

C A P I T U L O I I

P L A N E A C I O N D E L A Z O N A D E R I E G O

CAPITULO 2

PLANEACION DE LA ZONA DE RIEGO

2.1) APECTOS GENERALES

2.1.1) Obra de Riego

Una obra de riego es un conjunto de trabajos - realizados por el hombre con el fin de captar, conducir, distribuir y aplicar el agua en forma oportuna y segura a los cultivos.

La zona de riego es la superficie de tierra por regar y su red de distribución constituye uno de los componentes de la obra de riego como puede verse en el cuadro N° 2.1.

2.1.2) Planeación de la Zona de Riego.

Es el proceso mediante el cuál se planea y proyecta la disposición de los sistemas de conducción, distribución, drenaje y vías de comunicación de una zona de riego, a fin de proporcionar riegos seguros y constantes de una manera económica y funcional.

2.1.3) Importancia de la Planeación de la Zona de Riego.

En un principio, los proyectos de la zona de riego solo se apoyaban en los aspectos topográficos para adaptar los trazos de los canales, y aún estando perfectamente trazados fallaban en la distribución del agua por un parcelamiento muy irregular ó no se tenía los resultados esperados por la mala calidad de los suelos que se denominaban con algunos de los canales. De ahí que una buena planeación sea muy importante, ya que además con ella se obtiene un proyecto más económico al evitar que se tenga una longitud excesiva de canales en la red de distribución.

Por otra parte el no contar con una adecuada -
planeación puede traer como consecuencia una mala localización
y un inadecuado diseño de las estructuras de la zona de riego.

2.1.4) Partes que Integran una Zona de Riego por Gravedad.

Las partes más importantes de que se compone -
una zona de riego por gravedad son las que se muestran en el -
cuadro No. 2.2.

2.2) LOCALIZACION DE LOS CANALES DE LA ZONA DE RIEGO

En base a la información obtenida de los estu--
dios mencionados en el capítulo 1 se puede formular la planea--
ción general de la zona de riego. El procedimiento es el siguien
te :

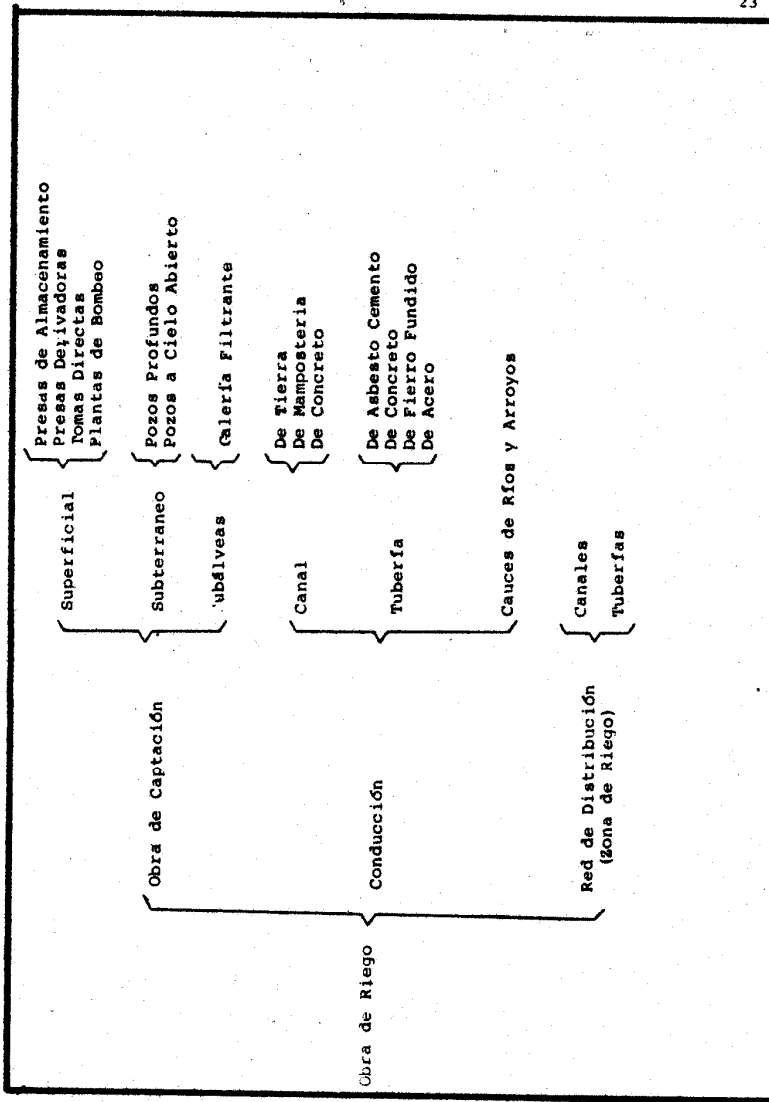
2.2.1) Selección de Areas.

Sobre un plano topográfico de conjunto se mar-
carán las áreas que quedando dentro de la zona de riego no sean
dominadas, ó que no puedan ó deban ser utilizadas para la agri-
cultura, tales como:

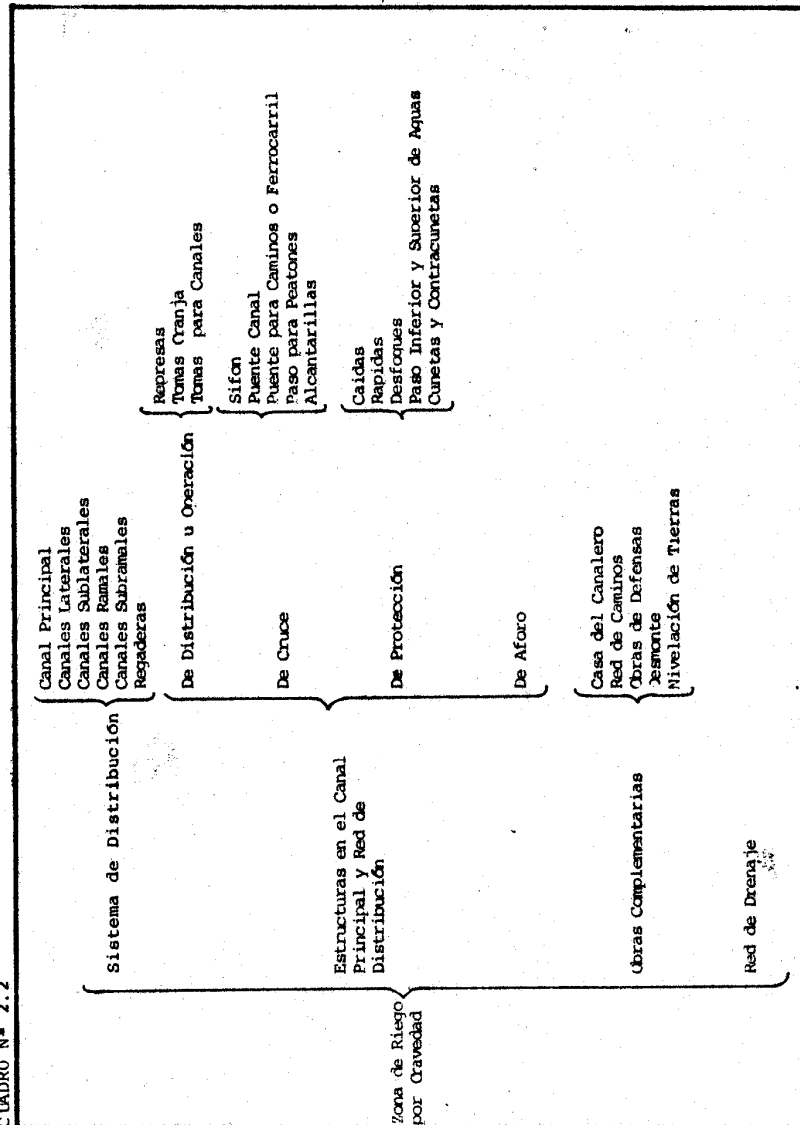
- a).- Rfos y Lagunas
- b).- Arroyos y Drenes
- c).- Caminos
- d).- Zonas Urbanas
- e).- Terrenos de Mala Calidad
- f).- Altos en la Zona de Riego
- g).- Areas que debido al Tipo de Tenencia de la
Tierra al que pertenecen, no esten conside
radas dentro de las futuras beneficiadas -
por el proyecto de riego. (por ejemplo pe-
queñas propiedades, comunidades, etc.).

Con apoyo en el estudio hidrológico conocemos -
la potencialidad de la fuente de abastecimiento y con esto, el
área que podemos beneficiar, que para el proyecto "JINCORI" es

CUADRO N° 2.1 PARTES QUE INTEGRAN UNA OBRA DE RIEGO



CUADRO N° 2.2 PARTES QUE INTEGRAN UNA ZONA DE RIEGO POR GRAVEDAD



de 1,465.0 Ha., y de acuerdo al estudio agrológico se delimitan los terrenos de la zona de riego que por sus características -- nos convengan beneficiar o desechar. Para realizar lo anterior deberemos contar con el estudio agrológico semidetallado, mismo que además de contener todas las características de los suelos deberá contar con los planos de clasificación y de series de -- suelos. Lo anteriormente mencionado puede verse en los planos:

T-2-1, T-2-2, T-3-1 y T-3-2.

2.2.2) Localización del Canal Principal.

En la localización del canal principal se pre--
sentan dos casos generales:

I). Como Canal de Conducción.

Cuando la fuente de abastecimiento es de tipo - superficial la zona de riego queda en la mayoría de los casos - distante de la obra de toma, existiendo un tramo de conducción o canal muerto, el cual se debe localizar por la ruta que repor-- te menor desarrollo, más economía, y mayor seguridad para el ca-- nal. Si en la etapa del levantamiento topográfico se detectaron dos o más rutas posibles, es necesario estudiar cada una de -- ellas, debiéndose tomar en cuenta las condiciones topográficas generales del terreno, pero en forma especial la condiciones - geológicas, ya sea, porque el terreno tenga una consistencia - que amenace derrumbes en el canal ó en las laderas, así como po-- der proyectar los taludes más convenientes.

Es por lo anterior que se deberán hacer los tra--
zos preliminares para cada una de éstas rutas, según el procedi--
miento siguiente:

En los planos topográficos esc. 1:10,000 ó --
1:20,000 se marcan cada una de éstas rutas, los puntos obliga--
dos de cruce (puertos, bajos, arroyos, etc.), logrando así un -
esbozo preliminar de la línea del canal.

Tomando como referencia la salida en la obra de toma y los puntos obligados antes mencionados, así como un desarrollo - aproximado del canal se deduce una pendiente promedio para cada tramo.

Se lleva también un control de elevaciones, para lo - cuál se deben tomar en cuenta en forma aproximada las pérdidas - de carga tanto por pendiente como las debidas a las estructuras - de cruce con el drenaje natural. Se hacen presupuestos de cada - una de las alternativas y se escoge como definitiva, previa con - frontación en el campo, la que resulte más económica.

Una vez obtenida la alternativa preliminar mas apropia - da a las necesidades del proyecto, se procede a realizar el tra - zo definitivo del canal principal, sobre los planos topográficos escala 1:5,000 para superficies mayores de 250 ha y escala 1:2,000 para superficies menores de 250 ha., según recomendación de la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. El proce - dimiento para el trazo es como se muestra a continuación:

Para iniciar la localización se requieren los datos de:

a).- Elevación de Partida.

Para el proyecto " JINCORI " el dato de elevación del - canal a la salida de la obra de toma es la cota 195.5 m (cota - de plantilla).

b).- Estudio de las Cuencas Hidrológicas que se Cortan.

Con base en la localización preliminar del canal que - se menciona al principio de éste tema, quedan limitadas, las - cuencas de las corrientes que se van cortando y de las que es ne - cesario determinar el gasto máximo que se puede presentar para - con base en este dato proyectar la estructura de cruce convenien - te.

Se empieza por delimitar la cuenca en el plano de que se disponga (Generalmente cartas topográficas editadas por DETENAL), se mide el área con planímetro y según la importancia de la corriente será el método empleado para la determinación del gasto máximo; - en corrientes importantes, se investigará si hay aforo u observaciones cercanas o se calculará empleando métodos como el método racional y U.S. Soil Conservation Service según los datos de que se disponga.

En nuestro proyecto utilizaremos los siguientes métodos, - los cuáles se recomiendan dada la magnitud de la mayoría de las cuencas de las corrientes que cruzan el canal principal.

— Método de la Fórmula Racional.

Este método es muy utilizado por su fácil aplicación, especialmente para estimar gastos en alcantarillas. Es aplicable en áreas menores de 2.0 km^2 e idealmente para áreas de 0.8 km^2 , aunque ha sido utilizado en cuencas mayores. Las ecuaciones en las que se basa el método son las siguientes:

$$Q_p = 0.278 C i a \quad T_c = 32.5 \times 10^{-5} K^{0.77}$$

(U.S. Soil Conservation Service)

Q_p = Caudal máximo 6 pico en m^3/seg .

C = Coeficiente en función del uso y tipo de terreno

i = Intensidad media de precipitación, para una duración igual al tiempo de concentración (T_c) dada en mm/hr

a = Área de la cuenca en km^2

T_c = Tiempo de concentración en horas

L = Longitud de la cuenca en km medida a lo largo de la corriente principal.

S = Pendiente media del cauce = H/L .

$K = L / \sqrt{S}$

— Método Basado en los Registros Hidrométricos Disponibles en la Cuenca.

Al no disponerse de mediciones hidrométricas de

cada una de las corrientes que cruzan al sistema de canales de la zona de riego, la estimación de los gastos máximos correspondientes se determinarán en base a los registros hidrométricos - disponibles en la cuenca, siendo éstos los de la estación "COCO RAQUE", para un período de registro de 1970 a 1981 la cuál dreña una superficie de 1,208 Km².

El procedimiento consiste en establecer el rendimiento de gasto máximo por unidad de área de la cuenca aforada, obteniendo mediante la división del gasto máximo para un período de retorno (Tr) dado entre el área de la cuenca drenada. Posteriormente se multiplica este rendimiento por el área de la sub-cuenca en cuestión y así se obtiene el gasto máximo de diseño para un Tr dado.

El procedimiento para encontrar el gasto máximo para diferentes períodos de retorno consiste en suponer una distribución teórica de probabilidades, según Gumbel, y obtener sus parámetros (media, desviación estandar), a partir de los correspondientes parámetros de la muestra:

Donde:

$\bar{X}$ = Media

S = Desviación Estandar

X = Variable de que se trate (en este caso será el gasto máximo Qm)

N = Número de datos utilizados

La distribución de gastos máximos de acuerdo con la distribución Gumbel se expresa en la forma siguiente:

$$X = \bar{X} + KS, \text{ donde } K = \frac{Y - \bar{X}_n}{\sigma_n}$$

Y = Variable Reducida = $-\ln [-\ln P(X \leq X)]$ donde: $P(X \leq X) = 1 - 1/Tr.$

$\bar{X}_n, \sigma_n$ = Constantes teóricas solo función del tamaño N de la muestra (tabla 2.1).

Se utiliza esta distribución, la cuál es recomendable debido a su facil aplicación, ya que solo requiere el cálculo de la media y la desviación estandar de la muestra.

TABLA N. 21

29

VALORES DE $\bar{N}$ y $\bar{X}_N$

N	$\bar{N}$	$\bar{X}_N$	N	$\bar{N}$	$\bar{X}_N$
8	0.9043	0.4843	49	1.1590	0.5481
9	0.9288	0.4902	50	1.16065	0.54854
10	0.9497	0.4952	51	1.1623	0.5489
11	0.9676	0.4993	52	1.1638	0.5493
12	0.9833	0.5035	53	1.1653	0.5497
13	0.9972	0.5070	54	1.1667	0.5501
14	1.0095	0.5100	55	1.1681	0.5504
15	1.02057	0.5128	56	1.1695	0.5508
16	1.0316	0.5157	57	1.1708	0.5511
17	1.0411	0.5181	58	1.1721	0.5515
18	1.0493	0.5202	59	1.1734	0.5518
19	1.0566	0.5220	60	1.17467	0.55208
20	1.06283	0.52355	62	1.1770	0.5527
21	1.0696	0.5252	64	1.1798	0.5533
22	1.0754	0.5268	66	1.1814	0.5533
23	1.0811	0.5283	68	1.1834	0.5543
24	1.0864	0.5296	70	1.18533	0.55477
25	1.09145	0.53086	72	1.1878	0.5552
26	1.0961	0.5320	74	1.1890	0.5557
27	1.1004	0.5332	76	1.1906	0.5561
28	1.1047	0.5343	78	1.1923	0.5565
29	1.1086	0.5353	80	1.19382	0.55688
30	1.11238	0.53622	82	1.1953	0.5572
31	1.1159	0.5371	84	1.1967	0.5576
32	1.1193	0.5380	86	1.1980	0.5580
33	1.1226	0.5388	88	1.1994	0.5583
34	1.1255	0.5396	90	1.20073	0.55860
35	1.12847	0.54034	92	1.2020	0.5589
36	1.1313	0.5410	94	1.2032	0.5592
37	1.1339	0.5418	96	1.2044	0.5595
38	1.1363	0.5424	98	1.2056	0.5598
39	1.1333	0.5430	100	1.20649	0.56002
40	1.14132	0.54362	150	1.22534	0.56461
41	1.1436	0.5442	200	1.23598	0.56715
42	1.1458	0.5448	250	1.244292	0.56878
43	1.1480	0.5453	300	1.24786	0.56993
44	1.1499	0.5453	400	1.25450	0.57144
45	1.15185	0.54680	500	1.25880	0.57240
46	1.1538	0.5468	750	1.26506	0.57377
47	1.1557	0.5457	1000	1.26851	0.57450
48	1.1574	0.5477		1.28255	0.57722

En la tabla No. 2.2 se muestran los valores de los gastos máximos anuales aforados en la estación hidrométrica "COCORAQUE" ubicada sobre el arroyo del mismo nombre, para un período de 12 años. Esta estación se encuentra ubicada a una distancia de 12 Km. aguas abajo del sitio de la presa.

En base a los datos de la tabla No. 2.2. obtenemos;

$$Q_m = \frac{\sum Q_i}{N} = \frac{2,358.30}{12} = 196.53$$

$$S = \sqrt{\frac{\sum (X_i - \bar{X})^2}{N - 1}} = 115.86$$

A continuación se muestra el cálculo para Tr = 5, 10, 15 y 20 años.

$$Q (Tr = 5 \text{ años}) = 196.53 + 115.86 \left(\frac{1.50 - 0.4996}{0.9676} \right) = 317.02 \text{ M}^3/\text{Seg.}$$

$$Q (Tr = 10 \text{ años}) = 196.53 + 115.86 \left(\frac{2.25 - 0.4996}{0.9676} \right) = 407.40 \text{ M}^3/\text{Seg.}$$

$$Q (Tr = 15 \text{ años}) = 196.53 + 115.86 \left(\frac{2.62 - 0.4996}{0.9676} \right) = 451.42 \text{ M}^3/\text{Seg.}$$

$$Q (Tr = 20 \text{ años}) = 196.53 + 115.86 \left(\frac{2.97 - 0.4996}{0.9676} \right) = 493.13 \text{ M}^3/\text{Seg.}$$

Con los resultados anteriores se obtienen los rendimientos (R) de gasto máximo para cada uno de los Tr:

$$R (Tr = 5) \text{ años} = \frac{317.02}{1208} = 0.262 \text{ M}^3/\text{Seg.}/\text{Km}^2$$

$$R (Tr = 10) \text{ años} = \frac{407.40}{1208} = 0.337 \text{ M}^3/\text{Seg.}/\text{Km}^2$$

$$R (Tr = 15) \text{ años} = \frac{451.42}{1208} = 0.374 \text{ M}^3/\text{Seg.}/\text{Km}^2$$

$$R (Tr = 20) \text{ años} = \frac{493.13}{1208} = 0.408 \text{ M}^3/\text{Seg.}/\text{Km}^2$$

Con los rendimientos anteriormente calculados se obtienen los gastos máximos para cada sub-cuenca asociados a los diferentes valores de Tr. los resultados se muestran la tabla No. 2.4.

TABLA No. 2.2

AREA DRENADA = 1208 Km²

CASTOS MAXIMOS DIARIOS (M³/S)
ESTACION HIDROMETRICA: COCORAUQUE, SON.

AÑO	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEPT.	OCT.	NOV.	DIC.	ANUAL
1970						3.0	114.0	116.0	200.0				200.0
1971							125.0	228.3	67.6	296.0	1.7		296.0
1972							102.5	155.0	8.8	53.0			155.0
1973		2.5					197.2	159.5	3.1				197.2
1974							134.7	155.6	73.0	8.2	105.6		155.6
1975							2.8	44.9	11.0				44.9
1976						7.2	77.3	52.3	57.0	103.8			103.8
1977							8.5	274.3	6.5				274.3
1978							19.6	50.3	32.9	315.0			315.0
1979							210.5	113.3	18.7	0.1			210.5
1980							80.9	406.0	36.0	4.2	0.2		406.0
1981													
MAX.	0	2.5	0	0	0	7.2	210.5	406.0	200.0	315.0	105.0	0.2	406.0
MIN.	0	0	0	0	0	0	2.8	44.9	3.1	0	0	0	44.9

- Método Empírico del U.S. Soil Conservation Service (SCS).

Método U.S. Soil Conservation Service (S.C.S.)

Este es un método empírico desarrollado por el S.C.S., el cuál utiliza en su procedimiento criterios como el cálculo de la lluvia en exceso en base al parámetro "N" o número de la curva de escurrimiento.

La parte medular del método es la utilización de la tabla No. 2.3, la cuál es el resultado de una serie de estudios llevados a cabo por el S.C.S., sobre las intensidades, duraciones y cantidades de lluvia que deben ser empleadas al calcular el gasto de pico de una avenida de determinado período de retorno.

Esta tabla fué derivada para una duración de tormenta de 6.0 Hr. y relaciona el tiempo de concentración en horas, con el llamado: Gasto Unitario (q) cuyas unidades son: $M^3/Seg./mm/Km^2$. Este método tiene aplicación para tiempos de concentración hasta de 24 horas.

Las fórmulas en que se basa el método son las siguientes:

$$Q = q (P_e) A$$

Donde:

Q = Gasto máximo en $M^3/Seg.$

q = Gasto unitario en $M^3/Seg./mm/Km^2$

P_e = Lluvia en exceso en mm.

$$P_e = \frac{(P - \frac{508}{N} + 50.8)^2}{P + \frac{20.32}{N} - 20.32}$$

P = Lluvia de duración 6.0 Hr. asociada a un período de retorno dado.

N = Número de la curva de escurrimiento para la condición media de humedad en la cuenca que depende del uso del terreno (cultivos, praderas, bosques, etc.), de las texturas del suelo, etc.

El cálculo de los gastos máximos para períodos

TABLA NO. 2.3 GASTO UNITARIO EN FUNCION DEL TIEMPO DE CONCENTRACION

Tiempo de Concentración en horas.	Gasto Unitario en $M^3/Seg/mm/Km^2$	Tiempo de Concentración en horas.	Gasto Unitario en $M^3/Seg/mm/Km^2$	Tiempo de Concentración en horas.	Gasto Unitario en $M^3/Seg/mm/Km^2$
0.1	0.337	1.0	0.158	8.0	0.039
0.2	0.300	1.5	0.120	10.0	0.034
0.3	0.271	2.0	0.100	12.0	0.030
0.4	0.146	2.5	0.086	14.0	0.027
0.5	0.226	3.0	0.076	16.0	0.025
0.6	0.208	4.0	0.063	18.0	0.023
0.7	0.195	5.0	0.054	20.0	0.021
0.8	0.180	6.0	0.048	22.0	0.022
0.9	0.168	7.0	0.043	24.0	0.019

de retorno de 5, 10, 15 y 20 años por los métodos racional, y del U.S. Soil Conservation Service, se obtuvieron mediante el uso de computadora, la cuál se alimentó con los datos de lluvias máximas en 24 horas obtenidas en la estación "COCORAQUE", longitudes y pendientes medias de los cauces, porcentajes de los distintos tipos de vegetación, suelos, topografía, etc. presentes en las distintas subcuencas.

Los resultados obtenidos por los métodos anteriores se muestran en la tabla No. 2.4

Selección del Gasto de Diseño: Para seleccionar nuestro gasto de diseño, tenemos antes que nada que determinar el método o los métodos de los cuales tomaremos los resultados para ser utilizados en el proyecto.

Como puede verse en la tabla No. 2.4, las avenidas máximas obtenidas por los métodos racional y del U.S. Soil Conservation guardan cierta semejanza entre sí, no sucediendo lo mismo con los resultados del método en que se utilizan los aforos de la estación "COCORAQUE" el cual da valores muy bajos con relación a los otros métodos, por lo que se tomará un promedio de los valores obtenidos con los dos primeros mencionados.

En lo que se refiere al período de retorno que se va a considerar, es importante señalar que su selección es función directa del riesgo que se tenga durante la vida operacional de la obra. Para cuantificar la probabilidad de ocurrencia, se deben tomar en cuenta los siguientes factores:

- Costo de la Obra
- Costo de Mantenimiento
- Perjuicios en caso de falla
- Riesgos de vidas humanas

Como es difícil emplear las ecuaciones que relacionan a éstos conceptos, lo más práctico es emplear criterios

METODOS UTILIZADOS PARA OBTENER
LAS AVENIDAS DE DISEÑO

TABLA No 2.4

METODO	CORRIENTE Nº	AREA Km ²	AVENIDAS MAXIMAS (M ³ /seg.) PERIODO DE RETORNO (AÑOS)			
			5	10	15	20
U.S. SOIL CONSERVATION SERVICE	1	0.535	3.57	5.39	6.35	7.29
	2	0.340	2.40	3.63	4.27	4.91
	3	0.765	5.37	8.12	9.56	10.97
	4	6.240	44.15	66.68	78.54	90.12
	5	3.560	25.19	38.04	44.80	51.41
	6	1.470	10.40	15.70	18.50	21.23
	7	1.260	8.91	13.46	15.85	18.19
	8	34.0	240.43	363.46	423.88	490.84
RACIONAL	1	0.535	4.51	5.59	6.13	6.64
	2	0.340	3.50	4.34	4.76	5.15
	3	0.765	5.41	6.72	7.36	7.97
	4	6.240	23.07	28.63	31.38	33.97
	5	3.560	11.41	14.16	15.52	16.80
	6	1.470	5.22	6.48	7.10	7.69
	7	1.260	6.73	8.36	9.16	9.92
	8	34.0	202.01	250.65	274.80	297.50
EN BASE A REGISTROS FI- DROMETRICOS DISPONIBLES EN LA CUENCA	1	0.535	0.14	0.18	0.20	0.22
	2	0.340	0.09	0.12	0.13	0.14
	3	0.765	0.20	0.26	0.29	0.31
	4	6.240	1.63	2.10	2.33	2.55
	5	3.560	0.93	1.20	1.33	1.45
	6	1.470	0.38	0.50	0.55	0.60
	7	1.260	0.33	0.42	0.47	0.51
	8	34.0	8.90	11.46	12.71	13.88

preestablecidos para la selección del período de retorno para lo cual se utilizan las siguientes tablas:

TIPO DE ESTRUCTURA	(AÑOS) PERIODO DE RETORNO
Bordos o Diques	2 - 50
Drenajes Urbanos o pluviales	2 - 10
Zanjas de Drenaje	5 - 50
Drenaje de Aeropuertos	5
Puentes de Carreteras Importantes	50 - 100
Puentes en Carreteras menos Importantes	25
o Alcantarillas sobre carreteras Importantes	
Estructuras Menores en Canales de Riego.	2 - 15

TIPO DE AREA QUE SERA PROTEGIDA	(AÑOS) PERIODO DE RETORNO
Zonas Urbanas, Importantes Redes de Transporte y Grandes Plantas Industriales.	100
Regiones o Zonas Industriales	50
Regiones o Zonas Agrícolas	7- 20
Areas Forestales y planicies de Inundación	10

En base a lo anteriormente señalado y tomando en cuenta el tipo y finalidad de la obra a proyectar, se selecciona un período de retorno igual a diez años ($T_r = 10$ años).

A continuación se muestran los gastos de diseño para cada una de las corrientes que cruzan la zona de riego.

TABLA No. 2.4.1

CORRIENTE	(m ³ /seg.) GASTO ADOPTADO	FACTOR DE REDUCCION	(m ³ /seg.) GASTO DE DISEÑO
1	5.49	0.75	4.11
2	3.98	0.75	2.99
3	7.42	0.75	5.56
4	47.65	0.75	35.74
5	26.10	0.75	19.57
6	11.09	0.75	8.32
7	10.91	0.75	8.18
8	307.06	0.75	230.30

c).- Puntos de cruce obligados.

Estos pueden ser: puertos, arroyos, zonas regables acan-
tilados, etc.

Una vez obtenida la información anterior, tomando como-
base la elevación de partida y los puntos obligados de cruce ade-
más de un desarrollo supuesto del canal, se determina una pendien-
te promedio que nos servirá para ir localizando el eje tomando -
en cuenta en forma aproximada las pérdidas de carga que se vayan
teniendo tanto por pendiente como las debidas a cruces con el dre-
naje natural, con depresiones, con cerros, ó vías de comunicación
terrestre. Para el control de la línea que se va dibujando en los
planos se mide el cadenamamiento y se lleva un control de elevacio-
nes.

Es importante verificar que el valor de la pendiente -
escogida nos produzca velocidades que se encuentren dentro de los-
límites permisibles para canales revestidos de concreto
(0.4m/seg. - 2.50 m/seg.), De no ser así se escogerá una pendiente
más adecuada para cumplir con lo anterior o se diseñarán rápidas
o caídas.

En el capítulo 3 se tratará más ampliamente lo relacio-
nado con pendientes y velocidades permisibles.

II . Como canal distribuidor.

En este caso el canal va alimentando tomas y canales laterales, por lo que la localización se hace de tal manera que la superficie libre del agua en el canal principal quede arriba del terreno natural lo suficiente para que las tomas o laterales alimentados puedan regar inmediatamente de su salida.

De acuerdo a la configuración topográfica del terreno se pueden presentar 4 casos:

- 1).- Localización en un Valle con pendiente suave sin Ladera Franca.
- 2).- Localización en un Valle con pendiente fuerte sin Ladera Franca.
- 3).- Localización en un Valle con Ladera Franca.
- 4).- Localización en una Zona de Topografía muy Movida.

En el primer caso, la localización se debe de hacer siguiendo la pendiente del terreno, con la pendiente mínima recomendable para el riego, ajustándola lo más posible al perfil del terreno natural, siguiendo los parteaguas del terreno.

En el segundo caso, la localización también se hará siguiendo la pendiente del terreno, por los parteaguas del mismo.- Es muy probable que la pendiente longitudinal del terreno sea mayor que la pendiente que pueda admitirse en el canal, por lo que será necesario construir caídas para ir perdiendo la carga.

En el caso número tres se localizará el canal siguiendo las curvas del terreno, por la ladera, dando una pendiente mínima que permita dominar la mayor superficie posible, tomando en cuenta que en los sitios donde se requiera alimentar una toma granja el desnivel entre la superficie libre del agua en el canal y el punto más alto del terreno por regar será de 40 cm ó el que requiera la estructura medidora que se proyecte.

Con pendiente transversal al canal superiores al 4% pue de localizarse el mismo con el tirante enterrado.

La carga necesaria de operación se consigue debido a la pendiente transversal en una distancia aproximadamente igual al camino de operación.

En el cuarto caso es importante que antes de hacer la localización definitiva del canal se cuente con planos topográficos a escala 1:10,000 o 1:20,000 con objeto de marcar sobre ellos varias rutas generales por donde pueda ser localizado el canal. Después se hace un reconocimiento de esas rutas. Se van marcando los puntos obligados por donde debe pasar el canal. Estos puntos obligados quedan definidos por la misma topografía del terreno y serán los puertos, los bajos que sea necesario cruzar, y algunos otros sitios como acantilados etc. Al hacer el reconocimiento se tendrá en cuenta además de las condiciones topográficas, las condiciones geológicas del terreno, especialmente por lo que se refiere a la estabilidad de laderas y su tendencia al deslizamiento.

En algunas ocasiones se ve la necesidad de desechar algunas rutas, ya sea porque el terreno sea de una consistencia que amenace derrumbes en el canal o en las laderas o por el costo excesivo de las obras de protección.

En las rutas que no sean eliminadas se hace un nuevo reconocimiento fijando algunos puntos de control, que será desde luego, los puntos obligados mencionados anteriormente y además otros puntos intermedios por el eje del canal.

En cada una de estas rutas se abrirán algunos pozos de prueba, tanto para conocer las condiciones geológicas en lo que - respecta a la estabilidad de las laderas y de los taludes, como - para tener una clasificación aproximada de los materiales a excavar y poder formular presupuestos preliminares. Cuando se ha obtenido la alternativa preliminar más apropiada para el proyecto, - se procede a realizar el trazo definitivo del canal principal en-

los planos topográficos esc. 1:5,000 ó 1:2,000 según la magnitud de la zona de riego.

2.2.3) Localización de los Canales del Sistema de Distribución:

La denominación que reciben los canales que integran el sistema de distribución, es la siguiente:

- Canales Laterales
- Canales Sublaterales
- Canales Ramales
- Canales Subramales
- Regaderas

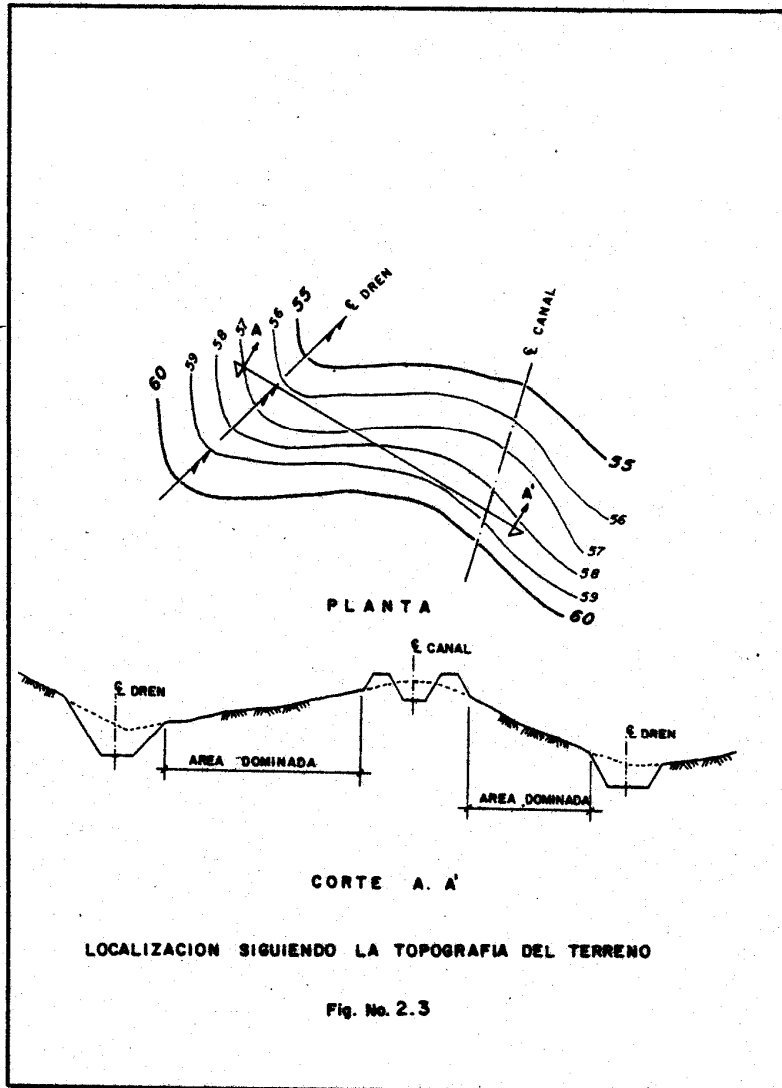
Para la localización de estos canales, existen cuatro criterios generales a seguir que son:

a).- Localización Siguiendo la Topografía del Terreno:

Este criterio es seguramente el más usado pues los canales se localizan por las líneas de parteaguas y van dominando hacia ambos lados y la red de distribución resulta más corta; además disminuye el número de estructuras al eliminar los cruces con el drenaje, así como el área ocupada por canales, drenes y caminos teniendo por lo tanto un mayor aprovechamiento del terreno; se tiene el inconveniente de que su trazo en el campo es sumamente costoso y resultan lotes de forma irregular. (Fig.2.3)

b).- Localización según la Cuadrícula:

Consiste en ir siguiendo la cuadrícula con que se hizo el levantamiento topográfico de la zona regable. Es conveniente para usarse en terrenos de gran extensión, de topografía muy plana y poca pendiente; además, facilita el trazo en el campo, se obtienen lotes regulares, y se facilitan los trabajos de deslinde.



Tiene el inconveniente económico que en general la red de distribución resulta muy larga pues se riega únicamente para un solo lado, aumentando el número de tomas y estructuras adicionales; además, se requiere la construcción alternada de un canal y un dren, para desalojar los excedentes de agua. (Fig. 2.4).

c).- Localización Respetando Linderos.

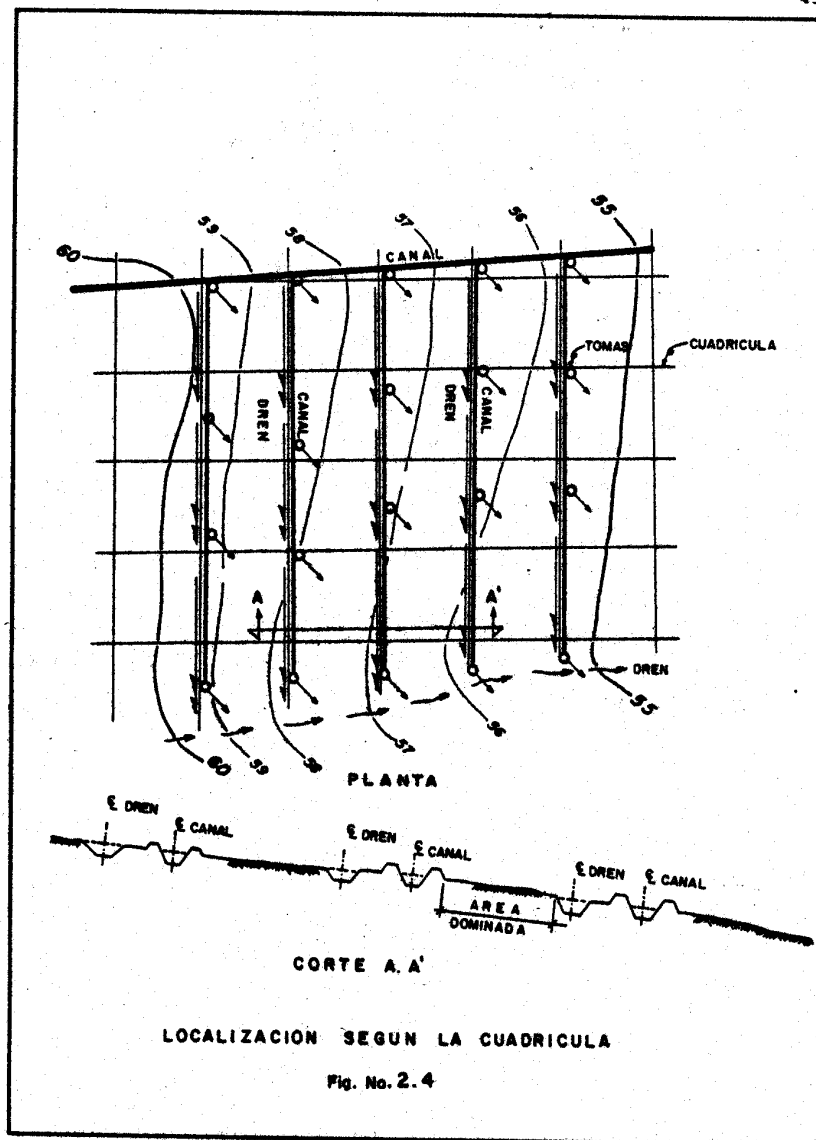
Al existir propiedades bien definidas en el campo, es necesario localizar los canales siguiendo precisamente estos linderos hasta donde las condiciones topográficas lo permitan, pues se originarían grandes trastornos en el régimen de la propiedad en el caso de invadir o partir propiedades existentes aumentando con esto el costo de las afectaciones.

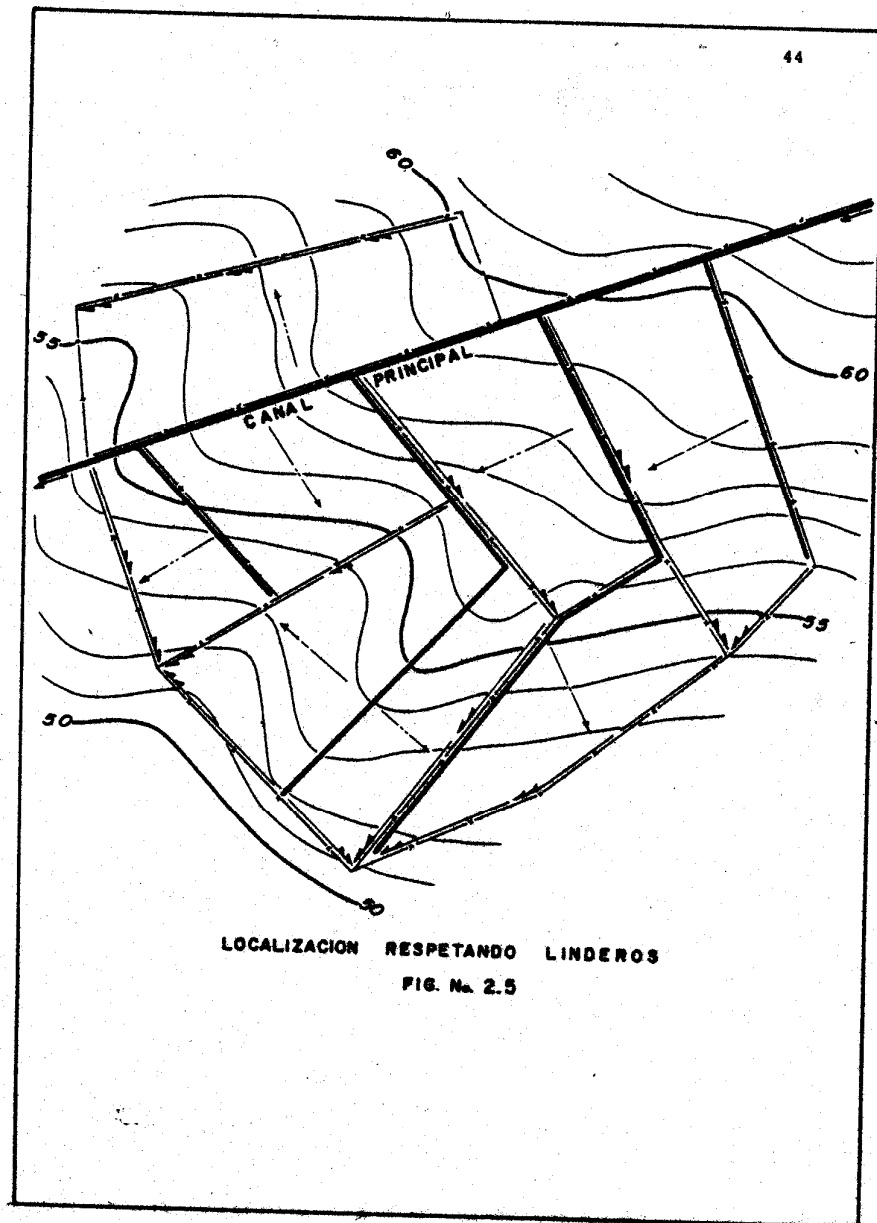
El costo de construcción, operación y de conservación en este procedimiento es muy variable dependiendo principalmente de la extensión y forma de las propiedades existentes. (Fig. 2.5).

d).- Localización según un Sistema Combinado .

En este sistema, la localización de los canales se va adaptando 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, se hacen los quiebres necesarios para respetar los linderos si la topografía lo permite. Este sistema es el más conveniente.

En el proyecto que nos ocupa, la localización se hizo de acuerdo al inciso d), es decir, algunos canales laterales como el 16 + 250, 20 + 370, 20 + 450 se localizan siguiendo la topografía del terreno y otros como 18 + 720, 28 + 750 y 29 + 040 se localizan respetando el parcelamiento existente. Lo mismo se hizo con los canales sub-laterales.





LOCALIZACION RESPETANDO LINDEROS
FIG. No. 2.5

2.2.4) Lotificación y Localización de las Tomas Granja.

La finalidad fundamental que se persigue al subdividir en lotes un sistema de riego en proyecto es la de precisar en los planos y en el campo, la ubicación de estas porcio--nes de tierra que deben ser servidas con una toma, su número, - área tributaria de cada canal y otros datos adicionales que nos permitirán determinar los gastos máximos que deben manejarse en los canales y en sus respectivas tomas. Además nos servirá como base para el proyecto de la red de distribución.

Esta actividad (lotificación) puede hacerse simultáneamente con el trazo de los canales distribuidores, como se hizo en el presente proyecto. El tamaño y forma de los lotes dependen de la configuración topográfica del terreno, así como de las características ffsicas de los suelos, principalmente de sus texturas. En general el tamaño del lote esta limitado por - las longitudes máximas permisibles de los surcos y las regade--ras. En la tabla 2.5 se muestra las longitudes máximas recomen--dables para el riego por surcos.

Hecha la identificación de áreas de riego y la localización de la red de canales se procede a situar las tomas granja. Estas nos sirven para controlar el paso del agua de un canal a las regaderas.

Para la localización de las tomas granjas, es - necesario tomar en cuenta los siguientes aspectos:

- a).- La lotificación propuesta o el parcelamiento existente en la zona de riego.
- b).- El procurar siempre que la toma quede localizada en la parte más alta de la zona que vaya a dominar con el objeto de evitar hasta donde sea posible la construcción de terraple--nes para la regadera.
- c).- Las longitudes máximas recomendables tanto de regaderas como de surcos.

TABLA No. 2.5

LONGITUDES MAXIMAS RECOMENDABLES PARA EL RIEGO POR SURCOS
LONGITUDES EN METROS

	ARCILLA				MIGAJONES				ARENAS			
LAMINA MEDIA APLICADA (cm.)												
PENDIENTE %	7.5	15	22.5	30	5	10	15	20	5	7.5	10	12.5
.05	300	400	400	400	120	270	400	400	60	90	150	190
.10	340	440	470	500	180	340	440	470	90	120	190	220
.20	370	470	580	620	220	370	470	580	120	190	250	300
.30	400	500	620	800	280	400	500	600	150	220	280	400
.50	400	500	580	750	280	370	470	580	120	190	250	300
1.00	280	400	500	600	250	300	370	470	90	150	220	250
1.50	250	340	430	500	220	280	340	400	80	120	190	220
2.00	220	270	340	400	180	250	300	340	60	90	150	190

LONGITUDES MAXIMAS RECOMENDABLES PARA EL RIEGO POR REGADERAS PARA DIFERENTES TEXTURAS DE SUELO:

LONGITUDES EN METROS

TEXTURAS LIGERAS	200
TEXTURAS MEDIAS	400
TEXTURAS PÉSADAS	600

- d).- Procurar localizar de preferencia las tomas granja en los canales laterales, sub-laterales, etc. y no en el canal principal, porque resulta anti-económico operar hidráulicamente la toma granja con una estructura mayor, con gastos y tirantes mayores.

2.2.5) Cadenamiento y Nomenclatura de los Canales.

Para poder hacer referencia a cualquier canal es necesario fijar una nomenclatura que vaya de acuerdo con su situación dentro de la zona.

En general se le asignará el nombre del kilómetro correspondiente a la estación del canal del cuál se alimenta. Por lo tanto se procederá en primer lugar a correr cadenas de los canales del sistema comensando por los laterales y terminando por los de menor importancia.

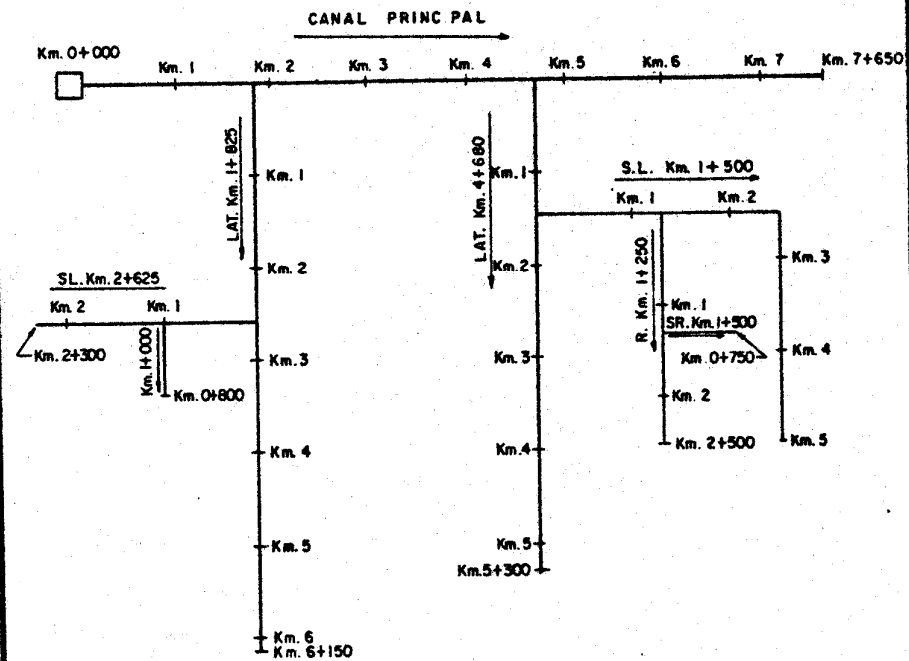
Para fijar la categoría de los distintos canales deberán tomarse en cuenta el área que dominan, su longitud comparativa así como su posición e importancia dentro del proyecto, así tenemos que los canales de la zona de riego de acuerdo a su importancia reciben los siguientes nombres:

- a).- Canal Principal
- b).- Canal Lateral
- c).- Canal Sub-lateral
- d).- Canal Ramal
- e).- Canal Sub-ramal
- f).- Regadera

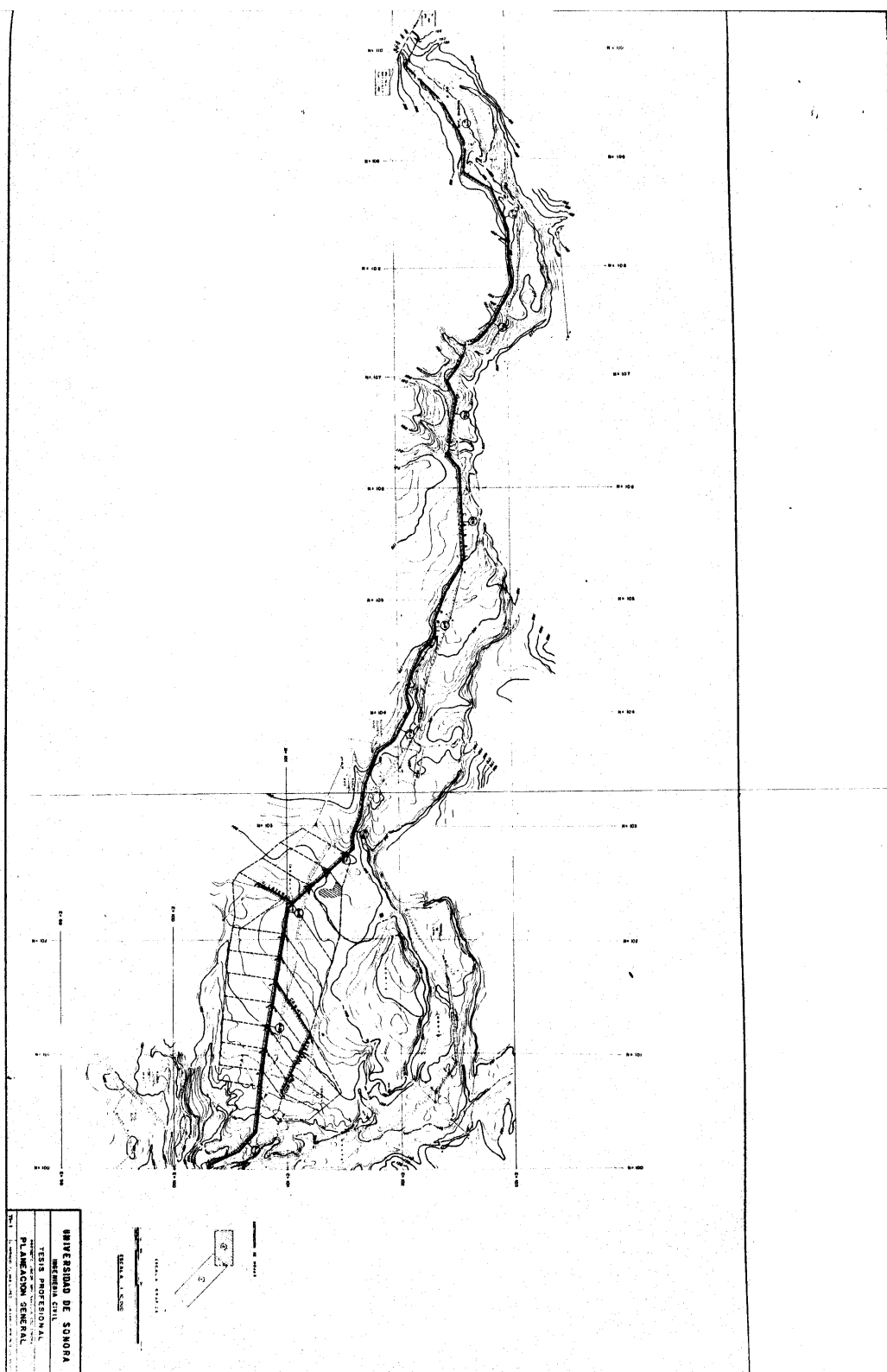
La siguiente figura esquemática ilustra lo anteriormente dicho (Fig. 2.6).

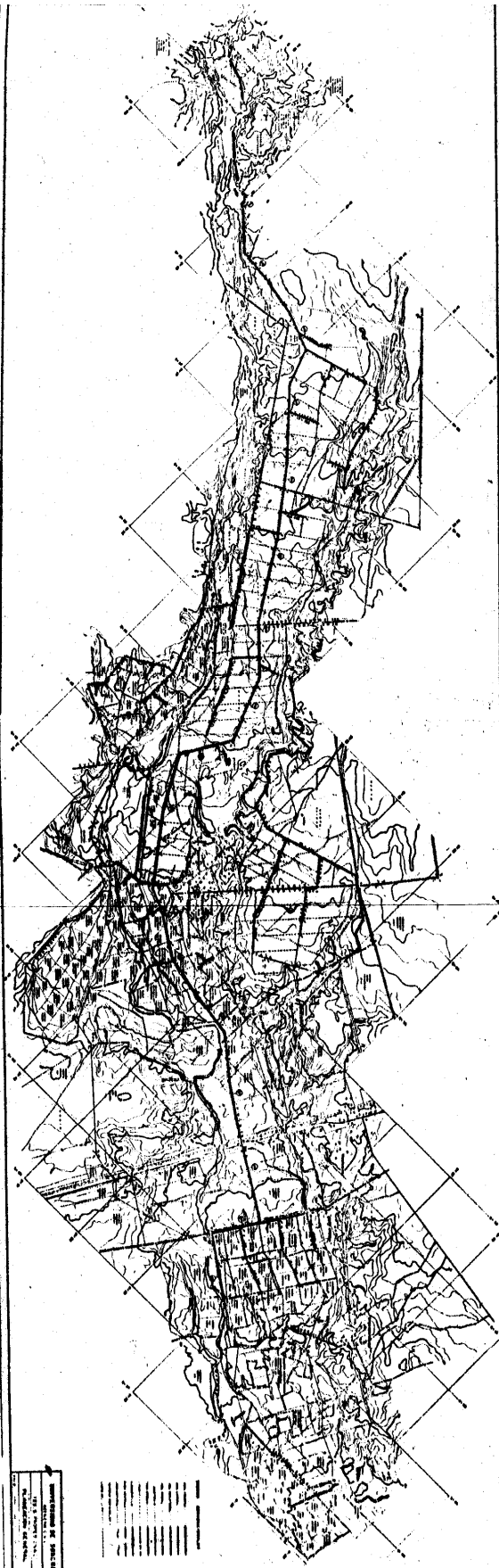
En los planos T-1-1 y T-1-2 aparece la planeación general de la zona de riego del proyecto "JINCORI". En estos planos puede observarse el trazo del canal principal y la red de distribución, así como la lotificación propuesta en base a las longitudes máximas recomendadas para surcos y regaderas.

FIGURA No. 2.6



ESQUEMA DE UNA ZONA DE RIEGO





Topographic Map of 1901-02
Scale 1:50,000
Sheet 1 of 1

—	Contour Lines
—	Spot Elevation
—	Water
—	Settlements
—	Roads
—	Railroads
—	Boundaries
—	Vegetation
—	Other