que evacúe al escurrimiento correspondiente a las condiciones críticas, separando los bordos cuando sea necesario.

También se puede manejar esos gastos mediante cauces de mediana ó gran profundidad, pero se tienen los siguientes inconvenientes:

Sus velocidades serán de arrastre en gastos máximos.

Requiere estructuras excesivamente costosas

Su conservación es difícil y de muy alto valor.

La red de drenaje pluvial o básico, además de las funciones que ya han sido señaladas constituyen generalmente la red de apoyo del drenaje agrícola o parcelario y por tal razón, para el diseño de sus secciones, se deben tomar en cuenta los requisitos de descarga que demanda ese drenaje. Por lo anterior se señala las características generales de funcionamiento del drenaje agrícola.

Los drenes agrícolas recogen las aguas del subsuelo provenientes de mantos freáticos e infiltraciones de aguas superficiales.

Su escurrimiento es contínuo, pero el gasto es pequeño en relación con el escurrimiento pluvial.

Se puede considerar que el rango de variación de gastos de los drenes agrícolas, es entre 100 y 1000 lts. siendo en la gran mayoría de los casos menor de 500 lts/seg.

Los drenes agrícolas, que tienen como función el abatimiento de los mantos freáticos en la zona de raíces de las plantas en términos generales, deben tener una profundidad de 1.80 m. y una profundidad en su cabecera de 2.30 a 1 km. de distancia, considerándose un escalón de 20 cm. para desorgar el dren agrícola colector con pendiente de 50 cm/km. Este último tiene así una profundidad de 2.50 m. en su cabecera y 3.00 m. en su descarga a la red de apoyo o drenaje básico. Considerando un escalón de 30 cm. para la descarga del colector agrícola al dren pluvial.

La red de drenaje pluvial, requiere de una profundidad de 3.30 metros.

1).- OBJETIVO.- La red de drenaje tiene por objeto eliminar el agua libre, tanto de la superficie del terreno como del suelo en la zona de raíces de las plantas, impidiendo así:

- a).- La acumulación superficial del agua.
- b).- Elevación excesiva del agua freática.
- c).- La acumulación de sales solubles en la zona radicular de los suelos.

En la técnica moderna de cultivos "Drenaje Agrícola" es el control de la elevación del agua subterránea dentro de la zona de raíces de las plantas, para obtener los mejores resultados posibles en la producción.

2).- CLASIFICACION.- Por su localización relativa:

Colectores.- Reciben las aguas de dos o más sistemas de drenaje (generalmente a través de sus drenes primarios) y las descargan a cauces naturales o al mar.

Primarios.- Son los drenes principales de cada sistema de drenaje, que descargan sus aguas a drenes colectores.

Secundarios.- Son los tributarios de los drenes principales o primarios.

Ramales.- Son los drenes tributarios de los drenes anteriores.

Parcelarios.- Son los drenes agrícolas para el beneficio específico y directo de un lote, predios o parcelas.

Por sus funciones:

Drenaje pluvial.- Recibe, conduce y descarga todas las aguas procedentes de escurrimientos superficiales principalmente los de lluvia.

Drenaje de apoyo.- Básicamente lo constituye el drenaje pluvial, solo que debe satisfacer los requisitos de descarga del Drenaje Parcelario.

Drenaje de Intercepción.- Corresponde a drenes que captan escurrimientos perjudiciales, superficiales y los subterráneos, siguiendo una mínima pendiente a partir del punto de descarga. Muy recomendable para saneamiento de zonas bajo locales (ciénegas)

Drenaje Agrícola Parcelario.- Drenes ubicados dentro de cada parcela, para abatimiento y control de mantos freáticos y eliminación a sales.

V-A).- TRABAJOS TOPOGRAFICOS.

Localización y trazo.- Si se cuenta con planos topográficos confiables, es conveniente hacer el estudio de localización en gabinetes y sacar los croquis de cada dren con los datos principales, para que el topógrafo no pierda tiempo de localización sin perjuicio de aplicar su propio criterio y experiencia.

El trazo deberá ejecutarse colocando estacas cada 20 m. de separación y alineadas con tránsito. Las curvas horizontales deberán trazarse con grados de curvatura máxima de 8° la longitud de la curva, que deberá considerarse para el kilometraje, será la que se mida sobre las cuerdas.

El trazo deberá checarsé siguiendo cualquiera de los procedimientos siguientes:

- a).- Haciendo ligas con la cuadrícula a cada 2 km. aproximadamente.
- b).- Haciendo orientaciones a cada 5 km. aproximadamente.
- c).- Haciendo circuitos cerrados para calcular error de cierre lineal y angular.
- d).- Haciendo ligas con circuitos cerrados, al trazar los canales de la Red de Distribución.

Nivelación.- Las elevaciones deberán referirse al nivel del mar, aún cuando se trabaja para un tramo particular del canal, las elevaciones deberán tener la misma referencia que tiene el conjunto. Se nivela

rá el terreno al pie de cada estaca y pondrán bancos de nivel a cada 500 mts. las cotas de los puntos estacados, deberán calcularse después de que se han compensado los bancos de nivel.

Secciones Transversales.- Se harán secciones transversales en cada estación estacada, tomándose los detalles complementarios cuando se requieran.

La separación de las secciones a ambos lados del eje, deberá ser tal que en la zona abierta queden comprendidos todos los trabajos que se ejecuten para la construcción del dren. Para condiciones generales con 20 m. hacia ambos lados del eje, es suficiente.

NOTA: Todos los trabajos topográficos deberán ejecutarse con apego al instructivo para trabajar la topografía de la S.A.R.H.

ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS.

Se llama suelos a las masas integrantes de la corteza terrestre susceptibles de disgregarse por esfuerzos mecánicos de poca intensidad.

FORMACION DE LOS SUELOS

Desde el punto de vista de su formación de los suelos, pueden clasificarse como: Sedimentario, Residuo y Relleno.

Un suelo sedimentario es aquel cuyas partículas individuales se generaron en un lugar, sufrieron un transporte y finalmente se depositaron en otro sitio.

Un suelo residual es el formado en el lugar que se encuentra por intemperización de las rocas, con movimientos pequeños o nulos de las partículas individuales.

Un suelo de relleno es un depósito formado por el hombre.

SUELO SEDIMENTARIO

En la formación de su suelo sedimentario, se pueden distinguir tres etapas: formación, transporte y depósito.

La causa principal de la formación de sedimentos, es la disgregación de las rocas por agentes físicos o químicos.

Los agentes de transporte son: hielo, gravedad y organismo.- El transporte altera el tamaño y la forma de las partículas y además las separa por tamaños.

Los suelos se depositan debido a una disminución en la velocidad del agente de transporte, un decremento en la solubilidad o un incremento en la tensión electrofónica, cuando el fenómeno tiene lugar en masas de agua.

SUELOS RESIDUALES.

Cuando la velocidad de descomposición de una roca excede a la velocidad de transporte, se produce la acumulación de suelos residuales.

Entre los factores que tienen influencia en la velocidad de descomposición y en la naturaleza de los suelos que se producen, se cuenta el clima (temperatura y precipitación), tiempo, composición mineral de las rocas, vegetación, drenaje y actividades de las bacterias.

Las rocas más afectadas son las superficiales y pueden distinguirse estrato con grado decrecientes de alteración hasta llegar a las capas (con profundidad variables), que no sufren cambio por interperismo.

SUELOS RELLENOS

Los suelos con que el hombre forma rellenos o terraplenes, los forma de bancos de préstamo o los obtiene con explosivos de una cantera.

El relleno puede formarse simplemente a volteo, o sujetarse a compactación.

El Ingeniero Civil que trabaja con un suelo, debe proyectar sus estructuras, tomando en cuenta no solo las propiedades del suelo en el momento de iniciarse la obra, sino también los que probablemente desarrollará durante toda la vida de la estructura.

Los factores que tienen una influencia significativa en el comportamiento de los suelos son: esfuerzos, tiempo y agua.

ESFUERZOS:

En general un incremento de esfuerzos en un suelo produce un incremento en su resistencia al corte y una disminución de su compresibilidad y su permeabilidad. Una reducción de esfuerzos produce efectos contrarios. Los cambios que se producen como consecuencia de una disminución de esfuerzos, son usualmente menores que los que se producen con incrementos de esfuerzos de igual magnitud.

La formación de un sedimento con la consiguiente agregación de material, incrementa los esfuerzos en una capa determinada con las consecuencias que ya se señalaron.

La remoción de material ya sea por erosión o por maniobras humanas, reduce los esfuerzos.

Un elemento de suelo que se encuentra en equilibrio bajo el máximo esfuerzo que ha experimentado, se dice que está normalmente consolidado, mientras que un suelo en equilibrio bajo cargas menores que aquellas con las que se consolidó, se llama preconsolidado.

Los efectos de variaciones de esfuerzos y de las interacciones entre suelos y agua, son función del tiempo.

En los suelos de partículas finas, se requiere de tiempo -- para que el agua penetre o salga de, una masa de suelo.

El tiempo es también un factor importante para que se verifiquen las reacciones químicas que se producen en el conjunto de alteraciones a las que se llama intemperización.

AGUA

La sola presencia del agua hace que decrezcan las fuerzas de alteración entre las partículas de una arcilla. Una muestra de arcilla que en estado seco puede mostrar una resistencia cercana a las de un concreto pobre, se convierte en un lodo sin resistencia al sumergirse en agua.

En general el aumento en el contenido de humedad, reduce la resistencia de los suelos de partículas finas.

En la mayoría de las regiones del mundo se produce una marcada variación de humedad conforme a las estaciones del año que se refleja en cambios en las propiedades de los suelos.

Muchas de las obras de ingeniería alteran los niveles freáticos, circunstancia que debe tomarse en cuenta.

MUESTREO.

A lo largo del trazo de los drenes se hacen pozos con posteadora hasta una profundidad mínima de 3.00 m. para construir el perfil estratigráfico. El espaciamiento de estos pozos es aproximadamente de un kilómetro y se va disminuyendo la separación con nuevas exploraciones, de acuerdo con la heterogeneidad de los suelos. Además del perfil estratigráfico se marcan los niveles freáticos.

Con las muestras en los sondeos se hacen pruebas de laboratorio, para determinar las propiedades índice que nos ayudan a definir los taludes. En el sitio de estructuras importantes se hacen también pruebas de penetración estandar y propiedades índice.

De acuerdo a estudios realizados con anterioridad, se recomienda que en la zona de riego por gravedad, los drenes se diseñan para una capacidad que se obtiene con el 20% de la gráfica de coeficientes unitarios, aplicada el área tributaria del dren y se revise para la lluvia con frecuencia de 15 años.

La profundidad del drenaje primario, se determina tomando en cuenta la construcción del drenaje parcelario en las zonas que lo requieren; suponiendo que las tuberías de estos drenes tendrán una profundidad mínima de 1.30 m. (profundidad radicular media) en su iniciación y que deberán descargar libremente al dren abierto.

En las zonas que no requieren drenaje parcelario, los drenes abiertos se diseñan tomando en cuenta únicamente la necesidad de eliminar -- los sobrantes de riego, con las profundidades mínimas siguientes:

| | |
|--------------------------|---------|
| Drenes Colectores | 3.30 m. |
| Drenes Primarios | 3.00 m. |
| Drenes Secundarios | 2.50 m. |

Los taludes de los drenes secundarios y primarios, son de 1.5:1 y en los drenes colectores puede variar de 1.5:1 a 2:1 dependiendo del

tipo de suelo. En caso de ser necesario puede tenderse más el talud.

Para poder llevar a cabo la conservación de los drenes, se dejan banquetas de 5.00 metros de ancho y a una altura máxima de 3.30 metros.

ELABORACION Y CALCULO DEL PROYECTO

Para determinar la capacidad en drenes abiertos, debe tomarse en cuenta:

- a).- La precipitación pluvial.
- b).- El tamaño del área contribuyente.
- c).- La topografía del lugar.
- d).- Las características del suelo.
- e).- El tipo de vegetación.
- f).- La frecuencia y altura de las mareas y las aguas de inundación provenientes de ríos, arroyos, lagos, etc.
- g).- En las zonas de riego la necesidad de lavado de suelos.

Y para el diseño se considera:

- a).- Una velocidad de escurrimientos con un valor tal que no se produzcan serios deslaves no azolves.
- b).- Suficiente capacidad para conducir el escurrimiento de diseño.
- c).- Profundidad adecuada para drenar la tierra.
- d).- Taludes estables que no sufran socavaciones o deslizamientos hacia el interior del canal.

Localización de los drenes.- No se puede establecer una o varias reglas que sirvan al Ingeniero para localizar rápidamente los drenes, puesto que cada uno presenta problemas individuales que se resuelven analizando las condiciones que intervengan, Sin embargo se pueden considerar los siguientes criterios:

1).- Aprovechar los cauces naturales para alojar los canales abiertos de drenaje superficial, especialmente en el caso del canal principal de drenaje.

2).- Localizar los drenes siguiendo los talwegs lo más recto posible y cuando existan curvas horizontales inevitables, diseñarlos con radios de curvatura amplia, especialmente en canales de drenaje que van a llevar gastos muy grandes.

3).- Cuando existan terrenos de propiedad particular dentro de la zona de riego, los canales de drenaje deben respetar al máximo posible, los linderos de dichas propiedades.

Después que se han decidido, las localizaciones se dibujan en un plano y se procede a trazar sus ejes en el terreno. Con frecuencia las localizaciones reales en el terreno, ponen en evidencia los cambios que se necesitan hacer en la localización o alineamiento. Después de trazar el eje del dren en el campo, se deben hacer sondeos a lo largo del dren a intervalos y hasta la profundidad propuesta, para confirmar que el dren quede alojado apropiadamente: el origen del cadenamiento, se debe establecer en el extremo de la descarga y debe progresar hacia aguas arriba.

Secciones de drenes abiertos.- En general los drenes abiertos deben diseñarse de ser posible, para la máxima eficiencia hidráulica, siempre y cuando la sección del canal no sea erosionable, pues de serlo, la sección más conveniente será aquella que resista la erosión; sin embargo, las secciones ideales no siempre se pueden adaptar a la práctica, debido a que existen otros aspectos constructivos y económicos que pueden tener mayor importancia en el diseño del dren.

Además de las características físicas de la sección hidráulica de un dren, existen otras consideraciones prácticas que modifican la sección transversal, tales como terraplenes, cortes, banquetas, taludes laterales, etc.

Taludes Laterales.- En la construcción de un canal de drenaje, una consideración muy importante es la referente a la estabilidad de los taludes laterales, ya que su vida útil depende de éstos.

Para la estabilización de los taludes, es necesario formarlos con materiales estables adecuados, para lo cual puede usarse la compactación con equipo mecánico y hacer pruebas de laboratorio al material, para determinar sus esfuerzos cortantes.

La inclinación de los taludes laterales, va de 1.5:1 hasta 2.5:1, pero en general ésta depende fundamentalmente de la clase de materiales en que se aloja el canal de drenaje.

A lo largo del recorrido de los drenes abiertos y en su cruce con caminos, hay necesidad muchas veces de hacer cambios en la sección transversal de los mismos. Es muy importante que en estas transiciones no se reduzca el área hidráulica del dren para entorpecer el escurrimiento del agua, al grado que esto signifique pérdidas de capacidad de conducción y una merma en su eficiencia hidráulica.

Perfil Hidráulico Longitudinal.- En las redes de drenaje, el perfil hidráulico del canal de drenaje, depende del régimen de escurrimiento y de las estructuras que se encuentran a lo largo del mismo. El perfil hidráulico se debe analizar para las épocas de lluvia y de sequías, con objeto

de lograr que cuando conduce caudales muy grandes, no ahogue otros drenes secundarios que descarguen en este dren, y que al conducir los caudales pequeños, no ocurran remansos perjudiciales.

Cuando se tengan los niveles máximos, se debe evitar además de no ahogar drenes secundarios, que no derramen, para no inundar las tierras de cultivos cercanas.

DETERMINACION DE GASTOS SUPERFICIALES ESCURRIDOS

Como ya es sabido, la red de drenaje agrícola, se construye con el objeto de dar salida a la acumulación del agua en estos terrenos, tanto de la superficie de él, como de la zona radicular de las raíces de las plantas.

En terrenos en que la acumulación del agua, se debe principalmente a sobre riego o infiltraciones, la capacidad se calcula en forma aproximada. Una de las formas que se pueden seguir para determinar la capacidad bajo estas condiciones, es siguiendo las normas del investigador Fortier, que recomienda lo siguiente:

En terrenos comunes y corrientes, (arcillo-arenosos), la capacidad del dren principal se puede calcular de tal manera que tenga $1/3$ de la capacidad del Canal Principal.

En terrenos permeables (arenosos) esta capacidad será de $1/2$ de la del Canal Principal.

En terrenos impermeables será de $1/5$ la capacidad del Canal Principal.

Cuando la acumulación del agua se debe principalmente a la precipitación pluvial, se puede determinar la capacidad de los drenes de las siguientes maneras:

Se puede encauzar el agua hacia un canal, cuyas características físicas sean determinables y realizar métodos de aforo, ya sea con estructuras aforadoras (medidor Parshall, vertedores y orificios) o por medio de las fórmulas de Kutter o la de Manning (Método) de sección y pendiente o bien por medio de molinetes o flotadores.

Cuando no es posible el encauce, se utilizan métodos totalmente empíricos y que para su aplicación es necesario clasificar las cuencas de acuerdo a su magnitud.

En la siguiente tabla se muestra la clasificación de las cuencas y Métodos recomendados (por si los que más se usan comúnmente para la obtención de los gastos superficiales escurridos según el caso.

| Cuenca de: Drenaje: | Límite apro- ximados | Método | Procedencia o Fórmula empírica |
|------------------------|---|---------------------------------|--|
| Chicas | 1 Ha. - 25 Km ² | Fórmulas Empíricas | Gregory-Arnold. |
| | | Curva envolvente De caudales | Curva envolvente De caudales |
| Medianas | 25 Km ² hasta 200 Km ² | Fórmulas Empíricas | Gregory-Arnold. |
| | | Curva envolvente De caudales | Curva envolvente De caudales. |
| | | Hidrógrafo unita- rio. | Hidrógrafo unita- rio. |
| Grandes | 200 Km ² hasta 2000 Km ² | Curva envolvente De caudales | Curva envolvente De caudales |
| | | Método Probabilís- tico. | Método de Gumbel |
| | | Hidrógrafo unita- rio. | Hidrógrafo unita- rio. |
| Muy grandes | Mayores de 2000 Km ² | Curva envolvente De caudales | Curva envolvente De caudales Regional. |
| | | Método Probabilís- tico. | Método de Gumbel |

METODO DE CURVA ENVOLVENTE DE CAUDALES MAXIMOS.

El caudal máximo que puede ocurrir en una cuenca determinada puede calcularse por medio de la envolvente de los Caudales Máximos registrados en la región donde se ubica la Cuenca estudiada.

La Secretaría de Recursos Hidráulicos, tiene ya en forma de gráfica las envolventes de los caudales máximos para las diversas regiones hidrológicas, en que la Dirección de Hidrología divide la República Mexicana. En dicha gráfica está representada la envolvente de los caudales máximos obtenidos con la fórmula propuesta por Williams P. Creager, en la que el coeficiente $C=100$ engloba a las máximas avenidas registradas en el mundo. Con dicha gráfica pueden obtenerse en función de la superficie de la Cuenca, el rendimiento o caudal máximo en $m^3/seg/Km^2$ para la Cuenca en estudio, aunque no se tengan datos de registro en dicha Cuenca, aplicándole la envolvente de caudales de la región hidrológica a que pertenezca. Es obvio que los resultados así obtenidos, serán aproximados.

La ecuación de la curva envolvente para los valores de avenidas disponibles, se expresa según W.P. Creager, de la manera siguiente:

$$q = 0,5033 C (0,386 A)^{\frac{0,894}{(0,386 A) 0,048}} - 1$$

q = Gasto en metros cúbicos por segundo, por kilómetro cuadrado,

A = Area de la Cuenca en Km^2

C = Coeficiente que depende de las características de la Cuenca, que para el mundo en general es igual a 100,

Y donde el valor de C (dado por la fórmula de Lowry y que es igual a:

$C = q (A + 259)^{0,8}$) nos determina los diferentes valores de q para determinadas áreas, de tal forma que se obtengan puntos envolventes.

METODO DEL HIDROGRAFO UNITARIO

Es de los métodos que más datos requieren. Requiere que haya registros continuos de los escurrimientos y de la precipitación de la Cuenca. La precisión de los resultados aumenta con la amplitud de los registros, pero unos cuantos años bastan para hacer una mejor estimación que con cualquier otro método.

Por definición, el Hidrógrafo Unitario de una Cuenca, es el Hidrógrafo del escurrimiento directo que resulta de una lluvia de altura unitaria, que se origina uniformemente en la superficie de la Cuenca, con una intensidad uniforme durante un determinado período de tiempo.

Este método tiene implícitas las siguientes Suposiciones.

- 1) La lluvia se distribuye en forma uniforme en toda su duración.
- 2) La lluvia se distribuye en forma uniforme en toda la superficie de la Cuenca.
- 3) La base o tiempo de duración del hidrógrafo del escurrimiento debido a una cierta lluvia de duración unitaria, es constante.
- 4) Las ordenadas de los hidrógrafos con una base común, son directamente proporcionales a la cantidad total del escurrimiento representado por cada hidrógrafo.
- 5) Para una Cuenca dada, el Hidrógrafo del escurrimiento debido a un período dado de lluvia, refleja todas las características de la Cuenca.

Aunque para las condiciones normales de lluvia y Cuencas, estas suposiciones no pueden satisfacer plenamente los resultados que se obtienen, con este procedimiento son bastante aceptables para los fines prácticos.

Para poder aplicar este método, primeramente se requiere procesar los datos de lluvia y escurrimiento (cálculo de curvas de intensidad y altura de precipitación, determinar el coeficiente de infiltración y obtener hidrogramas unitarios)' además:

a).- Se escoge el período de retorno a la tormenta de diseño, definiéndose como el recíproco de la frecuencia.

b).- Se supone una duración de tormenta.

c).- Con el área de la Cuenca y la duración supuesta de tormenta, se calcula la altura de precipitación, usando los datos procesados de la curva de precipitación.

d).- Se calcula el Hidrograma de la tormenta para la altura de precipitación obtenida en el inciso (c), auxiliándose de las curvas de precipitación-Areas-Duración e Intensidad-Duración-Frecuencia.

e).- Con el hidrograma deducido anteriormente y escogiendo el valor del coeficiente de infiltración más desfavorable de la gráfica obtenida al principio, se calcula la altura de lluvia en exceso y la duración en exceso de la tormenta.

f).- Conocida la duración de la lluvia en exceso, se vé que hidrograma unitario de lo obtenido al principio (para diferentes duraciones de lluvia en exceso) corresponde.

Conocido el hidrograma unitario, como se conoce la altura de lluvia en exceso por el inciso (f), se podrá determinar la avenida mul-

tiplicando las ordenadas del hidrograma unitario por la altura de lluvia. -
La avenida así reducida, corresponde a una tormenta cuya duración se supuso
en el inciso (b).

METODOS ESTADISTICOS PROBABILISTICOS.

Estos métodos se basan en los datos observados de las corrientes; para su aplicación debemos tener datos observados en un período de más de 30 o 50 años.

El método de E.S. Gumbel, se basa en el argumento de que la distribución de las avenidas es ilimitado, que no hay valor límite de la avenida máxima.

Si Q es el caudal máximo observado en un año cualquiera, los registros durante "n" años permitirán obtener "n" valores diferentes de Q. El caudal máximo que puede esperarse que ocurra en un período de T años, está dado por la siguiente ecuación

$$Q_{\text{máx}} = Q_1 + a f_1(t) \text{ --- (1)}$$

En la que Q₁ y 'a' son constantes que se obtienen de las máximas avenidas anuales durante "n" y T es el período de retorno.

Por otra parte, $Q = \bar{Q} - 0,45005 S$

En la que \bar{Q} = avenida media anual, igual a: $\frac{1}{n} \sum Q$

S = Densidad estandard, [igual a:

$$\frac{n\%}{n-1} (\bar{Q}^2 - Q^2)$$

Siendo:

$$\bar{Q} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n Q_i^2 \quad \text{y} \quad Q^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n Q_i^2$$

$$a = 0.7797 \text{ S} \text{ ----- (1a)}$$

$$F_1(t) = \text{Log. e} - \left(1 - \frac{1}{T}\right) \text{ ----- (1b)}$$

Para períodos de retorno mayores de 10 años, la ec. (1b) puede escribirse:

$$f_1(t) = \text{Log. e} (T), \text{ aproximadamente}$$

Las constantes estadísticas Q_1 y "a" han sido determinadas de un número "n" limitado de observaciones y no de un número infinito de éstas; por lo tanto están sujetas a cierta variación; y para cada valor de $Q_{\text{máx.}}$ hay dos valores alternativos $Q (+)$ y $Q (-)$:

$$Q (+) = Q_{\text{máx.}} + E Q \text{ ----- (2a)}$$

$$Q (-) = Q_{\text{máx.}} - E Q \text{ ----- (2b)}$$

De donde $Q_{\text{máx.}}$ se obtiene resolviendo la ecuación (1)

$$E Q = \frac{a}{n} F_2 (T) \text{ ----- (2c)}$$

"a" y "n" son los que se dieron antes: y

$$f_2 (T) = - \frac{1}{(T-1) \text{ Log e} \left(1 - \frac{1}{T}\right)} \text{ -- (2d)}$$

Los valores de $E Q$ son válidos sólo para el intervalo de $t = 1.05$ a $t = 20$

Los valores de f_1 (T) y f_2 se dan en la siguiente tabla:

| FRECUENCIA POR CIENTO (TIEMPO) | PERIODO DE RETORNO (AÑOS) | f_1 (T) (ec. 1b) | f_2 (T) (ec. 2d) |
|--------------------------------|---------------------------|-----------------------|-----------------------|
| 50 | 2 | 0.3565 | 1.443 |
| 20 | 5 | 1.4999 | 2.241 |
| 10 | 10 | 2.2504 | 3.164 |
| 5 | 20 | 2.9702 | 4.473 |
| 2 | 50 | 3.0919 | |
| 1 | 100 | 4.6001 | |
| 0.2 | 500 | 6.2136 | |
| 0.1 | 1000 | 6.9073 | |
| 0.01 | 10000 | 9.2110 | |

PROYECTO Y CALCULO

Primeramente, haremos una breve exposición de las normas de diseño que se aplican para el proyecto del sistema de drenaje de la -- Rehabilitación del Distrito de Riego No. 014, Río Colorado, B.C., y Sonora. Estas normas son las siguientes:

A) Las características de drenaje se definen previo recorrido y estudio detallado del sitio para apreciar las condiciones y necesidades en función de las características de los suelos, la topografía y los caudales de sobrantes de riego que habrá que drenar, ya que en este caso -- por lo general, éstos definirán la capacidad teórica, ya que la lluvia es de poca importancia.

B) A lo largo del trazo de los drenes se hacen pozos conposteadora hasta una profundidad mínima de 3.00 metros para construir el -- perfil estratigráfico. El espaciamiento de estos pozos es aproximadamente de un kilómetro y se va disminuyendo la separación con nuevas exploracio-- nes, de acuerdo con la heterogeneidad de los suelos. Además del perfil estratigráfico, se marcan los niveles freáticos.

Con las muestras obtenidas en los sondeos, se hacen -- pruebas de laboratorio para determinar las propiedades índice que nos ayudan a definir los taludes. En el sitio de estructuras importantes se hacen tam -- bién pruebas de penetración estandar y propiedades índice.

C) De acuerdo a estudios realizados con anterioridad, se -- recomienda que en la zona de riego por gravedad los drenes se diseñan para una capacidad que se obtiene con el 20% de la gráfica de coeficientes uni-

tarios aplicada al área tributaria del dren y se revisa para la lluvia con frecuencia de 15 años.

La profundidad del drenaje primario se determina tomando en cuenta la construcción del drenaje parcelario en las zonas que lo requieren; suponiendo que las tuberías de estos drenes tendrán una profundidad mínima de 1.30 m. (profundidad radicular media) en su iniciación y que deberán descargar libremente al dren abierto.

En las zonas que no requieren drenaje parcelario, los drenes abiertos se diseñan tomando en cuenta únicamente la necesidad de eliminar los sobrantes de riego con las profundidades mínimas siguientes:

En drenes colectores,..... 3.30 m.
drenes primarios 3.00 m.
drenes secundarios 2.50 m.

D) Los taludes de los drenes secundarios y primarios son de 1.5:1 y en los drenes colectores puede variar de 1.5:1 a 2:1, dependiendo del tipo de suelo. En caso de ser necesario puede tenderse más el talud.

E) Para poder llevar a cabo la conservación de los drenes se dejan banquetas de 5.00 m. de ancho y a una altura máxima de 3.30 m.

F) Se proyectan entradas de agua a los drenes en donde es necesario.

G) Las estructuras de cruce con caminos y ferrocarriles, se hacen de preferencia mediante puentes y en caso de emplear alcantarillas -- éstas deben trabajar como canal y tener un diámetro mínimo de 1.40 m.

H) El origen de los drenes secundarios que servirán a las primeras 200 Has. no se construye con las dimensiones normales, únicamente se construye una zanja que pueda hacerse con el equipo del Distrito.

CONSTRUCCION PESADA

En toda obra hay conceptos, que son los que significan el mayor volumen de obra, y por lo tanto, son los que tienen la mayor partida del presupuesto y por lo tanto mayor tiempo para su realización. A continuación tenemos los conceptos que en la construcción de canales y drenes son los más representativos en su realización y al conjunto de estos conceptos le llamaremos "Construcción Pesada"

CONCEPTO DE TRABAJO

DESCRIPCION:

DESPALME DE BANCOS DE PRESTAMO Y ZONAS DE CONSTRUCCION EN MATERIAL COMUN POR-METRO CUBICO DE DESPALME.

1o.- DEFINICION Y EJECUCION:

Se entenderá por despálme la remoción de las capas superficiales del terreno natural, cuyo material no sea aprovechable para la construcción -- y/o conservación de las obras, que se encuentran localizadas sobre los - bancos de préstamo. También se entenderá por despálme la remoción de las capas de terreno natural que no sean adecuadas para la cimentación o desplante de un terraplén.

Se denominará banco de préstamo el lugar del cual se obtengan materiales naturales que se utilicen en la construcción y/o conservación de las - - obras.

Previamente a este trabajo, la superficie de despálme deberá haber sido desmontada según las estipulaciones de las Especificaciones 7-1.00.0 a - 7-2.04.

El material producto del despálme deberá ser retirado fuera de la superficie del banco de préstamo que se va a explorar y colocando en la zona de libre colocación o en aquella que señale el Ingeniero.

2o.- MEDICION Y PAGO

La medición de los volúmenes de material excavado para efectuar el des--pálme, se hará tomando como unidad el metro cúbico y empleando el método de promedio de áreas extremas. El resultado se considerará en unidades - completas.

El movimiento del material producto del despalme fuera de la zona de libre colocación, le será pagado al Contratista de acuerdo con las - Especificaciones 9-5.00.0 a 9-5.03.6 de las Especificaciones Generales y Técnicas de la extinta S.R.H.

CONCEPTO DE TRABAJO

D E S C R I P C I O N :

EXCAVACION DE CANALES Y/O DRENES CON EQUIPO MECANICO EN MATERIAL COMUN, CUANDO EL VOLUMEN EXCAVADO SEA MENOR DE 1000 m³/Km.

1o.- DEFINICION Y EJECUCION:

El trabajo consiste en efectuar las excavaciones que se requieran para formar cubetas de los canales y/o drenes. Los taludes y las plantillas de dichas excavaciones, se afinarán de manera que ningún punto de la sección excavada que de a una distancia mayor de 10 cm, del correspondiente de la sección de proyecto. Los materiales excavados serán dispuestos lateralmente para la formación de los bordos del canal o dren. Estos trabajos deberán quedar a satisfacción de la Secretaría.

2o.- MEDICION Y PAGO:

La excavación de canales y/o drenes se medirá tomando como unidad el metro cúbico con aproximación a una decimal, usando el método del promedio de áreas extremas en estaciones de 20 metros o las que se requieran, según la configuración del terreno.

Para efectos de pago se estimarán los volúmenes excavados comprendidos entre la superficie del terreno y las superficies definidas para la excavación por el proyecto y/o las órdenes del Ingeniero. No se estimarán las líneas de proyecto y/o las indicaciones del Ingeniero, ni aquellos volúmenes de excavación cuyos materiales no hayan sido correctamente dispuestos en los bordos, según las líneas de proyecto y/o las instrucciones del Ingeniero.

POR EL PRECIO UNITARIO UNITARIO CONSIGNADO EN EL CONTRATO PARA ESTE CONCEPTO, SE PAGARAN EXCLUSIVAMENTE LOS VOLUMENES EXCAVADOS DENTRO DE LAS LINEAS Y NIVELES DE PROYECTO Y/O DE ACUERDO CON LAS ORDENES DEL INGENIERO. EL DESCOPETE DE LOS VOLUMENES EXCAVADOS, CUANDO SEA NECESARIO LLEVARLOS A CABO, SE PAGARA AL CONTRATISTA POR SEPARADO, DE ACUERDO CON LOS CONCEPTOS DE TRABAJO, CLAVES 9-4 03.15 Y 9-03.15.01, SEGUN CORRESPONDA.

CONCEPTO DE TRABAJO

DESCRIPCION:

EXCAVACION DE CANALES Y/O DRENES EN TEPETATES CON DUREZA MENOR O IGUAL A 5, CALICHES Y CONGLOMERA, DOS CON EQUIPO MECANICO, CUANDO EL VOLUMEN EXCAVADO SEA MAYOR DE 1000 Y MENOR DE 3000 m³/Km.

- o.- El trabajo consiste en efectuar las excavaciones que se requieran para formar cubetas de los canales y/o drenes. Los taludes y las plantillas de dichas excavaciones se afinarán de manera que ningún punto de la sección excavada quede a una distancia mayor de 10 cm. del correspondiente de la sección de proyecto. Los materiales excavados serán dispuestos lateralmente.

Estos trabajos deberán quedar a satisfacción de la Secretaría.

o.- MEDICION Y PAGO:

La excavación de canales y/o drenes, se medirá tomando como unidad el metro cúbico con aproximación a una decimal, usando el método del promedio de áreas extremas en estaciones de 20 metros o las que se requieran, según la configuración del terreno.

Para efectos de pago, se estimarán los volúmenes excavados comprendidos entre la superficie del terreno y las superficies definidas para la excavación por el proyecto y/o las órdenes del Ingeniero. No se estimarán para fines de pago las excavaciones hechas por el contratista ni aquellos volúmenes de excavación cuyos materiales no hayan sido correctamente dispuestos en los bordos, según las líneas de proyecto y/o las instrucciones del Ingeniero.

Además rigen las Especificaciones Generales y Técnicas de Construcción, publicadas por la extinta S.R.H., con la Cláusula: 9-1.00.0 a 9-1.02.5 y de la - - 9-1.04.0 a la 9-2.04.7.

POR EL PRECIO UNITARIO CONSIGNADO EN EL CONTRATO PARA ESTE CONCEPTO, SE PAGARAN EXCLUSIVAMENTE LOS VOLUMENES EXCAVADOS DENTRO DE LAS LINEAS Y NIVELES DE PROYECTO Y/O DE ACUERDO CON LAS ORDENES DEL INGENIERO, EL DESCOPETE DE LOS VOLUMENES EXCAVADOS, CUANDO SEA NECESARIO LLEVARLO A CABO, SE PAGARA AL CONTRATISTA POR SEPARADO DE ACUERDO CON LOS CONCEPTOS DE TRABAJO CLAVES 9-4.03.15 Y 9-4.03.15,01 SEGUN CORRESPONDA,

CONCEPTO DE TRABAJO

DESCRIPCION:

EXCAVACION EN TAJO PARA LA FORMACION DE BERMAS O BANQUETAS DE CANALES Y/O DRENES, EN MATERIAL COMUN POR METRO CUBICO MEDIDO EN LA EXCAVACION.

1o.- DEFINICION:

Se entenderá por excavación en tajo todas las operaciones necesarias para cortar el terreno natural en ladera formando banquetas o bermas de canales y/o drenes de acuerdo con los proyectos y/o las órdenes del Ingeniero,

2o.- ACTIVIDADES REQUERIDAS PARA LA EJECUCION DE LOS TRABAJOS:

- a).- La excavación para formar las bermas o banquetas.
- b).- El reforzamiento, cuando sea necesario, de los bordos de canales y/o drenes con material producto de la excavación de acuerdo con el proyecto y/o las órdenes del Ingeniero,
- c).- El retiro del material producto de la excavación cuando este no sea aprovechable a los bancos de desperdicio que señale el Ingeniero, el cual puede quedar comprendido o no en la "zona de colocación libre",
- d).- El afine de las bermas o banquetas para dejar una superficie uniforme terminada,

3o.- REQUISITOS TECNICOS Y CONSTRUCTIVOS QUE DEBEN CUMPLIRSE PARA LA RECEPCION SATISFACTORIA DE LOS TRABAJOS,

- a).- Deberá cumplirse que en las bermas o banquetas terminadas, ningún puneto de la sección excavada quede a una distancia mayor o menor de 10,0 (diez) cms, del correspondiente a la sección proyecto, cuidandose que esta desviación no se repita en forma sistemática,

4o.- EQUIPO QUE SE CONSIDERA COMO EL MAS ADECUADO

a).- Tractor Caterpillar D-7 ó similar.

5o.- MEDICION Y PAGO

Para efectos de pago se tomará como unidad el metro cúbico con aproximación de un decimal, solo se estimará para fines de pago los volúmenes excavados comprendidos entre la línea del terreno natural y las líneas de proyecto de las excavaciones y determinadas usando el método del promedio de áreas extremas en estaciones de 20,0 (veinte) mts. ó las que se requieran, según la configuración del terreno.

No se estimarán para fines de pago las excavaciones hechas por el Contratista fuera de las líneas de proyecto y/o las órdenes del Ingeniero.

En aquellos casos en que el contratista efectúe excavaciones fuera de las líneas de proyecto y/o las órdenes recibidas del Ingeniero, se procederá en los términos de las Especificaciones Generales y Técnicas de la Construcción, de la extinta S.R.H. de la 5-18,00,0 a la 5-18,04,0.

En aquellos casos en que por condiciones del proyecto y/o las órdenes del Ingeniero, el material producto de la excavación se coloque fuera de la zona de colocación libre estimará y pagará el contratista por separado a este movimiento en los términos de las Especificaciones Generales y Técnicas de la Construcción de la extinta S.R.H. de la 9-5,00,0 a la 9-5,03,6

Además rigen las Especificaciones Generales y Técnicas de la Construcción de la extinta S.R.H. de la 9-1,04,2 a la 9-1,04,7.

Todos los trabajos deberán quedar terminados a satisfacción de la Secretaría.

CONCEPTO DE TRABAJO

DESCRIPCION:

DESCOPETE DE BORDOS DE CANALES Y/O DRENES DE MATERIAL PRODUCTO DE DESAZOLVE Y/O EXCAVACIONES EFECTUADOS CON EQUIPO MECANICO.

1o.- DEFINICION:

Este trabajo consiste en el extendido y empareje del material que ha sido colocado en los bordos de desperdicio por el producto de excavaciones o desazolve efectuados en canales y/o drenes, según el proyecto y/o las ordenes del Ingeniero.

2o.- ACTIVIDADES REQUERIDAS PARA LA EJECUCION DE LOS TRABAJOS

a).- El extendido y empareje del material para la formación de los bordos.

3o.- REQUISITOS TECNICOS Y CONSTRUCTIVOS MINIMOS QUE DEBEN CUMPLIRSE PARA LA RECEPCION SATISFACTORIA DE LOS TRABAJOS.

Dejar los bordos según el proyecto y/o las órdenes del Ingeniero y se ejecutarán a satisfacción de la Secretaría,

4o.- EQUIPO (MAQUINARIA Y/O PERSONAL) QUE SE CONSIDERA COMO EL MAS ADECUADO.

Para la ejecución de este trabajo se requiere de un Tractor D-6 ó similar.

5o.- MEDICION Y PAGO,

El descopete de bordos se medirá tomando como unidad el metro cúbico, con aproximación de una decimal. La determinación del volumen se hará utilizando el método de promedio de áreas extremas en estaciones de 20 metros o las que se requieran, según la configuración del material por descopetar,

EJEMPLQ

"PROYECTO Y CALCULO DEL DREN COLECTOR MEXICALI"

TORMENTA DE DISEÑO

Los registros de precipitación pluviométricas máximas en 24 horas de la estación meteorológica más cercana a la cuenca en estudio para los años de observación con que se cuenta, fueron proporcionados -- por la Estación Climatológica de Mexicali, B.C., de la S.A.R.H. (tabla 1).

Con los registros de las precipitaciones, se procede a -- hacer una tabla en la que aparecen las lluvias con sus frecuencias correspondientes; para determinar dichas frecuencias se utiliza la siguiente -- fórmula usada en la S.A.R.H.

$$T_r = \frac{n}{m - 1/2}$$

En la cual:

T_r = Frecuencia en años.

n = Número de años del registro.

m = Número de orden de cada evento, ordenados, éstos en forma decreciente.

Esta fórmula que permite determinar la frecuencia de las -- lluvias, es una expresión de la probabilidad de ocurrencia de dichos fenómenos

A continuación se presenta la Tabla No. 1 y la Tabla de -- Precipitaciones-Frecuencia.

PRECIPITACION MAXIMA EN 24 HORAS
ESTACION CLIMATOLÓGICA DE MEXICALI, B.C. S.A.R.H.

| AÑOS | ENERO | FEBRERO | MARZO | ABRIL | MAYO | JUNIO | JULIO | AGOSTO | SEPT. | OCT. | NOV. | DIC. | MAXIMA ANUAL |
|------|-------|---------|-------|-------|------|-------|-------|--------|-------|------|------|------|--------------|
| 51 | 8.0 | 17.9 | 11.8 | 8.5 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.6 | 0.0 | 0.7 | 0.0 | 0.0 | 17.9 |
| 52 | 9.0 | 8.8 | 14.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 15.1 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 6.8 | 15.1 |
| 53 | 0.0 | 5.2 | 4.2 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 1.7 | 5.0 | 13.0 | 13.0 |
| 54 | 6.0 | 2.5 | 0.6 | 1.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 12.0 | 0.0 | 0.8 | 0.0 | 11.8 | 12.0 |
| 55 | 0.2 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 6.0 | 25.0 | 1.9 | 1.7 | 4.0 | 12.8 | 25.0 |
| 56 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.7 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 2.1 | 3.8 | 0.0 | 0.9 | 3.1 | 3.8 |
| 57 | 0.0 | 0.3 | 2.0 | 0.0 | 7.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 22.8 | 0.0 | 6.2 | 22.8 |
| 58 | 18.0 | 0.3 | 1.5 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 6.7 | 1.1 | 0.4 | 5.0 | 18.0 |
| 59 | 0.0 | 6.2 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 2.0 | 0.0 | 2.1 | 0.0 | 0.0 | 2.8 | 6.2 |
| 1960 | 2.3 | 0.0 | 0.0 | 1.9 | 0.0 | 0.0 | 9.5 | 6.4 | 0.0 | 0.0 | 6.0 | 5.1 | 9.5 |
| 61 | 4.2 | 13.3 | 1.8 | 2.3 | 0.0 | 0.0 | 1.0 | 0.8 | 2.5 | 0.0 | 2.4 | 3.1 | 13.3 |
| 62 | 0.2 | 0.5 | 3.8 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 29.8 | 1.0 | 0.0 | 29.8 |
| 63 | 2.1 | 0.2 | 1.4 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 3.1 | 0.0 | 0.5 | 0.0 | 0.0 | 31.0 | 31.0 |
| 64 | 20.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 2.8 | 7.2 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 19.5 | 20.0 |
| 65 | 4.8 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.3 | 0.0 | 0.0 | 37.0 | 0.0 | 8.3 | 0.0 | 0.0 | 37.0 |
| 66 | 15.0 | 0.1 | 3.5 | 0.6 | 0.3 | 0.0 | 0.0 | 20.3 | 0.0 | 27.0 | 0.3 | 2.0 | 27.0 |
| 67 | 1.0 | 22.0 | 2.1 | 3.2 | 3.0 | 1.5 | 0.1 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 1.5 | 0.0 | 22.0 |
| 68 | 2.3 | 9.1 | 0.0 | 0.4 | 0.5 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 4.5 | 2.4 | 0.0 | 13.5 | 13.5 |
| 69 | 1.4 | 0.9 | 2.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 18.2 | 0.0 | 6.7 | 2.1 | 18.2 |
| 1970 | 3.5 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.5 | 12.1 | 0.0 | 0.0 | 0.7 | 17.5 | 17.5 |
| 71 | 14.5 | 1.1 | 2.3 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.8 | 0.0 | 0.8 | 0.0 | 0.0 | 31.8 | 31.8 |
| 72 | 2.0 | 3.6 | 2.3 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 1.7 | 25.0 | 29.0 | 6.5 | 0.0 | 29.0 |
| 73 | 0.0 | 1.0 | 0.1 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 2.8 | 0.6 | 0.6 | 8.6 |
| 74 | 2.2 | 6.0 | 1.0 | 7.2 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 5.2 | 0.0 | 0.0 | 4.5 | 19.5 | 19.5 |
| 75 | 14.2 | 2.7 | 2.4 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 4.1 | 0.0 | 10.5 | 6.1 | 1.6 | 0.3 | 14.2 |
| 76 | 2.1 | 0.0 | 3.3 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 1.0 | 2.0 | 36.5 | 0.0 | 31.1 | 7.5 | 36.5 |
| 77 | 0.1 | 1.6 | 10.7 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 15.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.3 | 0.8 | 15.0 |
| 78 | 11.3 | 1.0 | 1.5 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 2.1 | 3.0 | 12.6 | 0.7 | 15.2 | 2.1 | 17.6 |
| 79 | 0.0 | 12.0 | 16.6 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 2.1 | 0.1 | 0.0 | 0.2 | 0.8 | 16.8 |
| 1980 | 0.8 | 0.2 | 0.0 | 1.3 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 2.3 | 10.0 | 2.1 | 0.0 | 1.7 | 10.0 |
| 81 | 3.5 | 0.6 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 2.3 | 1.0 | 0.0 | 6.3 | 17.0 | 9.4 | 17.0 |

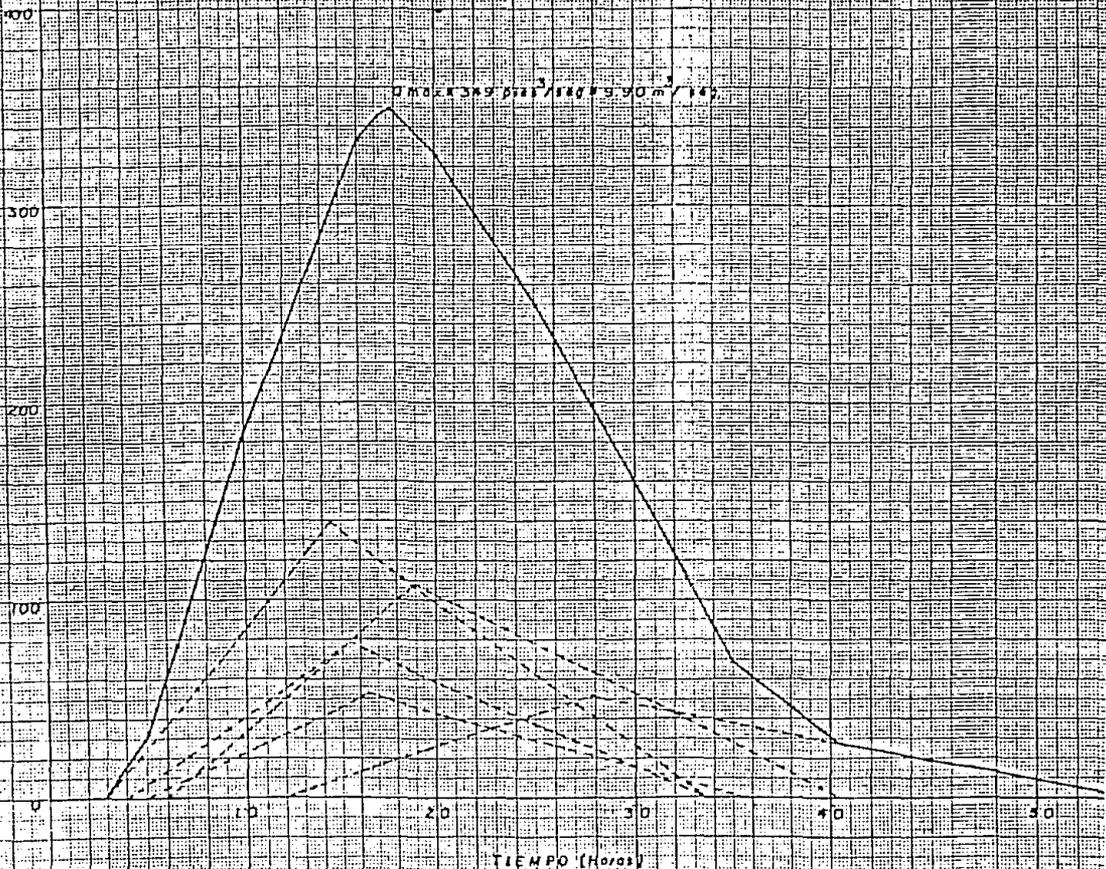
TABLA PRECIPITACION = FRECUENCIA.

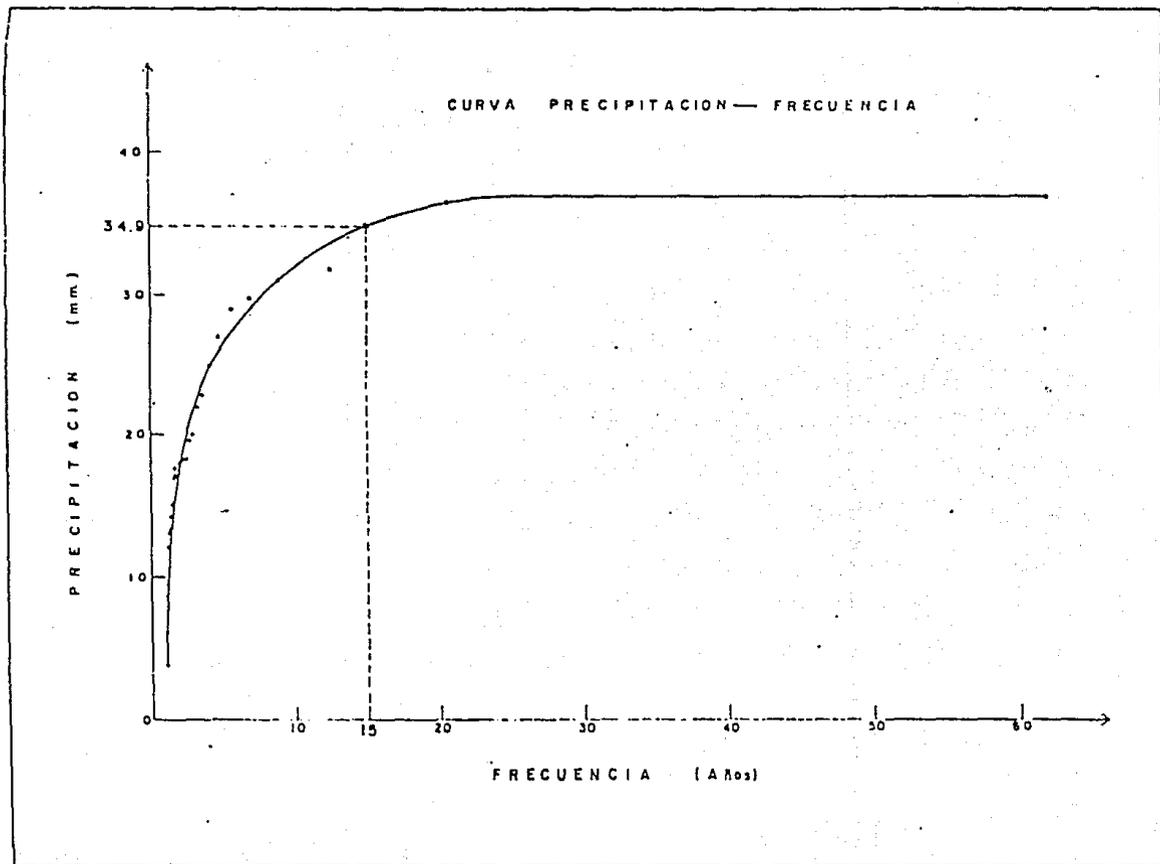
| Número de Orden: | Precipitación mm/24 Hrs. : | Frecuencia (T _p años : |
|------------------|----------------------------|-----------------------------------|
| 1 | 37.0 | 62.00 |
| 2 | 36.5 | 20.66 |
| 3 | 31.8 | 12.40 |
| 4 | 31.0 | 8.85 |
| 5 | 29.8 | 6.88 |
| 6 | 29.0 | 5.63 |
| 7 | 27.0 | 4.76 |
| 8 | 25.0 | 4.13 |
| 9 | 22.8 | 3.64 |
| 10 | 22.0 | 3.26 |
| 11 | 20.0 | 2.95 |
| 12 | 19.5 | 2.69 |
| 13 | 18.2 | 2.48 |
| 14 | 18.0 | 2.29 |
| 15 | 18.0 | 2.13 |
| 16 | 17.9 | 2.00 |
| 17 | 17.6 | 1.87 |
| 18 | 17.5 | 1.77 |
| 19 | 17.0 | 1.67 |
| 20 | 16.8 | 1.58 |
| 21 | 15.1 | 1.51 |
| 22 | 15.0 | 1.44 |
| 23 | 14.2 | 1.37 |
| 24 | 13.5 | 1.31 |
| 25 | 13.3 | 1.26 |
| 26 | 13.0 | 1.21 |
| 27 | 12.0 | 1.16 |
| 28 | 9.5 | 1.12 |
| 29 | 8.6 | 1.08 |
| 30 | 6.2 | 1.05 |
| 31 | 3.8 | 1.01 |

HIDROGRAMA DE LA TORMENTA DE DISEÑO
 PARA UNA FRECUENCIA DE 15 AÑOS

Q (m³/s) (litros/seg)

$Q_{max} = 349 \text{ m}^3/\text{s} = 349 \text{ lit}/\text{s}$





Con los datos de la Tabla Precipitación-Frecuencia, se construye la curva de la gráfica No. 1. De esta curva se puede obtener la precipitación correspondiente a una determinada frecuencia.

Así tenemos que para una frecuencia de 15 años, la precipitación máxima en 24 horas es de 34,9 mm.

ESCURRIMIENTO

Para conocer el escurrimiento en una corriente de agua, las mediciones directas (aforos) son las que dan resultados más satisfactorios, pero cuando no es posible esto, se hace necesario el utilizar métodos indirectos, los cuales se valen de los datos de precipitación y de las características de la cuenca, para determinar el gasto aportado por la misma.

Entre la gran variedad de métodos indirectos, he seleccionado el Método del Hidrógrafo Unitario Triangular, puesto que hace intervenir el mayor número de características de la cuenca, dando así un resultado bastante aceptable.

METODO DEL HIDROGRAFO UNITARIO TRIANGULAR.

Este método consiste en obtener Hidrograma artificial de una corriente de agua una vez conocida la precipitación y características de la cuenca,

A continuación determinaremos la avenida de diseño del Dren Colector Mexicali.

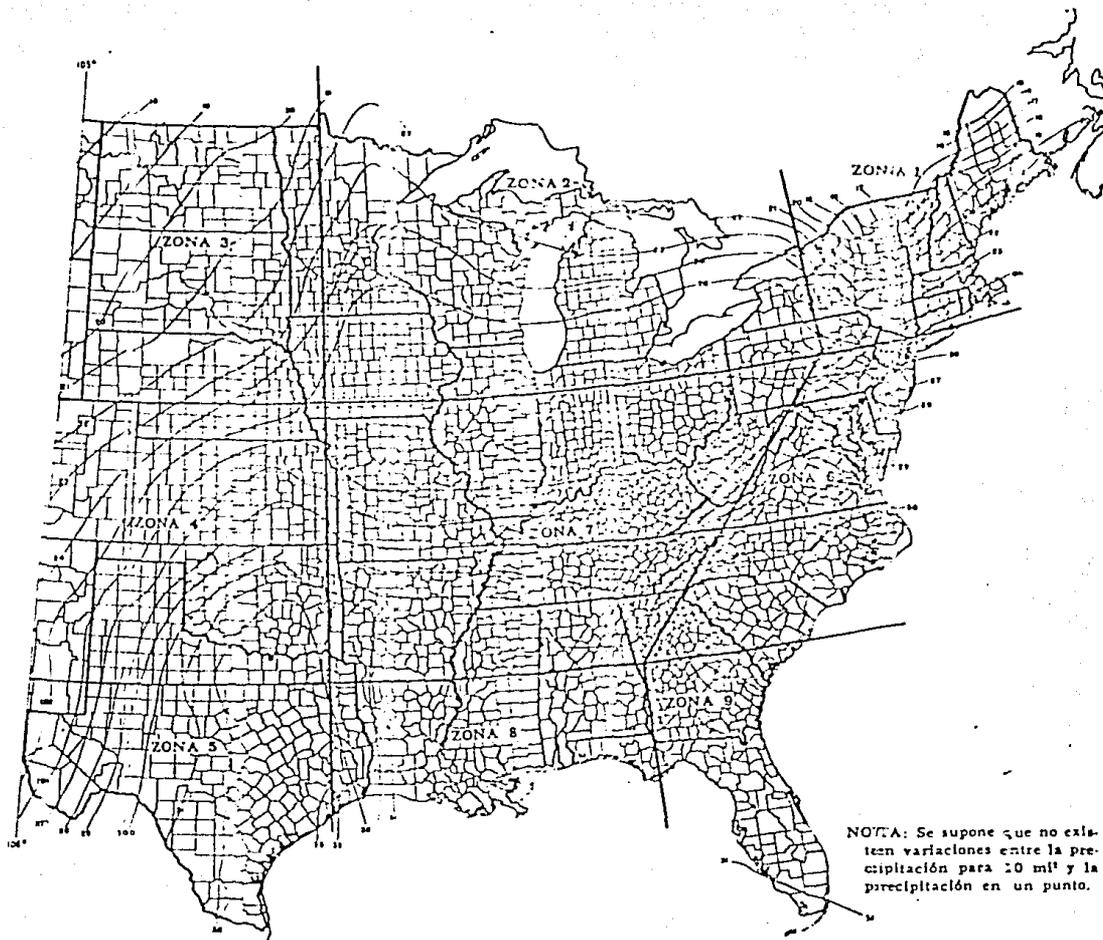
FACTORES DE LA CUENCA

AREA DE LA CUENCA = 5,300 Has. = 53 Km² = 20,55 m. Ha².

Lluvia de proyecto = 34,9 mm, = 1,374 pulgadas.

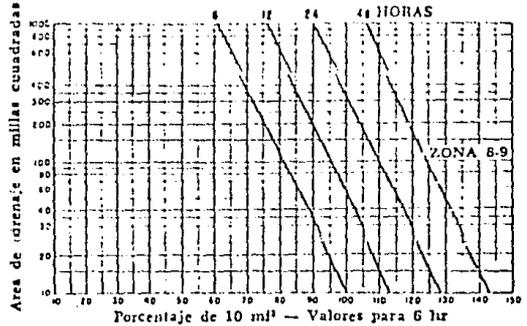
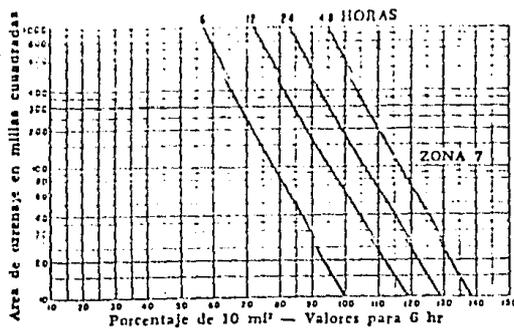
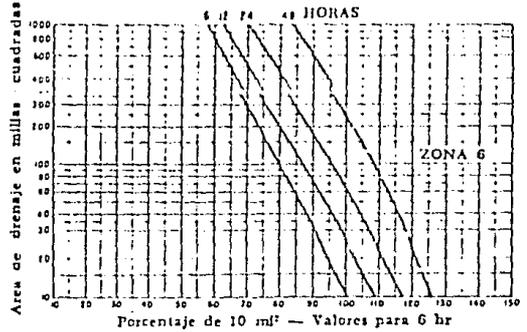
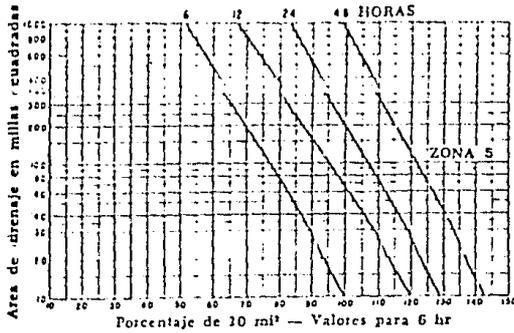
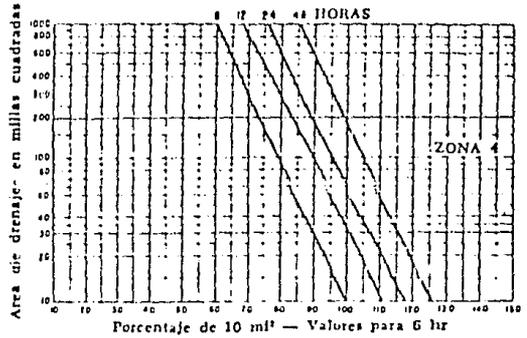
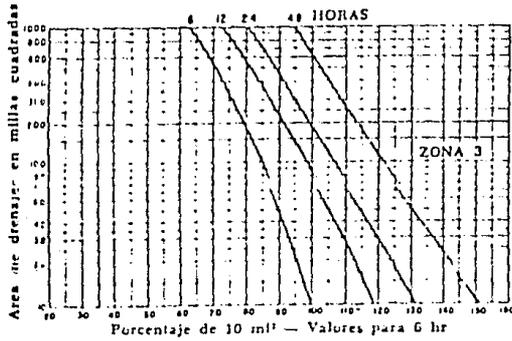
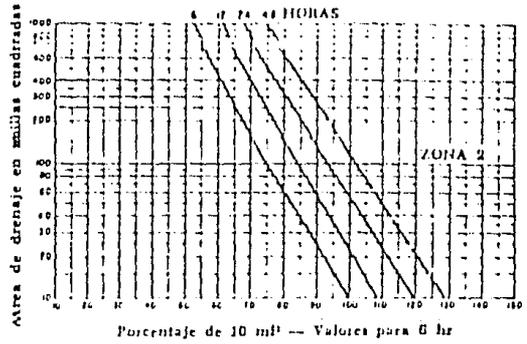
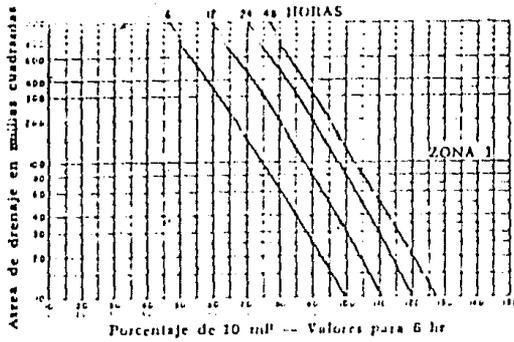
Longitud del curso del agua más largo = 22,369 m. 13,93 millas.

Diferencia de elevación en pies = H = 6,75 m. = 22,13 pies

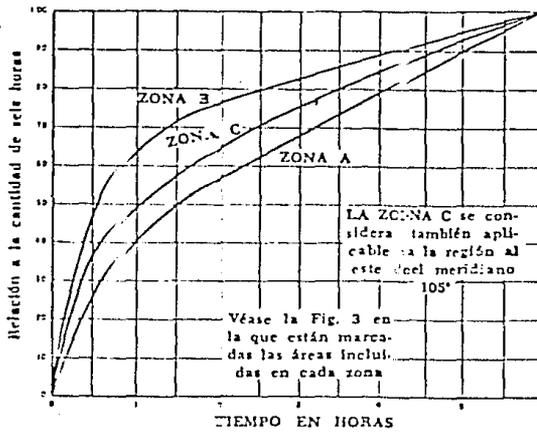


Precipitación máxima probable ((en pulgadas) al este del meridiano 105° para una área de 10 mi² y una duración de 66 hr

FIG. No. 2



Relaciones entre lámina-área y duración. Porcentaje que debe aplicarse para obtener los valores máximos de precipitación en 6 hr



Distribución de la precipitación de 6 hr para la región al oeste del meridiano 105°

FIG. No. 4

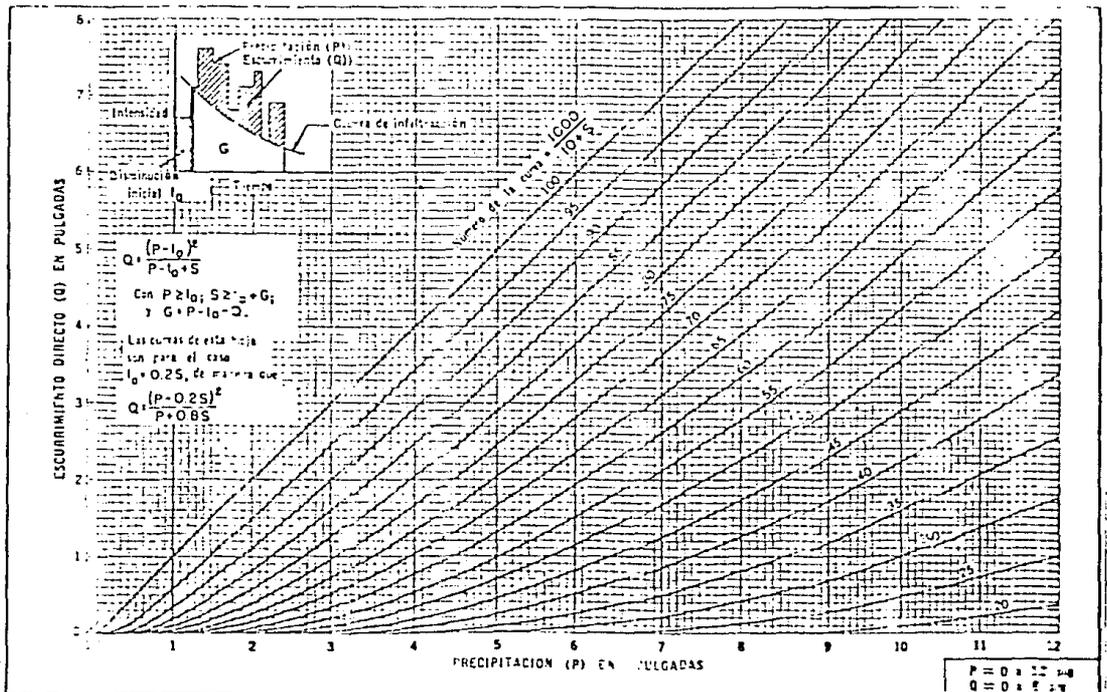


FIG. No. 5

DISTRIBUCION DE LA TORMENTA:

Es necesario conocer ahora la forma en que se distribuyen la tormenta en las 24 horas.

Debido a que los registros pluviométricos que se tienen en la Estación Climatológica de Mexicali, nos proporcionan las precipitaciones diarias, es necesario (de acuerdo a datos de la región), obtener una distribución representativa.

En adelante, habrá necesidad de utilizar tablas y gráficas que se encuentran en el libro "Diseño de Presas Pequeñas", por lo cual para mayor facilidad, solamente mencionaremos la página del libro y nombre de las gráficas o tablas a usarse, omitiendo el procedimiento de elaboración de éstas.

En la Fig. 2, está mostrada la parte de los Estados Unidos de Norteamérica situada en el Este del Meridiano 105°, la cual se encuentra dividida en 9 zonas. De éstas la zona 5 situada inmediatamente arriba de nuestra frontera, es la que podemos considerar que tenga características similares a las de nuestra cuenca en estudio; por lo cual la distribución de la lluvia la podemos obtener utilizando la gráfica correspondiente a esta zona en la que aparecen los porcentajes de lluvia para 6, 12 y 24 horas. Fig. 3.

| TIEMPO HORAS | PORCENTAJE CON RESPECTO A LA LLUVIA DE 6 HRS. EN UN AREA DE 10 MILLAS 2 | LLUVIA TOTAL EN PULGADAS |
|--------------|---|--------------------------|
| 6 | 96% | 1.32 |
| 12 | 113% | 1.55 |
| 24 | 123% | 1.69 |

Ahora nos interesa conocer la distribución horaria en las primeras seis horas, lo cual conseguimos usando la Fig. No. 4. En nuestro caso la curva que aplicaremos será la de la zona C.

| TIEMPO HORAS | PORCENTAJE DE LA LLUVIA EN 6 HORAS | LLUVIA ACUMULADA EN PULGADAS | INCREMENTOS DE LA LLUVIA EN PULGADAS |
|--------------|------------------------------------|------------------------------|--------------------------------------|
| 1 | 49 | 0.65 | 0.65 |
| 2 | 64 | 0.84 | 0.19 |
| 3 | 75 | 0.99 | 0.15 |
| 4 | 84 | 1.11 | 0.12 |
| 5 | 92 | 1.22 | 0.12 |
| 6 | 100 | 1.32 | 0.10 |
| 12 | 113 | 1.55 | 0.23 |
| 24 | 123 | 1.69 | 0.14 |

La precipitación por incrementos durante el período de las primeras seis horas conviene ordenarse por magnitudes descendentes en el siguiente orden: 6,4,3,1,2, y 5, ya que con este orden se obtiene una avenida calculada mayor que la basada en el supuesto de que el incremento horario mayor de la lluvia ocurre durante la primera hora de un aguacero y al mismo tiempo es menor que el calculado, suponiendo que el incremento mayor ocurre durante la sexta hora del aguacero. Así tenemos para el Aguacero de Proyectos:

| TIEMPO EN HORAS | INCREMENTO DE LA LLUVIA EN PULGADAS | LLUVIA ACUMULADA EN PULGADAS |
|-----------------|-------------------------------------|------------------------------|
| 0 - 1 | 0.10 | 0.10 |
| 1 - 2 | 0.12 | 0.22 |
| 2 - 3 | 0.15 | 0.37 |
| 3 - 4 | 0.65 | 1.02 |
| 4 - 5 | 0.19 | 1.21 |
| 5 - 6 | 0.11 | 1.32 |
| 6 - 12 | 0.23 | 1.55 |
| 12 - 24 | 0.14 | 1.69 |

Para poder obtener el escurrimiento directo sobre la cuenca, es necesario primeramente hacer la clasificación hidrológica de los suelos de la cuenca, y para esto se tiene que los principales grupos hidrológicos son:

- GRUPO A: Con el potencial de escurrimientos mínimo. Incluye a las arenas profundas con poco limo y arcilla, también a los loes muy -- Permeables.
- GRUPO B: Infiltración superior a la media. Incluye a las arenas y loes menos profundos.
- GRUPO C: Infiltración menor a la media. Incluye a los suelos que contienen muchas arcillas y coloides.
- GRUPO D: Con el potencial de escurrimientos mayor. Incluye a las arcillas que más aumentan de volumen al mojarse.

En el estudio de Mecánica de Suelos, efectuado en la zona de riego donde se localiza la Cuenca tributaria del Dren Colector Mexicali, se obtuvo como resultado de los sondeos, que el suelo contiene principalmente arena limosa en la parte superficial (en promedio desde el terreno natural hasta los 1.50 m. de profundidad) y arcilla en la parte profunda (promediando, a partir del 1.50 m. hacia abajo), por lo cual podemos clasificar al suelo de la cuenca dentro del grupo hidrológico "C" con infiltración mala.

A continuación procedemos a determinar el número de la -- curva a usar para entrar a la gráfica de la fig. No.5, en la que teniendo como dato la precipitación (P) que es conocida en pulgadas y refiriéndolo a la curva correspondiente, se obtienen en las ordenadas los escurrimientos directos (Q).

NUMEROS DE LAS CURVAS DE ESCURRIMIENTOS PARA LAS DIFERENTES COMBINACIONES
HIDROLOGICAS SUELO-VEGETACION.

TABLA No. 2.

| USO DEL SUELO Y CUBIERTA | TRATAMIENTO O METODO | CONDICIONES PA- RA LA INFILTRA- CION. | GRUPO HIDROLOGICO DEL SUELO | | | |
|--|--------------------------|---|--------------------------------|----|----|----|
| | | | A | B | C | D |
| Barbecho | SR | - . - | 77 | 86 | 91 | 94 |
| Cultivos en hileras. | SR | Mala | 72 | 81 | 88 | 91 |
| | SR | Buena | 67 | 78 | 85 | 89 |
| | C | Mala | 70 | 79 | 84 | 88 |
| | C | Buena | 65 | 75 | 82 | 86 |
| | C&T | Mala | 66 | 74 | 80 | 82 |
| | C&T | Buena | 62 | 71 | 78 | 81 |
| | Granos pequeños | SR | Mala | 65 | 76 | 84 |
| SR | | Buena | 63 | 75 | 83 | 87 |
| C | | Mala | 63 | 74 | 82 | 85 |
| C | | Buena | 61 | 73 | 81 | 84 |
| C&T | | Mala | 61 | 72 | 79 | 82 |
| C&T | | Buena | 59 | 70 | 78 | 81 |
| Legumbres tupidas o rotación de pra- deras | | SR | Mala | 66 | 77 | 85 |
| | SR | Buena | 58 | 72 | 81 | 85 |
| | C | Mala | 64 | 75 | 83 | 85 |
| | C&T | Mala | 63 | 73 | 80 | 83 |
| | C&T | Buena | 51 | 67 | 76 | 80 |
| | Pradera o Pasti- zal. | - - | Mala | 68 | 79 | 86 |
| - - | | Regular | 49 | 69 | 79 | 84 |
| - - | | Buena | 39 | 61 | 74 | 80 |
| C | | Mala | 47 | 67 | 81 | 88 |
| C | | Regular | 25 | 59 | 75 | 83 |
| C | | Buena | 6 | 35 | 70 | 79 |
| Pradera (perma- nente) | | - - | - - | 30 | 58 | 71 |

| | | | | | |
|--------------------------------|---------|----|----|----|----|
| Bosques (lotes de Bosques). | Mala | 45 | 66 | 77 | 83 |
| | Regular | 36 | 60 | 73 | 79 |
| | Buena | 25 | 55 | 70 | 77 |

SE = Hileras rectas

C = Por líneas de nivel

T = Terrazas

C&T = Terrazas a nivel.

Para determinar el número de la curva, haremos uso de la tabla No. 2 la cual contiene el número de las curvas de escurrimiento para las diferentes combinaciones hidrológicas suelo-vegetación. Definido ya el grupo hidrológico y sabiendo que la vegetación existentes en la cuenca es de cultivos en hileras por líneas de nivel, obtenemos de la tabla la curva a utilizar es la No. 84.

Estas curvas se construyeron con la ecuación del escurrimiento:

$$Q = \frac{(P - 0.2 S)^2}{P + 0.8 S} \quad \text{--- (1)}$$

Donde:

Q = Escurrimiento directo en pulgadas.

P = Precipitación de la tormenta en pulgadas.

S = Diferencia Potencial máxima entre P y Q - en pulgadas a la hora que comienza la tormenta.

El número de la curva está dado por la Fórmula

$$\text{No. de Curva} = \frac{1,000}{10 + S} \quad \text{--- (2)}$$

Como para valores de P menores de 2, ya no es apreciable el valor de Q en la gráfica, procederemos a despejar el valor de "S" de la Fórmula (2) para sustituirlo en la (1) y de esta manera el valor de Q analíticamente.

$$84 = \frac{1,000}{10 + S} \quad S = \frac{1,000}{84} - 10 = 1.9046$$

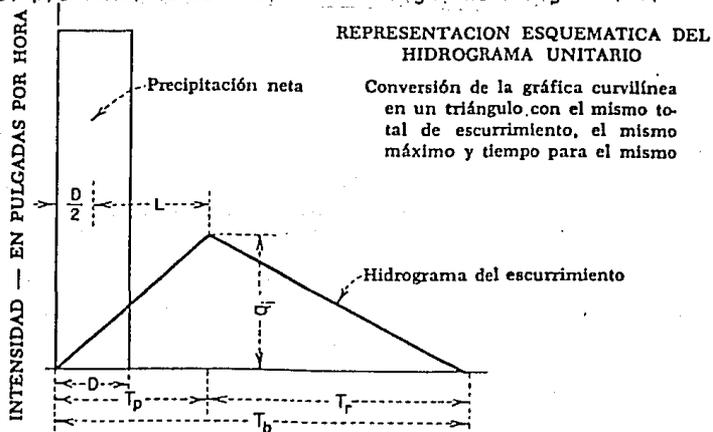
$$Q = \frac{(P - 0.2 S)^2}{(P + 0.8 S)} = \frac{(P - 0.3809)^2}{P + 1.52} \quad \text{--- (3)}$$

Sustituyendo en la Fórmula (3) el valor de la precipitación acumulada en cada intervalo, obtendremos el escurrimiento acumulado en cada uno de ellos. Luego de determinar los incrementos de escurrimiento por intervalo, encontrando también los incrementos de las pérdidas o infiltración, restando las del escurrimiento de los de la precipitación.

| TIEMPO HORAS | INCREMENTO DE LLUVIA EN PULGADAS | LLUVIA ACUMULADA EN PULGADAS | ESCURRIMIENTO ACUMULADO | INCREMENTO |
|--------------|----------------------------------|------------------------------|-------------------------|------------|
| 0-1 | 0.10 | 0.10 | -- | -- |
| 1-2 | 0.12 | 0.22 | -- | -- |
| 2-3 | 0.15 | 0.37 | -- | -- |
| 3-4 | 0.65 | 1.02 | 0.16 | 0.16 |
| 4-5 | 0.19 | 1.21 | 0.25 | 0.09 |
| 5-6 | 0.11 | 1.32 | 0.31 | 0.06 |
| 6-12 | 0.23 | 1.55 | 0.45 | 0.14 |
| 12-24 | 0.14 | 1.69 | 0.53 | 0.08 |

CALCULO DE LAS CARACTERISTICAS DE LOS HIDROGRAMAS TRIANGULARES

Los hidrogramas correspondientes a cada intervalo de lluvia, lo vamos a representar en forma triangular, debido a la similitud geométrica entre ella y la forma de un hidrograma, simplificando así el problema. Su obtención es la siguiente. Fig. No. 6.



En donde:

- D = Duración de la tormenta (duración del intervalo)
- L = Retraso o tiempo del centro del exceso de precipitación a la hora del máximo, en horas.
- T = Tiempo en horas, desde el principio al máximo de intensidad.
- T_b = Tiempo total de escurrimiento (tiempo base)
- q_p = Intensidad máxima, en pies cúbicos por segundo.

Para obtener estos valores, es necesario conocer antes el tiempo de concentración (t_c), que es la duración del recorrido del agua desde el punto hidráulicamente más distante, el punto de interés.

$$T_c = \frac{(11.9 \times L^3)}{h} 0.385$$

En donde:

- L = La longitud del curso del agua más largo, en millas
- H = Diferencia de elevación en pies.

$$T_c = \frac{11.9 (13.93)^3}{22.13} 0.385 = 16.5 \text{ Horas.}$$

Conocido T_c , se procede a calcular el tiempo, T_p , el cual se obtiene con la fórmula siguiente:

$$T_p = \frac{D}{2} + 0.6 T_c$$

Siendo:

$0.6 T_c$ = Factor empírico adaptado como representativo del tiempo de retraso (L).

D = Duración de la tormenta,

Para las primeras seis horas:

| | |
|-------------------------------------|--------------------------|
| Cuando T_c es menor de 3 horas | Se toma $D = 1/2$ Horas. |
| Cuando T_c varía de 3 a 10 horas | Se toma $D = 1$ Hora. |
| Cuando T_c varía de 10 a 15 horas | Se toma $D = 2$ Horas. |
| Cuando T_c varía de 15 a 30 horas | Se toma $D = 3$ Horas. |

Para intervalos siguientes (6-12 y 12-24 horas) se consideran las duraciones reales, seis y doce horas respectivamente.

Y el tiempo base es:

$$T_b = 1.67 T_p$$

La intensidad máxima se calcula con la ecuación:

$$q_p = \frac{484 A Q}{T_p} \quad \frac{(\text{pies}^3)}{\text{Seg.}}$$

Donde:

A = Area de la cuenca, en millas cuadradas.

Q = Escurrimiento total, en pulgadas.

En nuestro caso $T_c = 16,5$ horas, por lo tanto la duración de la tormenta es $D = 3$ horas para las primeras seis horas.

Para $D = 3$ horas.

$$T_p = \frac{D}{2} + 0.6 T_c$$

$$T_p = \frac{3}{2} + 0.6 (16,5) = 11.40 \text{ horas.}$$

$$T_b = 2.67 T_p$$

$$T_b = 2.67 (11,40) = 30.44 \text{ Horas.}$$

$$q_p = \frac{484 \text{ AQ}}{T_P}$$

$$q_p = \frac{484 \times 20.55 \times 1.00}{11.40} = 872 \text{ pies}^3/\text{seg.}$$

En el intervalo de 6-12 horas.

$$D = 6 \text{ horas.}$$

$$T_p = \frac{6}{2} + 0.6 (16.5) = 12.90 \text{ horas.}$$

$$T_b = 2.67 (12.90) = 34.44 \text{ horas.}$$

$$q_p = \frac{484 \times 20.55 \times 1.00}{12.90} = 771 \text{ pies}^3/\text{seg.}$$

En el intervalo de 12-24 horas.

$$D = 12 \text{ horas.}$$

$$T_p = \frac{12}{2} + 0.6 (16.5) = 15.90 \text{ horas.}$$

$$T_b = 2.67 (15.90) = 42.45 \text{ horas}$$

$$q_p = \frac{484 \times 20.55 \times 1.00}{15.90} = 626 \text{ pies}^3/\text{seg.}$$

| rementos de urrimiento pulgadas | qp para una - pulgada de es- currimiento. | qp real para los incremen- tos de escu- rrimiento. | Hidrogramas de los incrementos | | |
|---------------------------------------|---|---|--------------------------------|--------------------|-------------------|
| | | | Hora del Principio | Hora del Máximo | Hora del final |
| - - | 872 | - - | 0 | 11.40 | 30.44 |
| - - | 872 | - - | 1 | 12.40 | 31.44 |
| - - | 872 | - - | 2 | 13.40 | 32.44 |
| 0.16 | 872 | 139.52 | 3 | 14.40 | 33.44 |
| 0.09 | 872 | 78.48 | 4 | 15.40 | 34.44 |
| 0.06 | 872 | 52.32 | 5 | 16.40 | 35.44 |
| 0.14 | 771 | 107.94 | 6 | 18.90 | 40.44 |
| 0.08 | 626 | 50.08 | 12 | 27.90 | 54.45 |

DISEÑO HIDRAULICO DEL DREN COLECTOR MEXICALI.

Sección del Dren.- Como anteriormente se ha dicho, en el caso particular del Distrito de Riego No. 014, se puede decir que las secciones de los drenes están sobradas, puesto que los volúmenes de agua que principalmente desalojan, son debido a los sobrantes de riego, pues la precipitación pluvial es muy escasa.

En base a las Normas de Diseño usadas en la Rehabilitación del Distrito, la sección mínima fijada por la S.A.R.H., para la importancia del presente dren es la siguiente:

Las propiedades hidráulicas del Dren Colector Mexicali -
en el Km. 0+000 son:

Area total neta por drenar = 5,300 Has.

Coefficiente de drenaje = 20% coef. unitario de riego.

$$= 0.20 \times 1.0 = 0.2 \text{ Lts/seg/Ha.}$$

Gasto = A x coeficiente de drenaje.

$$Q = 5,300 \times 0.2 = 1.06 \text{ m}^3/\text{seg.}$$

Para seguridad en el funcionamiento de los canales principales de riego del Distrito, se les ha proyectado estructuras de emergencias (desfogues) para descargar los volúmenes en exceso.

En el Dren Colector Mexicali, existe una de estas estructuras provenientes del canal Benassini, la cual se proyectó para un gasto máximo de descarga de $2.0 \text{ m}^3/\text{seg.}$

De esta manera, el gasto total será:

$$Q = 1.06 + 2.0 = 3.06 \text{ m}^3/\text{seg.}$$

Procederemos a fijar el ancho de la plantilla y los taludes del Dren:

$$b = 3.50 \text{ m.}$$

$$t = 2:1$$

También fijamos la rugosidad y la pendiente, de manera que produzca velocidades que pueda soportar el terreno:

$$S = 0.00020$$

$$n = 0.030$$

Supondremos un tirante de = 1.25 m.

a) Area Hidráulica.

$$A = qb + td^2$$

$$A = 3.50 \times 1.25 + 2 (1.25)^2 = 7.50 \text{ m}^2$$

b) La fórmula de la continuidad.

$$V = \frac{Q}{A}$$

$$V = \frac{3.06}{7.50} = 0.408 \text{ m/seg.}$$

c) Perímetro mojado.

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

$$P = 3.50 + 2 \times 1.25 \sqrt{1 + (2)^2} = 9.09 \text{ m.}$$

d) Radio Hidráulico.

$$r = \frac{A}{p} = \frac{7.50}{9.09} = 0.825 \text{ m.}$$

$$r^{2/3} = 0.880 \text{ m.}$$

e) Calculando la velocidad por medio de la fórmula de Manning:

$$V = \frac{r^{2/3} S^{1/2}}{n}$$

$$S = 0.00020 \therefore S^{1/2} = 0.01414$$

$$V = \frac{0.880 \times 0.01414}{0.030} = 0.413 \text{ m/seg.}$$

Este valor de la velocidad es semejante al obtenido con la Fórmula de la continuidad, por lo cual los datos hidráulicos propuestos son aceptables.

La capacidad máxima para esta sección del Dren es:

DATOS:

$$b = 3.50 \text{ m.}$$

$$d = 3.30 \text{ m.}$$

$$t = 2:1$$

$$n = 0.030$$

$$S = 0.00020$$

$$A = bd + td^2 = 3.50 \times 3.30 + 2 (3.30)^2 = 33.33 \text{ m}^2$$

$$p = b + 2d \quad 1+t^2 = 3.50 + 2 \times 3.30 \quad 1+(2)^2 = 18.2576 \text{ m.}$$

$$r = \frac{A}{P} = \frac{33.33}{18.2576} = 1.825 \text{ m.}$$

$$r^{2/3} = 1.494$$

$$s^{1/2} = 0.01414$$

$$V = \frac{r^{2/3} s^{1/2}}{n} = \frac{1.494 \times 0.01414}{0.030} = 0.7033 \text{ m/seg.}$$

$$V = \frac{Q}{A} \quad \therefore \quad Q = V A = 0.7033 \times 33.33 = 23.44 \text{ m}^3/\text{seg.}$$

En el caso máximo extremo que será cuando se tengan al mismo tiempo, la precipitación pluvial con frecuencia de 15 años, más el desfogue del Canal Benassini, más el gasto normal del Dren Parcelario, se tendrá:

Por precipitación pluvial - - - - - 9.90 m³/seg.
Desfogue Canal Benassini. - - - - - 2.00 m³/seg.
Drenaje Agrícola - - - - - 1.06 m³/seg.

$$Q_{\text{máx.}} = 12.96 \text{ m}^3/\text{seg.}$$

Como podrá verse, el gasto máximo que se puede presentar en el Dren Colector Mexicali, es menor que la capacidad máxima de éste.

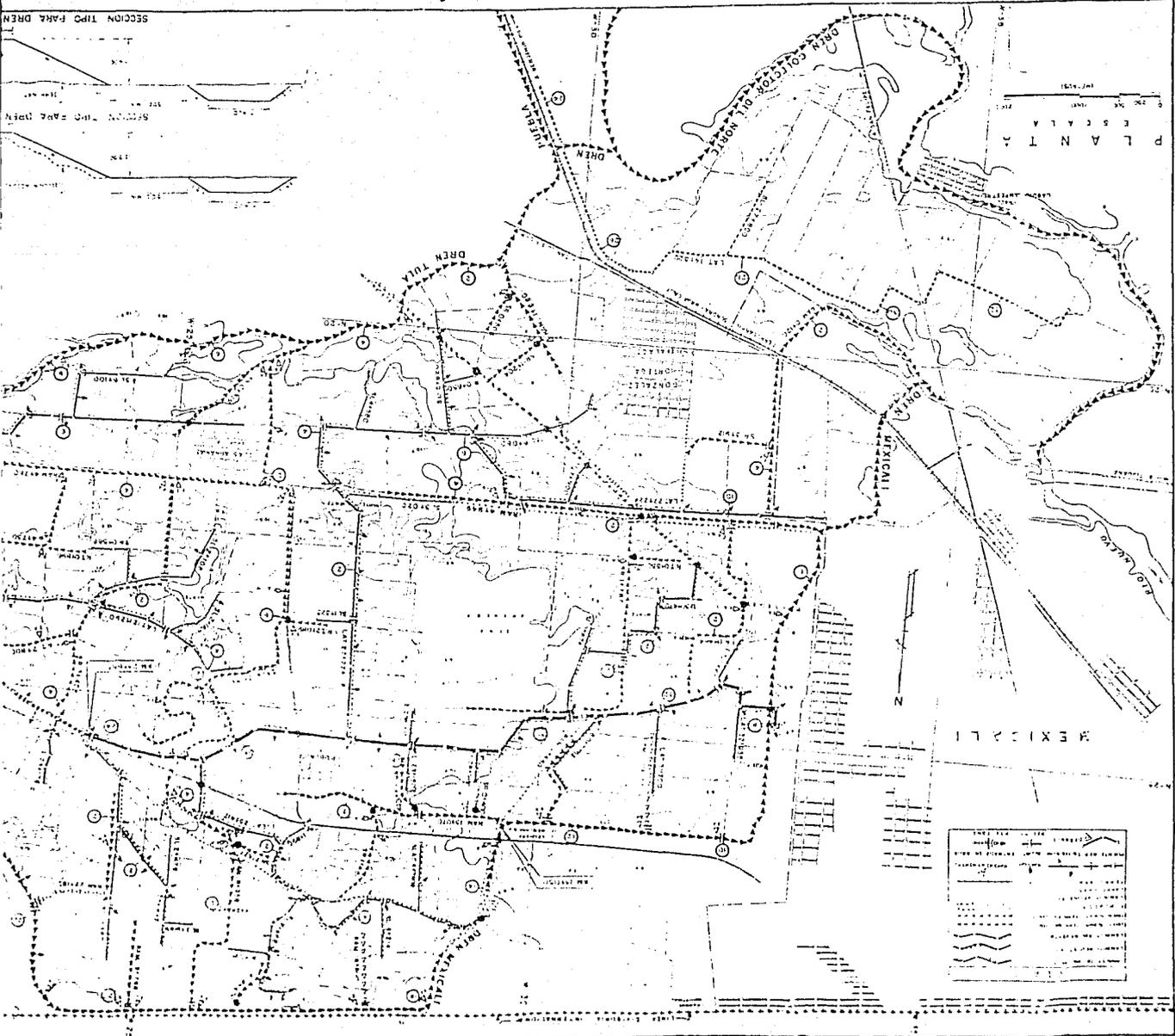
| DREN | TRAMO | AREA DE - INFLUENCIA (HAS) | COEF. DE DRENAJE | CAPACIDAD NECESARIA (m ³ /SEG) | CAPACIDAD DE PROYECTO (m ³ /SEG). |
|-------------------|--------------------------|----------------------------------|---------------------|---|--|
| Colector Mexicali | Km. 0+000 al Km. 7+800 | 5,300 | 0.20 x 1.0 | 1.06 | 3.11 |
| Colector Mexicali | Km. 7+800 al Km. 13+070 | 2,700 | 0.20 x 1.3 | 0.70 | 1.58 |
| Colector Mexicali | Km. 13+070 al Km. 22+185 | 2,120 | 0.20 x 1.3 | 0.55 | 0.76 |
| Colector Mexicali | Km. 22+185 al Km. 24+900 | 470 | 0.20 x 2.0 | 0.19 | 0.31 |

Recuérdese que ésta capacidad necesaria, se le debe sumar la capacidad máxima de excedencias del Canal Benassini, lo cual nos dará la capacidad momentánea (3.06 m³/seg), en este tramo del Dren.

P L A N T
E S C A L A

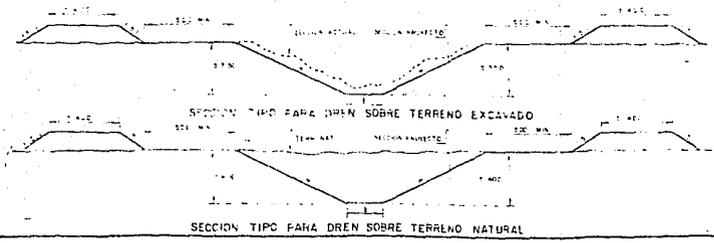
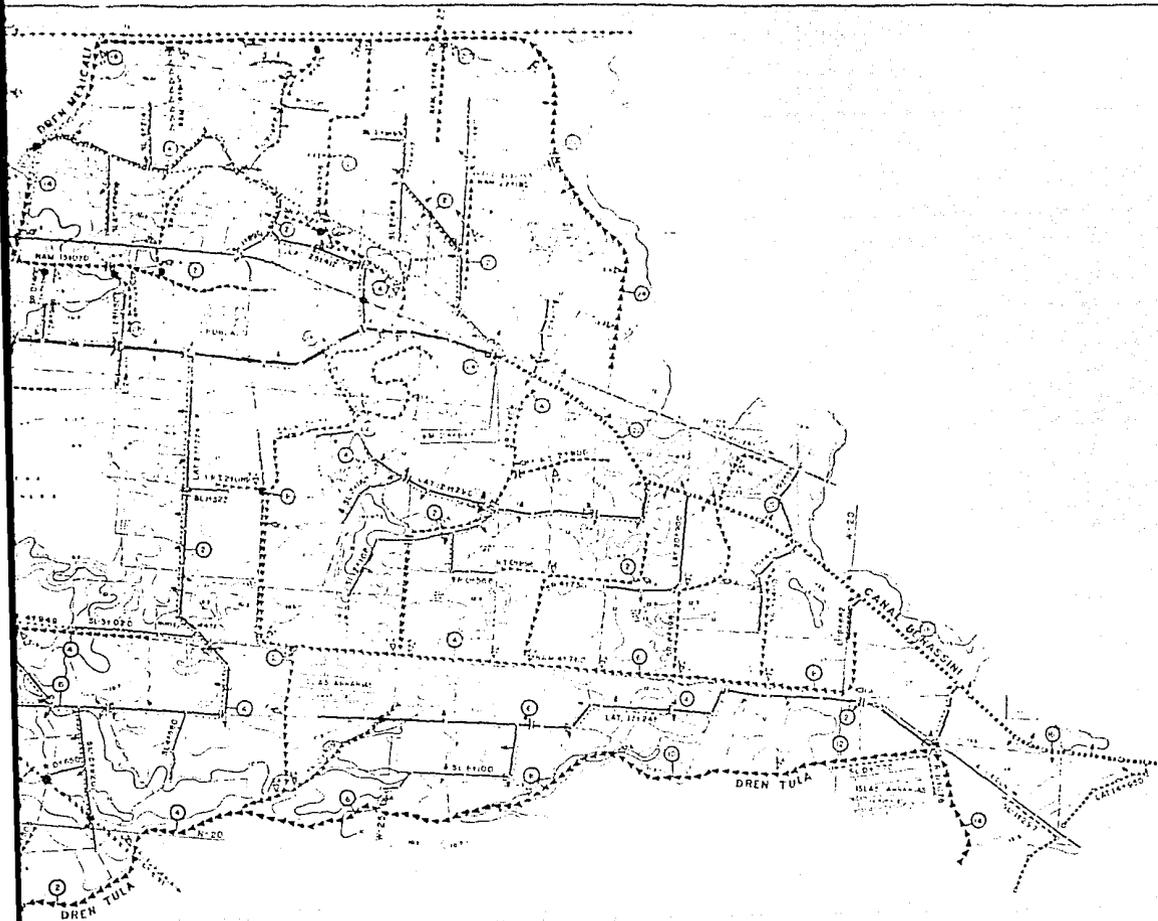
| | |
|--|----------------|
| | Canal |
| | Branch Canal |
| | Drainage Ditch |
| | Road |
| | Railway |
| | Boundary |
| | Contour Line |
| | Spot Height |
| | Building |
| | Well |
| | Water Tower |
| | Windmill |
| | Bridge |
| | Dam |
| | Culvert |
| | Gate |
| | Valve |
| | Lock |
| | Sluice |
| | Siphon |
| | Aqueduct |
| | Tunnel |
| | Pipe |
| | Sewer |
| | Drainage Pipe |
| | Ditch |
| | Stream |
| | River |
| | Lake |
| | Pond |
| | Reservoir |
| | Dam |
| | Weir |
| | Spillway |
| | Lock |
| | Gate |
| | Valve |
| | Sluice |
| | Siphon |
| | Aqueduct |
| | Tunnel |
| | Pipe |
| | Sewer |
| | Drainage Pipe |
| | Ditch |
| | Stream |
| | River |
| | Lake |
| | Pond |
| | Reservoir |

MEXICALTI



SECTION TIPO PARA DREN

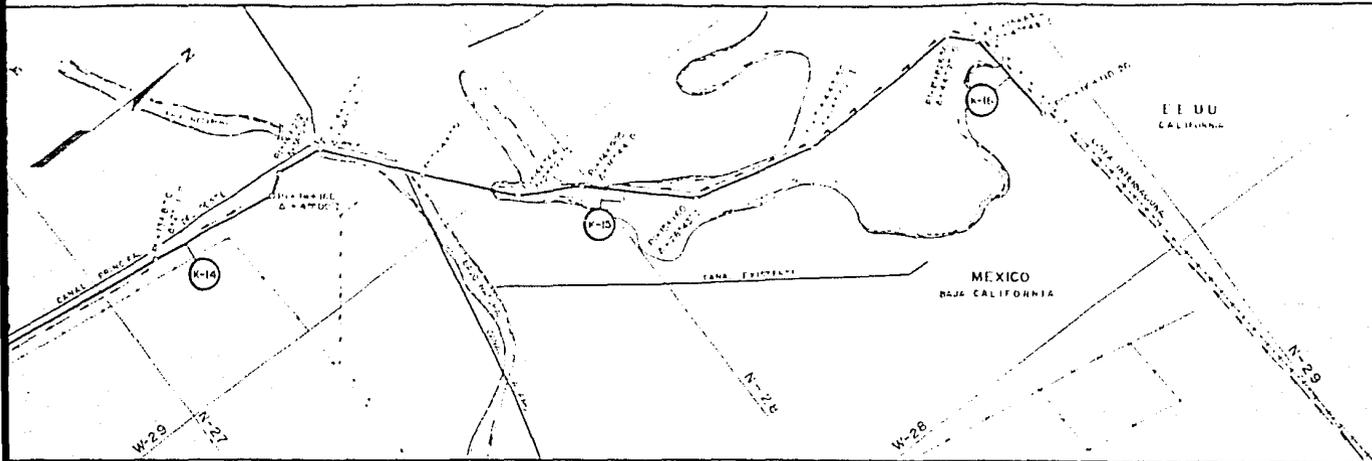
SECTION TIPO PARA DREN



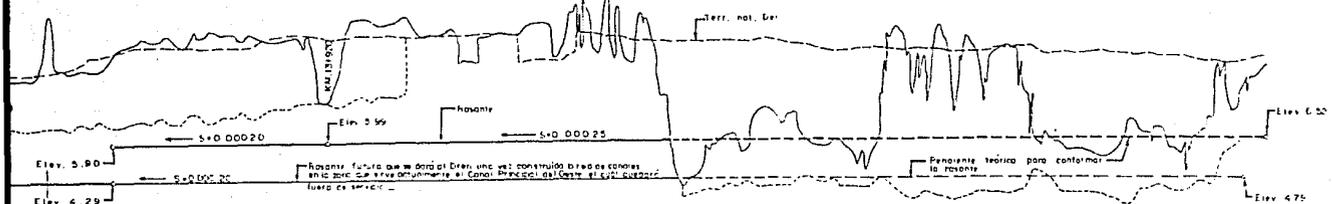
| | |
|-------------------------------------|--------------|
| UNIVERSIDAD AUTONOMA DE GUADALAJARA | |
| FACULTAD DE INGENIERIA | |
| LEVANTAMIENTO: TOPOGRAFICO | |
| "ZONA DE RIEGO SECCION MEXICALI" | |
| TESIS PROFESIONAL | |
| ROBELIO GRANADOS ESPINOZA | |
| MEXICALI, B. C. | MAYO DE 1982 |

COORDENADAS T AUXILIAR

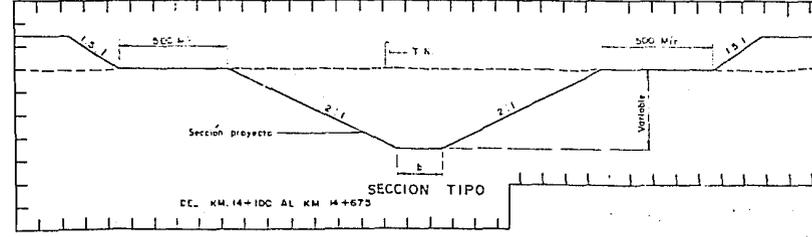
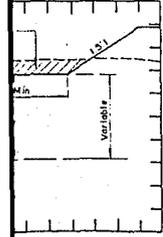
| ESTACION | X | Y |
|-----------|----------|----------|
| 11+710.00 | 10750.31 | 29200.34 |
| 11+720.00 | 10748.95 | 29200.34 |
| 11+730.00 | 10747.59 | 29200.34 |
| 11+740.00 | 10746.23 | 29200.34 |
| 11+750.00 | 10744.87 | 29200.34 |
| 11+760.00 | 10743.51 | 29200.34 |
| 11+770.00 | 10742.15 | 29200.34 |
| 11+780.00 | 10740.79 | 29200.34 |
| 11+790.00 | 10739.43 | 29200.34 |
| 11+800.00 | 10738.07 | 29200.34 |
| 11+810.00 | 10736.71 | 29200.34 |
| 11+820.00 | 10735.35 | 29200.34 |
| 11+830.00 | 10733.99 | 29200.34 |
| 11+840.00 | 10732.63 | 29200.34 |
| 11+850.00 | 10731.27 | 29200.34 |
| 11+860.00 | 10729.91 | 29200.34 |
| 11+870.00 | 10728.55 | 29200.34 |
| 11+880.00 | 10727.19 | 29200.34 |
| 11+890.00 | 10725.83 | 29200.34 |
| 11+900.00 | 10724.47 | 29200.34 |
| 11+910.00 | 10723.11 | 29200.34 |
| 11+920.00 | 10721.75 | 29200.34 |
| 11+930.00 | 10720.39 | 29200.34 |
| 11+940.00 | 10719.03 | 29200.34 |
| 11+950.00 | 10717.67 | 29200.34 |
| 11+960.00 | 10716.31 | 29200.34 |
| 11+970.00 | 10714.95 | 29200.34 |
| 11+980.00 | 10713.59 | 29200.34 |
| 11+990.00 | 10712.23 | 29200.34 |
| 12+000.00 | 10710.87 | 29200.34 |
| 12+010.00 | 10709.51 | 29200.34 |
| 12+020.00 | 10708.15 | 29200.34 |
| 12+030.00 | 10706.79 | 29200.34 |
| 12+040.00 | 10705.43 | 29200.34 |
| 12+050.00 | 10704.07 | 29200.34 |
| 12+060.00 | 10702.71 | 29200.34 |
| 12+070.00 | 10701.35 | 29200.34 |
| 12+080.00 | 10700.00 | 29200.34 |
| 12+090.00 | 10698.64 | 29200.34 |
| 12+100.00 | 10697.28 | 29200.34 |
| 12+110.00 | 10695.92 | 29200.34 |
| 12+120.00 | 10694.56 | 29200.34 |
| 12+130.00 | 10693.20 | 29200.34 |
| 12+140.00 | 10691.84 | 29200.34 |
| 12+150.00 | 10690.48 | 29200.34 |
| 12+160.00 | 10689.12 | 29200.34 |
| 12+170.00 | 10687.76 | 29200.34 |
| 12+180.00 | 10686.40 | 29200.34 |
| 12+190.00 | 10685.04 | 29200.34 |
| 12+200.00 | 10683.68 | 29200.34 |
| 12+210.00 | 10682.32 | 29200.34 |
| 12+220.00 | 10680.96 | 29200.34 |
| 12+230.00 | 10679.60 | 29200.34 |
| 12+240.00 | 10678.24 | 29200.34 |
| 12+250.00 | 10676.88 | 29200.34 |
| 12+260.00 | 10675.52 | 29200.34 |
| 12+270.00 | 10674.16 | 29200.34 |
| 12+280.00 | 10672.80 | 29200.34 |
| 12+290.00 | 10671.44 | 29200.34 |
| 12+300.00 | 10670.08 | 29200.34 |
| 12+310.00 | 10668.72 | 29200.34 |
| 12+320.00 | 10667.36 | 29200.34 |
| 12+330.00 | 10666.00 | 29200.34 |
| 12+340.00 | 10664.64 | 29200.34 |
| 12+350.00 | 10663.28 | 29200.34 |
| 12+360.00 | 10661.92 | 29200.34 |
| 12+370.00 | 10660.56 | 29200.34 |
| 12+380.00 | 10659.20 | 29200.34 |
| 12+390.00 | 10657.84 | 29200.34 |
| 12+400.00 | 10656.48 | 29200.34 |
| 12+410.00 | 10655.12 | 29200.34 |
| 12+420.00 | 10653.76 | 29200.34 |
| 12+430.00 | 10652.40 | 29200.34 |
| 12+440.00 | 10651.04 | 29200.34 |
| 12+450.00 | 10649.68 | 29200.34 |
| 12+460.00 | 10648.32 | 29200.34 |
| 12+470.00 | 10646.96 | 29200.34 |
| 12+480.00 | 10645.60 | 29200.34 |
| 12+490.00 | 10644.24 | 29200.34 |
| 12+500.00 | 10642.88 | 29200.34 |
| 12+510.00 | 10641.52 | 29200.34 |
| 12+520.00 | 10640.16 | 29200.34 |
| 12+530.00 | 10638.80 | 29200.34 |
| 12+540.00 | 10637.44 | 29200.34 |
| 12+550.00 | 10636.08 | 29200.34 |
| 12+560.00 | 10634.72 | 29200.34 |
| 12+570.00 | 10633.36 | 29200.34 |
| 12+580.00 | 10632.00 | 29200.34 |
| 12+590.00 | 10630.64 | 29200.34 |
| 12+600.00 | 10629.28 | 29200.34 |
| 12+610.00 | 10627.92 | 29200.34 |
| 12+620.00 | 10626.56 | 29200.34 |
| 12+630.00 | 10625.20 | 29200.34 |
| 12+640.00 | 10623.84 | 29200.34 |
| 12+650.00 | 10622.48 | 29200.34 |
| 12+660.00 | 10621.12 | 29200.34 |
| 12+670.00 | 10619.76 | 29200.34 |
| 12+680.00 | 10618.40 | 29200.34 |
| 12+690.00 | 10617.04 | 29200.34 |
| 12+700.00 | 10615.68 | 29200.34 |
| 12+710.00 | 10614.32 | 29200.34 |
| 12+720.00 | 10612.96 | 29200.34 |
| 12+730.00 | 10611.60 | 29200.34 |
| 12+740.00 | 10610.24 | 29200.34 |
| 12+750.00 | 10608.88 | 29200.34 |
| 12+760.00 | 10607.52 | 29200.34 |
| 12+770.00 | 10606.16 | 29200.34 |
| 12+780.00 | 10604.80 | 29200.34 |
| 12+790.00 | 10603.44 | 29200.34 |
| 12+800.00 | 10602.08 | 29200.34 |
| 12+810.00 | 10600.72 | 29200.34 |
| 12+820.00 | 10599.36 | 29200.34 |
| 12+830.00 | 10598.00 | 29200.34 |
| 12+840.00 | 10596.64 | 29200.34 |
| 12+850.00 | 10595.28 | 29200.34 |
| 12+860.00 | 10593.92 | 29200.34 |
| 12+870.00 | 10592.56 | 29200.34 |
| 12+880.00 | 10591.20 | 29200.34 |
| 12+890.00 | 10589.84 | 29200.34 |
| 12+900.00 | 10588.48 | 29200.34 |
| 12+910.00 | 10587.12 | 29200.34 |
| 12+920.00 | 10585.76 | 29200.34 |
| 12+930.00 | 10584.40 | 29200.34 |
| 12+940.00 | 10583.04 | 29200.34 |
| 12+950.00 | 10581.68 | 29200.34 |
| 12+960.00 | 10580.32 | 29200.34 |
| 12+970.00 | 10578.96 | 29200.34 |
| 12+980.00 | 10577.60 | 29200.34 |
| 12+990.00 | 10576.24 | 29200.34 |
| 13+000.00 | 10574.88 | 29200.34 |
| 13+010.00 | 10573.52 | 29200.34 |
| 13+020.00 | 10572.16 | 29200.34 |
| 13+030.00 | 10570.80 | 29200.34 |
| 13+040.00 | 10569.44 | 29200.34 |
| 13+050.00 | 10568.08 | 29200.34 |
| 13+060.00 | 10566.72 | 29200.34 |
| 13+070.00 | 10565.36 | 29200.34 |
| 13+080.00 | 10564.00 | 29200.34 |
| 13+090.00 | 10562.64 | 29200.34 |
| 13+100.00 | 10561.28 | 29200.34 |
| 13+110.00 | 10559.92 | 29200.34 |
| 13+120.00 | 10558.56 | 29200.34 |
| 13+130.00 | 10557.20 | 29200.34 |
| 13+140.00 | 10555.84 | 29200.34 |
| 13+150.00 | 10554.48 | 29200.34 |
| 13+160.00 | 10553.12 | 29200.34 |
| 13+170.00 | 10551.76 | 29200.34 |
| 13+180.00 | 10550.40 | 29200.34 |
| 13+190.00 | 10549.04 | 29200.34 |
| 13+200.00 | 10547.68 | 29200.34 |
| 13+210.00 | 10546.32 | 29200.34 |
| 13+220.00 | 10544.96 | 29200.34 |
| 13+230.00 | 10543.60 | 29200.34 |
| 13+240.00 | 10542.24 | 29200.34 |
| 13+250.00 | 10540.88 | 29200.34 |
| 13+260.00 | 10539.52 | 29200.34 |
| 13+270.00 | 10538.16 | 29200.34 |
| 13+280.00 | 10536.80 | 29200.34 |
| 13+290.00 | 10535.44 | 29200.34 |
| 13+300.00 | 10534.08 | 29200.34 |
| 13+310.00 | 10532.72 | 29200.34 |
| 13+320.00 | 10531.36 | 29200.34 |
| 13+330.00 | 10530.00 | 29200.34 |
| 13+340.00 | 10528.64 | 29200.34 |
| 13+350.00 | 10527.28 | 29200.34 |
| 13+360.00 | 10525.92 | 29200.34 |
| 13+370.00 | 10524.56 | 29200.34 |
| 13+380.00 | 10523.20 | 29200.34 |
| 13+390.00 | 10521.84 | 29200.34 |
| 13+400.00 | 10520.48 | 29200.34 |
| 13+410.00 | 10519.12 | 29200.34 |
| 13+420.00 | 10517.76 | 29200.34 |
| 13+430.00 | 10516.40 | 29200.34 |
| 13+440.00 | 10515.04 | 29200.34 |
| 13+450.00 | 10513.68 | 29200.34 |
| 13+460.00 | 10512.32 | 29200.34 |
| 13+470.00 | 10510.96 | 29200.34 |
| 13+480.00 | 10509.60 | 29200.34 |
| 13+490.00 | 10508.24 | 29200.34 |
| 13+500.00 | 10506.88 | 29200.34 |
| 13+510.00 | 10505.52 | 29200.34 |
| 13+520.00 | 10504.16 | 29200.34 |
| 13+530.00 | 10502.80 | 29200.34 |
| 13+540.00 | 10501.44 | 29200.34 |
| 13+550.00 | 10500.08 | 29200.34 |
| 13+560.00 | 10498.72 | 29200.34 |
| 13+570.00 | 10497.36 | 29200.34 |
| 13+580.00 | 10496.00 | 29200.34 |
| 13+590.00 | 10494.64 | 29200.34 |
| 13+600.00 | 10493.28 | 29200.34 |
| 13+610.00 | 10491.92 | 29200.34 |
| 13+620.00 | 10490.56 | 29200.34 |
| 13+630.00 | 10489.20 | 29200.34 |
| 13+640.00 | 10487.84 | 29200.34 |
| 13+650.00 | 10486.48 | 29200.34 |
| 13+660.00 | 10485.12 | 29200.34 |
| 13+670.00 | 10483.76 | 29200.34 |
| 13+680.00 | 10482.40 | 29200.34 |
| 13+690.00 | 10481.04 | 29200.34 |
| 13+700.00 | 10479.68 | 29200.34 |
| 13+710.00 | 10478.32 | 29200.34 |
| 13+720.00 | 10476.96 | 29200.34 |
| 13+730.00 | 10475.60 | 29200.34 |
| 13+740.00 | 10474.24 | 29200.34 |
| 13+750.00 | 10472.88 | 29200.34 |
| 13+760.00 | 10471.52 | 29200.34 |
| 13+770.00 | 10470.16 | 29200.34 |
| 13+780.00 | 10468.80 | 29200.34 |
| 13+790.00 | 10467.44 | 29200.34 |
| 13+800.00 | 10466.08 | 29200.34 |
| 13+810.00 | 10464.72 | 29200.34 |
| 13+820.00 | 10463.36 | 29200.34 |
| 13+830.00 | 10462.00 | 29200.34 |
| 13+840.00 | 10460.64 | 29200.34 |
| 13+850.00 | 10459.28 | 29200.34 |
| 13+860.00 | 10457.92 | 29200.34 |
| 13+870.00 | 10456.56 | 29200.34 |
| 13+880.00 | 10455.20 | 29200.34 |
| 13+890.00 | 10453.84 | 29200.34 |
| 13+900.00 | 10452.48 | 29200.34 |
| 13+910.00 | 10451.12 | 29200.34 |
| 13+920.00 | 10449.76 | 29200.34 |
| 13+930.00 | 10448.40 | 29200.34 |
| 13+940.00 | 10447.04 | 29200.34 |
| 13+950.00 | 10445.68 | 29200.34 |
| 13+960.00 | 10444.32 | 29200.34 |
| 13+970.00 | 10442.96 | 29200.34 |
| 13+980.00 | 10441.60 | 29200.34 |
| 13+990.00 | 10440.24 | 29200.34 |
| 14+000.00 | 10438.88 | 29200.34 |
| 14+010.00 | 10437.52 | 29200.34 |
| 14+020.00 | 10436.16 | 29200.34 |
| 14+030.00 | 10434.80 | 29200.34 |
| 14+040.00 | 10433.44 | 29200.34 |
| 14+050.00 | 10432.08 | 29200.34 |
| 14+060.00 | 10430.72 | 29200.34 |
| 14+070.00 | 10429.36 | 29200.34 |
| 14+080.00 | 10428.00 | 29200.34 |
| 14+090.00 | 10426.64 | 29200.34 |
| 14+100.00 | 10425.28 | 29200.34 |
| 14+110.00 | 10423.92 | 29200.34 |
| 14+120.00 | 10422.56 | 29200.34 |
| 14+130.00 | 10421.20 | 29200.34 |
| 14+140.00 | 10419.84 | 29200.34 |
| 14+150.00 | 10418.48 | 29200.34 |
| 14+160.00 | 10417.12 | 29200.34 |
| 14+170.00 | 10415.76 | 29200.34 |
| 14+180.00 | 10414.40 | 29200.34 |
| 14+190.00 | 10413.04 | 29200.34 |
| 14+200.00 | 10411.68 | 29200.34 |
| 14+210.00 | 10410.32 | 29200.34 |
| 14+220.00 | 10408.96 | 29200.34 |
| 14+230.00 | 10407.60 | 29200.34 |
| 14+240.00 | 10406.24 | 29200.34 |
| 14+250.00 | 10404.88 | 29200.34 |
| 14+260.00 | 10403.52 | 29200.34 |
| 14+270.00 | 10402.16 | 29200.34 |
| 14+280.00 | 10400.80 | 29200.34 |
| 14+290.00 | 10399.44 | 29200.34 |
| 14+300.00 | 10398.08 | 29200.34 |
| 14+310.00 | 10396.72 | 29200.34 |
| 14+320.00 | 10395.36 | 29200.34 |
| 14+330.00 | 10394.00 | 29200.34 |
| 14+340.00 | 10392.64 | 29200.34 |
| 14+350.00 | 10391.28 | 29200.34 |
| 14+360.00 | 10389.92 | 29200.34 |
| 14+370.00 | 10388.56 | 29200.34 |
| 14+380.00 | 10387.20 | 29200.34 |
| 14+390.00 | 10385.84 | 29200.34 |
| 14+400.00 | 10384.48 | 29200.34 |
| 14+410.00 | 10383.12 | 29200.34 |
| 14+420.00 | 10381.76 | 29200.34 |
| 14+430.00 | 10380.40 | 29200.34 |
| 14+440.0 | | |



DREN COLECTOR MEXICALI, DEL KM. 12+000 AL KM. 16+000



| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----|---------|--------|-----|---------|--------|-----|---------|--------|-----|---------|-------|-----|---------|-----|-----|---------|-----|-----|---------|-----|-----|---------|-----|-----|---------|-----|------|---------|-----|------|---------|-----|------|---------|-----|------|---------|-----|------|---------|-----|------|---------|-----|------|---------|-----|
| 300 | 4 601.4 | 742.34 | 400 | 6 614.2 | 292.23 | 500 | 7 705.5 | 202.41 | 600 | 8 805.9 | 22.87 | 700 | 1 015.2 | 115 | 800 | 1 205.2 | 115 | 900 | 1 205.2 | 115 | 920 | 1 205.2 | 115 | 920 | 1 205.2 | 115 | 1000 | 1 205.2 | 115 | 1100 | 1 205.2 | 115 | 1200 | 1 205.2 | 115 | 1300 | 1 205.2 | 115 | 1400 | 1 205.2 | 115 | 1500 | 1 205.2 | 115 | 1600 | 1 205.2 | 115 |
|-----|---------|--------|-----|---------|--------|-----|---------|--------|-----|---------|-------|-----|---------|-----|-----|---------|-----|-----|---------|-----|-----|---------|-----|-----|---------|-----|------|---------|-----|------|---------|-----|------|---------|-----|------|---------|-----|------|---------|-----|------|---------|-----|------|---------|-----|



UNIVERSIDAD AUTONOMA DE GUADALAJARA
 FACULTAD DE INGENIERIA

DREN COLECTOR MEXICALI
 TRAMO DEL KM 12+000 AL KM. 16+000
 PLANTA, PERFIL Y PROYECTO

TESIS PROFESIONAL
 ROGELIO GRANADOS ESPINOSA

MEXICALI, B. C. MAYO DE 1982

M-25

LINEA DIVISORIA INTERNACIONAL

(TRAZO AUXILIAR)

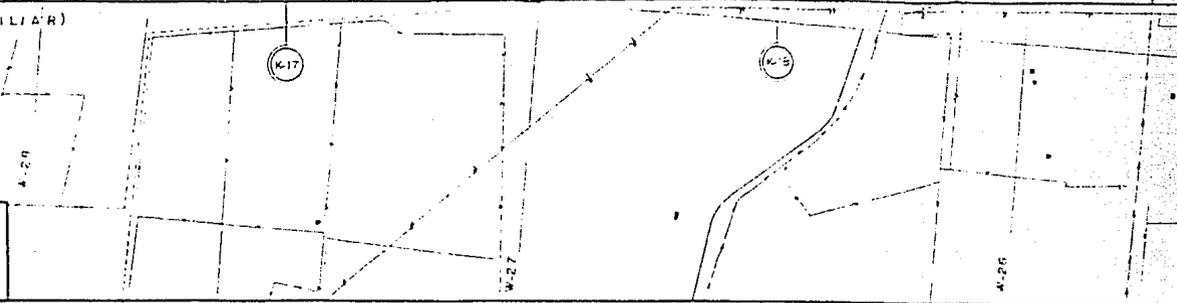
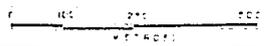
(K-16)

(K-17)

(K-18)

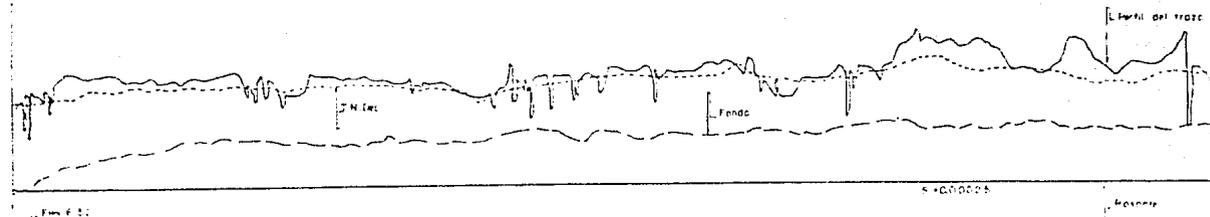
PLANTA

ESCALA

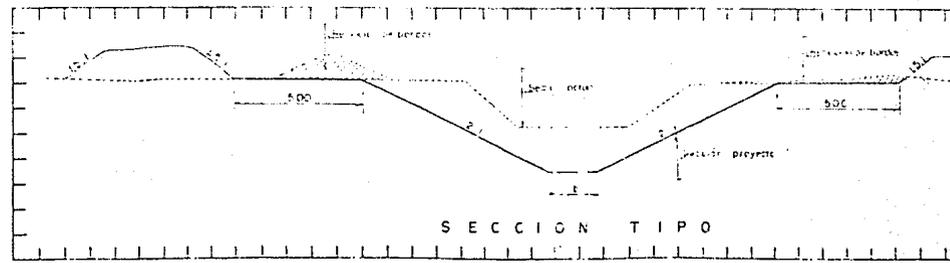


DREN COLECTOR MEXICALI DEL K-16+000

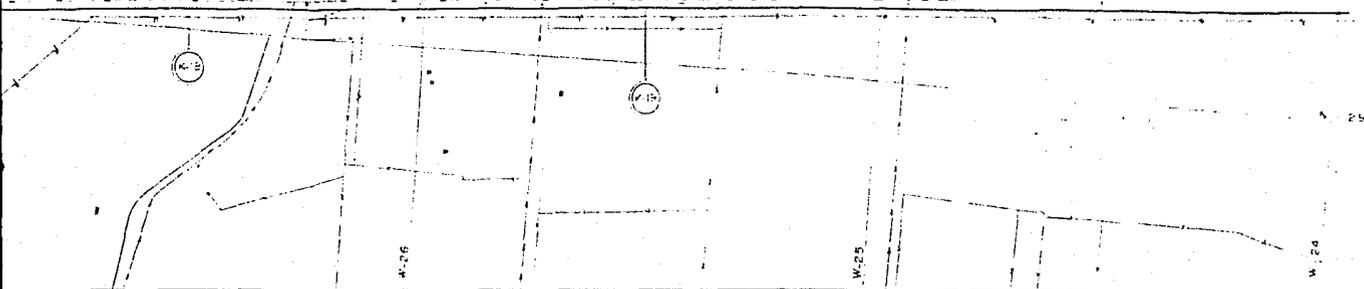
ELEVACIONES



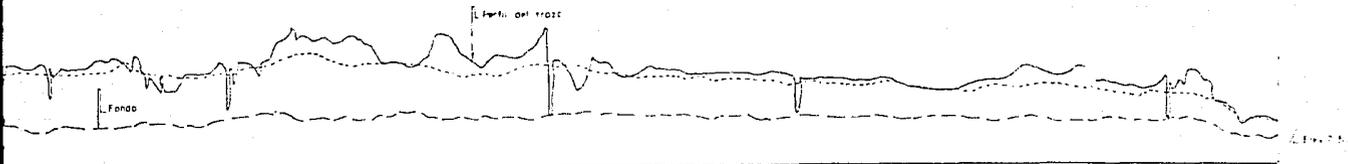
| ESTACION | FONDO | ALTO DE FONTO | ALTO DE TERRENO |
|----------|--------|---------------|-----------------|
| 0+000 | 151.12 | 151.12 | 151.12 |
| 100 | 151.12 | 151.12 | 151.12 |
| 200 | 151.12 | 151.12 | 151.12 |
| 300 | 151.12 | 151.12 | 151.12 |
| 400 | 151.12 | 151.12 | 151.12 |
| 500 | 151.12 | 151.12 | 151.12 |
| 600 | 151.12 | 151.12 | 151.12 |
| 700 | 151.12 | 151.12 | 151.12 |
| 800 | 151.12 | 151.12 | 151.12 |
| 900 | 151.12 | 151.12 | 151.12 |
| 1000 | 151.12 | 151.12 | 151.12 |
| 1100 | 151.12 | 151.12 | 151.12 |
| 1200 | 151.12 | 151.12 | 151.12 |
| 1300 | 151.12 | 151.12 | 151.12 |
| 1400 | 151.12 | 151.12 | 151.12 |
| 1500 | 151.12 | 151.12 | 151.12 |
| 1600 | 151.12 | 151.12 | 151.12 |
| 1700 | 151.12 | 151.12 | 151.12 |
| 1800 | 151.12 | 151.12 | 151.12 |
| 1900 | 151.12 | 151.12 | 151.12 |
| 2000 | 151.12 | 151.12 | 151.12 |



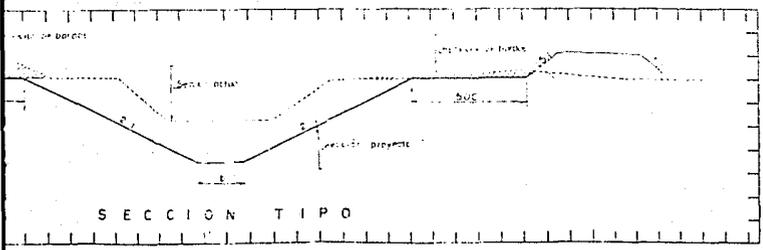
DREN COLECTOR MEXICALI



CTOR MEXICALI DEL K-16+000 AL K-20+000



| Station | Elevation | Notes |
|---------|-----------|-------|
| 16+000 | 115.7 | |
| 16+005 | 115.2 | |
| 16+010 | 115.2 | |
| 16+015 | 115.2 | |
| 16+020 | 115.2 | |
| 16+025 | 115.2 | |
| 16+030 | 115.2 | |
| 16+035 | 115.2 | |
| 16+040 | 115.2 | |
| 16+045 | 115.2 | |
| 16+050 | 115.2 | |
| 16+055 | 115.2 | |
| 16+060 | 115.2 | |
| 16+065 | 115.2 | |
| 16+070 | 115.2 | |
| 16+075 | 115.2 | |
| 16+080 | 115.2 | |
| 16+085 | 115.2 | |
| 16+090 | 115.2 | |
| 16+095 | 115.2 | |
| 17+000 | 115.2 | |
| 17+005 | 115.2 | |
| 17+010 | 115.2 | |
| 17+015 | 115.2 | |
| 17+020 | 115.2 | |
| 17+025 | 115.2 | |
| 17+030 | 115.2 | |
| 17+035 | 115.2 | |
| 17+040 | 115.2 | |
| 17+045 | 115.2 | |
| 17+050 | 115.2 | |
| 17+055 | 115.2 | |
| 17+060 | 115.2 | |
| 17+065 | 115.2 | |
| 17+070 | 115.2 | |
| 17+075 | 115.2 | |
| 17+080 | 115.2 | |
| 17+085 | 115.2 | |
| 17+090 | 115.2 | |
| 17+095 | 115.2 | |
| 18+000 | 115.2 | |
| 18+005 | 115.2 | |
| 18+010 | 115.2 | |
| 18+015 | 115.2 | |
| 18+020 | 115.2 | |
| 18+025 | 115.2 | |
| 18+030 | 115.2 | |
| 18+035 | 115.2 | |
| 18+040 | 115.2 | |
| 18+045 | 115.2 | |
| 18+050 | 115.2 | |
| 18+055 | 115.2 | |
| 18+060 | 115.2 | |
| 18+065 | 115.2 | |
| 18+070 | 115.2 | |
| 18+075 | 115.2 | |
| 18+080 | 115.2 | |
| 18+085 | 115.2 | |
| 18+090 | 115.2 | |
| 18+095 | 115.2 | |
| 19+000 | 115.2 | |
| 19+005 | 115.2 | |
| 19+010 | 115.2 | |
| 19+015 | 115.2 | |
| 19+020 | 115.2 | |
| 19+025 | 115.2 | |
| 19+030 | 115.2 | |
| 19+035 | 115.2 | |
| 19+040 | 115.2 | |
| 19+045 | 115.2 | |
| 19+050 | 115.2 | |
| 19+055 | 115.2 | |
| 19+060 | 115.2 | |
| 19+065 | 115.2 | |
| 19+070 | 115.2 | |
| 19+075 | 115.2 | |
| 19+080 | 115.2 | |
| 19+085 | 115.2 | |
| 19+090 | 115.2 | |
| 19+095 | 115.2 | |
| 20+000 | 115.2 | |



UNIVERSIDAD AUTONOMA DE GUADALAJARA
 FACULTAD DE INGENIERIA

DREN COLECTOR MEXICALI
 TRAMO: DEL KM 16+000 AL KM 20+000
 PLANTA, PERFIL Y PROYECTO

TESIS PROFESIONAL
 ROGELIO GRANADOS ESPINOZA

MEXICALI, G. MAYO DE 1982

VI.- CONSERVACION.

A).- CANALES

1.- TERRACERIAS

2.- DESAZOLVE

B).- DRENES

1.- DESAZOLVE

2.- EXTRACCION DE PLANTAS ACUATICAS.

1).- CONSERVACION . - Definición y su interpretación.

Se define la conservación de un sistema de riego, como el conjunto de operaciones tendientes a sostener en condiciones óptimas de servicio, conforme a sus características de diseño de las obras, equipos e instalaciones del cual forman parte y que genericamente denominamos como "Obras"

I).- CONSERVACION TEORICA DE MAYOR EFICIENCIA

Teóricamente de acuerdo con lo anterior, la conservación de las obras debe ejecutarse a medida que se vayan presentando alteraciones o modificaciones en sus características de diseño, o sea, ir haciendo la reposición gradual de sus partes, a medida que vayan presentando sus desgastes.

Lo anterior significa una utilización totalmente deficiente de la maquinaria, personal o equipo que se destine para la realización de los trabajos y consecuentemente, su costo se eleva enormemente llegándose a obtener valores absurdos que en ningún caso podrían aceptarse.

II).- CONSERVACION ECONOMICA DE BAJO COSTO Y PERJUDICIAL.

Para hacer un aprovechamiento eficiente de esa maquinaria, personal y equipo y obtener con ello los costos bajos posibles, se requiere por otro lado que, los volúmenes o cantidades de obras para ejecutar en cada ocasión, corresponder a los rendimientos máximos que ésa maquinaria, personal o equipo puedan desarrollar. Esto significa que se debe esperar a que las redes o los sistemas del Distrito acumulen ésos volúmenes o cantidades de obras para llevar a cabo los trabajos, lo cual tampoco es posible, porque las obras demandan su realización con mucha anticipación, -- para no disminuir su capacidad con perjuicio de las necesidades de los cultivos.

III).- CONSERVACION MAS CONVENIENTE.

La conservación más conveniente deberá determinarse para cada concepto de trabajo, haciendo un análisis del grado máximo de deterioro que pueda presentársele a las obras sin que ello presente una deficiencia importante en el servicio que deben proporcionar y en seguida, precisar el tiempo en que el, o los deterioros alcanzan ese estado para establecer la frecuencia con que deben ejecutarse los trabajos correspondientes, como se detalla a continuación.

C A N A L E S . - (CONSERVACION DE CORONA COMO SUPERFICIE DE RODAMIENTO)

Generalmente su conservación está sujeto a los mismos factores que se señalaron para el reforzamiento de bordos, siendo el más importante en éste caso el tránsito de vehículos y en promedio se considera que cada 10 años debe hacerse la reposición de la red de caminos, o lo que es lo mismo, que anualmente debe atenderse la reposición de la décima parte de la red.

De no llevarse a cabo la conservación de las terracerías, gradualmente se irán perdiendo la comunicación entre las distintas áreas, ocasionándose perjuicios inherentes a la falta de comunicación, para el acceso de materias primas y productos agrícolas a sus lugares correspondientes.

El equipo apropiado para llevar a cabo éste trabajo, es el mismo que se mencionó para el reforzamiento de bordos, sólo que hay que añadir como equipo complementario, la motoconformadora para el acabado de sus terracerías.

Como conceptos adicionales para la conservación de los caminos de tierra o caminos revestidos de los Distritos de Riego, se tiene:

A).- CONFORMACION Y RASTREO.

De acuerdo a las experiencias de éste Distrito de Riego, la

conformación debe hacerse una vez al año, en las fechas más convenientes para restituirle al camino sus características de proyecto, pudiendo ser esta de 5, 7 o 9 pasadas de motoconformadoras, dependiendo de lo deteriorado que haya -- quedado dentro del ejercicio anterior y los rastreos deben ser como máximo 2- en el año, también en las ocasiones que se consideren más convenientes para - el aprovechamiento durante más tiempo de los trabajos realizados. Lo anterior no quiere decir que deban darse mayor número de rastreos en el año, a determi- nados caminos, pero como seguramente habrá otros que no necesiten ni un ras- treo, se establece que en promedio deben considerarse 2 rastreos como máximo- y 3 pasadas de motoconformadoras, para dar acceso a todos los beneficiarios.

Las zonas de préstamo y a la larga alojándose por ello los caminos a niveles más bajos que los terrenos adyacentes, es muy importante tener al - máximo necesario de utilización del equipo, tal como se indicó en el párrafo- anterior. Debe tenerse en cuenta que si ya no se disponen las zonas de présta mo lateral por haberse agotado, la única forma de reposición de la terracería del camino, será a base de acarreo con camiones a gran distancia y con el con- secuente encarecimiento de su conservación.

En muchos caminos es muy conveniente llevar a cabo su revestimien- to con grava, caliche, tezontle o cemetontes, para tener tránsito durante to- do el año.

Es muy importante seleccionar para este tipo de acabado, aquellos- caminos estratégicos para asegurar el funcionamiento de obras, muy importan- te para la operación del Distrito y de beneficio colectivo, como puede ser el camino sobre bordo o bordos del canal principal y tal vez de algunos laterales importantes, los caminos de acceso a las obras de captación o de protección - de poblados, etc.

No es posible revestir toda la red de caminos de tierra, porque el revestimiento aún cuando es de menor costo que la pavimentación, tiene corta duración y sale resultando muy costosa para la capacidad presupuestal de los Distritos.

Es importante y se recomienda que para los caminos revestidos, se emplee desde las terracerías hasta el revestimiento, la compactación con plancha y se le dosifique agua, para obtener materiales con mayor resistencia al tránsito y de mayor durabilidad.

Dentro de la conformación y rastreo de caminos, quedan incluidos los bordos de canales y bordos de bermas de drenes, siendo sumamente importante que se les de pendientes de 2% hacia el lado contrario al eje del canal y se haga el cuneteo necesario y localización de las estructuras apropiadas para el desalojamiento del agua pluvial sin acarrees o erosiones de las terracerías.

1).- TERRACERIAS.

1).- BORDOS.

Se refiere principalmente al reforzamiento de bordos que sufren normalmente deterioros de desgastes por los siguientes factores.

- a).- Erosiones por lluvia
- b).- Paso a acceso de ganado.
- c).- Tránsito de peatones.
- d).- Tránsito de vehículos.
- e).- Arrastres por viento.
- f).- Daños por tuzas, ardillas, topos.

Con motivo de todo lo anterior se debilita o disminuye el bordo libre del canal, poniendo en peligro desbordar y ocasionar daños de consideración a cultivos o poblados.

Para este concepto de trabajo, se tienen datos de promedios de desgaste de bordos, del orden de 5 cms. por año en bordos sin compactar, formados con draga y de 3 cms. por año en bordos compactados.

Los procedimientos más recomendables para el reforzamiento de los bordos, son:

- a).- Reforzamiento con tractor Bulldozer de préstamo lateral.
- b).- Reforzamiento con motoescrepa de préstamo lateral. -- (circuito de 200 MT.).
- c).- Reforzamiento con motoescrepa con acarreo hasta de 2 kilómetros.
- d).- Reforzamiento con cargador y camiones con acarreo -- mayores de 2 kilómetros.

Es muy frecuente en los Distritos de Riego, hacer el reforzamiento de bordos de préstamo lateral, utilizando draga; lo cual es sumamente perjudicial para el funcionamiento de los canales, primero porque el préstamo lateral ocasiona filtraciones del canal o cuando éste es continuo conectado a la red de drenaje. se constituye en un dren ladrón, que acentúa el problema de falta de agua en el Distrito, o bien produce problemas de ensaltramiento y -- elevación de mantos freáticos en las áreas de cultivo.

Por otro lado, el producto de préstamo al colocarse con draga forma bordos sueltos de mayor desgaste según se menciona antes y por otro lado, al no recibir el bordo viejo, ninguna compactación pasa a cerrar sus pozos que generalmente ya carecen de finos por haber sido arrastrados por filtraciones, -- los bordos del canal, gradualmente van haciéndose más permeables.

Los rendimientos promedios para este tipo de trabajo, son de 40 a 75 m³/Ha. en reforzamiento con tractor de préstamo lateral, dependiendo -- de la distancia de préstamo y con tractores Bulldozer D-4, D-5 o similares, -- que son los equipos que generalmente se emplean para éstos trabajos.

Con motoescrapas de 9 Yd³ y con circuitos promedios de 200 -- metros, el rendimiento de reforzamiento de bordos es en promedio de 80 m³/Ha.

Para motoescrapas de igual capacidad y acarreo de 2 Km., el -- rendimiento es de 25 m³/Ha.

Si el reforzamiento se hace con cargador abasteciendo un número -- ro adecuado de camiones, el rendimiento para reforzamiento de bordos es en pro -- medio de 50 m³/Ha.

Para los volúmenes con gente, el rendimiento varía entre 3 m³ a 8 m³/turno.

Generalmente en canales que prestan la necesidad de un desazolve frecuente, no requiere que se le haga un trabajo adicional de reforzamiento a bordos, ya que con el aprovechamiento adecuado del azolve, se suple el desgaste de los primeros.

Se recomienda pugnar porque los canales tengan siempre su sección máxima eficiencia, para disminuir el costo de conservación y que los drenes tengan diseño de su sección accesible para su conservación -- con equipo de desplazamiento, como tractores de orugas a agrícolas y su herramienta apropiada en vez de las dragas de arrastre.

DESAZOLVE DE CANALES Y DRENES.

El volumen de azolve de canales y drenes es muy variable, dependiendo de los siguientes factores.

- a) La procedencia del agua que conducen.
- b) El desperdicio de riegos que hagan los usuarios.
- c) Las entradas de aguas broncas sin decantación previa.
- d) El diseño de las obras y el grado de conservación que tenga.

El azolve representa los siguientes daños en los Distritos de Riego.

1.- Obstrucción del área hidráulica de los cauces, motivando la disminución del gasto que deben conducir las obras, ocasionando con esto deficiencias del servicio y pérdidas de cosechas.

2.- Erosiones en las áreas donde se originó disminuyendo los recursos, ocasionando pérdidas, tanto materiales como económicas.

3.- Invasión de tierras de cultivo por los depósitos de azolve que es necesario extraer anualmente.

4.- Disminución en la capacidad de conservación del Distrito, por la reducción presupuestal que ocasiona su costo de extracción.

Para su extracción más conveniente cuando ésta se hace con equipo mecánico, se hace el siguiente análisis de acuerdo con el funcionamiento de las obras.

En canales de riego puede permitirse una obstrucción de un 20 a un 30% del área hidráulica, según la magnitud de la sección del canal y teniendo en cuenta la posibilidad de invadir con el tirante del canal, una parte del libre bordo a efecto de compensar en parte dicha obstrucción para no perjudicar cultivos.

En drenes se considera que en términos generales puede admitirse un espesor de azolve hasta de 0.50 m., sin que ocasione un problema serio en el funcionamiento de las obras.

En cada caso, los Distritos deberán hacer una determinación de las condiciones máximas de azolve que pueden admitir en las obras sin que represente una apreciable afectación en los servicios por disminución del gasto; una vez definidos los límites, bastará determinar la frecuencia con que estos se presentan a partir de las últimas fechas en que se dejaron limpias las obras. Por observaciones que se han venido haciendo, se puede considerar que en un promedio debe llevarse a cabo el desazolve cada 4 años, o sea que cada año debe considerarse la cuarta parte de la red.

Cuando la extracción debe hacerse con gente, es preferible que ésta se haga anualmente, inmediatamente antes de la época en que la obra va a requerir su máxima capacidad, o sea en canales cuando van a tenerse los riesgos de mayor demanda y en drenes un poco antes de la temporada de lluvias o de avenidas que se tenga en la región.

Para la extracción de azolve en canales y drenes, el procedimiento más conveniente de aplicar es la draga de arrastre con bote y -- también el retroexcavador según el caso. Principalmente se emplean estos equipos cuando los cauces están permanentemente con agua o cuando menos -- muy húmeda o lodosa la sección y no permite el acceso dentro de ella, de algún equipo de desplazamiento rápido que nos permite un avance rápido -- también en la conservación y a muy bajo costo.

Para el empleo del equipo ya mencionado, se ha visto que -- la draga de $1-1/4 \text{ Yd}^3$, debe emplearse cuando los volúmenes de azolve son de más de $3,000 \text{ m}^3$ por kilómetro y en ocasiones cuando están entre $1,000$ -- y $3,000 \text{ m}^3/\text{Km.}$, siempre que las plantillas de drenes o canales no sean -- muy anchas.

La draga de $3/4 \text{ Yd}^3$, debe emplearse en canales y drenes -- para el desazolve, cuando sus volúmenes son de $1,000$ y $3,000 \text{ m}^3/\text{Km.}$, si -- las plantillas de éstos son más o menos grandes, sin rebasar su alcance y para volúmenes menores de $1,000 \text{ m}^3/\text{Km.}$

En caso de canales o drenes con plantillas menores de 1.50 m., el equipo apropiado para ejecutar el desazolve, es el retroexcavador, ya que la draga de $3/4 \text{ Yd}^3$ abocardaría las secciones.

Cuando los cauces de drenes y canales pueden estar secos y permiten bajar maquinaria a la plantilla del canal, es más ventajoso hacer el desazolve con tractor equipado con Bulldozer o angledozer, auxiliados en casos especiales con draga para extracción rápida de volúmenes acumulados.

Los rendimientos en cauces muy chicos o medianos y cuando los volúmenes son pequeños, conviene hacer el desazolve con gente, prefiriendo el procedimiento de "Tareas de Usuarios", en los Distritos que tienen implantado éste sistema.

Los rendimientos para el desazolve de canales y drenes en promedio, son los siguientes:

Con draga de 1-1/2 Yd.3 es de 110 m³/hora en seco y 68 m³/hora, en agua.

Con draga de 3/4 Yd.3 es de 70 m³/hora en seco y 45 m³/hora, en el agua.

Con retroexcavador de 1/2 Yd.3 es de 45 m³/hora en seco y 35 m³/hora, en agua.

El rendimiento para desazolve con gente, se considera de 4 a 8 m³/turno, dependiendo de las dimensiones del canal y de las condiciones climatológicas del lugar.

EXTRACCION DE PLANTAS ACUATICAS.

Las plantas acuáticas producen una fuerte obstrucción en el área hidráulica de canales y drenes, ocasionando una disminución muy grande en sus escurrimientos. En el caso de los drenes forma verdaderos repesos que ocasionan embalses aguas arriba y como consecuencia de esto se inyecta agua a los terrenos aumentando el nivel de los mantos freáticos en vez de que por la presencia del dren abatieran.

La necesidad de extracción de plantas acuáticas es de tres o cuatro veces por año, para mantener despejados los cauces, sin embargo, por razones presupuestales de los Distritos que hacen una labor insistente en la extracción de plantas acuáticas, la hacen cuando más dos veces al año y muchos otros que no hacen la extracción de plantas acuáticas con los consiguientes perjuicios en sus cultivos.

Es recomendable que por lo menos la extracción de plantas acuáticas, se haga una vez en el año en la época que mayor demanda de riego tienen los canales o servicio de drenes y que se ejerza un control máximo durante el resto del tiempo, ya sea mediante herbicidas con la máxima precaución que estos requieren o con gente vigilando los tramos y que se evite la acumulación de más plantas.

El desarrollo y distribución de malas hierbas a lo largo de los drenes de los Distritos de Riego y en los lagos y corrientes en general, constituye uno de los problemas más importantes a la conservación creados por la vegetación espontánea.

Las malas hierbas que intervienen en estas invasiones, son de tres tipos.

1) Malas hierbas de hábito terrestre que se desarrollan en los bordos de los canales y banquetas y bordos de los drenes.

2) Plantas acuáticas emergentes y sumergidas, arraigadas en los taludes o en las plantillas.

3) Plantas acuáticas flotantes.

D A Ñ O S

Es muy importante llevar a cabo los trabajos de conservación oportunos, tendientes al control de las malezas en las obras hidráulicas, ya que además de reducir la eficiencia de conducción de la red de distribución, impidiendo en ocasiones proporcionar los riegos en la cantidad y oportunidad debida, o bien reducir la eficiencia del drenaje, -- las malas hierbas producen millones de semillas que son arrastradas por el agua hasta las tierras de cultivo constituyendo una fuente de invasión de los mismos.

En igual forma es necesario el control de las malezas de hábito terrestre, con objeto de tener limpios los bordos y taludes exteriores de los canales y drenes, obteniendo con ello una mejor conservación de los mismos y evitar que éstas malezas se conviertan en plantas -

hospederas de plagas y enfermedades (virus, hongos, bacterias) de los cultivos del Distrito, por otra parte, esta maleza propicia la cria de roedores (tuzas, comadrejas, ratas, etc.), que construyen galerfas a través de los bordos, ocasionando vías de escape del agua y rupturas de bordos.

C O N T R O L

Existen diferentes métodos para el control de las hierbas y se pueden clasificar en:

- a) Manuales.
- b) Mecánicos.
- c) Químicos.

Los métodos que se emplean para combatir las malas hierbas, se fundaron en sus hábitos de desarrollo y en su modo de reproducción, en otras palabras es necesario conocer el ciclo biológico de los mismos para combatirlos.

En lo que se refiere a su ciclo de vida, las malas hierbas pueden clasificarse en:

- a) Anuales.
- b) Bianuales.
- c) Perennes.

a).- Las plantas anuales, como su nombre lo indica vive un solo año, producen semillas y mueren. Hay plantas anuales de verano y de invierno, -- las primeras germinan en primavera, se desarrollan y maduran en verano y mueren al llegar el invierno. Como ejemplo puede citarse el bledo.

Las anuales de invierno, germinan en el otoño o al principio de invierno, pasan el invierno en estado de vegetación atenuada, en primavera completan su desarrollo vegetativo y producen su semilla y mueren al final de la misma estación.

Los métodos de combate contra las hierbas anuales, tienen un objetivo primordial, impedir la formación de semilla.

b).- Las plantas bianuales, presentan un desarrollo en el primer año, puramente vegetativo, la parte aérea suele estar limitada a una loseta de hoja. La raíz principal, suele ser carcosa y suave como órgano de almacenamiento de reservas nutritivas.

Durante el segundo año surge el tallo de la corona y después de producir semilla la planta muere.

c).- Las plantas perennes viven tres o más años. En muchos casos no producen semilla en el primer año, pero si las forman en cada uno de los posteriores y durante toda la vida de las plantas perennes, se clasifican según su forma de multiplicación vegetativa, en perennes simples, perennes bulbosas y perennes postreras.

H I E R B A S A C U A T I C A S

Aunque las malas hierbas son difíciles de combatir, la vegetación acuática constituye un problema mayor, ya que, una parte de estas plantas o su totalidad vegetan bajo el agua. Las malas hierbas acuáticas son de tres tipos.

1) Plantas acuáticas sumergidas.- Estas malas hierbas suelen estar arraigados en el fondo y se desarrollan íntegramente bajo la superficie del agua. Su daño mayor es la reducción en la capacidad de conducción de los drenes, las hierbas acuáticas sumergidas más comunes son: El Potamogeton pectinatus (llamado cola de caballo o cabello de ángel) la Zanichellia palustris y el Ceratophyllum demersum (cola de mono).

2) Plantas acuáticas emergentes.- Estas plantas arraigadas bajo la superficie, pero cuya parte aérea sobresale por encima del nivel del agua, son muy frecuentes y causan mucho perjuicio, pues además disminuír la capacidad de los drenes, fomentan la propagación de mosquitos. Las más comunes son: los taludes, las especies de género *Typha* (españadas) el espongarío, las especies de género *Carex* los juncos, la sagitaria, el *Echimodorus condifolius* y el llantén de agua.

3) Plantas acuáticas flotantes.- Algunas de ellas flotan libremente en el agua, otras están arraigadas en los bordos y solo flotan en la zona donde están sujetas. Pueden citarse como ejemplo: la *Jussiaea Californica*, el lirio de agua, la lechuga de agua, la Zaniche de hoja ancha, la pluma de loro (*Myriophyllum Basiliense*) y las especies de *Hydrocotyle*.

ATAQUE DE LAS MALAS HIERBAS POR PROCEDIMIENTOS MANUALES.

Este método generalmente es el más utilizado hasta la fecha para el control de malezas, principalmente en las redes de distribución.

Puede organizarse por tareas de usuarios o destajos. En el primero de los casos, cada usuario debe hacer la limpia del tramo del canal que le corresponde, de acuerdo con programas formulados previamente por la Residencia de Conservación.

El control manual de las malezas no es aconsejable para las redes de drenaje, pues además de ser sumamente como el corte de las malezas del fondo del dren en el cual principalmente *tule* vuelve a desarrollarse con extrema rapidez, teniéndose al mes nuevamente infestada toda la sección.

ATAQUE DE LAS MALAS HIERBAS POR PROCEDIMIENTOS MECANICOS.

Para la limpieza de taludes interiores de canales y drenes - generalmente se utiliza la segadora de montaje lateral sobre tractores agrícolas o industriales. Como esta basura con el agua es arrastrada por la corriente, se requiere el empleo de personal equipado con horquilla para extraerla en los sitios en que se concentra como represas para evitar el taponamiento. También se emplea para el control mecánico de malas hierbas en los taludes interiores de canales y drenes. La taludadora, generalmente montada sobre tractor Caterpillar D-7.

Para la extracción de la maleza acuática tanto de drenes - como de canales, se utilizan dragas equipadas con rastrillos, principalmente para la extracción de tule en drenes y a lirios en canales.

Para el control de la forma acuática que es una vegetación - formada por diferentes especies de algas y que constituye uno de los problemas más serios, debido a la rapidez con que se prolifera y que llega a obstruir toda la sección hidráulica, se utilizan para desprenderla rastras de discos tirados para tractores o cadenas de eslabones de mediano espesor. Estos se tienen transversalmente dentro del canal y se tira de sus extremos -- por dos tractores que marchan paralelamente sobre cada uno de los bordos; se requiere de personal previsto de ronquillas para extraerla en represas y - puente de tramo que se ataca.

VII.- ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS.

Para este tipo de vegetación, también se utilizan como procedimiento el secado de canales, quedando así expuestos la vegetación directamente a la acción de los rayos solares, bastando un corto período (de 3 a 6-días) para secarse completamente.

Los rendimientos obtenidos para la extracción de plantas - - acuáticas son:

- a) Para draga con rastrillo en tule $400 \text{ m}^2/\text{Ha}$.
Con draga de $3/4 \text{ yd}^3$ (cuando se encuentra mal fongoso, o sea hondo.
- b) Para draga con canaste en lirio $400 \text{ m}^2/\text{Ha}$. con draga de $3/4 \text{ yd}^3$.
- c) Para draga con bote en tule $160 \text{ m}^2/\text{Ha}$. con draga de $3/4 \text{ yd}^3$ (en terreno duro)
- d) Para draga con bote en tule $150 \text{ m}^2/\text{Ha}$. con draga de $1-1/4 \text{ yd}^3$ (en terreno duro).
- e) Para tractores con cadena en forma de 2 a 4 Km/turno dependiendo de las dimensiones de la obra.
- f) Para gente a mano en tule o lirio 150 a $300 \text{ m}^2/\text{día}$ por peón según la densidad de la planta y magnitud del cauce.

ATAQUE DE LAS MALAS HIERBAS POR PROCEDIMIENTOS QUÍMICOS.

Los productos químicos se han empleado hace mucho tiempo para combatir las malas hierbas. El empleo de sal, cenizas y diversos sub-productos industriales para destruir las invasiones de malas hierbas en las tierras cultivadas; estos productos son poco efectivos, debido a las fuertes dosis que - deben usarse.

Las investigaciones realizadas en los últimos 30 años, - han permitido descubrir nuevos productos químicos herbicidas. En la actua lidad, existen pocos problemas relacionados con las malas hierbas que no pueden resolverse con la ayuda de productos químicos y la posibilidad de su empleo depende casi exclusivamente de su costo y de la toxicidad a los - seres humanos, animales y siembras.

PRECIOS UNITARIOS

PROLOGO

Dentro de los múltiples problemas que se presentan en el ramo de la construcción, el establecimiento de los precios unitarios equitativos a que debe pagarse un trabajo, ha sido tradicionalmente un punto de divergencia de opiniones entre las empresas contratistas y los órganos oficiales o particulares encargados de la realización de obras, lo que ha constituido motivo de discusiones, pérdidas de tiempo y entorpecimiento del desarrollo de las obras, creando en muchos casos fricciones entre el personal encargado de los trabajos.

Superar este problema es prácticamente imposible, pues aún -- cuando hay técnicas definidas para el cálculo de los precios unitarios, el sinnúmero de criterios aplicables a cada caso particular, deja siempre abierto el campo a la discusión.

Sin embargo, es lógico que si con anticipación se establecen en forma perfectamente definida las especificaciones, normas y criterios generales que servirán de base para el cálculo de los precios unitarios, los puntos de divergencia se reducirán al mínimo y su conciliación podrá encauzarse bajo normas establecidas y previamente aceptadas por las partes.

Establecer esas especificaciones, normas y bases generales -- para el desarrollo de los trabajos de construcción y su pago, es pues, indispensable para cualquier empresa que se dedica a realizar obras, adjudicándolas por contratación, y lo es más aún, en el caso de la obra pública.

Lo antes expuesto es tan lógico y natural que parece innecesario referirse a ello, pues se estima generalmente que toda empresa que realiza obra pública, está trabajando sobre esas bases. Sin embargo, esto no es cierto más que en forma parcial, pues es cosa común y conocida ampliamente por los Ingenieros del gremio de la construcción que las distintas Direcciones de una misma Dependencia Oficial tengan no solo distintos precios unitarios para un mismo concepto de trabajo en la misma región del país, sino lo que es aún más grave, un criterio distinto sobre las bases que deben servir de apoyo para el cálculo de los precios unitarios.

Lo anterior, aunado a las condiciones y circunstancias especiales que concurren en un gran número de casos, dejan un campo vastísimo para las argumentaciones y las pérdidas de tiempo, así como para establecer fricciones negativas en las relaciones entre empresa y contratista.

Por todo lo anterior, la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, ha considerado conveniente establecer en forma definida las especificaciones, normas y criterios, que tomando en cuenta la experiencia y realidad mexicana de la construcción, le servirán de base en el futuro para calcular los precios unitarios que pagará a los contratistas en los trabajos que les encomiende fuera de concurso.

La realización completa de este trabajo y su revisión llevó cerca de cuatro años, pero se espera que el tiempo que ahorre su aplicación y la mayor cordialidad que establezca entre la Secretaría y sus colaboradores, los contratistas justifiquen plenamente este esfuerzo.

DEFINICION DE PRECIO UNITARIO

Cualquier trabajo que ejecute un Contratista y que forme parte de una obra de la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, se podrá dividir o desglosar en forma convencional o arbitraria en un número ilimitado de conceptos elementales de trabajo; división que se realizará de acuerdo con un criterio pre-concebido. Obviamente debe existir una reglamentación que delimite hasta que grado de subdivisión será práctico y conveniente desglosar los análisis de precios unitarios en lo referente a los conceptos elementales de trabajo ejecutados por el contratista, puesto que de otra forma, cada calculista haría tal subdivisión a su leal saber y entender, con lo que a la larga se caería en un verdadero caos, puesto que la disparidad es condición característica de la mente humana.

En las ESPECIFICACIONES GENERALES Y TECNICAS de la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos se estipula la forma en que deberán ser ejecutados los trabajos que formen parte de las obras encomendadas por la misma a sus contratistas; se estipulan las modalidades en que dichos trabajos serán medidos para fines de pago; se señalan y delimitan los conceptos elementales de trabajo con que se estimará y liquidará a los contratistas; y finalmente, se consignan las clasificaciones pertinentes con fines metodológicos y aclaratorios.

Justamente para evitar el peligro de confusiones mencionado en párrafos anteriores, la Secretaría ha codificado los conceptos de trabajo que forman parte de sus obras, y, en sus especificaciones queda establecido lo siguiente:

Especificación 2-1.07.0 CONCEPTO DE TRABAJO.- Es la descripción de cada uno de los trabajos que deben integrar una obra, (Capítulo II, Tomo 1).

Especificación 2-1.23.0 PRECIOS UNITARIOS.- Remuneración pecuniaria al Contratista por unidad de obra que ejecuta en cada uno de los conceptos de trabajo y que comprende el pago de todas las erogaciones que haya efectuado el Contratista para la ejecución del mismo de acuerdo con las Especificaciones, así como su utilidad y los intereses del capital invertido - (Capítulo II, Tomo I).

De lo antes expuesto se deduce la siguiente definición práctica de precios unitarios; Es el precio resultante de dividir el monto total de las erogaciones que deba ejercer el contratista para la ejecución, de acuerdo con las especificaciones y mediante el procedimiento de construcción más adecuado, de un cierto volumen de trabajo amparado bajo un concepto determinado, más sus utilidades legítimas y los intereses del capital invertido, todo ello entre el volumen de trabajo ejecutado bajo tal concepto de trabajo.

$$\text{PRECIO UNITARIO} = \frac{\text{MONTO TOTAL DE GASTOS + UTILIDADES + INTERESES DEL CAPITAL}}{\text{VOLUMEN DE TRABAJO DEL CORRESPONDIENTE CONCEPTO EN QUE SE EJERCIERON TALES GASTOS.}}$$

Queda establecido pues, que el conjunto de trabajos que integran una obra se subdivide en una serie de unidades elementales trabajo o de obra, designadas como conceptos de trabajo, los que se encuentran clasificados, deli

mitados y codificados en las Especificaciones Generales y Técnicas de Construcción de la Secretaría; más si con ello no bastare, habida cuenta de la infinidad de variantes que intervienen en los trabajos y en la determinación de sus respectivas compensaciones económicas, en las propias Especificaciones, queda estipulado que en los contratos se consignarán las llamadas Especificaciones complementarias, las que se definen como sigue:

Especificación 2-1.11.0 ESPECIFICACIONES COMPLEMENTARIAS.- Disposiciones o instrucciones que dicte la Secretaría para ser aplicadas en determinada obra y que modifiquen y/o adicionen a las Especificaciones Generales y Técnicas de la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos.

La experiencia de las actividades de la Secretaría ha enseñado que, siempre que sea posible y que se disponga de datos suficientes para ello, conviene concertar las compensaciones económicas a que tienen derecho los contratistas, basándose en el régimen de medición y pagos de precios unitarios, ya que con ello se evitan serios inconvenientes administrativos y fiscales que acompañan al régimen de pagos por el sistema de Administración, el cual requiere de un volumen mucho mayor de documentos y trámites legales y comprobatorios. Solamente en aquellos casos en que por deficiencias en el conocimiento de elementos de juicio, se dificulte seriamente el análisis de precios unitarios para los conceptos de trabajo ejecutados por los contratistas, o que existan dudas en lo que respecta a la equidad de tales precios, se justificará el pago de los trabajos bajo el régimen de Administración codificado en las Especificaciones 5-14.00.0 y subsecuentes y --

6-2.03.0 de las Especificaciones Generales y Técnicas de la Secretaría de --
Agricultura y Recursos Hidráulicos.

Todo el estudio presentado en éste Manual de Precios Unitarios, -
está íntimamente ligado a las respectivas estipulaciones consignadas en las-
Especificaciones Generales y Técnicas de Construcción de la Secretaría de --
Agricultura y Recursos Hidráulicos, puesto que en dichas Especificaciones se
encuentran codificados todos los trabajos que ejecutarán los contratistas, -
así como la forma en que les serán medidos, estimados, liquidados y pagados.
No es posible calcular precios unitarios sin apoyo en especificaciones, ya -
que son éstas precisamente las que definen la obra que se requiere y la for-
ma en que debe ejecutarse, lo que indudablemente constituye la base para de-
terminar un precio unitario para pagar esa obra.

CALCULO DE PRECIOS UNITARIOS USADOS EN CONSTRUCCION Y CONSERVACION DE CANALES Y DRENES EN BASE EN LOS COSTOS HORARIOS OBTENIDOS.

- 1).- Despalme de Bancos de Préstamos y zonas de construcción en material común por m³ de despalme.

Máquina: Komatsu D-155-A
Costo horario: \$ 1,963.35/H.E.
Rendimiento: 170 m³/H.E.
Costo por m³ = $\frac{\$ 1,963.35/H.E.}{170 m^3/H.E.}$

Costo por m³ = \$ 11.55/m³

- 2).- Formación de bordos o terraplenes semicompactados con material producto de préstamo lateral hecho con movimiento no mayor de 40 Mts.

Máquina: Komatsu D-155-A
Costo horario: \$ 1,963.35/H.E.
Rendimiento: 110 m³/H.E.
Costo por m³: $\frac{\$ 1,963.35/H.E.}{110 m^3/H.E.}$

Costo por m³: \$ 17.85/m³

- 3).- Excavación de canales y/o drenes con equipo mecánico en material común, cuando el volumen excavado sea mayor de 1000 y menor de 3000 - por km. medido en la excavación.

Máquina: Draga Link-Belt de 1-1/4 Yd.³
Costo horario: \$ 1,768.64/H.E.
Rendimiento: 80 m³/H.E.
Costo por m³: $\frac{\$ 1,768.64/H.E.}{80 m^3/H.E.}$

Costo por m³: \$ 22.11/m³

- 4).- Excavación en tajo para la formación de bermas o banquetas de canales y/o drenes en material común por m³ medido en la excavación.

Máquina: Komatsu D-155-A
Costo horario: \$ 1,963.35/H.E.
Rendimiento: 90 m³/H.E.
Costo por m³: $\frac{\$ 1,963.35/H.E.}{90 m^3/H.E.}$
Costo por m³ 21.82/m³

- 5).- Desazolve de canales y/o drenes con draga, cuando el volumen excavado sea mayor de 1000 y menor de 3000 m³/Km.

Máquina: Draga Link-Belt de 1-1/4 Yd.³
Costo horario: \$ 1,768.64/H.E.
Rendimiento: 70 m³/H.E.
Costo por m³ $\frac{\$ 1,768.64/H.E.}{70 m^3/H.E.}$
Costo por m³ \$ 25.27/m³

En este concepto la S.A.R.H. compensa el 33% del precio unitario por - trabajar en material con agua o lodoso.

Costo por m³ = \$ 33.61/m³ Con compensación

- 6).- Remoción y extracción de plantas acuáticas con equipo en canales y/o - drenes en que B es mayor de 4 metros (tule para una densidad de 80% al- 100% por hectárea de remoción).

Máquina: Draga Link-Belt de 1-1/4 Yd.³
Costo horario: \$ 1,768.64/H.E.
Rendimiento: 480 m³/H.E.
Costo por Ha. $\frac{\$ 1,768.64/H.E.}{0.048 Ha/H.E.}$
Costo por Ha. \$ 36,846.67/Ha.

- 7).- Rastreo de terracerías de caminos, bordos y brechas, para coronas de 4 a 6 metros de ancho.

Máquina: Motoconformadora Huber 1 700

Costo Horario: \$ 1,116.50/H.E.

Rendimiento: 1.4 Km/H.E.

Costo por Km. $\frac{\$ 1,116.50/H.E.}{1.4 \text{ Km/H.E.}}$

Costo por Km. \$ 797.50

- 8).- Conformación de terracerías de caminos y/o bordos para coronas - de 4 a 6 metros de ancho.

Máquina: Motoconformadora Huber 1 700

Costo Horario: \$ 1,116.50/H.E.

Rendimiento: 0.85 Km/H.E.

Costo por Km. $\frac{\$ 1,116.50/H.E.}{0.85 \text{ Km/H.E.}}$

Costo por Km. \$ 313.53

NOTA: Los rendimientos usados son los obtenidos por la S.A.R.H.

Clase y modelo de Máquina: TRACTOR KOMATSU D-155 A

Vida económica 5 años

Horas por año 2000

Motor DIESEL

Potencia 320 H.P.

Capacidad 75 LTS.

Valor de Adquisición.... \$ 5'451,593.00

Equipo Adicional..... \$ _____

Suma:..... \$ 5'451,593.00

Valor Llantas..... \$ _____

Valor a considerar..... \$ 5'451,593.00

Menos 10% Valor rescate (V.R.) \$545,159.00

Valor a Depreciar (V.D.) \$ 4'906,433.70

I.- C A R G O S F I J O S (C.F.)

a) Depreciación 20.00 %

b) Intereses 10.76 %

c) Seguros 1.53 %

d) Almacenaje. 0.30 %

e) Mant. mayor y menor . 15.00 %

S U M A 47.49 %

(VD) X % C.F.

Hrs. Oper. anual

4'906,433.70 X 0.4749
2000

\$ 1,165,03

II.- C O N S U M O S:

320 H.P. X Pac.de Oper. 0.75 = Pot.de Oper. 240 H.P

a) Gasolina 0.227 Lts. por H.P. Hora X _____ H.P.Oper.X \$ _____ Lto

b) Diesel 0.1514 Lts. por H.P. Hora X 240 H.P.Oper.X \$ 2.5 Lto

Oper.

/Hr

90.84 /Hr

Aceite Lubricación

Máquinas con potencia nominal menor o igual a 100 H.P.

0.307 Lts.X _____ H.P.Oper. X \$ _____ /Lts.
100 HP-n

/Hr

Máquinas con potencia nominal mayor de 100 H.P.

0.358 Lts. X 240 H.P. Oper. X \$ 44.50 /Lts.
100 HP-n

38.23 /Hr

Aceite de cambio

Cap. Carter Lts. = 75 Lts./H. X \$ 44.50 /Lts.
Núm. Horas entre cambios

\$ 33.37 /Hr

Llantas Valor de Adquisición = \$ _____
Horas de vida

\$ 162.44 /Hr

SUMA CONSUMOS

\$ _____ /Hr

| III.- S A L A R I O S. | | |
|--|---|-----------------------|
| <u>Personal</u> | <u>Sal.Diario X % Seguro Social = Total</u> | |
| Operador | \$ 430.00 X 1.159375 = 498.53 | |
| Ayudante | \$ X 1.159375 = | |
| Otros | \$ X = | |
| Salario nominal | | <u>\$ 498.53/día</u> |
| <u>Salario nominal/día X 381.5 día/año</u> | | |
| Horas efectivas de operador | | |
| <u>\$ 498.53 X 381.50</u> | = | <u>\$ 95.09</u> |
| | 2000 | |
| R E S U M E N. | | |
| I.- Cargos Fijos. | \$ 1169.09/Hr. | |
| II.- Consumos. | \$ 162.54/Hr. | |
| III.- Salarios. | \$ 95.09/Hr. | |
| Suma cargos Directos. | | <u>\$ 1422.72/Hr.</u> |
| % De Indirectos _____ | | <u>\$ 540.63/Hr.</u> |
| TOTAL: | | <u>\$ 1963.35/Hr</u> |

COSTO HORARIO - - - - - \$ 1,963.35

* 38% DE INDIRECTOS ES EL AUTORIZADO POR LA S.A.R.H.

Clase y modelo de Máquina DRAGA S/DRUGAS L.B. 1 1/4 YD.3

Vida Económica 6.5 años
 Horas por año 2000
 Motor DIESEL
 Potencia 121 H.P.
 Capacidad 20 LTS.

Valor de Adquisición.... \$ 6'415,500.00
 Equipo Adicional..... \$ _____
 Suma..... \$ 6'514,500.00
 Valor Llantas..... \$ _____
 Valor a considerar..... \$ _____
 Menos 15%Valor Rescate(V.R.)\$962,325.00
 Valor a Depreciar (V.D.) \$ 5'453,175.00

I.- CARGOS FIJOS (C.F.)

- a) Depreciación 15.38 %
- b) Intereses. 11.95 %
- c) Seguros. 1.53 %
- d) Almacenaje. 0.20 %
- e) Mant. mayor y menor. . 12.30 %
- SUMA. 41.36 %

(VD) X % C.F.
 Hrs.Oper. anual

5'453,175.00 X 0.4136
2000

\$ 1,127.72

II.- CONSUMOS:

- 121 H.P. X Pac.de Oper. 0.75 = Pot.de Oper. 90.75 H.P.
- a) Gasolina 0.227 Lts. por H.P.Hora X _____ H.P.Oper.x \$ _____ Lto.
 - b) Diesel 0.1514 Lts.por H.P.Hora X 90.75 H.P.Oper.x\$ 2.50 Lto.

Oper. _____ /Hr.
34.35 /Hr.

Aceite Lubricación

Máquinas con potencial nominal menor o igual a 100 H.P.

0.307 Lts. x _____ H.P. Oper.x \$ _____ /Lts.
 100 HP-n _____ /Hr.

Máquinas con potencia nominal mayor de 100 H.P.

0.358 Lts. x 90.75 H.P. Oper. x \$ 44.50 Lts.
 100 HP-n _____ /Hr.

14.46 /Hr.

Aceite de cambio

Cap. Carter Lts. = 20 Lts./H.x \$ 44.50 /Lts.
 Núm. Horas entre cambios 100 Ha.

8.90 /Hr.

Llantas Valor de Adquisición = \$ _____
Horas de vida

\$ _____ /Hr.

SUMA CONSUMOS

\$ 57.71/Hr.

| III.- S A L A R I O S. | | | |
|---|------------|-------------------|-------------------|
| Personal | Sal.Diario | X % Seguro Social | = Total |
| Operador | \$ 435.00 | X 1.159375 | 504.33 |
| Ayudante | \$ | X 1.159375 | = |
| Otros | \$ | X | = |
| Salario nominal | | | <u>504.33/día</u> |
| <u>Salario nominal/día X 381.5 día/año</u> Horas efectivas de operador | | | |
| <u>\$ 504.33 X 381.5</u> | | | <u>\$ 96.20</u> |
| 2000 | | | ===== |
| R E S U M E N | | | |
| I.- Cargos Fijos | | | \$ 1127.72/hr. |
| II.- Consumos. | | | \$ 57.71/Hr. |
| III.- Salarios. | | | \$ 96.20/Hr. |
| Suma Cargos Directos. | | | \$ 1281.63/Hr. |
| % De Indirectos _____ | | | \$ 487.01/Hr. |
| TOTAL: | | | \$1768.64/Hr. |

COSTO HORARIO - - - - - \$ 1786.64

* 38% DE INDIRECTOS ES EL AUTORIZADO POR LA S.A.R.H.

Clase y modelo de Máquina MOTOCONFORMADORA HUBER 1700

Vida económica 5 años

Horas por año 2000

Motor DIESEL

Potencia 125 H.P.

Capacidad 19

Valor de Adquisición:....\$ 3'111,725.00

Equipo Adicional.....\$ _____

Suma.....\$ 3'111,725.00

Valor Llantas.....\$ 56,725.00

Valor a considerar.....\$ 3'055,000.00

Menos 15%Valor rescate (V.R.) 458,250.00

Valor a Depreciar (V.D.) 2'596,750.00

I.- C A R G O S F I J O S (C.F.)

a) Depreciación. 20.00 %

b) Intereses..... 11.95 %

$\frac{(VD) \times \% C.F.}{Hrs. Oper. anual}$

c) Seguros. 1.53 %

d) Almacenaje. 0.20 %

e) Mant.mayor y menor. . 15.00 %

SUMA. 48.68 %

$\frac{2'596,750.00 \times 0.4868}{2000}$ \$ 632.05

II.- C O N S U M O S:

125 H.P. X Pac.de Oper. 0.75 = Pot.de Oper. 93.75 H.P. Oper.

a) Gasolina 0.227 Lts. por H.P. Hora X _____ H.P. Oper.x _____ Lto. _____ /Hr.

b) Diesel 0.1514 Lts.por H.P. Hora X 93.75 H.P. Oper.x 2.50 Lto. 35.84/Hr.

Aceite Lubricación

Máquinas con potencia nominal menor o igual a 100 H.P.

$\frac{0.307 \text{ Lts.} \times \text{H.P. Oper.} \times \$}{100 \text{ HP-n}} / \text{Lts.} \quad \text{_____} / \text{Hr.}$

Máquinas con potencia nominal mayor de 100 H.P.

$0,358 \text{ Lts.} \times 93.75 \text{ H.P. Oper.} \times \$ 44.50 / \text{Lts.} \quad \text{_____} 14.93 / \text{Hr.}$

Aceite de cambio

$\frac{\text{Cap. Carter Lts.}}{\text{Núm. Horas entre cambios } 100} = \frac{19 \text{ Lts.,/H.} \times \$ 44.50 / \text{Lts.}}{\text{_____}} \quad \$ 8.46 / \text{Hr.}$

Llantas $\frac{\text{Valor de Adquisición} = \$ 56,725.00}{\text{Horas de vida } 2500} \quad \$ 22.60 / \text{Hr.}$

SUMA CONSUMOS \$ 81.92 /Hr.

III.- S A L A R I O S.

| Personal | Sal. Diario | X | % Seguro Social | = | Total |
|----------|-------------|---|-----------------|---|--------|
| Operador | \$ 430.00 | X | 1.159375 | = | 498.51 |
| Ayudante | \$ | X | 1.159375 | = | |
| Otros | X | X | | = | |

Salario nominal 498.51/día

Salario nominal/día X 381.5 día/año
Horas efectivas de operador

\$ 498.51 X 381.5 =
2000

\$ 95.09

R E S U M E N

| | |
|---------------------------|--------------|
| I.- Cargos Fijos. | \$ 632.05/Hr |
| II.- Consumos. | \$ 81.92/Hr |
| III.- Salarios. | \$ 95.00/Hr. |

Suma Cargos Directos. \$ 809.06/Hr.

% De Indirectos _____ \$ 307.44/Hr.

TOTAL. \$1116.50/Hr.

COSTO HORARIO - - - - - \$1116.50

* 38% DE INDIRECTOS ES EL AUTORIZADO POR LA S.A.R.H.

VIII.- CONCLUSIONES

C O N C L U S I O N E S

Una vez revisados los procedimientos para la construcción y conservación de obras hidráulicas en sistemas de riego, podemos tener una idea más clara y precisa de los resultados que podemos obtener, llevando a cabo de una manera adecuada tanto los trabajos de construcción como -- los de conservación, ya que solamente de ésta manera, se pueden obtener las siguientes conclusiones:

a).- Una vez construída la red de distribución adecuada al Distrito de Riego en cuestión y habiéndose determinado que el revestimiento de concreto era la solución al problema de pérdidas por conducción, se procedió de inmediato lográndose con ello aproximadamente 2,500 kms. de canales tratados de la forma antes mencionada, obteniéndose una disminución considerable en dichas pérdidas, las cuales se redujeron de un 50% a un 20% en volumen total.

b).- Al eliminar un por ciento importante de pérdidas, automáticamente se obtuvo un mayor volumen disponible para las labores agrícolas, lo cual se traduce en una clara disminución del intervalo de riegos, dependiendo del tipo del cultivo del que se trate, logrando con -- ello una mayor eficiencia en el desarrollo de la planta.

c).- Al lograr mayor volumen disponible y dar la cantidad -- de riego a la planta que demanda el cultivo, se puede concluir que la variación y rotación de cultivos se amplía, ya que es de capital importancia al formular los programas de riego, la disponibilidad del vital elemento.

d).- De todos los puntos anteriores no son válidos si no se tiene una conservación adecuada, pues esto de no ser así, alteraría las condiciones originales de proyecto, y por ende, dejaría de ser la red -- que se pretendió establecer.

e).- Como complemento a toda red de distribución, debe existir una red de drenaje que es parte de éste tratado, y no menos importante, debiéndose observar que sin ella estamos afectando básicamente el -- desarrollo normal de los cultivos.

f).- Tanto la eficiencia de la conducción, la operación y -- el drenaje, son los 3 elementos que al conjugarse concluyen en un complemento perfecto de los programas de riegos y cultivos, y en un aumento -- considerable en la producción de la planta establecida.

IX.- BIBLIOGRAFIA .

B I O G R A F I A

Topografía

Toscano

Hidráulica

S.Trueba C.

Diseño de Presas Pequeñas

Departament The Interior U.S.A.

Manual sobre el cálculo de Precios Unitarios.

Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos.

Operación de Distritos de Riego

Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos.

Sistema de Riego (Normas Generales de Diseño)

Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos.

Proyecto de Zonas de Riego.

Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos.