

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA



134

"SISTEMA PROPUESTO DE LA QUEBRADA RIVERA PARA
CONTROL DEL DRENAJE EN LA CIUDAD DE SAN
JOSE DE COSTA RICA - CENTRO AMERICA"

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE

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

P R E S E N T A

JOSE ANTONIO MENDOZA Y CORDOVA

MEXICO

1984



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

INDICE

	Pag.
CAPITULO 1	
Datos históricos del problema.	1
CAPITULO 2	
Estudios topográficos e hidro- lógicos de la Quebrada Rivera.	9
CAPITULO 3	
Proposición de alternativas pa- ra resolver el problema de inun- dación que provoca la quebrada Rivera.	25
CAPITULO 4	
Diseño del sistema de drenaje- de acuerdo a la alternativa se- leccionada.	44
CAPITULO 5	
Presupuesto de las obras.	71
Notas	79
Bibliografía	80

CAPITULO 1

DATOS HISTORICOS DEL PROBLEMA.

1.1 Generalidades:

La ciudad de San José es la capital de la República de Costa Rica y de la provincia del mismo nombre, que es una de las siete en que se divide políticamente esa nación centroamericana.

El área metropolitana ocupaba en el año de 1982, una superficie de 95,840 Ha. donde se asentaban 883,927 habitantes, que comprende el 38% de la población total del país, lo cual significa que este centro urbano es el principal polo de desarrollo nacional.

El incremento concentrado de las actividades económicas en las áreas urbanas y el abandono de los trabajadores de las zonas rurales como resultado del deterioro en el sector agropecuario, son los factores fundamentales que han motivado la fuerte inmigración y el desequilibrio demográfico al no desarrollarse paralelamente el crecimiento de la población con los requerimientos económicos y sociales que ello implica.

Como consecuencia se ha hecho indispensable el estudio y ejecución de obras que permitan un mejor aprovechamiento

de la zona urbana; considerando como de primera importancia lo relativo a las inundaciones y su control.

1.2 Diagnóstico de la situación actual en cuanto a inundaciones en el área urbana.

El área metropolitana de San José está limitada al norte por el río Tiribí. Dentro de estos límites se encuentran también los ríos Ocloro, María Aguilar y Torres. Complementan el sistema hidrológico una serie de quebradas y acequias; entendiéndose por quebrada aquella corriente que contiene agua todo el tiempo y acequia aquella que solo lleva agua cuando llueve, e inmediatamente después, de esto último se estima que las más importantes son:

a) Quebradas: La Cangreja, Chiquita, Barreal, Rivera, Negritos, Cangrejos, Guacamayo, Honda, Rebalse, Mozotal, Bermúdez, Lantisco.

b) Acequias: Arias, Lantisco, Constructora.

Además de las mencionadas anteriormente existen muchas quebradas de menor dimensión que también provocan problemas de inundación.

1.2.1 Clasificación de las inundaciones.- Respecto a los problemas que aquejan a los habitantes del área metropolitana ocasionados por las inundaciones, ellos se han podido clasificar tomando como referencia la magnitud de las corrientes que los propician, dicha clasificación es la -

siguiente:

Inundaciones ocasionadas por los ríos e inundaciones provocadas por las acequias y quebradas.

En este inciso se hace un diagnóstico sobre las inundaciones provocadas por las quebradas y acequias que cruzan el área metropolitana de San José. Para la situación actual en cuanto a inundaciones dentro del área urbana, se distinguen tres zonas utilizando su densidad de población y grado de urbanización para identificarlas.

- a) Zona Norte.- Limitada por los ríos Virilla y Torres; - esta es la de menor densidad de población de los tres.
- b) Zona Sur.- Limitada por los ríos María Aguilar y Virilla, se considera de densidad media.
- c) Zona Centro.- Limitada por los ríos Torres y María Aguilar; es la más densamente poblada del área metropolitana, ya que en ella se realizan las actividades económicas y comerciales más importantes del país.

1.2.2

Sistema actual de drenaje pluvial del área urbana.- El sistema de drenaje pluvial con que cuentan los pobladores del área metropolitana lo forman los ríos, quebradas y acequias y las obras construídas por los municipios.

Nivel de servicio.- Se estima que el sistema artificial de drenaje pluvial que cubre el área metropolitana ha sido diseñado y construído en forma anárquica, sin planeación y no está de acuerdo con el desarrollo demográfico-ur

banc que presenta esta área.

De los municipios involucrados en el problema, solo el del Cantón Central de San José es el que cuenta con personal técnico capacitado para atacar estos problemas.

En la zona centro del área metropolitana, es donde más obras para drenaje pluvial existen, en la sur se han venido construyendo obras para resolver problemas locales pero no se ha adoptado una solución de tipo integral, y en el norte, que es la menos poblada los problemas ocasionados por las inundaciones son de menor cuantía.

1.2.3

Observaciones de campo.- Como resultado de los recorridos de campo realizados del análisis de la información correspondiente se puede establecer lo siguiente:

- 1.- El problema de desalojar las aguas pluviales afecta a la mayoría de los habitantes del área metropolitana.
- 2.- Las inundaciones se presentan en forma periódica en determinados sectores del área metropolitana y son la causa de que en la comunidad se presenten pérdidas materiales, las cuales algunas veces son de consideración.
- 3.- El diseño y construcción de obras, para el drenaje pluvial no sigue un programa de servicios públicos bien definido y ello no ha sido hecho con el ritmo de crecimiento de la ciudad.

4.- En el dimensionamiento de las obras construídas para la eliminación de los escurrimientos pluviales no se tomaron en cuenta los factores de cambio generados por el crecimiento demográfico y el desarrollo urbano. Como son los siguientes:

- Cambios en la naturaleza superficial del terreno con la consecuente alteración de los coeficientes de escurrimiento.
- Modificación de los tiempos de concentración.
- Incrementos de los volúmenes de aportación de cuencas y subcuencas conforme se fueron urbanizando.

5.- No se ha tomado en cuenta el efecto del impacto ecológico, ocasionado por el desarrollo urbano, en el régimen hidrológico.

Además de lo anterior se pudo observar que existen otros factores que han agravado en forma severa los problemas de inundaciones y contaminación, de los cuales los más importantes son:

- La invasión de las márgenes por asentamientos humanos y en algunos casos de los cauces en las quebradas, con la consecuente disminución en la capacidad de escurrimiento.
- El entubamiento inapropiado de dichas quebradas.

- La edificación de obras sobre los entubamientos y los cauces.

- Las conexiones clandestinas de aguas residuales de origen doméstico-comercial e industrial que vierten a las quebradas y acequias.

Finalmente se puede afirmar como conclusión a las observaciones de campo que el sistema de drenaje pluvial urbano es insuficiente y que conforme se incrementa el desarrollo urbano aumentarán los sitios con problemas de inundaciones y contaminación.

1.2.4

Áreas inundables.- La gran mayoría de acequias y quebradas que se localizan en el área urbana causan problemas de inundaciones a lo largo de su desarrollo. A continuación de acuerdo con la zonificación efectuada al área metropolitana, se presenta una relación de las acequias y quebradas que ocasionan los problemas de inundación más importantes dentro de la zona urbana.

Zona Norte.- Está comprendida entre los ríos Virilla y Torres; en esta zona las corrientes más importantes son: Quebradas: Cangrejos, Rivera, Chiquita y Barreal.

En la actualidad no se presentan problemas de inundación tan graves como en el resto del área metropolitana, sin embargo es de esperarse que conforme aumenten los núcleos de población y el desarrollo urbano, también se incremen-

tarán notablemente los sitios de inundación.

Los principales problemas de inundación los causan: la quebrada Cangrejos a su paso por los Barrios San Francisco y San Gabriel, la quebrada Rivera por el Barrio de San Agustín y la Urbanización Las Lilas, la quebrada Barrreal por el Barrio de San Gerardo y finalmente Chiquita que pasa por el Barrio Las Américas y la Urbanización Ladrillera.

Zona Sur.- Localizada entre los ríos María Aguilar y Tibirí. En esta parte del área metropolitana no están definidas corrientes de gran tamaño y básicamente los problemas en cuanto a inundaciones se presentan por la ausencia del sistema de drenaje pluvial.

Zona Centro.- Es la más densamente poblada y urbanizada de toda el área metropolitana. Está limitada al norte por el río Torres y al sur por el río María Aguilar. El sistema de drenaje pluvial está formado por los siguientes elementos:

- a) Quebradas: Negritos, Lantisca y la constructora.
- b) Acequias: Arias y Lantisco.
- c) Ríos: Ocloro.
- d) Obras construídas por el municipio de San José.
- e) Además de un sinnúmero de pequeñas quebradas que son afluentes de las corrientes principales antes mencionadas.

1.3

Descripción de la Quebrada Rivera.

La quebrada Rivera se localiza al norte de la ciudad de San José, se forma con la confluencia de las quebradas - Barreal y Chiquita y vierte sus aguas en el río Virilla. Durante su desarrollo cruza parcialmente los Barrios San Agustín, Copey y Carranza, así como las urbanizaciones - Monte Carlo y Anselmo Alvarado.

De acuerdo con los resultados del diagnóstico en cuanto a inundaciones, se ha podido establecer que las áreas con mayores problemas provocados por las inundaciones se localizan en el Barrio Copey y la urbanización Anselmo Alvarado; así mismo se pudo definir que las principales causas que ocasionan dicho problema son:

El acelerado incremento del desarrollo urbano en la cuenca y la invasión de márgenes y en algunos tramos del cauce -- mismo de la quebrada, así como la utilización de la corriente como cuerpo receptor de desechos sólidos.

Actualmente son afectadas por las inundaciones aproximadamente 85 construcciones, las cuales ocupan una superficie de 1.7 Ha.

CAPITULO 2

ESTUDIOS TOPOGRAFICOS E HIDROLOGICOS DE LA QUEBRADA RIVERA.

2.1 Generalidades.

De acuerdo al problema de inundación que se presenta constantemente por el aumento considerable del caudal de la quebrada Rivera se realizaron los estudios topográficos como hidrológicos correspondientes; consistiendo el primero en trabajos de campo como de gabinete para la elaboración de planos, a su vez, se llevó a cabo el estudio hidrológico para estimar un gasto de diseño que se presente en un determinado lapso de tiempo.

Estos dos estudios servirán para cuantificar los volúmenes de materiales así como para el diseño hidráulico de las obras proyectadas de la mejor alternativa de solución al problema antes mencionado.

2.2 Topografía

Se efectuaron levantamientos topográfico-fotogramétricos a lo largo de toda la quebrada y de aquellos sitios en donde hubo necesidad de anteproyectar las obras hidráulicas de protección contra inundaciones.

Los levantamientos fueron referidos horizontal y verticalmente a los bancos de nivel fijados por el Instituto Geográfico Nacional.

Durante los meses de marzo y abril de 1978 se realizaron vuelos para obtener fotografías aéreas a escala 1:5 000 y 1:20 000. El primer levantamiento cubrió una superficie de 125 Km², que cubre toda el área metropolitana, y el segundo consideró toda la cuenca de captación de la quebrada - Rivera, con una superficie de 4.69 Km².

Para el apoyo de modelos estereoscópicos que se utilizaron para obtener la restitución fotogramétrica a lo largo del cauce natural se trazaron y nivelaron poligonales por ambas márgenes de la quebrada y, se utilizaron los datos de apoyo referidos en 37 planos, con escala 1:2 000 elaborados por el Instituto Geográfico Nacional. La compensación de las poligonales se realizó mediante computación electrónica, con el grado de tolerancia admisible para estos casos. Con las fotografías aéreas escala 1:5 000 y con el apoyo terrestre antes citado se procedió a la elaboración de los planos topográfico-fotogramétricos, escala 1:2 000 con curvas de nivel a cada 2.0 m. Para tener mayor precisión en la restitución se realizaron levantamientos topográficos terrestres para determinar las secciones transversales de la corriente, principalmente en los puentes con una longitud de 100 m. a cada lado del eje del cauce. Para estudiar el comportamiento hidráulico del cauce, se obtuvieron, por el método fotogramétrico electrónico, las sec-

ciones transversales de los cauces a cada 100 m. Estas secciones se dibujaron en planos escala 1:200.

La pendiente del fondo del cauce en estudio se determinó por el método fotogramétrico-electrónico. Con base en esta información se fijaron las elevaciones de las secciones transversales. Los perfiles longitudinales se dibujaron en los mismos planos topográficos de los cauces, con escala horizontal 1:2 000 y vertical 1:200 y, en algunos casos, 1:100.

2.3 Hidrología

El estudio hidrológico consta de dos partes: climatología e hidrometría; a continuación se resumen en que consistió cada uno de ellos.

2.3.1 Climatología.

La lluvia en el área metropolitana de San José es variable durante todo el año, teniendo una época bien marcada durante los meses de mayo a octubre en los que se presenta el 80 % de toda la lluvia anual. Geográficamente dentro del área metropolitana de San José es también variable ya que, por ejemplo, el total de las precipitaciones en el noroeste del área metropolitana es el doble que se presenta en el sureste.

El promedio total de las lluvias durante un período de 35 años indica que en el área metropolitana se tiene aproxima-

damente 2,189 mm. anual, siendo los meses de septiembre y octubre los más intensos con un promedio de 370 mm., mientras que en los meses de febrero y marzo la mínima precipitación es en promedio de 190 mm.

Se puede decir que en el área metropolitana de San José el clima puede considerarse ideal, con temperatura moderada durante todo el año, variando de 16° C a 25° C, y un promedio anual de 19° C. El mes más frío se presenta en mayo con una temperatura media mínima de 12° C. Y el de junio es más cálido con temperatura media máxima de 30° C. La humedad relativa de la zona es casi constante y en promedio es de -- 85%. La dirección de los vientos predominantes en el área metropolitana indica que un 50% proceden del noroeste, un 25% del este y el resto tienen diferentes direcciones sin mayor importancia en su intensidad. Los vientos con mayor intensidad provienen del noroeste durante los meses de diciembre y enero y en promedio varían entre 4 a 13 Km/hora, habiéndose registrado un valor máximo de 16 Km/hora.

2.3.2 Hidrometría.

La cuenca hidrológica de la quebrada Rivera cuenta con una estación hidrométrica, relativamente nueva y con poco tiempo de funcionamiento, por lo cual la información es reducida. Sin embargo como dispone de datos de intensidades máximas anuales registradas durante los años de 1941 a 1976, se tomaron con el propósito de estimar un gasto de diseño para

la elaboración del cálculo de las diferentes alternativas de solución y posteriormente proyectar lo que resulte económicamente más adecuada. Además con dichos datos se puede calcular el gasto de diseño que se presentará en la confluencia de las quebradas Chiquita y Barreal que dan origen a la quebrada Rivera, en cuyo lugar está localizada la estación hidrométrica San José; para determinar el gasto de diseño se utilizó la fórmula racional en una cuenca urbanizada.

En lo referente a los gastos aportados por las subcuencas tributarias a la del cauce principal, se calcularon con la ecuación de Creager, la cual permite obtener un gasto máximo instantáneo. Además de que se carece de datos hidrométricos que indiquen las aportaciones de escurrimiento en cada uno de los puntos y solamente se conozca el área correspondiente a cada una de las subcuencas; es por eso que se tenga que recurrir a un método de tipo empírico como lo es la ecuación de Creager. Estos últimos gastos se presentan a lo largo de la quebrada Rivera en los siguientes puntos:

- a) A la altura de la calle Bajo Rodríguez con una superficie de 0.86 Km^2
- b) En el Barrio San Agustín con un área de 1.29 km^2
- c) En la colonia Carranza teniendo la subcuenca una super-

ficie de 1.26 Km^2

d) En el Barrio de Copey la subcuenca tiene una superficie de 0.53 Km^2

e) En la calle Vargas se vierte el gasto aportado por la subcuenca que tiene un área de 0.75 Km^2

2.3.2.1 Cálculo del gasto máximo utilizando la fórmula racional. (ref.1)

Se determinará el gasto de diseño para un período de retorno de cinco años, en la confluencia de la quebrada Chiquita - con la quebrada Barreal dande origen a la quebrada Rivera. Además de que es más aconsejable este período de 5 años -- para cuencas urbanas, debido a la transformación urbanística consecuencia del aumento demográfico. Para la estimación del coeficiente de escurrimiento se tomó en cuenta - que las cuencas de las quebradas Barreal y Chiquita están constituidas por: zona residencial y zona suburbana contando ambos con calles asfaltadas.

A.- Obtención de las curvas de intensidad de lluvia duración - período de retorno. (ref. 2).

La obtención de las curvas de intensidad de lluvia - duración - período de retorno de un registro de lluvia permite tener un conocimiento de la variación de las características de las lluvias en relación con sus frecuencias de incidencia.

El criterio que se seguirá para la elaboración de las curvas de intensidad - duración - período de retorno será el de ajuste por correlación lineal múltiple. Para ello antes

de proceder a plantear el tipo de ecuación más conveniente es necesario tener una idea de cuales son los tipos de ecuaciones que en general siguen estos valores.

Dentro de las ecuaciones más usuales, se tiene la del tipo de:

$$i = \frac{K T^h}{d^n} \quad (2.1)$$

donde K, h y n son parámetros, d la duración de la lluvia en horas, i su intensidad en mm/h y T su período de retorno en años.

Tomando logaritmos a esta ecuación, se obtiene que:

$$\log i = \log K + h \log T - n \log d \quad (2.2)$$

y transformando esta ecuación puede escribirse como:

$$y = a_0 + a_1 x_1 + a_2 x_2 \quad (2.3)$$

donde $\log i = y$, $\log T = x_1$ y $\log K = x_2$

Los parámetros a_0 , a_1 y a_2 se obtienen al resolver el siguiente sistema lineal de ecuaciones.

$$\begin{aligned} \sum y &= N a_0 + a_1 \sum x_1 + a_2 \sum x_2 \\ \sum x_1 y &= a_0 \sum x_1 + a_1 \sum (x_1)^2 + a_2 \sum (x_1)(x_2) \\ \sum x_2 y &= a_0 \sum x_2 + a_1 \sum (x_1)(x_2) + a_2 \sum (x_2)^2 \end{aligned} \quad 2.4$$

donde N número de sumandos

En la tabla 2.3.1 se proporcionan los datos de las intensi-

TABLA 2.3.1

Estación San José, intensidades máximas en mm/hora.

Fecha			duración, en min.					
Año	Mes	Día	5	10	15	30	60	120
1941	Oct	19	145.3	127.8	100.8	80.0	55.7	29.2
1942	Ago	10	165.7	135.0	99.0	72.0	41.5	21.6
1943	Sept	4	181.3	162.6	111.2	65.0		
	Jun	23					39.8	34.1
1944	Sept	19	218.5	169.8	130.0	104.0	64.0	32.1
1945	May	23	165.7	126.6	98.8	85.8	57.2	34.5
1946	Nov	27	150.1					20.8
	Ago	12		118.8	91.2	78.4	39.7	
1947	Jul	31	168.1	102.0	86.0	52.4	26.2	13.1
1948	Ago	22	118.8	95.4	78.4	44.0	22.0	11.0
1949	Nov	11	123.6	99.6	82.4	66.4	42.1	
	Jul	4						22.3
1950	Jul	16	174.0	123.0	104.8	78.8	46.0	25.7
1951	Sep	18	224.5	149.4	122.0	95.0	53.7	27.6
1952	Oct	9	147.7	116.2	98.0			
	Jul	17				69.8	41.1	22.8
1953	Ago	27	126.0	88.8	82.4	62.4	56.3	28.2
1954	May	20	104.4	99.0	96.8	56.4	46.7	27.2
1955	Jun	3	90.0	69.0	66.8	47.8	32.3	19.4
1956	Sep	13	116.2	93.6	70.4	50.6	39.3	26.8
1957	Sep	9	86.4	79.8	73.6	61.6	37.0	19.3
1958	Ago	5	174.0	123.6	105.2	74.6	45.4	28.9
1959	Jul	24	211.0	139.2	116.8	80.8	41.1	26.1
1960	Oct	13	213.6	141.6	113.6	81.2	68.7	39.0
1961	Jun	1	118.8	88.8	78.8	69.0	43.7	25.3
1962	Jul	26	147.6	125.4	122.0	97.2	51.1	25.6
1963	May	23	96.0	66.6	62.4	53.4	33.5	21.7
1964	Sep	6	123.6	116.2	97.2	89.0	45.4	23.4
1965	Sep	15	201.6	181.8	156.0	122.4	93.1	50.0
1966	May	12	237.6	156.6	120.0	92.2	57.8	31.3
1967	Ago	10	157.2	114.6	90.8	61.2	41.4	29.8
1968	May	4	114.0	94.8	85.2	56.4	38.8	22.0
1969	Jun	2	163.2	139.2	112.8	72.8	54.7	37.2
1970	Jun	16	168.0	121.2	120.8	85.6	54.4	30.0
1971	Ago	11	117.6	97.8	93.2	75.6	47.1	31.0
1972	Sep	26	120.0	105.0	96.0	67.4	38.1	19.1
1973	Jun	28	110.4	100.2	86.0	50.6	37.5	26.1
1974	Jul	11	204.0	144.6	112.0	99.8	66.3	36.4
1975	May	27	123.0	109.8	101.3	65.4	55.6	30.7
1976	Sep	28	126.0	114.6	85.2	57.0	33.0	19.6

dades máximas de lluvia registradas en la estación San José.

Para la elaboración de la tabla de excedentes anuales, se ordenan los valores en forma decreciente de mayor a menor para cada duración d y se obtiene a su vez su período de retorno asociando T , cuya ecuación es la siguiente:

$$T_r = \frac{N+1}{m} \quad (2.5)$$

donde T_r período de retorno, N número total de años registrados, m número de orden.

En la tabla 2.3.2. se muestra la obtención y ordenación de los datos para su aplicación.

Una vez que se tiene la información disponible se procesa con los 36 grupos de valores, los resultados del proceso se observan en la tabla 2.3.3.

Con los datos de la tabla 2.3.3 y efectuando las sumas indicadas por la ec. 2.4, se obtiene:

$$\begin{aligned} 943.36 &= 216 a_0 + 205.68 a_1 + 660.47 a_2 \\ 925.47 &= 205.68 a_0 + 252.66 a_1 + 647.97 a_2 \\ 2637.12 &= 660.49 a_0 + 647.97 a_1 + 2392.66 a_2 \end{aligned} \quad (2.6)$$

Al resolver el sistema de ecuaciones 2.6, se obtiene que:

$$a_0 = 5.91 \quad a_1 = 0.173 \quad a_2 = -0.542$$

Por tanto

$$K = 368.71 \quad h = 0.173 \quad n = 0.547.$$

con los valores de K, h y n la ec. 2.1 queda expresada como.

$$i = \frac{368.71 T^{0.173}}{d^{0.542}}$$

La función que representa a la ecuación 2.7 se muestra en la figura 2.3.1

B.- Cálculo del tiempo de concentración.

Para conocer el tiempo de concentración se consideran los factores fisiográficos correspondientes a la longitud del cauce principal siendo de 4 Km y de 53.60 m. el desnivel que existe entre la parte más alta y la más baja del cauce. Se utilizará a continuación la fórmula de Kirpich, (ref.3) para calcular el tiempo de concentración:

$$t_c = \left(\frac{0.86 L^3}{H} \right)^{0.325}$$

donde

t_c tiempo de concentración, en h

L longitud del cauce, en Km.

H desnivel entre los extremos del cauce principal, en m

Con los datos antes mencionados procedemos a la obtención del tiempo de concentración sustituyendolos en la ecuación 2.8.

$$t_c = \left(\frac{0.86 \times 4^3}{53.60} \right)^{0.325}$$

$$t_c = 1.0086 \text{ hr.}$$

$$t_c = 60.52 \text{ min.}$$

c.- Obtención del coeficiente de escurrimiento C (ref.4)
Utilizando la tabla que aparece en la ref. 4, se obtienen los siguientes valores.

Zona residencial $C_1=0.6$

Zona suburbana $C_2=0.3$

Calles asfaltadas $C_3=0.95$

El área total de las cuencas de la quebrada Barreal y Chiquita es de 16.30 Km² y corresponden a 9.03 a la zona residencial, 5.67 Km² a la zona suburbana y a calles asfaltadas 1.6 Km² respectivamente. Aplicando un promedio aritmético ponderado, determinamos un coeficiente de escurrimiento \bar{C} .

$$\bar{C} = \frac{\sum C_i A_i}{\sum A_i} \quad (2.9)$$

$$\bar{C} = \frac{0.6(9.03) + 0.3(5.67) + 0.95(1.6)}{9.03 + 5.67 + 1.6} = 0.53$$

D.- Determinación de la intensidad de la lluvia. Conocidos el tiempo de concentración (60.52 min) y el período de retorno (5 años), de la ecuación 2.7 o de la fig. 2.3.1, se obtiene:

$$i = 52.7 \text{ mm/hr.}$$

E.- Cálculo del gasto de diseño. De acuerdo a la fórmula racional (ref. 5)

$$Q_d = 0.278 C i A. \quad (2.10)$$

donde

Q gastos de diseño, en m^3/s

C coeficiente de escurrimiento

i intensidad media de la lluvia para una duración igual al tiempo de concentración de la cuenca, en mm/hr .

A área de la cuenca, en Km^2 .

Sustituyendo los valores antes obtenidos en la ec. 2.10, encontramos el gasto de diseño que es:

$$Q = 0.278 (0.53) (52.7) (16.30)$$

$$Q = 126.56 m^3/s.$$

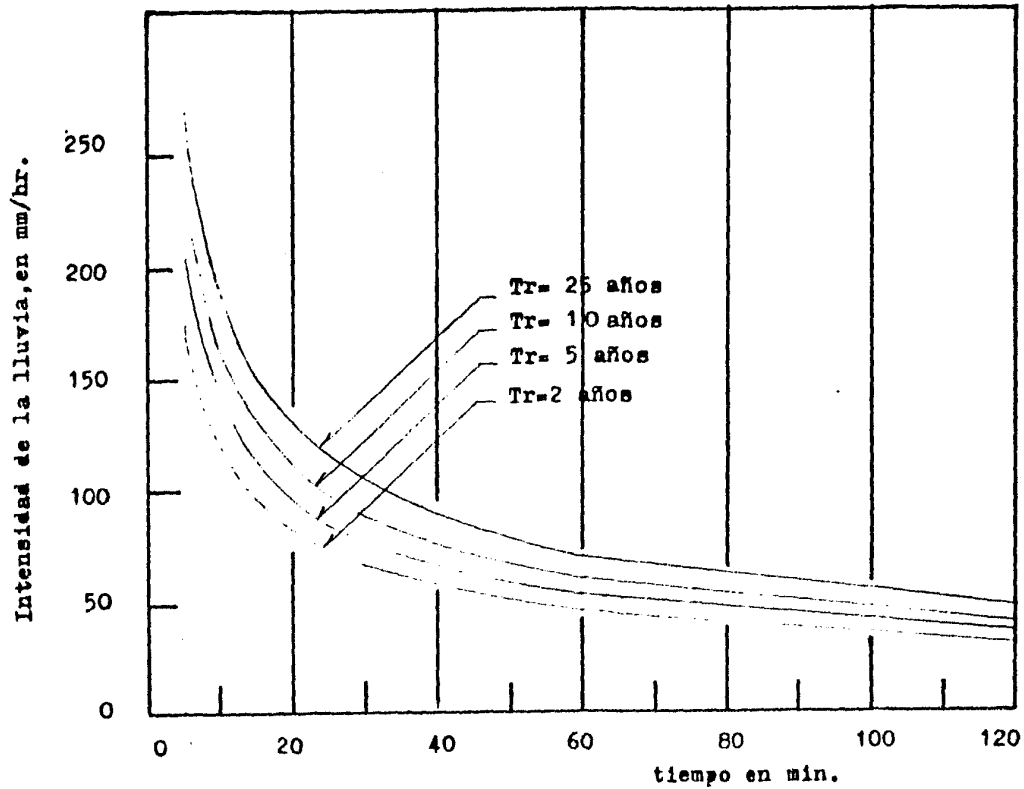


Fig. 2.3.1. Curvas intensidad-duración-período de retorno.

TABLA 2.3.2

Estación San José, intensidades máximas serie excedentes anuales, período 1941 - 1976

Orden (m)	T años	D U R A C I O N en min.					
		5	10	15	30	60	120
1	37	237.6	181.8	156.0	122.4	93.1	50.0
2	18.5	224.4	169.8	130.0	104.0	68.7	39.0
3	12.33	218.4	162.6	122.0	97.2	66.3	37.2
4	9.25	213.6	156.6	122.0	95.0	64.0	36.4
5	7.40	211.2	149.4	120.8	92.2	57.8	34.5
6	6.17	210.0	144.6	120.0	85.8	57.2	34.1
7	5.29	205.2	141.6	116.8	85.6	56.3	32.2
8	4.63	204.0	141.0	115.2	81.2	55.7	31.3
9	4.11	204.0	139.2	114.0	80.8	55.6	31.0
10	3.70	201.6	139.2	113.6	78.4	54.7	30.7
11	3.36	181.2	135.0	112.8	76.8	54.4	30.0
12	3.08	174.0	134.4	112.8	75.6	53.7	29.8
13	2.85	174.0	129.6	111.2	74.6	53.4	29.2
14	2.64	168.0	128.4	108.0	73.6	53.1	28.9
15	2.47	168.0	127.8	106.0	73.0	51.1	28.2
16	2.31	168.0	126.6	105.6	72.8	49.0	27.8
17	2.18	165.6	126.0	105.2	70.2	47.1	27.6
18	2.06	165.6	125.4	104.8	69.8	47.1	27.4
19	1.95	163.2	124.8	104.0	69.6	46.7	27.3
20	1.85	162.0	123.6	101.2	69.4	46.4	27.2
21	1.76	162.0	123.0	100.8	69.0	46.0	27.2
22	1.68	157.7	120.6	99.6	69.0	45.4	27.1
23	1.61	156.0	120.0	99.2	68.0	45.4	27.0
24	1.54	150.0	118.8	98.8	67.8	45.1	26.8
25	1.48	147.6	118.2	98.0	67.4	44.7	26.1
26	1.42	147.6	117.0	97.6	66.6	43.7	26.1
27	1.37	145.2	117.0	97.2	66.4	43.7	25.7
28	1.32	144.0	115.2	96.8	66.4	43.0	25.6
29	1.28	141.6	114.6	96.4	65.6	42.9	25.3
30	1.23	141.6	114.6	93.2	65.4	42.8	25.3
31	1.19	138.0	114.0	92.8	65.4	42.1	24.8
32	1.16	136.8	109.8	91.2	65.4	42.0	24.7
33	1.12	135.6	108.6	91.2	64.4	41.5	24.7
34	1.09	135.6	108.6	90.8	64.2	41.4	24.6
35	1.06	134.0	108.0	89.6	63.4	41.2	25.5
36	1.03	134.0	105.0	88.8	63.2	41.1	24.1

T A B L A 2.3.3.

Resumen de los resultados obtenidos para cada una de las diferentes duraciones.

Duración en min	$y=L_n j$	$x_1=L_n T$	$x_2=L_n d$	x_1^2	x_2^2	$x_1 x_2$	$y x_1$	$y x_2$
5	184.39	34.28	57.94	58.81	93.20	55.18	180.52	296.66
10	174.61	34.28	82.91	58.81	174.94	78.95	170.26	402.14
15	167.68	34.28	97.56	58.81	264.24	92.92	163.26	454.36
30	155.06	34.28	122.40	58.81	416.16	116.52	152.33	527.30
60	140.71	34.28	147.24	58.81	602.28	140.21	139.26	575.48
120	120.91	34.28	172.44	58.81	825.84	164.19	119.84	579.19
SUMA	943.36	205.68	680.49	352.86	2392.66	647.97	925.47	2837.13

2.3.2.2 Cálculo del gasto que aportan cada una de las corrientes tributarias al cauce principal.

Se utilizará la fórmula de Creager (ref. 6), ya que solo se cuenta con el área correspondiente a cada subcuenca y ningún otro elemento fisiográfico conocido.

Ecuación de Creager.

$$Q = 1.303 C (0.386A)^{0.48} \quad (2.11)$$

donde

$$\alpha = \frac{0.936}{A^{0.048}}$$

A área de la cuenca, en Km²

C coeficiente de escurrimiento

Q gasto máximo, en m³/seg

Substituyendo los valores que se tienen de cada una de las áreas de las subcuencas tributarias en la ec. 2.11, se obtienen los gastos aportados correspondientes, anotados en el cuadro 2.1

CUADRO 2.1

Resumen de los gastos calculados por la ecuación de Creager y su integración al cauce principal.

Localización del gasto aportado	Gasto Aportado m ³ /seg	Area Drenada Km ²	Coef. de Escurrimiento C	Gasto Acumulado m ³ /seg
Confluencia de Q. Barreal y Chiquita				126.56
Calle Bajo Rodríguez	7.33	0.86	15.91	133.89
Barrio San Agustín	10.95	1.29	16.02	144.84
Col. Carranza				
za	10.73	1.26	16.05	155.57
Barrio Copey				
pey	4.49	0.53	15.93	160.06
Calle Vargas				
gas	6.34	0.75	15.78	166.40

Partiendo de los gastos acumulados se procederá a la determinación de alternativas para la solución del problema de inundación de la quebrada Rivera.

CAPITULO 3

PROPOSICION DE ALTERNATIVAS PARA RESOLVER EL PROBLEMA DE INUNDACION QUE PROVOCA LA QUEBRADA RIVERA.

Con el fin de dar solución a la problemática descrita en capítulos anteriores, se procedió a analizar - los diferentes sistemas hidráulicos factibles para el control de los escurrimientos pluviales. Para el análisis citado se tomaron en consideración tanto el futuro uso del suelo, que esté contenido en el plan conceptual de desarrollo urbano, como las condiciones fisiográficas del cauce.

Para resolver el problema se pueden tomar tres alternativas de solución de las cuales se elegirá la que presene las mayores garantías dentro de la capacidad económica disponible, estas soluciones se estudiaron en forma separada y son las siguientes:

- a) Rectificación del cauce de la quebrada utilizando un canal revestido.
- b) Rectificación del cauce de la quebrada empleando un canal no revestido.
- c) Rectificación del cauce de la quebrada mediante un conducto cerrado.

Una vez planteadas las alternativas que son técnicamente factibles, se procedió a su dimensionamiento hidráulico para un período de retorno de 5 años y consideran

do las condiciones previstas en el plan conceptual de desarrollo urbano para el año 2005.

Los resultados obtenidos para cada caso son los siguientes:

a) Canal revestido.

El gasto de diseño considerado varía de un valor mínimo de $126.56 \text{ m}^3/\text{s}$, en su nacimiento en la confluencia de las quebradas Barreal y Chiquita, a un máximo de $166.40 \text{ m}^3/\text{s}$, en el sitio de vertido al río Virilla. Se considera que se presenta un flujo uniforme a lo largo del cauce de la quebrada Rivera, además la pendiente va de --- 0.007 a 0.006 y el talud será de $1:1$ ya que el suelo es limo - arenoso en su gran mayoría (ref. 7).

Se proponen tres casos en la alternativa de revestir el canal de sección trapezoidal en el ancho de la plantilla - y que son las siguientes; el primero será de un ancho de plantilla de 9.00 m . el segundo de 6.00 m . y el tercero será de 4.00 m . y designándoles Tipo I, Tipo II y Tipo III respectivamente.

En esta alternativa el canal será revestido de mampostería en la plantilla del canal y de concreto $f_c = 250 \text{ Kg/cm}^2$ las paredes del mismo; con una $n = 0.018$ y para el dimensionamiento se utilizarán las ecuaciones siguientes:
De continuidad. (ref. 8)

$$Q=AV \quad (3.1)$$

Donde:

Q gasto, en m^3/seg .

A área de la sección, en m^2

V velocidad media en la sección, en m/seg .

Ecuación de Manning. (ref. 9)

$$Q = \frac{A}{n} R_h^{2/3} S^{1/2}$$

Donde:

Q gasto, en m^3/s

A área hidráulica de la sección, en m^2 .

Rh radio hidráulico, en m.

s pendiente hidráulica, adimensional

n coeficiente de Manning

Con los datos antes mencionados y sustituyendo en en la ec 3.2, tenemos que para

$$Q=126.56 \text{ m}^3/s$$

$$\frac{Qn}{s^{1/2}} = AR_h^{2/3}$$

$$\frac{(126.56)(0.018)}{(0.007)^{1/2}} = AR_h^{2/3}$$

$$AR_h^{2/3} = 27.228$$

Por medio de un procedimiento de tanteos se calcula el tirante normal y_n y que se muestra en la tabla 3.1

y (m)	A (m ²)	TABLA P (m)	3.1 Rh (m)	Rh ^{2/3}	$AR^{2/3}$
1.90	20.71	14.373	1.441	1.275	26.413 ≠ 27.228
1.94	21.223	14.486	1.465	1.289	27.369 ≠ 27.228
1.93	21.095	14.458	1.459	1.286	27.130 ≠ 27.228
1.934	21.146	14.469	1.461	1.288	27.228 = 27.228

Luego entonces el tirante correcto es:

$$y_n = 1.934 \text{ mts.}$$

A continuación se presentan las tablas 3.2, 3.3 y 3.4; referentes a los tipos I, II y III correspondientes a los anchos de plantilla de 9,6 y 4 mts. respectivamente. En dichas tablas se indican los tirantes normales correspondientes a cada uno de los gastos que aparecen a lo largo del canal principal de la quebrada Rivera, así como sus características geométricas e hidráulicas de cada uno de los tramos en que se dividió la quebrada Rivera. El cálculo de cada uno de los tirantes normales se llevó a cabo conforme el criterio antes expuesto para el establecimiento de flujo uniforme en la tabla 3.1

La alternativa de canal revestido de sección trapecial como se indicó en las tablas anteriores quedó dividida en tres tipos. En el Tipo I, la alternativa demanda una franja de terreno a lo largo del río de 22 m. de ancho para alojar la obra propuesta, lo que traería como consecuencia que habría que desalojar a los habitantes de 50 casas.

En el Tipo II, se ocuparían 20 m. de ancho para la implantación de la obra y además el fondo del canal se desplantaría a una profundidad de 3.50 m. abajo del nivel natural del terreno teniendo como consecuencia una mayor excavación y a su vez un efecto superior al costo con respecto al Tipo I.

En el Tipo III se necesitarán 19 m. de ancho a lo largo del río para la realización de la obra y desde luego que la profundidad de la excavación sería a 4.00 m. lo que traería como resultado un alto costo en comparación con el Tipo I, y con el Tipo II. Tanto en el Tipo II como en el Tipo III el número de construcciones afectadas es de 50 y 49 respectivamente; estas afectaciones se observan en los planos del 1 al 5, de la planta de la quebrada Rivera

b) Canal no revestido.

Los gastos de diseño considerados son los mismos que se mencionaron para la alternativa a.

La sección hidráulica requerida para un canal de sección trapezoidal sin revestir es la siguiente: la pendiente va de 0.0006 a 0.0004 y teniendo un talud de 1.5:1, así mismo se utilizará un coeficiente de Manning de 0.030 para cauces naturales y a su vez se proponen también como en la alternativa "a" tres tipos de acuerdo al ancho de la plantilla que serán de 50, 24 y 15 mts.

Para el diseño de cada uno de estos tipos se utilizaron la ec 3.1 y 3.2, cuyos resultados se resumen en las tablas 3.5, 3.6 y 3.7 respectivamente.

En la alternativa del canal trapecial sin revestir del Tipo I, se requiere una franja de 65 m. de ancho a lo largo del cauce de la quebrada para alojar la obra -- propuesta, y en este caso se tendría que desocupar a los habitantes de 200 construcciones.

En el caso del Tipo II, se demanda una franja de 42 m. de ancho para colocar la obra y esto afectaría a 150 construcciones. Para el caso Tipo III, la obra en cuestión necesita una franja de 36 m. de ancho y se tiene como consecuencia la afectación de 140 construcciones. La afectación de las construcciones en los tres casos anteriores se puede observar en los planos del 1 al 5.

c) Conducto cerrado.

Los gastos de diseño considerados en esta alternativa son los mismos que en las alternativas "a" y "b". En este caso se propone un conducto de concreto armado de sección de herradura de un diámetro de 5 y 6 m.

Se utilizaron las ecuaciones 3.1 y 3.2 para el dimensionamiento de los conductos y cuyos resultados aparecen en las tablas 3.8 y 3.9 en el orden antes mencionado.

Para la construcción de esta obra se requiere tanto -- para la sección de diámetro de 5 m. como de 6 m. una -- franja de 15 m. de ancho a lo largo del cauce.

En esta alternativa se afectan 26 construcciones. Se

observa que la sección de harradura de 6 m. de diámetro hidráulicamente es más eficiente que la de 5 m. por lo cual se eligirá la primera que se menciona.

CUADRO 3.0

Resumen de las alternativas de solución para resolver el problema de inundación que provoca la quebrada Rivera.

Alternativa	b. m	v m/s	Derecho de vía (m)	No.de construc ciones afectadas	vel.máx permisi ble.(ref.)
a) Canal Revestido					
Canal Trape cial Tipo I	9	6.00 - 6.30	22	50	7.4
Canal Tape cial Tipo II	6	6.41 - 6.68	20	50	7.4
Canal Trape cial Tipo III	4	6.11 - 6.27	19	49	7.4
b) Canal sin revestir					
Canal Trape cial Tipo I	50	1.2	65	200	2.0
Canal Trape cial Tipo II	24	1.5	42	150	2.0
Canal Trape cial Tipo III	15	1.5	36	140	2.0
c) Conducto cerrado					
Sección he rradura	5	6.80 - 8.20	15	26	6.6
Sección he rradura	6	5.4 - 6.24	15	26	6.6

Se combinaron las alternativas antes descritas y se obtuvieron los sistemas hidráulicos alternativos siguientes:

- 1) Rectificación del cauce con un canal revestido y conducto cerrado.
- 2) Rectificación del cauce con canal sin revestir y conducto cerrado.
- 3) Rectificación del cauce con un canal revestido y otro sin revestir.

La rectificación del cauce con un canal sin revestir y el conducto cerrado implica que el número de construcciones afectadas sea aproximadamente de 166 a 226, lo que haría que el pago del perjuicio causado sea elevado, por lo cual no se justificaría su realización; además que el costo de mantenimiento para esta alternativa resultaría grande en comparación al costo del canal revestido y del conducto cerrado.

Si se escoge la alternativa de rectificación de cauce utilizando un canal revestido y otro sin revestir se observa que serán afectadas de 190 a 250 construcciones y en consecuencia la compensación económica resultaría grande.

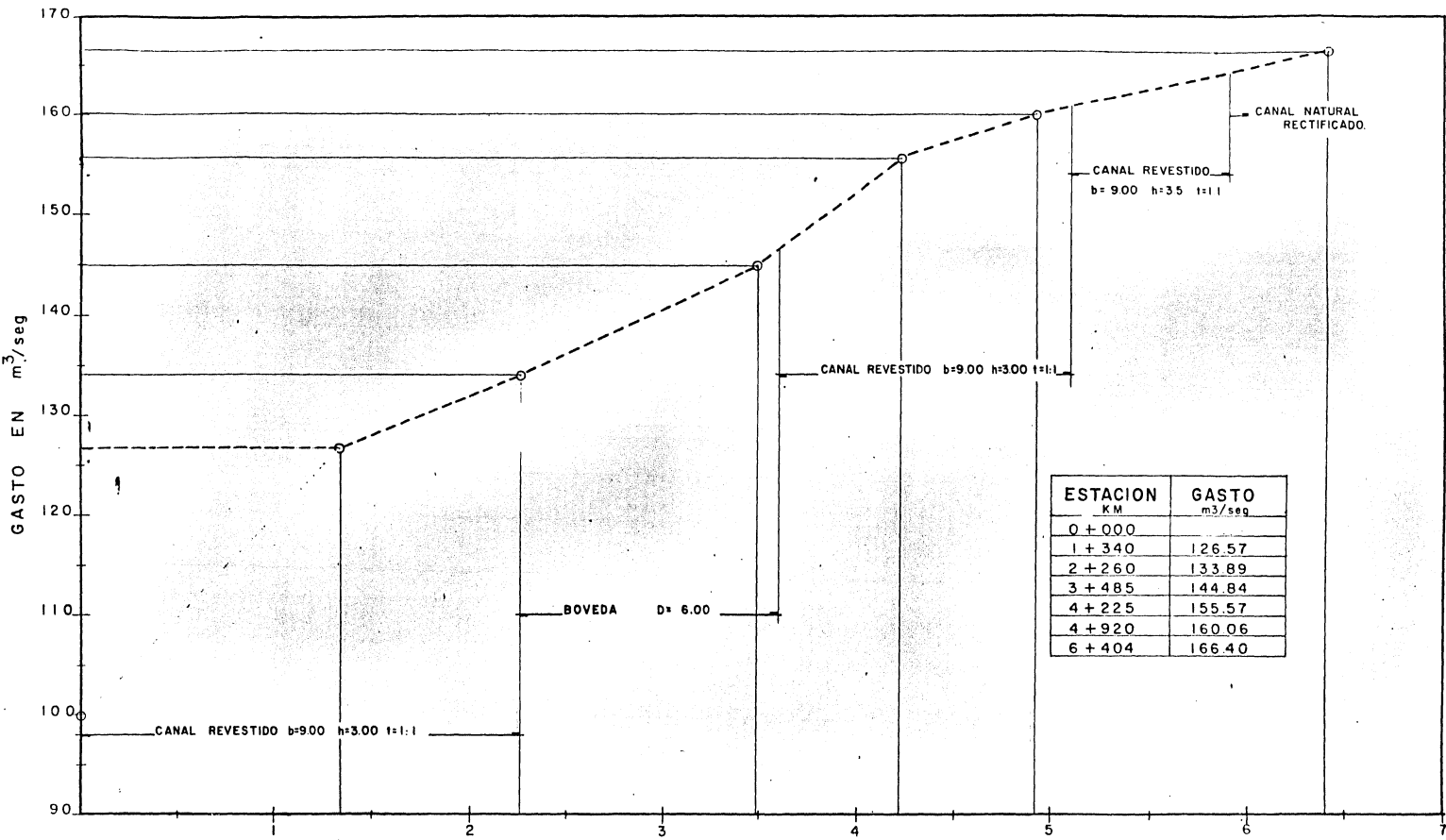
Como se mencionó anteriormente el costo de mantenimiento del canal sin revestir es más elevado que el ca

nal revestido ya que el uso constante de maquinaria y recursos humanos para el desazolve del canal implica que se debe tener una mayor disponibilidad de recursos. De acuerdo a la combinación anterior de las alternativas de solución al problema de inundación de la quebrada Rivera, se observa que la de rectificación del cauce con canal trapecial revestido Tipo 1 y el conducto cerrado, indica que el número de afectaciones es de aproximadamente de 76 a 80, lo que da como consecuencia que el pago de indemnización sea menor que cualquier otra combinación de las alternativas señaladas; además como la velocidad media es menor que la máxima permisible hace que se tenga confianza en que no habrá problema para tener un funcionamiento hidráulico satisfactorio.

Al seleccionar esta alternativa de solución a su paso por las urbanizaciones Anselmo Alvarado, Monte Carlo y por los barrios Copey y Carranza, que son los más densamente poblados, el daño que se causaría sería de menor que si se seleccionara cualquiera otra de las alternativas propuestas.

Después de haber hecho el análisis hidráulico de cada uno de los sistemas propuestos, se llegó a la conclusión de que la alternativa de solución de mayor facti-

bilidad técnica y económica es la de rectificación del cauce con canal revestido Tipo 1, Tipo 11 y conducto cerrado.



ESTACION KM	GASTO m ³ /seg
0 + 000	
1 + 340	126.57
2 + 260	133.89
3 + 485	144.84
4 + 225	155.57
4 + 920	160.06
6 + 404	166.40

ESTACIONES EN KILOMETROS

GRAFICA "GASTOS-ESTACIONES"

QUEBRADA RIVERA

PERIODO DE RETORNO .5 AÑOS
CONDICIONES AÑO 2000

CAPITULO 4

DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE DE ACUERDO A LA ALTERNATIVA SELECCIONADA.

Desde su nacimiento en la confluencia de las quebradas Barreal y Chiquita hasta el cruce de la quebrada con la calle Pantano se propone rectificar el cauce con canal revestido con manpostería y concreto. El detalle de los cálculos realizados se muestran en la memoria de cálculo al final del capítulo. Las características hidráulicas y geométricas en este tramo son las siguientes:

<u>Tramo</u>	<u>Longitud</u>	<u>Base</u>	<u>Altura</u>	<u>Talud</u>	<u>Pendiente</u>	<u>Gasto</u>	<u>Velocidad</u>
	(m)	(m)	(m)			m ³ /s	m/s
A-L	1700	9.00	3.00	1 : 1	0.0065	126.56	6.59
H-L	550	9.00	3.00	1 : 1	0.007	133.89	6.88

A partir de la calle Pantano y durante todo el desarrollo de la quebrada a su paso por las urbanizaciones Anselmo Alvarado y Monte Carlo; así como por los barrios Copey y Carranza debido al alto grado de urbanización que se tiene en sus márgenes se propone rectificar el cauce - por medio de un conducto cerrado, sección herradura, - construido de concreto armado.

Las características hidráulicas y geométricas del conducto propuesto son las siguientes:

<u>Tramo</u>	<u>Longitud</u> (m)	<u>Pendiente</u> hidráulica	<u>Diámetro</u> (m)	<u>Gasto</u> (m ³ /s)	<u>Velocidad</u> (m/s)
L-P	1,350	0.008	6.00	144.84	8.93

A partir de la calle Estación, sitio donde de terminó la zona más densamente poblada, y hasta la confluencia de la quebrada con el río Virilla se propone la rectificación del cauce con un canal revetido con mampostería y concreto. Las características hidráulicas y geométricas del canal propuesto son las siguientes:

<u>Tramo</u>	<u>Longitud</u> (m)	<u>Base</u> (m)	<u>Altura</u> (m)	<u>Talud</u>	<u>Pendiente</u>	<u>Gasto</u> m ³ /s	<u>Velocidad</u> m/s
P-S	300	9.00	3.00	1 : 1	0.0065	155.57	7.07
S-X	1200	9.00	3.00	1 : 1	0.006	160.06	6.90
X-Z ₅	800	6.00	3.50	1 : 1	0.006	166.40	7.30

Obras accesorias.- De acuerdo con los resultados del diseño hidráulico se requieren 28 estructuras de caída que se deberán alojar a lo largo del conducto cerrado y los canales propuestos

Estructuras conexas.- Para la operación y limpieza de las estructuras que conforman el sistema se requiera de 8 cajas especiales de visita, colocadas de la siguiente manera: En los puntos L,M,O y P las estructuras son obligadas y entre los puntos N-O se proponen 3 cajas de visita especiales a cada 200 m. Estas estructuras deberán localizarse en el tramo de rectificación de conducto cerrado.

Estructura de cruce.- Esta quebrada cuenta con 5 estructuras de cruce de las cuales 3 se anteproyectarán por no tener la capacidad hidráulica suficiente para operar en condiciones de proyecto, además se propone una estructura de cruce en la calle de Bajo Rodríguez de acuerdo al plan conceptual de desarrollo urbano.

Estructura de descarga.- Debido a que las condiciones fisiográficas de la zona donde confluye la quebrada Rivera con el río Virilla son favorables, se puede reducir la longitud de la obra de rectificación y por tanto la estructura de descarga anteproyectada fue solo una obra de salida o transición de canal revestido a cauce natural. La terminal de la obra de rectificación se localiza sobre la quebrada Rivera 300 m. aguas arriba del sitio de confluencia.

Derecho de vía.- En las zonas donde las márgenes de la quebrada están poco pobladas y la rectificación del cauce se hará con canal revestido, se propone un derecho de

vía total de 30.00 m. de ancho que podrá ser utilizado como parque lineal. En los tramos donde las márgenes están densamente pobladas se propone un derecho de vía total de 15.00 m. de ancho que también podrá ser utilizado como parque lineal.

Para salvaguardar de que se haga mal uso de las obras y evitar las invasiones del derecho de vía se propone que se delimite la propiedad con una cerca de alambre y se protejan las áreas con zonas jardinadas, sitios de diversión infantil, iluminación, sitios de descanso y paseo; Además se deberá instalar otra cerca de alambre para evitar que los usuarios del parque lineal puedan caer al canal, ver propuesta de uso del derecho de vía 4.1 y 4.2.

Proyecto de la alternativa seleccionada.- Una vez definida la alternativa y de acuerdo con los resultados de los estudios básicos de hidrología y topografía se procedió a trazar y afinar el diseño del proyecto del sistema hidráulico propuesto. Para el dimensionamiento de esta obra además de los estudios básicos citados también se tomó en consideración los resultados de los estudios de desarrollo urbano y las recomendaciones de la evaluación del impacto ecológico.

La metodología seguida para el proyecto fue la siguiente:

- 1) En planos escala 1:2 000 con curvas de nivel a cada 2.00 m. se localizó el eje de la rectificación propuesta.
- 2) Se hicieron los cálculos hidráulicos de detalle con el fin de precisar el dimensionamiento de las secciones hidráulicas propuestas previamente.
- 3) Se identificaron seleccionaron y diseñaron a nivel de anteproyecto todas las obras accesorias y conexas que conforman el sistema pluvial propuesto.
- 4) Se hizo el anteproyecto de todas las estructuras de cruce y de protección necesarias.
- 5) Se propuso un anteproyecto para la estructura de vertido en el sitio de descarga.

MEMORIA DE CALCULO

Cálculo de las curvas horizontales. (ref. 11)

Fórmulas empleadas:

Radio de la curva (R)

$$R = \frac{1145.92}{G}$$

donde R radio de la curva circular, en m;

G es el grado de curvatura, en grados

Sub - tangente (ST)

$$ST = R \tan \frac{\Delta}{2}$$

Donde Δ es la deflexión, en grados y ST, en m.

Longitud de la curva (L)

$$L = \frac{20 \Delta}{G}$$

Donde Δ y G en grados y L en m.

Cadenamiento del P.C. (Principio de curva)

Cad. P. C. = Cad PL — S. T.

Donde P. l punto de inflexión y S. T subtangente.

Cadenamiento del P.T (Principio de tangente)

Cad. P.T = Cad. P. C+L.

Donde P. C principio de curva y L longitud de la curva.

Quebrada

RIVERA

Cálculo

J. A. M. C.

Fecha

Revisó

Fecha

CALCULO DE CURVAS

CURVA No. 1	CURVA No. 2	CURVA No. 3	CURVA No. 4
PI = 0+100 $\Delta = 47^{\circ} 30'$ $Tg^{1/2} = 0.4400$ $G = 16^{\circ}$ $R = 71.62 \text{ m}$ $ST = 31.51 \text{ m}$ $LC = 59.38 \text{ m}$ $PC = 0+068.49$ $PT = 0+127.87$ $T = 108.14$ $D = 149.36$	PI = 0+249.36 $\Delta = 27^{\circ} 30'$ $Tg^{1/2} = 0.24469$ $G = 21^{\circ}$ $R = 34.57 \text{ m}$ $ST = 13.35 \text{ m}$ $LC = 26.19 \text{ m}$ $PC = 0+236.01$ $PT = 0+262.20$ $T = 80.86$ $D = 113.49$	PI = 0+362.85 $\Delta = 75^{\circ} 40'$ $Tg^{1/2} = 0.777$ $G = 45^{\circ}$ $R = 25.46 \text{ m}$ $ST = 19.79 \text{ m}$ $LC = 33.63 \text{ m}$ $PC = 0+343.06$ $PT = 0+376.69$ $T = 5.64$ $D = 33.09$	PI = 0+395.94 $\Delta = 61^{\circ} 25'$ $Tg^{1/2} = 0.5939$ $G = 50^{\circ}$ $R = 22.92 \text{ m}$ $ST = 13.61 \text{ m}$ $LC = 24.57 \text{ m}$ $PC = 0+382.33$ $PT = 0+406.90$ $T = 34.55$ $D = 58.34$
CURVA No. 5	CURVA No. 6	CURVA No. 7	CURVA No. 8
PI = 0+454.28 $\Delta = 67^{\circ} 50'$ $Tg^{1/2} = 0.672$ $G = 60^{\circ}$ $R = 19.09 \text{ m}$ $ST = 12.83 \text{ m}$ $LC = 22.61 \text{ m}$ $PC = 0+441.45$ $PT = 0+464.06$ $T = 9.74$ $D = 29.23$	PI = 0+484.21 $\Delta = 46^{\circ} 14'$ $Tg^{1/2} = 0.4269$ $G = 47^{\circ}$ $R = 24.38 \text{ m}$ $ST = 10.41 \text{ m}$ $LC = 19.67 \text{ m}$ $PC = 0+473.80$ $PT = 0+493.47$ $T = 54.78$ $D = 78.25$	PI = 0+562.56 $\Delta = 47^{\circ} 10'$ $Tg^{1/2} = 0.437$ $G = 35^{\circ}$ $R = 32.74 \text{ m}$ $ST = 14.31 \text{ m}$ $LC = 26.95 \text{ m}$ $PC = 0+548.25$ $PT = 0+575.20$ $T = 14.88$ $D = 46.57$	PI = 0+606.12 $\Delta = 53^{\circ} 30'$ $Tg^{1/2} = 0.5040$ $G = 32^{\circ}$ $R = 35.21 \text{ m}$ $ST = 18.05 \text{ m}$ $LC = 33.44 \text{ m}$ $PC = 0+590.08$ $PT = 0+623.52$ $T = 58.63$ $D = 91.33$
CURVA No. 9	CURVA No. 10	CURVA No. 11	CURVA No. 12
PI = 0+699.46 $\Delta = 17^{\circ} 11'$ $Tg^{1/2} = 0.1511$ $G = 10^{\circ}$ $R = 114.59 \text{ m}$ $ST = 17.31 \text{ m}$ $LC = 34.36 \text{ m}$ $PC = 0+682.15$ $PT = 0+716.51$ $T = 52.10$	PI = 0+779.20 $\Delta = 25^{\circ} 00'$ $Tg^{1/2} = 0.2217$ $G = 24^{\circ}$ $R = 44.75 \text{ m}$ $ST = 10.59 \text{ m}$ $LC = 20.83 \text{ m}$ $PC = 0+766.61$ $PT = 0+789.44$ $T = 20.24$	PI = 0+824.85 $\Delta = 67^{\circ} 00'$ $Tg^{1/2} = 0.6619$ $G = 50^{\circ}$ $R = 22.92 \text{ m}$ $ST = 75.17 \text{ m}$ $LC = 26.80 \text{ m}$ $PC = 0+809.68$ $PT = 0+836.48$ $T = 10.27$	PI = 0+868.31 $\Delta = 84^{\circ} 10'$ $Tg^{1/2} = 0.9020$ $G = 48^{\circ}$ $R = 23.87 \text{ m}$ $ST = 21.56 \text{ m}$ $LC = 35.07 \text{ m}$ $PC = 0+846.75$ $PT = 0+881.82$ $T = 9.01$

Quebrada

RIVERA

Calculó

J.A.M.C

Fecha

Revisó

Fecha

CALCULO DE CURVAS

CURVA No. 13	CURVA No. 14	CURVA No. 15	CURVA No. 16
PI = 0+910.26 $\Delta = 36^{\circ} 00'$ $Tg^{1/2} = 0.7325$ $G = 55^{\circ}$ R = 20.34 m ST = 19.43 m LC = 31.27 m PC = 0+870.53 PT = 0+922.10 T = 17.23 D = 111.41	PI = 1+021.37 $\Delta = 147^{\circ} 40'$ $Tg^{1/2} = 2.449$ $G = 49^{\circ}$ R = 23.87 m ST = 82.34 m LC = 61.52 m PC = 0+939.33 PT = 1+000.65 T = 71.70 D = 70.84	PI = 1+072.51 $\Delta = 52^{\circ} 55'$ $Tg^{1/2} = 0.483$ $G = 28^{\circ}$ R = 40.77 m ST = 19.96 m LC = 37.14 PC = 1+072.55 PT = 1+109.69 T = 18.04 D = 66.22	PI = 1+160.72 $\Delta = 71^{\circ} 30'$ $Tg^{1/2} = 0.70$ $G = 25^{\circ}$ R = 45.24 m ST = 33.00 m LC = 57.20 m PC = 1+127.73 PT = 1+184.93 T = 26.87 D = 165.20
CURVA No. 17	CURVA No. 18	CURVA No. 19	CURVA No. 20
PI = 1+325.93 $\Delta = 161^{\circ} 00'$ $Tg^{1/2} = 5.98$ $G = 60^{\circ}$ R = 19.10 m ST = 114.13 m LC = 53.67 m PC = 1+211.80 PT = 1+265.47 T = 4.26 D = 8.41	PI = 1+334.24 $\Delta = 155^{\circ} 55'$ $Tg^{1/2} = 4.51$ $G = 80^{\circ}$ R = 14.32 m ST = 64.61 m LC = 38.75 m PC = 1+269.73 PT = 1+306.48 T = 44.55 D = 41.92	PI = 1+376.26 $\Delta = 86^{\circ} 00'$ $Tg^{1/2} = 0.933$ $G = 46^{\circ}$ R = 24.91 m ST = 23.23 m LC = 37.39 m PC = 1+353.03 PT = 1+390.42 T = 21.46 D = 67.97	PI = 1+444.23 $\Delta = 80^{\circ} 30'$ $Tg^{1/2} = 0.847$ $G = 30^{\circ}$ R = 38.20 m ST = 32.35 m LC = 53.67 m PC = 1+411.8 PT = 1+465.55 T = 129.96 D = 175.79
CURVA No. 21	CURVA No. 22	CURVA No. 23	CURVA No. 24
PI = 1+620.02 $\Delta = 71^{\circ} 30'$ $Tg^{1/2} = 1.027$ $G = 48^{\circ}$ R = 23.87 m ST = 24.51 m LC = 38.13 m PC = 1+595.51 PT = 1+634.00 T = 22.49 D = 51.47	PI = 1+671.49 $\Delta = 61^{\circ}$ $Tg^{1/2} = 0.587$ $G = 45^{\circ}$ R = 25.46 m ST = 15.00 m LC = 27.11 m PC = 1+656.49 PT = 1+683.60 T = 92.71 D = 134.11	PI = 1+805.60 $\Delta = 98^{\circ}$ $Tg^{1/2} = 1.1503$ $G = 45^{\circ}$ R = 25.46 m ST = 29.29 m LC = 43.56 m PC = 1+776.31 PT = 1+819.67 T = 28.92 D = 70.95	PI = 1+876.58 $\Delta = 95^{\circ}$ $Tg^{1/2} = 1.091$ $G = 45^{\circ}$ R = 25.46 ST = 27.77 LC = 42.22 PC = 1+848.77 PT = 1+891.01 T = 39.85 D = 89.64

Quebrada

RIVERA

Cálculo J.A.M.C

Fecha

Revisó

Fecha

CALCULO DE CURVAS

<p>CURVA No. 25</p> <p>PI = 1+766.22 $\Delta = 127^{\circ} 00'$ $Tg^{1/2} = 2.005$ $G = 65^{\circ}$ $R = 72.63 \text{ m}$ $ST = 35.36 \text{ m}$ $LC = 39.08 \text{ m}$ $PC = 1+930.86$ $PT = 1+969.94$ $T = 8.21$ $D = 32.36$</p>	<p>CURVA No. 26</p> <p>PI = 1+999.58 $\Delta = 71^{\circ} 00'$ $Tg^{1/2} = 0.7133$ $G = 40^{\circ}$ $R = 28.65 \text{ m}$ $ST = 20.43 \text{ m}$ $LC = 35.50 \text{ m}$ $PC = 1+978.15$ $PT = 2+013.65$ $T = 27.04$ $D = 51.64$</p>	<p>CURVA No. 27</p> <p>PI = 2+059.22 $\Delta = 79^{\circ} 30'$ $Tg^{1/2} = 0.832$ $G = 100^{\circ}$ $R = 11.46 \text{ m}$ $ST = 7.53 \text{ m}$ $LC = 15.90 \text{ m}$ $PC = 2+040.69$ $PT = 2+056.59$ $T = 0.00$ $D = 31.84$</p>	<p>CURVA No. 28</p> <p>PI = 2+092.06 $\Delta = 135^{\circ} 30'$ $Tg^{1/2} = 2.441$ $G = 110^{\circ}$ $R = 10.41 \text{ m}$ $ST = 25.46 \text{ m}$ $LC = 30.11 \text{ m}$ $PC = 2+056.60$ $PT = 2+086.71$ $T = 16.40$ $D = 64.19$</p>
<p>CURVA No. 29</p> <p>PI = 2+112.18 $\Delta = 36^{\circ} 30'$ $Tg^{1/2} = 0.3296$ $G = 30^{\circ}$ $R = 38.20 \text{ m}$ $ST = 12.60 \text{ m}$ $LC = 24.33 \text{ m}$ $PC = 2+099.58$ $PT = 2+123.91$ $T = 17.95$ $D = 34.07$</p>	<p>CURVA No. 30</p> <p>PI = 2+146.25 $\Delta = 139^{\circ} 30'$ $Tg^{1/2} = 2.71$ $G = 72^{\circ}$ $R = 15.92 \text{ m}$ $ST = 43.14 \text{ m}$ $LC = 38.75 \text{ m}$ $PC = 2+103.11$ $PT = 2+141.86$ $T = 61.70$ $D = 87.56$</p>	<p>CURVA No. 31</p> <p>PI = 2+233.61 $\Delta = 53^{\circ} 40'$ $Tg^{1/2} = 0.5279$ $G = 20^{\circ}$ $R = 57.30 \text{ m}$ $ST = 30.25 \text{ m}$ $LC = 55.67 \text{ m}$ $PC = 2+203.56$ $PT = 2+259.23$ $T = 19.22$ $D = 69.17$</p>	<p>CURVA No. 32</p> <p>PI = 2+302.78 $\Delta = 56^{\circ} 30'$ $Tg^{1/2} = 0.5373$ $G = 25^{\circ}$ $R = 45.84 \text{ m}$ $ST = 24.53 \text{ m}$ $LC = 45.04 \text{ m}$ $PC = 2+278.45$ $PT = 2+323.47$ $T = 9.01$ $D = 62.98$</p>
<p>CURVA No. 33</p> <p>PI = 2+365.96 $\Delta = 91^{\circ} 15'$ $Tg^{1/2} = 1.022$ $G = 35^{\circ}$ $R = 32.74 \text{ m}$ $ST = 33.46 \text{ m}$ $LC = 52.14 \text{ m}$ $PC = 2+332.50$ $PT = 2+384.84$ $T = 25.53$</p>	<p>CURVA No. 34</p> <p>PI = 2+475.18 $\Delta = 74^{\circ} 45'$ $Tg^{1/2} = 0.7638$ $G = 35^{\circ}$ $R = 32.74 \text{ m}$ $ST = 25.01 \text{ m}$ $LC = 42.71 \text{ m}$ $PC = 2+450.17$ $PT = 2+492.85$ $T = 29.99$</p>	<p>CURVA No. 35</p> <p>PI = 2+551.87 $\Delta = 103^{\circ} 45'$ $Tg^{1/2} = 1.274$ $G = 50^{\circ}$ $R = 22.92 \text{ m}$ $ST = 29.20 \text{ m}$ $LC = 41.50 \text{ m}$ $PC = 2+522.67$ $PT = 2+564.17$ $T = 14.19$</p>	<p>CURVA No. 36</p> <p>PI = 2+594.97 $\Delta = 59^{\circ} 12'$ $Tg^{1/2} = 0.568$ $G = 39^{\circ}$ $R = 29.38 \text{ m}$ $ST = 16.69 \text{ m}$ $LC = 30.36 \text{ m}$ $PC = 2+578.28$ $PT = 2+608.64$ $T = 17.67$</p>

Quebrada

RIVERA

Ca.culo

J.A.M.C

Fecha

Revisó

Fecha

CALCULO DE CURVAS

<p>CURVA No. 37</p> <p>PI = 2+557.95 $\Delta = 45^{\circ}30'$ $Tg^{1/2} = 0.4193$ $G = 42^{\circ}$ $R = 27.28 \text{ m}$ $ST = 11.44 \text{ m}$ $LC = 21.67 \text{ m}$ $PC = 2+626.51$ $PT = 2+648.18$ $T = 75.26$ $D = 119.79$</p>	<p>CURVA No. 38</p> <p>PI = 2+757.74 $\Delta = 91^{\circ}00'$ $Tg^{1/2} = 1.0176$ $G = 34^{\circ}$ $R = 33.70 \text{ m}$ $ST = 34.30 \text{ m}$ $LC = 53.53 \text{ m}$ $PC = 2+723.44$ $PT = 2+796.97$ $T = 106.23$ $D = 162.93$</p>	<p>CURVA No. 39</p> <p>PI = 2+920.67 $\Delta = 52^{\circ}05'$ $Tg^{1/2} = 0.4877$ $G = 32^{\circ}$ $R = 35.85 \text{ m}$ $ST = 17.47 \text{ m}$ $LC = 32.50 \text{ m}$ $PC = 2+903.20$ $PT = 2+935.70$ $T = 53.98$ $D = 85.55$</p>	<p>CURVA No. 40</p> <p>PI = 3+006.22 $\Delta = 57^{\circ}30'$ $Tg^{1/2} = 0.5486$ $G = 38^{\circ}$ $R = 30.16 \text{ m}$ $ST = 16.54 \text{ m}$ $LC = 30.26 \text{ m}$ $PC = 2+989.68$ $PT = 3+019.75$ $T = 16.73$ $D = 64.79$</p>
<p>CURVA No. 41</p> <p>PI = 3+071.01 $\Delta = 112^{\circ}28'$ $Tg^{1/2} = 1.6469$ $G = 65^{\circ}$ $R = 20.83 \text{ m}$ $ST = 34.33 \text{ m}$ $LC = 42.73 \text{ m}$ $PC = 3+036.66$ $PT = 3+079.41$ $T = 73.92$ $D = 96.06$</p>	<p>CURVA No. 42</p> <p>PI = 3+167.07 $\Delta = 80^{\circ}00'$ $Tg^{1/2} = 0.8391$ $G = 70^{\circ}$ $R = 16.37 \text{ m}$ $ST = 13.74 \text{ m}$ $LC = 22.83 \text{ m}$ $PC = 3+153.33$ $PT = 3+176.16$ $T = 33.12$ $D = 53.35$</p>	<p>CURVA No. 43</p> <p>PI = 3+220.42 $\Delta = 58^{\circ}30'$ $Tg^{1/2} = 0.6808$ $G = 72^{\circ}$ $R = 15.92 \text{ m}$ $ST = 10.89 \text{ m}$ $LC = 19.03 \text{ m}$ $PC = 3+209.58$ $PT = 3+228.61$ $T = 2.34$ $D = 28.35$</p>	<p>CURVA No. 44</p> <p>PI = 3+248.77 $\Delta = 93^{\circ}12'$ $Tg^{1/2} = 1.057$ $G = 68^{\circ}$ $R = 16.05 \text{ m}$ $ST = 17.82 \text{ m}$ $LC = 27.41 \text{ m}$ $PC = 3+230.95$ $PT = 3+258.36$ $T = 19.07$ $D = 48.77$</p>
<p>CURVA No. 45</p> <p>PI = 3+297.54 $\Delta = 112^{\circ}20'$ $Tg^{1/2} = 1.4919$ $G = 85^{\circ}$ $R = 13.48 \text{ m}$ $ST = 20.11 \text{ m}$ $LC = 26.43 \text{ m}$ $PC = 3+277.43$ $PT = 3+303.66$ $T = 12.47$ $D = 31.21$</p>	<p>CURVA No. 46</p> <p>PI = 3+328.75 $\Delta = 66^{\circ}00'$ $Tg^{1/2} = 0.6474$ $G = 60^{\circ}$ $R = 19.10$ $ST = 12.40 \text{ m}$ $LC = 22.00 \text{ m}$ $PC = 3+316.35$ $PT = 3+338.35$ $T = 117.20$ $D = 142.20$</p>	<p>CURVA No. 47</p> <p>PI = 3+470.95 $\Delta = 84^{\circ}00'$ $Tg^{1/2} = 0.9009$ $G = 67^{\circ}$ $R = 17.10 \text{ m}$ $ST = 15.40$ $LC = 25.07 \text{ m}$ $PC = 3+455.55$ $PT = 3+470.62$ $T = 13.07$ $D = 26.27$</p>	<p>CURVA No. 48</p> <p>PI = 3+497.22 $\Delta = 75^{\circ}00'$ $Tg^{1/2} = 0.7673$ $G = 65^{\circ}$ $R = 17.63 \text{ m}$ $ST = 13.53 \text{ m}$ $LC = 23.08 \text{ m}$ $PC = 3+483.69$ $PT = 3+506.77$ $T = 42.64$ $D = 65.02$</p>

Quebrada

RIVERA

Calculó

J. A. M. C.

Fecha

Revisó

Fecha

CALCULO DE CURVAS

<p>CURVA No. 49</p> <p>PI = 3+565.24 $\Delta = 56^{\circ} 30'$ $Tg^{1/2} = 0.5375$ $G = 43^{\circ}$ $R = 23.87 m$ $ST = 12.83 m$ $LC = 23.54 m$ $PC = 3+547.41$ $PT = 3+572.45$ $T = 34.34$ $D = 55.88$</p>	<p>CURVA No. 50</p> <p>PI = 3+618.12 $\Delta = 69^{\circ} 15'$ $Tg^{1/2} = 0.6905$ $G = 50^{\circ}$ $R = 22.92 m$ $ST = 15.83 m$ $LC = 27.70 m$ $PC = 3+607.29$ $PT = 3+629.99$ $T = 113.34$ $D = 143.64$</p>	<p>CURVA No. 51</p> <p>PI = 3+761.76 $\Delta = 65^{\circ} 30'$ $Tg^{1/2} = 0.6432$ $G = 40^{\circ}$ $R = 28.65 m$ $ST = 18.43 m$ $LC = 32.75 m$ $PC = 3+743.33$ $PT = 3+776.48$ $T = 75.60$ $D = 108.21$</p>	<p>CURVA No. 52</p> <p>PI = 3+869.97 $\Delta = 66^{\circ} 30'$ $Tg^{1/2} = 0.6556$ $G = 42^{\circ}$ $R = 27.28 m$ $ST = 17.89 m$ $LC = 31.67 m$ $PC = 3+852.08$ $PT = 3+883.75$ $T = 45.95$ $D = 77.89$</p>
<p>CURVA No. 53</p> <p>PI = 3+947.86 $\Delta = 71^{\circ} 00'$ $Tg^{1/2} = 0.7133$ $G = 45^{\circ}$ $R = 25.46 m$ $ST = 18.16 m$ $LC = 31.56 m$ $PC = 3+929.70$ $PT = 3+961.26$ $T = 107.11$ $D = 146.24$</p>	<p>CURVA No. 54</p> <p>PI = 4+094.10 $\Delta = 88^{\circ} 00'$ $Tg^{1/2} = 0.9657$ $G = 43^{\circ}$ $R = 26.65 m$ $ST = 25.73 m$ $LC = 40.93 m$ $PC = 4+068.37$ $PT = 4+107.30$ $T = 86.74$ $D = 108.47$</p>	<p>CURVA No. 55</p> <p>PI = 4+202.57 $\Delta = 31^{\circ} 10'$ $Tg^{1/2} = 0.2788$ $G = 49^{\circ}$ $R = 23.39 m$ $ST = 6.23 m$ $LC = 12.73 m$ $PC = 4+196.04$ $PT = 4+208.77$ $T = 88.42$ $D = 99.67$</p>	<p>CURVA No. 56</p> <p>PI = 4+305.24 $\Delta = 26^{\circ} 45'$ $Tg^{1/2} = 0.2377$ $G = 54^{\circ}$ $R = 21.22 m$ $ST = 5.65 m$ $LC = 9.91 m$ $PC = 4+297.17$ $PT = 4+307.10$ $T = 34.62$ $D = 47.81$</p>
<p>CURVA No. 57</p> <p>PI = 4+350.05 $\Delta = 45^{\circ} 00'$ $Tg^{1/2} = 0.4122$ $G = 57^{\circ}$ $R = 20.10 m$ $ST = 8.33 m$ $LC = 15.79 m$ $PC = 4+341.72$ $PT = 4+357.51$ $T = 154.39$ $D = 182.12$</p>	<p>CURVA No. 58</p> <p>PI = 4+532.18 $\Delta = 111^{\circ} 35'$ $Tg^{1/2} = 1.4709$ $G = 83^{\circ}$ $R = 13.81 m$ $ST = 20.28 m$ $LC = 26.87 m$ $PC = 4+511.90$ $PT = 4+538.77$ $T = 69.00$ $D = 86.31$</p>	<p>CURVA No. 59</p> <p>PI = 4+618.49 $\Delta = 58^{\circ} 35'$ $Tg^{1/2} = 0.5609$ $G = 60^{\circ}$ $R = 19.10 m$ $ST = 10.70 m$ $LC = 19.51 m$ $PC = 4+607.77$ $PT = 4+623.30$ $T = 58.98$ $D = 71.16$</p>	<p>CURVA No. 60</p> <p>PI = 4+689.60 $\Delta = 32^{\circ} 45'$ $Tg^{1/2} = 0.2938$ $G = 46^{\circ}$ $R = 24.91 m$ $ST = 7.32 m$ $LC = 14.24 m$ $PC = 4+682.28$ $PT = 4+696.52$ $T = 133.96$ $D = 162.60$</p>

CALCULO DE CURVAS

CURVA No. 61	CURVA No. 62	CURVA No. 63	CURVA No. 64
$PI = 1+552.20$ $\Delta = 106^{\circ} 55'$ $Tg^{1/2} = 1.327$ $G = 70^{\circ}$ $R = 16.37m$ $ST = 21.72m$ $LC = 30.29m$ $PC = 4+830.48$ $PT = 4+860.77$ $T = 17.69$ $D = 24.62$	$PI = 4+886.82$ $\Delta = 48^{\circ} 00'$ $Tg^{1/2} = 0.4452$ $G = 61^{\circ}$ $R = 18.79m$ $ST = 8.36m$ $LC = 15.74m$ $PC = 4+878.46$ $PT = 4+874.20$ $T = 90.79$ $D = 110.02$	$PI = 4+996.54$ $\Delta = 57^{\circ} 15'$ $Tg^{1/2} = 0.5626$ $G = 55^{\circ}$ $R = 20.83m$ $ST = 11.85m$ $LC = 21.55m$ $PC = 4+984.99$ $PT = 5+006.54$ $T = 53.73$ $D = 68.83$	$PI = 5+065.57$ $\Delta = 36^{\circ} 30'$ $Tg^{1/2} = 0.3298$ $G = 70^{\circ}$ $R = 16.37m$ $ST = 5.40m$ $LC = 10.43m$ $PC = 5+060.27$ $PT = 5+070.70$ $T = 43.22$ $D = 54.63$
CURVA No. 65	CURVA No. 66	CURVA No. 67	CURVA No. 68
$PI = 5+120.30$ $\Delta = 41^{\circ} 30'$ $Tg^{1/2} = 0.3786$ $G = 68^{\circ}$ $R = 16.95m$ $ST = 6.38m$ $LC = 12.21m$ $PC = 5+113.92$ $PT = 5+126.13$ $T = 129.57$ $D = 144.44$	$PI = 5+264.74$ $\Delta = 41^{\circ} 30'$ $Tg^{1/2} = 0.3788$ $G = 48^{\circ}$ $R = 23.87m$ $ST = 9.04m$ $LC = 17.29m$ $PC = 5+255.70$ $PT = 5+272.99$ $T = 81.5$ $D = 98.21$	$PI = 5+362.75$ $\Delta = 42^{\circ} 00'$ $Tg^{1/2} = 0.3839$ $G = 52^{\circ}$ $R = 22.04m$ $ST = 8.44m$ $LC = 16.15m$ $PC = 5+354.49$ $PT = 5+370.64$ $T = 29.92$ $D = 151.23$	$PI = 5+514.18$ $\Delta = 61^{\circ} 30'$ $Tg^{1/2} = 0.5950$ $G = 6^{\circ}$ $R = 171m$ $ST = 113.62m$ $LC = 205m$ $PC = 5+400.53$ $PT = 5+605.56$ $T = 335.82$ $D = 448.76$
CURVA No. 69	CURVA No. 70	CURVA No.	CURVA No.
$PI = 5+962.74$ $\Delta = 86^{\circ} 32'$ $Tg^{1/2} = 0.7407$ $G = 50^{\circ}$ $R = 22.92m$ $ST = 21.56m$ $LC = 34.60m$ $PC = 5+941.38$ $PT = 5+975.98$ $T = 266.16$ $D = 271.48$	$PI = 6+254.42$ $\Delta = 30^{\circ} 00'$ $Tg^{1/2} = 0.2679$ $G = 25^{\circ}$ $R = 45.94m$ $ST = 12.28m$ $LC = 24.00m$ $PC = 6+242.14$ $PT = 6+266.14$ $T = 137.72$ $D =$	$PI =$ $\Delta =$ $Tg^{1/2} =$ $G =$ $R =$ $ST =$ $LC =$ $PC =$ $PT =$ $T =$ $D =$	$PI =$ $\Delta =$ $Tg^{1/2} =$ $G =$ $R =$ $ST =$ $LC =$ $PC =$ $PT =$ $T =$ $D =$

CALCULO HIDRAULICO

TRAMO A-H

K0+000 AL K1+700

I.- Datos de proyecto :

Gasto de diseño ; $Q_d = 126.56 \text{ m}^3/\text{s}$

Pendiente ; $S = 0.0065$

Coef. de Manning ; $n = 0.015$

Velocidad de diseño ; $V = 7.10 \text{ m/s}$

Talud ; 1:1

Canal trapecial de sección tipo I

II.- Fórmulas

De continuidad

$$Q = AV$$

De Manning

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

Del Area

$$A = (b + ky)y$$

Perímetro Mojado

$$P = b + 2y\sqrt{k^2 + 1}$$

Radio hidráulico

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

III.- Desarrollo

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

$$\frac{(126.56)(0.015)}{(0.0065)^{1/2}} = A r^{2/3}$$

$$23.55 = A r^{2/3}$$

Para resolver esta última ecuación es por medio de iteraciones.

y m	D m	A m^2	P m	r m	$r^{2/3}$	$A r^{2/3}$	v m/s
1.00	9.00	10.00	11.53	0.85	0.89	8.94	12.6
2.00	9.00	22.00	14.66	1.50	1.31	28.8	5.75
1.50	9.00	15.75	13.25	1.19	1.12	17.68	8.03
1.80	9.00	19.44	14.09	1.38	1.24	24.08	6.51
1.70	9.00	18.19	13.81	1.32	1.20	21.55	6.95
1.79	9.00	19.31	14.07	1.37	1.23	23.84	6.55
1.78	9.00	19.19	14.04	1.37	1.23	23.63	6.57
1.77	9.00	19.06	14.00	1.36	1.23	23.40	6.64

Tirante $y = 1.78$ m

Bordo libre $BL = 1.22$ m

Altura total $h = 3.00$ m

TRAMO H-L

K 1+700 AL K 2+250

I.- Datos de proyecto

Qzoto de diseño ; $Q = 133.89 \text{ m}^3/\text{s}$

Pendiente ; $s = 0.007$

coef. de Manning ; $n = 0.015$

Velocidad de diseño $v = 7.10 \text{ m/s}$

Talud 1:1

Canal trapecial de sección tipo I

II.- Fórmulas

De continuidad

$$Q = AV$$

de Manning

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

Area

$$A = (b + ky) y$$

Perímetro mojado

$$P = b + 2y\sqrt{k^2 + 1}$$

Radio hidráulico

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

III.- Desarrollo

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

$$\frac{(133.89)(0.015)}{(0.007)^2} = A r^{2/3}$$

$$24.00 = A r^{2/3}$$

Por medio de iteraciones resolvemos la anterior ecuación.

y	b	A	P	r	$r^{2/3}$	$Ar^{2/3}$	Σ
m	m	m ²	m	m			m/s
2.00	9.00	22.00	14.66	1.50	1.21	28.8	6.08
1.80	9.00	19.44	14.09	1.38	1.24	24.08	6.88 ←
1.79	9.00	19.31	14.07	1.37	1.23	23.85	6.93

Tirante $y = 1.80 \text{ m}$
Bordo Libre $BL = 1.20 \text{ m}$
Altura total $h = 3.00 \text{ m}$

Diseño de las obras propuestas sobre el cauce natural.

Tramo L-P del Km 2+250 a Km. 3+600

I Datos de proyecto.

Gasto de Diseño; $Qd = 144.84 \text{ m}^3/\text{s}$.

Diámetro de la boveda; $D = 6.00 \text{ m}$

Pendiente; $S = 0.008$

Coefficiente de rugocidad; $n = 0.015$

II Relaciones utilizadas con respecto al diámetro.

$\frac{d}{D}, \frac{A}{D^2}, \frac{p}{D}, \frac{r}{D}$

D = Diámetro de la boveda

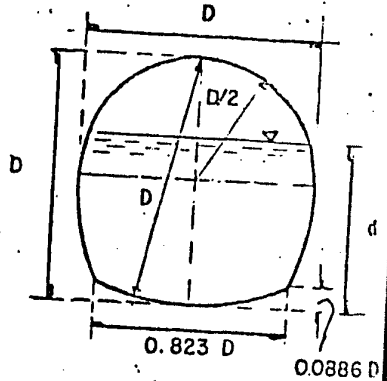
d = Tirante de trabajo

A = Area hidráulica

p = Perímetro mojado

r = Radio hidráulico

v = Velocidad del flujo



III Fórmulas.

$Q = vA$

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

IV Desarrollo de la sección

Hipótesis de trabajo.

$\frac{d}{D} = 0.85; \frac{A}{D^2} = 0.7554; \frac{p}{D} = 2.4716; \frac{r}{D} = 0.3056$

TRAMO	D	d	A	p	r	v
L-P	6.00	5.10	27.19	14.83	1.833	9.93

V Comprobación.

Sustituyendo en
$$v_c = \frac{1}{n} r^{2/3} S^{1/2}$$

Si $Q_c = v A = 8.93 \times 27.19 = 242.81 \text{ m}^3/\text{s}$

Se tiene: $Q_c > Q_d$

Siendo: Q_c el gasto de trabajo

Por tanto: $242.81 > 144.84$

TRAMO	Q_c	Q_d
L-P	242.81	144.84

$$S_1 \quad D = 6 \text{ m}$$

$$\frac{d}{D} = 0.85$$

$$d = 0.85 (6) = 5.10 \text{ m}$$

$$\frac{A}{D^2} = 0.7554$$

$$A = 0.7554 (6)^2 = 27.19 \text{ m}^2$$

$$\frac{P}{D} = 2.4716$$

$$P = 2.4716 (6) = 14.83 \text{ m}$$

$$\frac{r}{D} = 0.3056$$

$$r = 0.3056 (6) = 1.833$$

$$r^{2/3} = 1.497$$

$$V_c = \frac{1}{0.015} (1.497) (0.008)^{1/2} = 8.93 \text{ m/s}$$

$$Q_c = 8.93 (27.19) = 242.81 \text{ m}^3/\text{s}$$

TRAMO P-S

K 3+600 AL K 3+700

I.- Datos de proyecto.

Gasto de diseño ; $Q_d = 155.57 \text{ m}^3/\text{s}$

Pendiente ; $S = 0.0065$

Coef. de Manning ; $n = 0.015$

Velocidad de diseño $v = 7.10 \text{ m/s}$

Talud 1:1

Canal trapecial de sección tipo I

II.- Formulas

De continuidad

$$Q = Av$$

De Manning.

$$Q = \frac{1}{n} Ar^{2/3} S^{1/2}$$

De Area

$$A = (b + ky) y$$

Perímetro mojado

$$P = b + 2y\sqrt{k^2 + 1}$$

Radio hidráulico

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

III.- Desarrollo

$$Q = \frac{1}{n} Ar^{2/3} S^{1/2} \Rightarrow \frac{Qn}{S^{1/2}} = Ar^{2/3}$$

$$\frac{(155.57)(0.015)}{(0.0065)^{1/2}} = Ar^{2/3}$$

$$28.94 = Ar^{2/3}$$

Por medio de iteraciones se resuelve la anterior ecuación.

y	b	A	P	r	r^3	$A \cdot r^3$	\bar{v}
m	m	m^2	m	m			m/s
2.00	9.00	22.00	14.66	1.50	1.31	28.8	7.07
2.10	9.00	23.31	14.94	1.49	1.31	30.44	6.67
2.03	9.00	22.39	14.74	1.52	1.32	29.57	6.94
2.01	9.00	22.13	14.69	1.51	1.32	29.12	7.02

Tirante

$$y = 2.00 \text{ m}$$

Bordo Libre

$$BL = 1.00 \text{ m}$$

Altura total

$$h = 3.00 \text{ m.}$$

TRAMO S-X

K 3+900 AL K 5+100

I.- Datos de proyecto:

Gasto de diseño ; $Q = 160.06 \text{ m}^3/\text{s}$
Pendiente ; $s = 0.006$
Coef de Manning ; $n = 0.015$
Talud ; 1:1

Canal trapecial de seccion tipo I

II.- Formulas:

De continuidad.

$$Q = AV$$

De Manning

$$Q = \frac{1}{n} Ar^{2/3} s^{1/2}$$

De Area

$$A = (b + ky)y$$

Perimetro mojado

$$P = b + 2y\sqrt{k^2 + 1}$$

Radio hidraulico

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

III.- Desarrollo

$$Q = \frac{1}{n} Ar^{2/3} s^{1/2} \Rightarrow \frac{Qn}{s^{1/2}} = Ar^{2/3}$$

$$\frac{(160.06)(0.015)}{(0.006)^{1/2}} = Ar^{2/3}$$

$$31.00 = Ar^{2/3}$$

Para resolver esta ultima ecuacion es por medio de iteraciones.

y	b	A	P	r	$r^{2/3}$	$Ar^{2/3}$	\bar{m}
m	m	m ²	m	m			m/s
2.10	9.00	23.31	14.94	1.56	1.34	31.34	6.86
2.09	9.00	23.17	14.91	1.55	1.34	31.07	6.90
2.08	9.00	23.05	14.89	1.55	1.34	30.84	6.94

Tirante $y = 2.09$ m.
 Bordo Libre $B_L = 0.91$ m.
 Altura total $h = 3.00$ m.

TRAMO X-Z_s

K 5+100 AL K 5+900

I.- Datos de proyecto

Gasto de diseño	;	$Q = 166.40 \text{ m}^3/\text{s}$
Pendiente	;	$S = 0.006$
Coef. de Manning	;	$n = 0.015$
Talud	;	1:1

Canal trapecial de sección tipo II

II.- Fórmulas

De continuidad

$$Q = Av$$

De Manning

$$Q = \frac{1}{n} Ar^{2/3} S^{1/2}$$

Area

$$A = (b + ky)y$$

Perímetro

$$P = b + 2y\sqrt{k^2 + 1}$$

Radio hidráulico

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

III.- Desarrollo.

$$Q = \frac{1}{n} Ar^{2/3} S^{1/2} \Rightarrow \frac{Qn}{S^{1/2}} = Ar^{2/3}$$

$$\frac{(166.40)(0.015)}{(0.006)^{1/2}} = Ar^{2/3}$$

$$32.22 = Ar^{2/3}$$

Para resolver esta última ecuación es por medio de iteraciones

y	b	A	P	r	$r^{2/3}$	$Ar^{2/3}$	\sqrt{V}
m	m	m ²	m	m			m/s
2.00	6.00	16.00	11.66	1.37	1.23	19.75	10.4
2.50	6.00	21.25	13.08	1.63	1.38	29.36	7.83
2.60	6.00	22.36	13.36	1.67	1.41	31.51	7.44
2.70	6.00	23.49	13.64	1.72	1.44	33.74	7.08
2.65	6.00	22.92	13.50	1.70	1.42	32.60	7.26
2.64	6.00	22.81	13.47	1.69	1.42	32.39	7.30

Tirante

$$y = 2.64 \text{ m}$$

Bordo Libre

$$BL = 0.86 \text{ m}$$

Altura total

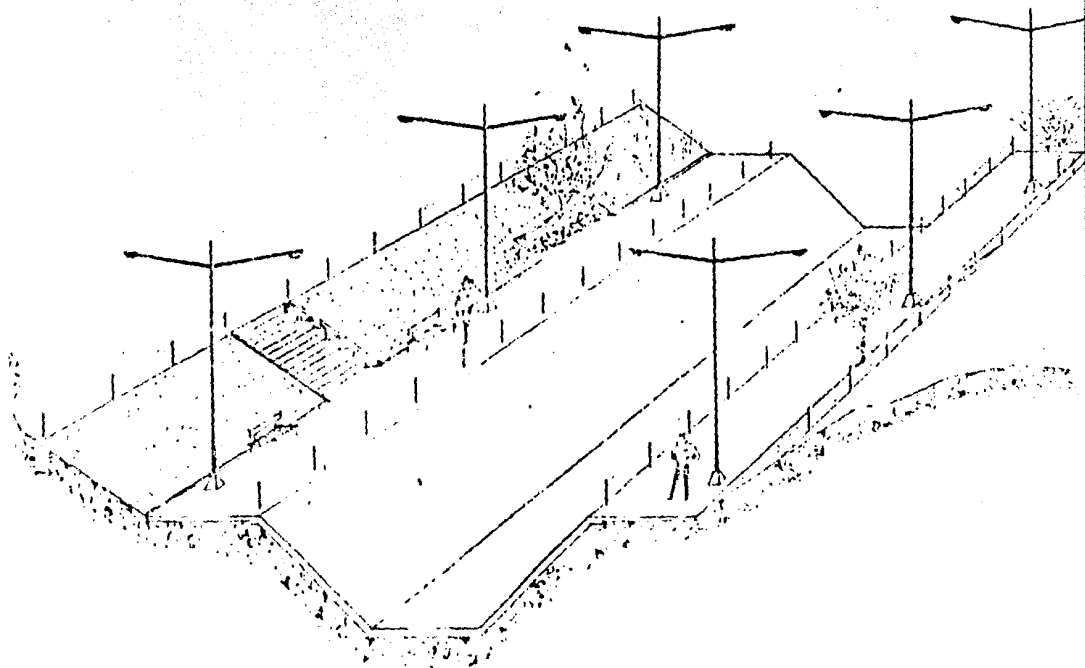
$$h = 3.50 \text{ m}$$

LIMITE DE PROPIEDAD

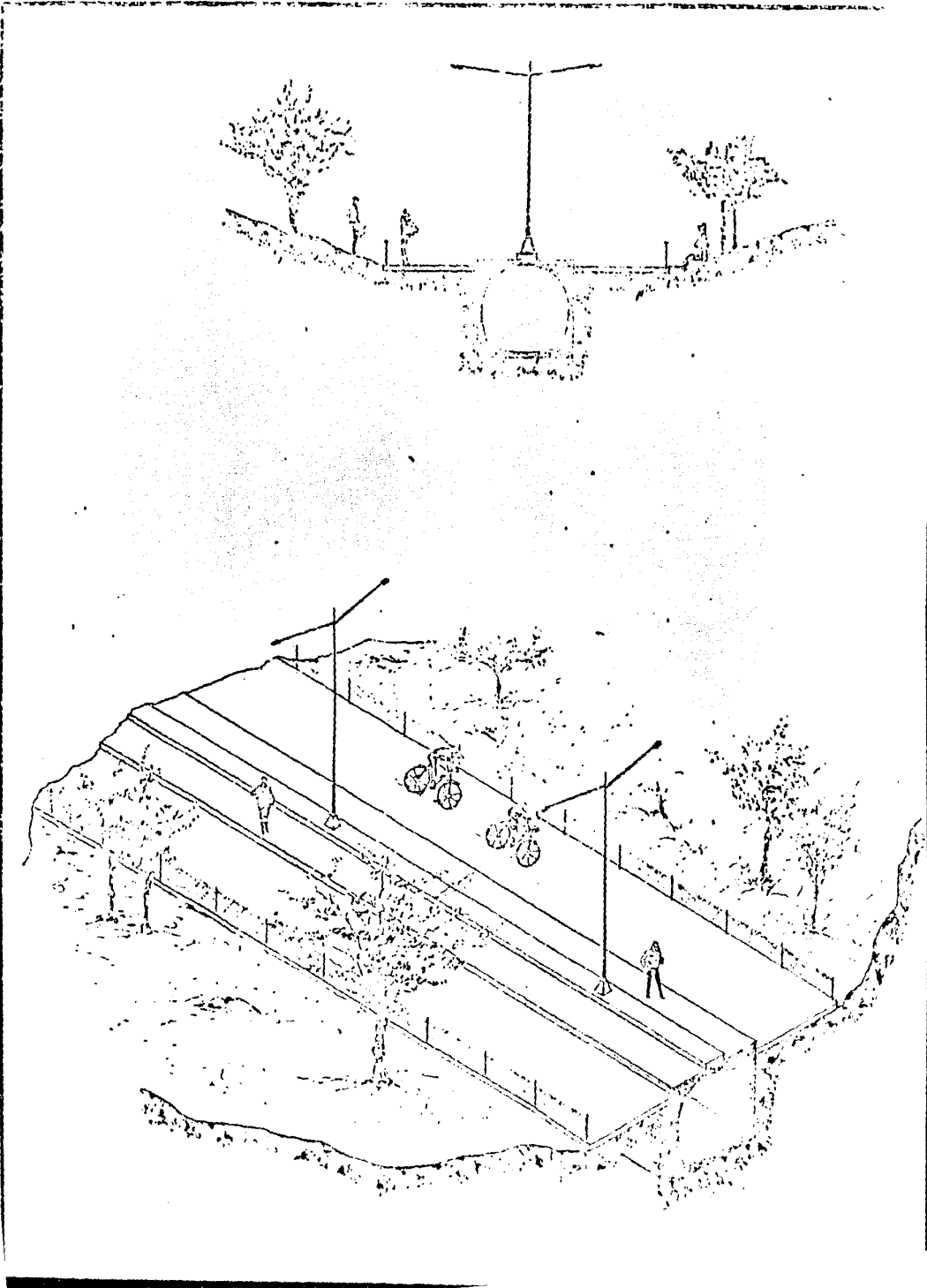
LIMITE DE PROPIEDAD

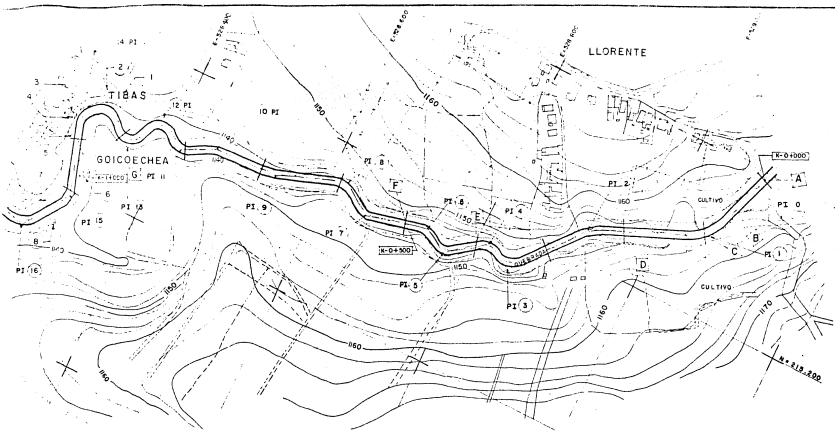
BARANDAL

BARANDAL



GRAFICA 4.2





SISTEMAS HIDRAULICOS ALTERNATIVOS

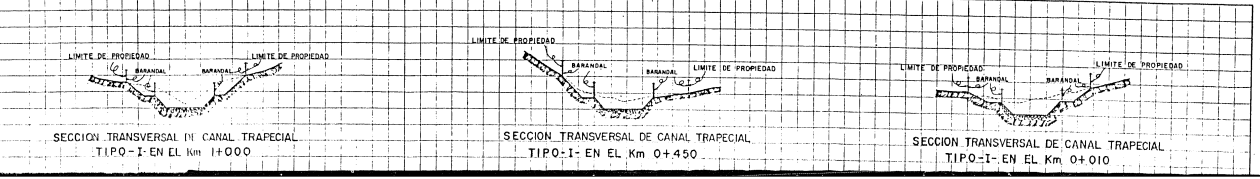
CANAL REVESTIDO	SECCION	CARACTERISTICAS				
		b	h	d	c	10/d
	TIPO I	9.00	3.00	3.00	2.1	1:1
	TIPO II	6.00	3.50	3.00	1.9	1:1
	TIPO III	4.00	4.00	3.00	1.8	1:1
DUCTO CERRADO	SECCION	CARACTERISTICAS				
		b	h	d	c	10/d
	TIPO I	6.00	6.00	3.00	12	
	TIPO II	7.00	7.00	3.00	13	
CANAL SIN REVESTIR	SECCION	CARACTERISTICAS				
		b	h	d	c	10/d
		TIPO I	5.0	3.00	3.00	65
TIPO II	24	4.00	3.00	42	15:1	
TIPO III	15	5.00	3.00	36	15:1	

DATOS DEL PROYECTO	
SISTEMA	PROYECTO
ELIMINACION	PROYECTO
VERTIDO	PROYECTO
AREA DRENADA	PROYECTO
PERIODO DE RETENCION	PROYECTO

SIMBOLOGIA

- PERFIL DE TERRENO MÍNIMA PROGRESIVA
- PERFIL DEL TERRENO NATURAL
- ENTUBAMIENTO (SECCION RECTANGULAR)
- POZO DE VISITA TIPO ESPECIAL
- CAJA DE UNION DE CONCRETO REFORZADO
- ENTRADA DE AGUA
- ELEVACION DE TERRENO
- ELEVACION DE PLANTILLA
- LONGITUD-PENDIENTE-DIAMETRO
- POZO DE VISITA
- ESTRUCTURA DE DESCARGA
- CANAL REVESTIDO TIPO I
- CANAL REVESTIDO TIPO II
- Nº DE AFECTACION
- BOVEDA

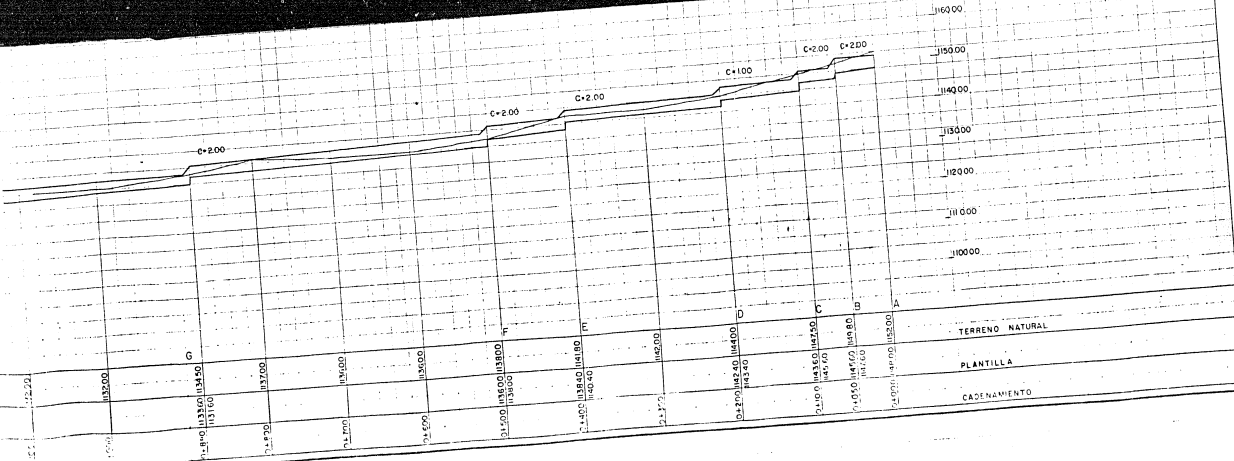
PI	Δ	G
1	47°30'	1.6°
2	27°30'	2.1°
3	75°40'	4.5°
4	61°25'	5.0°
5	67°50'	6.0°
6	46°14'	4.7°
7	47°10'	3.5°
8	53°50'	3.2°
9	17°11'	1.0°
10	25°10'	2.4°
11	67°00'	3.0°
12	84°10'	4.8°
13	86°00'	5.5°
14	47°00'	4.8°
15	52°00'	2.8°
16	71°30'	2.5°



NOTAS:

1.- DEL Km 1+000 AL Km 1+100 ES CANAL TRAPEZIAL DE 9.00m DE BASE DE SECCION TIPO I REVESTIDO CON UN ANCHO TOTAL

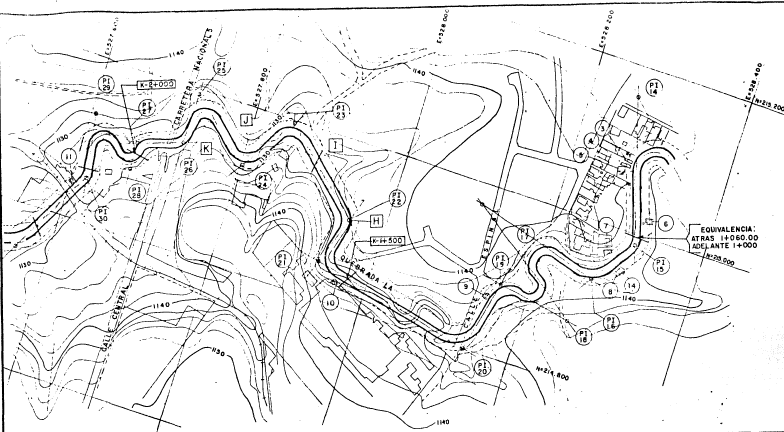
DESARROLLO URBANO EN ESTE PARQUE LINEAL.
 2 - ACOTACIONES Y ELEVACIONES EN METROS, ESTACIONES EN KILOMETROS, EXCEPTO LAS INDICADAS EN OTRA UNIDAD



CADENAMIENTO	TRAMO	HIDRAULICAS		SECCION CADA REVEST	
		LONGITUD	PENDIENTE	m	m
0+000 A 0+050	A-B	50	6.5	1	2
0+050 A 0+100	B-C	50	6.5	1	2
0+100 A 0+200	C-D	100	6.5	1	2
0+200 A 0+400	D-E	200	6.5	1	2
0+400 A 0+500	E-F	100	6.5	1	2
0+500 A 0+600	F-G	100	6.5	1	2

ESCALA GRAFICA
 1:2000

UNIVERSIDAD DE INGENIERIA
TESIS PROFESIONAL
 PROYECTO PARA RECOGER LOS RESIDUOS
 PRODUCIDOS POR LAS INDUSTRIAS EN LA
 QUEBRADA FLORA
 CALLE 10 N. AN. DADA AL V.M. DADA



SISTEMAS HIDRAULICOS ALTERNATIVOS

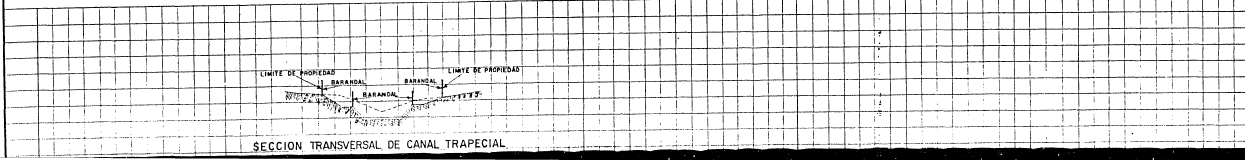
CANAL REVESTIDO	SECCION	CARACTERISTICAS				
		b	n	g	c	TALUD
	TIPO I	9.00	3.00	3.00	21.00	1:1
	TIPO II	6.00	3.50	3.00	18.00	1:1
	TIPO III	4.00	4.50	3.00	18.00	1:1
DUCTO CERRADO	SECCION	CARACTERISTICAS				
		D	D	g	c	
	TIPO I	6.00	6.00	3.00	12.00	
	TIPO II	7.00	7.00	3.00	13.00	
CANAL SIN REVESTIR	SECCION	CARACTERISTICAS				
		b	n	g	c	TALUD
		TIPO I	30.00	3.00	3.00	65.00
TIPO II	24.00	4.00	3.00	42.00	1.5:1	
TIPO III	15.00	5.00	3.00	36.00	1.5:1	

SISTEMA	ELIMINACION	VERTIDO	AREA DRENADA	PERIODO DE RETORNO
...

SIMBOLOGIA

- PERFIL DE BASANTE MINIMA PROPUESTA
- PERFIL DEL TERRENO NATURAL
- ENTUBAMIENTO (SECCION CIRCULAR)
- POZO DE VISITA TIPO ESPECIAL
- CAJA DE UNION DE CONCRETO REFORZADO
- ENTRADA DE AGUA
- ELEVACION DE TERRENO
- ELEVACION DE PLANTILLA
- LONGITUD - PENDIENTE - DIAMETRO
- POZO DE VISITA
- ESTRUCTURA DE DESCARGA
- CANAL REVESTIDO TIPO I
- CANAL REVESTIDO TIPO II
- N° DE AFECTACION
- BOVEDA

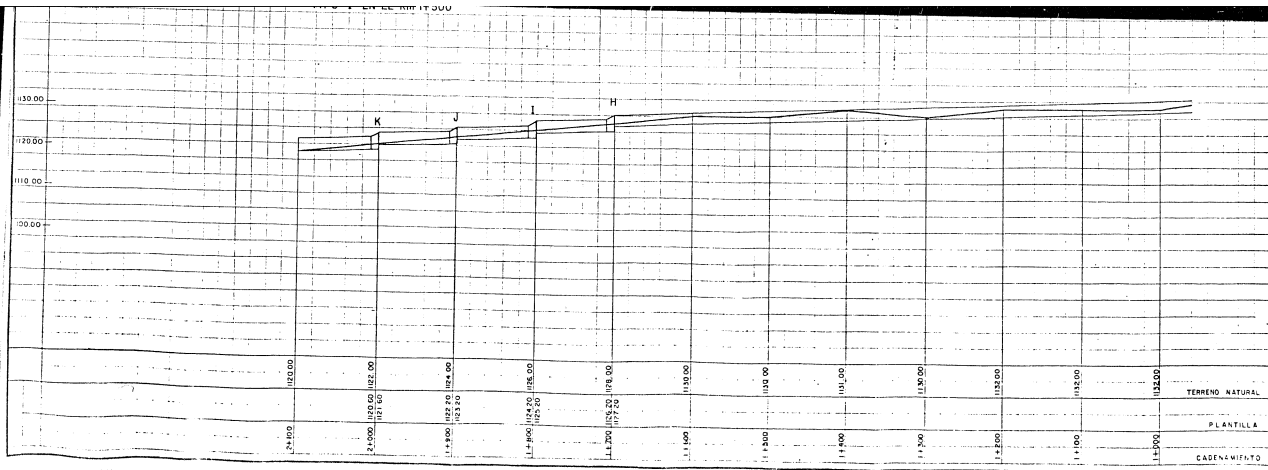
PI	A	G
14	167° 40'	46°
15	52° 00'	28°
16	71° 30'	25°
17	91° 00'	60°
18	153° 00'	80°
19	86° 00'	46°
20	80° 30'	80°
21	81° 30'	48°
22	61° 00'	48°
23	98° 00'	45°
24	93° 00'	25°
25	127° 00'	65°
26	71° 00'	40°
27	79° 30'	100°
28	135° 30'	110°
29	139° 30'	72°



ESCALA GRAFICA



ESCALA 1:2000



NOTAS.

DEL KM 1+000 AL KM 2+100 ES CANAL TRAPEZIAL DE 9.00 DE BASE DE SECCION TIPO 1, REVESTIDO CON UN ANCHO TOTAL INCLUYENDO EL DERECHO DE VIA DE 30.00m DE ACUERDO CON EL PLAN CONCEPTUAL DE DESARROLLO URBANO; EN ESTE TRAMO SE CONSTRUYA UN PARQUE LINEAL.
 ACOTACIONES Y ELEVACIONES EN METROS, ESTACIONES EN KILOMETROS, EXCEPTO LAS INDICADAS EN OTRA UNIDAD.

CARACTERISTICAS HIDRAULICAS

CADENAMIENTO TRAMO	LONGITUD	PENDIENTE	SECCION	CA. DE
Km	M	M/M	TIPO	M
0+880A 1+700	820	6.5	1	1
1+700A 1+800	100	6.5	1	1
1+800A 1+900	100	6.5	1	1
1+900A 2+000	100	6.5	1	1

U N I V E R S I D A D

FACULTAD DE INGENIERIA

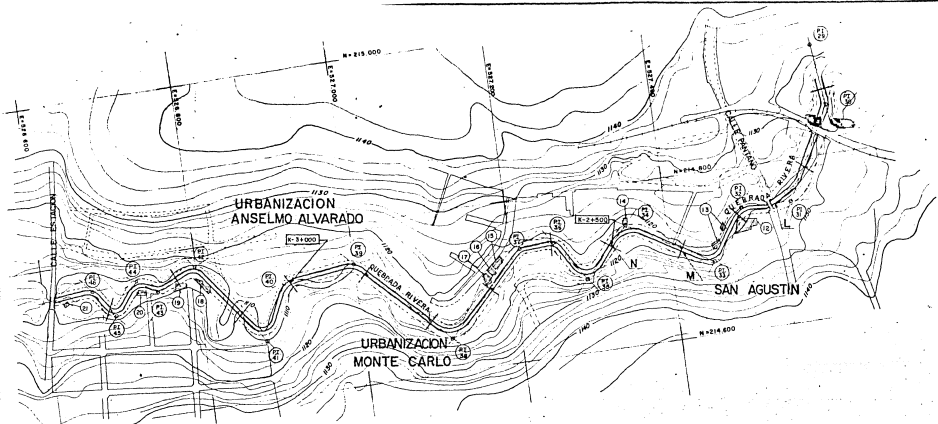
TESIS PROFESIONAL

PROYECTO PARA RESOLVER LOS PROBLEMAS PROVOCADOS POR LAS INUNDACIONES EN LA CUEBRADA RIVERA.

CANALIZACION KM 1+000 AL KM 2+100

NOTE A: MEJORA DE...

PLANO N° 2



SISTEMAS HIDRAULICOS ALTERNATIVOS

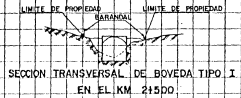
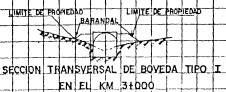
CANAL REVESTIDO	SECCION	CARACTERISTICAS				
		b	h	s	c	1/100
	TIPO I	9.00	3.00	3.00	21.00	1:1
	TIPO II	6.00	3.50	3.00	19.00	1:1
	TIPO III	4.00	4.00	3.00	18.00	1:1
DUCTO CERRADO	SECCION	CARACTERISTICAS				
		b	h	s	c	
	TIPO I	6.00	6.00	3.00	19.00	
	TIPO II	7.00	7.00	3.00	19.00	
CANAL SIN REVESTIR	SECCION	CARACTERISTICAS				
		b	h	s	c	1/100
		TIPO I	50.00	3.00	3.00	65.00
TIPO II	24.00	4.00	3.00	42.00	15:1	
TIPO III	15.00	5.00	3.00	36.00	15:1	

DATOS DE PROYECTO		
SISTEMA	PLUVIAL	FORMULAS EMPLEADAS
ELIMINACION	GRAVEDAD	Q=Cv 1/360
VERTIDO	NO VIRILLA	Q=Cv
AREA DRENADA	489 ha	Q=Cv 2/3 1/2 A
PERIODO DE RETORNO (FRECUENCIA) 5 AÑOS		

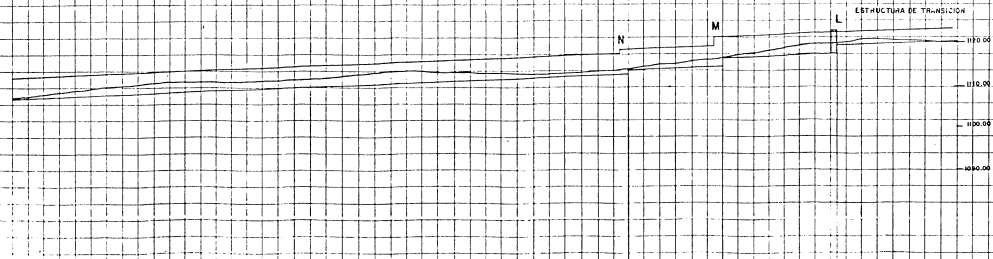
SIMBOLOGIA

- PERFIL DE RASANTE MINIMA PROPUESTA
- PERFIL DEL TERRENO NATURAL
- ENTUBAMIENTO (SECCION RECTANGULAR)
- CAJA DE VISITA TIPO ESPECIAL
- ENTRADA DE AGUA
- ELEVACION DE TERRENO
- ELEVACION DE PLANTILLA
- LONGITUD-PENDIENTE-DIAMETRO
- POZO DE VISITA
- ESTRUCTURA DE DESCARGA
- CANAL REVESTIDO TIPO I
- CANAL REVESTIDO TIPO II
- Nº DE AFECTACION
- BOVEDA

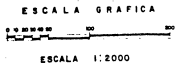
P.I.	Δ
29	39°30' I
30	36°30' O
31	55°45' O
32	5°30' O
33	8°15' O
34	74°45' I
35	10°45' O
36	59°15' I
37	4°30' I
38	3°0' O
39	52°0' I
40	57°30' I
41	107°25' O
42	80°0' I
43	68°30' O
44	83°15' I



NOTAS:
A) DEL KM 2+100 AL KM 2+250 ES CANAL TRAFICADA DE 9.00 M DE SECCION TIPO I REVESTIDO



- DESARROLLO URBANO; EN ESTE TRAMO SE CONSTRUIRA UN PARQUE LINEAL
- B)- DEL KM 2+250 AL KM 3+400 ES DUCTO CERRADO (BOVEDA) CON LAS CARACTERISTICAS INDICADAS EN EL CUADRO DE SISTEMAS HIDRAULICOS ALTERNATIVOS
- C)- EL ANCHO TOTAL EN EL ENVOVEDAMIENTO INCLUYENDO EL DERECHO DE VIA ES DE 15.00 M Y EL ANCHO TOTAL EN CANALIZACION INCLUYENDO TAMBIEN EL DERECHO DE VIA ES DE 30.00 M.
- D)- ACOTACIONES Y ELEVACIONES EN METROS; ESTACIONES EN KILOMETROS, EXCEPTO LAS INDICADAS EN OTRA UNIDAD.



2+200	1108.00	1108.00		
2+2100	1108.00	1108.00		
2+2200	1108.00	1108.00		
2+2300	1108.00	1108.00		
2+2400	1108.00	1108.00		
2+2500	1108.00	1108.00		
2+2600	1108.00	1108.00		
2+2700	1108.00	1108.00		
2+2800	1108.00	1108.00		
2+2900	1108.00	1108.00		
2+3000	1108.00	1108.00		
2+3100	1108.00	1108.00		
2+3200	1108.00	1108.00		
2+3300	1108.00	1108.00		
2+3400	1108.00	1108.00		
2+3500	1108.00	1108.00		
2+3600	1108.00	1108.00		
2+3700	1108.00	1108.00		
2+3800	1108.00	1108.00		
2+3900	1108.00	1108.00		
2+4000	1108.00	1108.00		
2+4100	1108.00	1108.00		
2+4200	1108.00	1108.00		
2+4300	1108.00	1108.00		
2+4400	1108.00	1108.00		
2+4500	1108.00	1108.00		
2+4600	1108.00	1108.00		
2+4700	1108.00	1108.00		
2+4800	1108.00	1108.00		
2+4900	1108.00	1108.00		
2+5000	1108.00	1108.00		
2+5100	1108.00	1108.00		
2+5200	1108.00	1108.00		
2+5300	1108.00	1108.00		
2+5400	1108.00	1108.00		
2+5500	1108.00	1108.00		
2+5600	1108.00	1108.00		
2+5700	1108.00	1108.00		
2+5800	1108.00	1108.00		
2+5900	1108.00	1108.00		
2+6000	1108.00	1108.00		
2+6100	1108.00	1108.00		
2+6200	1108.00	1108.00		
2+6300	1108.00	1108.00		
2+6400	1108.00	1108.00		
2+6500	1108.00	1108.00		
2+6600	1108.00	1108.00		
2+6700	1108.00	1108.00		
2+6800	1108.00	1108.00		
2+6900	1108.00	1108.00		
2+7000	1108.00	1108.00		
2+7100	1108.00	1108.00		
2+7200	1108.00	1108.00		
2+7300	1108.00	1108.00		
2+7400	1108.00	1108.00		
2+7500	1108.00	1108.00		
2+7600	1108.00	1108.00		
2+7700	1108.00	1108.00		
2+7800	1108.00	1108.00		
2+7900	1108.00	1108.00		
2+8000	1108.00	1108.00		
2+8100	1108.00	1108.00		
2+8200	1108.00	1108.00		
2+8300	1108.00	1108.00		
2+8400	1108.00	1108.00		
2+8500	1108.00	1108.00		
2+8600	1108.00	1108.00		
2+8700	1108.00	1108.00		
2+8800	1108.00	1108.00		
2+8900	1108.00	1108.00		
2+9000	1108.00	1108.00		
2+9100	1108.00	1108.00		
2+9200	1108.00	1108.00		
2+9300	1108.00	1108.00		
2+9400	1108.00	1108.00		
2+9500	1108.00	1108.00		
2+9600	1108.00	1108.00		
2+9700	1108.00	1108.00		
2+9800	1108.00	1108.00		
2+9900	1108.00	1108.00		
3+000	1108.00	1108.00		
3+0100	1108.00	1108.00		
3+0200	1108.00	1108.00		
3+0300	1108.00	1108.00		
3+0400	1108.00	1108.00		
3+0500	1108.00	1108.00		
3+0600	1108.00	1108.00		
3+0700	1108.00	1108.00		
3+0800	1108.00	1108.00		
3+0900	1108.00	1108.00		
3+100	1108.00	1108.00		
3+1100	1108.00	1108.00		
3+1200	1108.00	1108.00		
3+1300	1108.00	1108.00		
3+1400	1108.00	1108.00		
3+1500	1108.00	1108.00		
3+1600	1108.00	1108.00		
3+1700	1108.00	1108.00		
3+1800	1108.00	1108.00		
3+1900	1108.00	1108.00		
3+200	1108.00	1108.00		

TERRENO NATURAL
PLANTILLA
CADENAMIENTO

UNAM

FACULTAD DE INGENIERIA

TESIS PROFESIONAL

PROYECTO PARA RESOLVER LOS PROBLEMAS PROVOCADOS POR LAS INUNDACIONES EN LA QUEBRADA RIVERA.

ENVOVEDAMIENTO KM 2+100 AL KM 3+200

JOSE A MENDOZA CORCOVA

PLANO N°3

DATOS DE PROYECTO

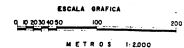
SISTEMA	FLUVIAL	FORMULAS T.M. LEAL
ELIMINACION	GRAVEDAD	Q ² CA 1/24
VERTIDO	RIO VIRILLA	Q ² V
AREA DRENADA	419 H ²	Q ² = 2/25 KUZ ²
PERIODO DE RETORNO DE FRECUENCIAS AÑOS		

NOTAS:

- A) DEL KM 3+400 AL KM 3+600 ES CUNETA BOVEDA, CON LAS CARACTERISTICAS INDICADAS EN EL CUADRO DE SISTEMAS HIDRAULICOS ALTERNATIVOS
- B) DEL KM 3+600 AL KM 4+100 EL CANAL TRAPEZOIDAL DE 900 DE BASE DE SECCION TIPO I REVISTIDO DE ACUERDO CON EL PLAN CONCEPTUAL DE DESARROLLO URBANO. EN ESTE TRAMO SE CONSTRUIRA UN PARQUE LINEAL
- C) EL ANCHO TOTAL EN EL ENBOVEDAMIENTO INCLUYENDO EL DERECHO DE VIA ES DE 15.00 Y EL ANCHO TOTAL DE LA CANALIZACION INCLUYENDO TAMBIEN EL DERECHO DE VIA ES DE 30.00
- D) ACOTACIONES Y ELEVACIONES EN METROS, ESTACIONES EN KILOMETROS, EXCEPTO LAS INDICADAS EN OTRA UNIDAD.

SIMBOLOGIA

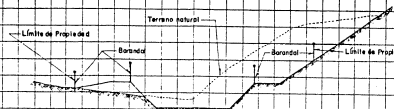
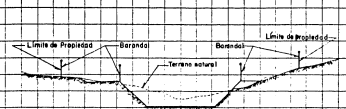
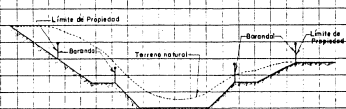
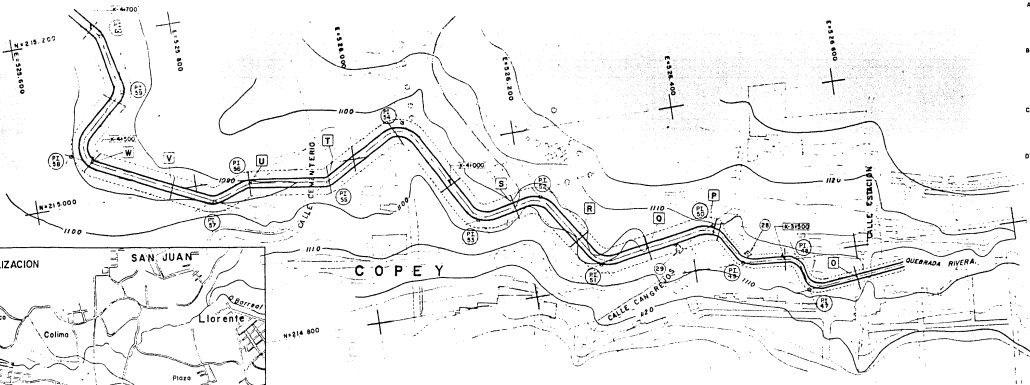
- PERFIL DE RAZANTE MINIMA PROPUESTA
- PERFIL DEL TERRENO NATURAL
- ENTUBAMIENTO (SECCION HECTANGULAR)
- POZO DE VISITA TIPO ESPECIAL
- CAJA DE UNION DE CONCRETO REFORZADO
- ENTRADA DE AGUA
- ELEVACION DE TERRENO
- ELEVACION DE PLANTILLA
- LONGITUD - PENDIENTE - DIAMETRO
- POZO DE VISITA
- ESTRUCTURA DE DESCARGA
- CANAL REVISTIDO TIPO I
- CANAL REVISTIDO TIPO II
- Nº DE AFECTACION
- BOVEDA



P.I	A
4.5	112' 20"
4.6	66' 0"
4.7	84' 0"
4.8	75' 0"
4.9	50' 50"
5.0	69' 5"
5.1	65' 50"
5.2	66' 50"
5.3	77' 0"
5.4	88' 0"
5.5	84' 10"
5.6	20' 45"
5.7	45' 0"
5.8	11' 35"
5.9	58' 35"
6.0	3' 45"

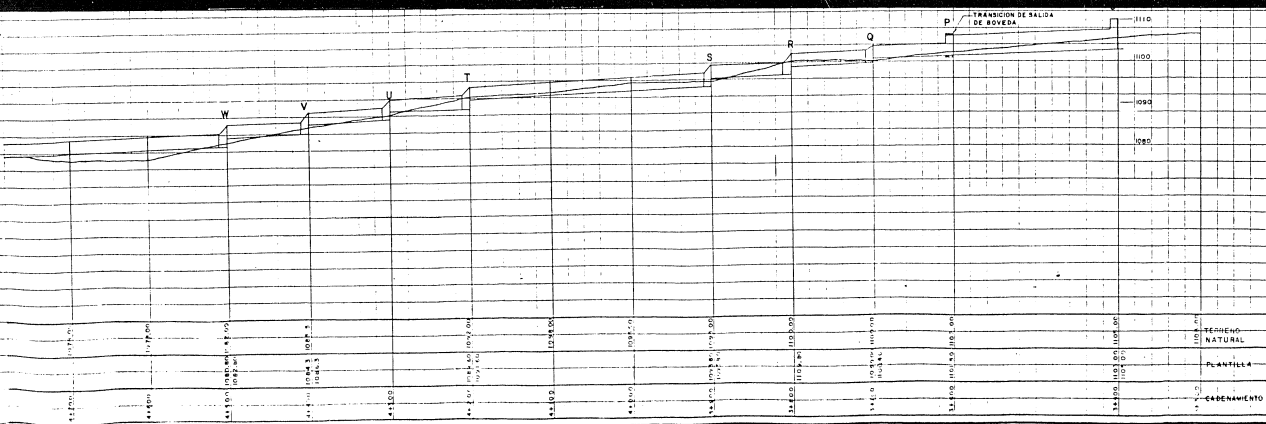
CARACTERISTICAS HIDRAULICAS

CADENAMIENTO	TRAMO	LONGITUD M	PENDIENTE M/M	SECCION CAIDA TIPO	M
34600 A 34600	Q-P	2.00	8.5	BOVEDA	TRANS
34600 A 34700	P-Q	100	6.5	CANAL	1
34700 A 34800	Q-R	100	6.5	CANAL	2
34800 A 34900	R-S	100	6.5	CANAL	2
34900 A 44200	S-T	300	6.5	CANAL	2
44200 A 44300	T-U	100	6.5	CANAL	2
44300 A 44400	U-V	100	6.5	CANAL	2
44400 A 44500	V-W	100	6.5	CANAL	2



SISTEMAS HIDRAULICOS ALTERNATIVOS

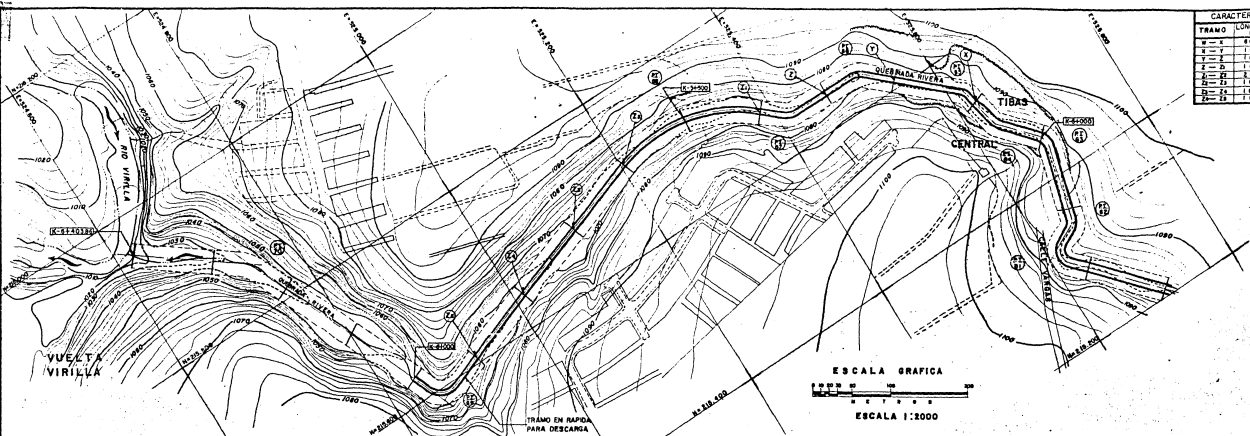
CANAL REVISTIDO	SECCION	CARACTERISTICAS				
		b	a	c	h (m)	
	TIPO I	9.00	3.00	3.00	24.00	1.1
	TIPO II	6.00	3.50	3.00	19.00	1.1



DUCTO CERRADO		CARACTERISTICAS				
TIPO	SECCION	b	h	d	t	
TIPO I		6.00	6.00	4.50	15.00	
TIPO II		7.00	7.00	4.00	15.00	

CANAL SIN REVESTIR		CARACTERISTICA				
TIPO	SECCION	b	h	e	T ₁	T ₂
TIPO I		30.00	3.00	3.00	65.00	15.00
TIPO II		24.00	4.00	3.00	42.00	15.00
TIPO III		15.00	5.00	3.00	36.00	15.00

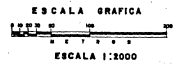
UNAM	FACULTAD DE INGENIERIA
	TESIS PROFESIONAL
	PROYECTO PARA RESOLVER LOS PROBLEMAS PROVOCADOS POR LAS INUNDACIONES EN LA QUEBRADA RIVERA CANAL DE DRENADO Y EXCAVACIONES KM 24+200 AL KM 44+200
	DR. A. MONTAÑA SANCHEZ PLANO 14



CARACTERÍSTICAS HIDRÁULICAS			
TRAMO	LONGITUD M	PENDIENTE	SECC. CAJAS (TIP) M
M-E	800	6.7	2
N-V	1000	7.0	2
V-E	1000	7.0	2
Z-D	1000	7.0	2
Z-E	2000	7.0	2
Zs	1000	7.0	2
Za	1000	7.0	2
Zs-Za	1000	7.0	2

DATOS DE PROYECTO		
SISTEMA	AL. FIAL	FORMULAS EMPLEADAS
ELIMINACION	1946 ESAD	Q+CA 1/360
VERIFICADO	#3 VIRILLA	Q+AV
AREA DRENADA	48.8 HA	3/2 2/3 1/2 A
PERIODO DE RETORNO (PRESENCIA) AÑOS		

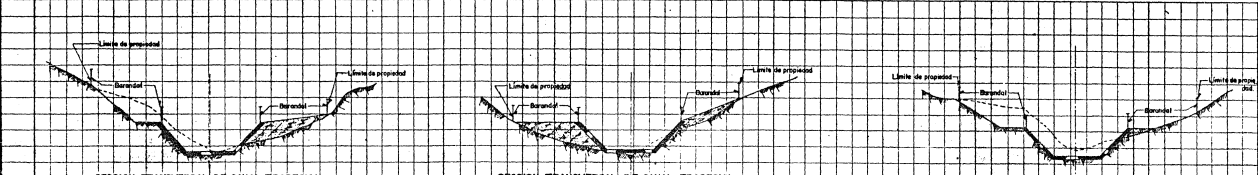
SIMBOLOGIA	
PERFIL DE RASANTE MINIMA PROPUESTA	
PERFIL DEL TERRENO NATURAL	
ENTUBAMIENTO (SECCION CIRCULAR)	
POZO DE VISITA TIPO ESPECIAL	
CAJA DE UNION DE CONCRETO REFORZADO	
ENTRADA DE AGUA	
ELEVACION DE TERRENO	
ELEVACION DE PLANTILLA	
LONGITUD - PENDIENTE - DIAMETRO	
POZO DE VISITA	
ESTRUCTURA DE DESCARGA	
CANAL REVESTIDO TIPO I	
CANAL REVESTIDO TIPO II	
BOVEDA	



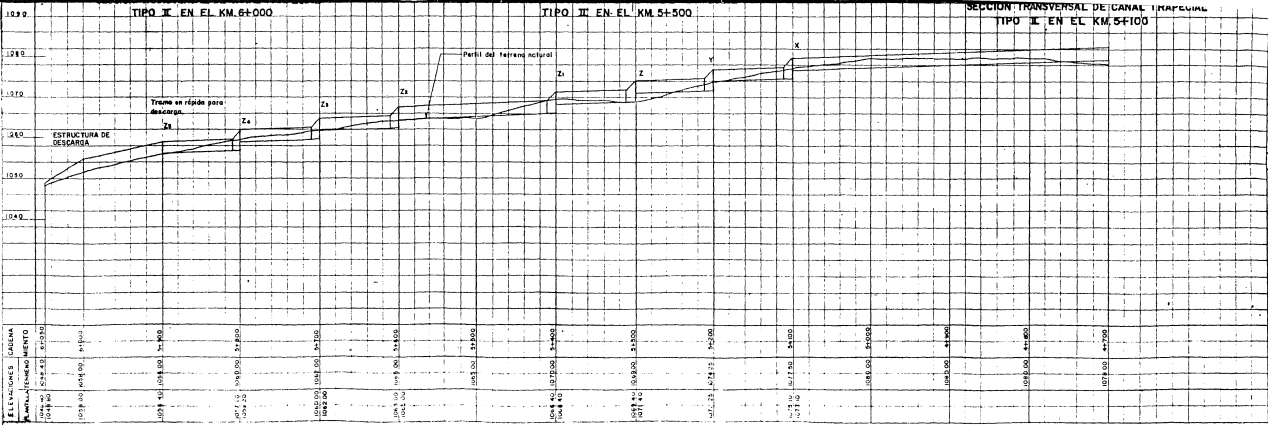
NOTAS-

- a) Del Km. 4+700 al Km. 5+100 es canal trapecial de 800m de sección tipo I.
- b) Del Km. 5+100 al Km. 5+900 es canal trapecial de 600m de sección tipo X.
- c) Los tramos de las matorreras a y b tienen un ancho total incluyendo el derecho de vía de 30.00 m De acuerdo con el plan conceptual de desarrollo urbano, en dichos tramos se construye un parque lineal.
- d) Del Km. 5+900 al 6+050 se propone un tramo en rápida para descarga junto con su estructura.
- e) Del Km. 6+050 a la confluencia con el río Virilla se deja el cauce original de la Quebrada.
- f) Apelesiones y dimensiones en metros excepto los indicados en otra unidad.

R.I.	A
61	106°
62	48°
63	38°15'
64	38°30'
65	41°30'
67	42°
68	61°30'
69	68°32'
70	30°



CANAL REVESTIDO	SECCION	CARACTERÍSTICAS				
		D	H	a	c	ITALICO
TIPO I	800	300	300	2100	1:1	
	900					
	1000					
	1100					
	1200					



SECCION		CARACTERISTICAS				
		b	h	d	c	
DUCTO CERRADO	TIPO III	4.00	4.00	3.00	18.00	1:1
	TIPO I	6.00	6.00	3.00	15.00	
	TIPO II	7.00	7.00	3.00	15.00	
SECCION		CARACTERISTICAS				
		b	h	d	c	(TALUD)
CANAL SIN REVESTIR	TIPO I	50.00	3.00	3.00	65.00	1:1
	TIPO II	24.00	4.00	3.00	42.00	1:1
	TIPO III	1.00	1.00	3.00	20.00	1:1

UNAM

FACULTAD DE INGENIERIA

TESIS PROFESIONAL

PROYECTO PARA RESOLVER LOS PROBLEMAS PROVOCADOS POR LAS INUNDACIONES EN LA QUEBRADA RIVERA.

CANALIZACION I y II

JOSE A. MENENDEZ TOROYA

PLANO 15

CAPITULO 5

PRESUPUESTO DE LAS OBRAS.

5.1 PRESUPUESTO DEL CANAL TRAPEZIAL TIPO I

CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	P. U.	IMPORTE \$
1. Desmonte, desenraice, junta y quema.	Ha.	8	4000.00	32000.00
2. Deshierbe, desenraice y limpia a mano	m ²	80000	10.00	800000.00
3. Formación de terraplenes compactados con seis pasadas de banda de tractor construidos con material producto de las excavaciones o de préstamo lateral	m ³	12000	90.00	1'080,000.00
4. Carga y acarreo a una distancia menor o igual a un kilómetro de material para la formación de terraplenes.	m ³	3500	20.00	70,000.00
5. Suministro de agua para compactación de terraplenes. Acarreo en el primer kilómetro, por metro cúbico de terraplén	m ³	12000	15.00	180,000.00
6. Acarreo de agua en kilómetros subsecuentes al primero (5 km)	m ³ -Km	12000	6.00	72,000.00
7. Excavación con equipo mecánico en material común para formar la cubeta del canal	m ³	18172.	95.00	1'726 340.00
8. Excavación con equipo mecánico en material que requiere ser aflojado con explosivos	m ³	12114	310.00	3'755 340.00
9. Excavación a mano en material común para formar la cubeta del canal	m ³	36344	250.00	9'086 000.00

C O N C E P T O	UNIDAD	CANTIDAD	P.U	IMPORTE \$
10. Excavación a mano en material que requiera ser aflojado con explosivos, para formar la cubeta del canal	m ³	24230	480.00	11'630,400.00
11. Mampostería de 3ª, utilizando piedra de banco, con paramentos rastreados, juntado con mortero cemento-arena 1:3, (exclusivamente para estructuras en contacto con agua), muros con espesor menor de 0.60 m.	m ³	11802	1200.00	14'162,400.00
12. Plantilla de suelo-cemento en zonas de excavación en roca para apoyo del revestimiento.	m ³	1967	970.00	1'907,990.00
13. Construcción de puentes	pza	3	1'100,000.00	3'300,000.00
14. Construcción de caídas	pza	10	220,000.00	2'200,000.00
SUMA				50'002,470.00

5.2 PRESUPUESTO DEL EMBOVEDAMIENTO SECCION TIPO I

C O N C E P T O	UNIDAD	CANTIDAD	P.U	IMPORTE \$
1. Desmonte, desentrañe junta y quema	Ha.	2.03	4000.00	8120.00
2. Deshierbe, desentrañe y limpia a mano	m ³	20250	10.00	202500.00
3. Formación de terraplenes compactados con seis pasadas de banda de tractor construidos con material producto de las excavaciones o de préstamo lateral	m ³	20750	90.00	1'867'500.00
4. Carga y acarreo a una distancia menor o igual a 1 (uno) kilómetro de material para la formación de terraplenes	m ³	6225	20.00	124'500.00
5. Suministro de agua para compactación de terraplenes. Acarreo en el primer kilómetro, por metro cúbico de terraplén.	m ³	20750	15.00	311'250.00
6. Acarreo de agua en kilómetros subsiguientes al primero (5km)	m ³ -km	20750	6.00	124'500.00
7. Excavación con equipo mecánico en material común	m ³	2795	95.00	265'525.00
8. Excavación con equipo mecánico en material que requiera ser aflojado con explosivos	m ³	1816.75	310.00	563'193.00
9. Excavación a mano en material común	m ³	5590	250.00	1'397'500.00

C O N C E P T O

10. Excavación a mano en material que requiera ser aflojado con explosivos
11. Concreto reforzado de $f'_c = 250 \text{ kg/cm}^2$
12. Acero de refuerzo
13. Construcción de puentes
14. Construcción de caídas

UNIDAD	CANTIDAD	P.U	IMPORTE \$
m ³	3773.25	480.00	1'811,160.00
m ³	6960	3000.00	20'880 000.00
Ton.	974.40	32000.00	31'180 800.00
pza	2	1'100,000.00	2'200 000.00
pza	4	220 000.00	880 000.00
			61'816 548.00

SUMA

5.3 PRESUPUESTO DEL CANAL TRAPEZIAL TIPO I y II.

C O N C E P T O	UNIDAD	CANTIDAD	P.U	IMPORTE. \$
1. Desmonte, desenraice junta y quema.	Ha.	9	4000.00	36 000.00
2. Deshierbe, desenraice y limpia a mano	m ²	90000	10.00	900 000.00
3. Formación de terraplenes compactados con seis pasadas de banda de tractor construidos con material producto de las excavaciones o de préstamo lateral	m ³	12800	90.00	1'152 000.00
4. Carga y acarreo a una distancia menor o igual a 1.0 kilómetro de material para la formación de terraplenes	m ³	3840	20.00	76 800.00
5. Suministro de agua para compactación de terraplenes. Acarreo en el primer kilómetro, por metro cúbico de terraplén	m ³	12800	15.00	192 000.00
6. Acarreo de agua con kilómetros subsecuentes al primero (5km)	m ³ -km	12800	6.00	76 800.00
7. Excavación con equipo mecánico en material común para formar la cubeta del canal	m ³	15080	95.00	1'432,600.00
8. Excavación con equipo mecánico en material que requiera ser aflojado con explosivos	m ³	9802	310.00	3'038,620.00

C O N C E P T O

	UNIDAD	CANTIDAD	P.U	IMPORTE \$
9. Excavación a mano en material común para formar la cubeta del canal incluyendo el afine	m ³	30160	250.00	7'540 000.00
10. Excavación a mano en material que requiera ser aflojado con explosivos, para formar la cubeta del canal.	m ³	20358	480.00	9'771 840.00
11. Mampostería de 3ª, utilizando piedra de banco, con paramentos rostreados, juntado con mortero cemento-arena 1:3, (exclusivamente para estructuras en contacto con agua), muros con espesor menor de 0.60 m.	m ³	16446	1200.00	19'735,200.00
12. Plantilla de suelo-cemento en zonas de excavación en roca para apoyo del revestimiento	m ³	2430	970.00	2'357 100.00
13. Construcción de puentes	pza	4	1'100 000.00	4'400 000.00
14. Construcción de caídas	pza	15	220 000.00	3'300 000.00
SUMA				54'008,960.00

5.1 CANAL TRAPEZIAL TIPO I

50'002 470.00

5.2 EMBOVEDAMIENTO SECCION TIPO I

61'816 548.00

5.3 CANAL TRAPEZIAL TIPO I y II

54'008 960.00

SUMA

165'827, 978.00

10% DE INGENIERIA

16'582, 798.00

SUMA

182'410, 776.00

15% ADMINISTRACION E IMPREVISTOS

27'361, 616.00

T O T A L

\$ 209,772,392.00

CONCLUSIONES.

Este trabajo pretende constituirse en una aportación necesaria para tomarse en cuenta en la formulación del plan de desarrollo urbano de la zona, a la vez que estará dando una consideración muy especial a uno de los problemas fundamentales que la afecta, como es el del drenaje pluvial.

Para llevar a efecto el proyecto antes expuesto, se apreciará el uso actual del suelo, el uso potencial del suelo, la infraestructura básica existente, así como las medidas jurídico - administrativas vigentes. Se afinará la estructuración de las obras que integran el sistema hidráulico que regulará los escurrimientos pluviales de la quebrada Rivera.

Además de los fundamentos técnicos, deberán observarse para el proyecto, los aspectos socioeconómicos y ecológicos, así como los relativos a disponibilidad de materiales, procedimientos de construcción y mano de obra local.

Dando todo ello como resultado el beneficio a la comunidad que habita la zona norte metropolitana.

REFERENCIAS

- (1) O. Fuentes. et. al. RELACION ENTRE PRECIPITACION Y ESCURRIMIENTO. Publicación No. A. 1.5, Instituto de investigaciones Eléctricas, C.F.E., México. 1980 pp.1.5.3.
- (2) V. Franco. et. al. PRECIPITACION. Publicación No. A. 1.2, Instituto de Investigaciones Eléctricas, C.F.E., México 1981 pp. 1.2.13
- (3) O. Fuentes., opus cit, p. 1.5.3
- (4) O. Fuentes., opus cit, p. 1.5.10
- (5) Ibidem p. 1.5.8
- (6) R. Domínguez. et. al. AVENIDA DE DISEÑO. Publicación No. A. 1.10, Instituto de Investigaciones -- Eléctricas, C.F.E., México. 1980, p. 1.10.9
- (7) G. Sotelo. HIDRAULICA 11. Facultad de Ingeniería, U.N.A.M., México, 1977, p. 74.
- (8) G. Sotelo opus cit., p.53
- (9) Ibidem, p. 47
- (10) M. Harezowsky. ESCURRIMIENTO A SUPERFICIE LIBRE. Publicación No. A.2.9, Instituto de Investigaciones Eléctricas, C.F.E., México, 1980, p. 2.9.24.
- (11) B. Moguel S. APUNTES DE LA CLASE DE CARRETERAS. Facultad de Ingeniería, U.N.A.M., México, 1972, p. 66
- (12) V. Te Chow. OPEN CHANNEL HYDRAULICS. Mc Graw Hill, U.S.A., 1959, p. 140.

BIBLIOGRAFIA

- 1.- Fuentes, O. Relación entre precipitación y escurrimiento. Instituto de Investigaciones Eléctricas, C.F.E., México, 1980.
- 2.- Franco, Víctor. Precipitación. Instituto de Investigaciones Eléctricas, C.F.E., México, 1981.
- 3.- Domínguez, R. Avenida de diseño. Instituto de Investigaciones Eléctricas, C.F.E., México, 1980.
- 4.- Sotelo Avila, Gilberto. Hidráulica II. Facultad de Ingeniería, U.N.A.M., México, 1977.
- 5.- Berezowsky, M. Escurrimiento a superficie libre. -- Instituto de Investigaciones Eléctricas, C.F.E., México, 1980.
- 6.- Moguel Sarmiento, Bernardo. Apuntes de la clase de carreteras. Facultad de Ingeniería, U.N.A.M., México, 1972.
- 7.- Ven Te Chow. Open channel hydraulics. Mc Graw Hill, U.S.A., 1959.
- 8.- Design of small dams. United States Department of the Interior, Bureau of Reclamation, U.S.A., 1976.