



*República de Colombia*  
*Ministerio de Defensa Nacional*

**UNIVERSIDAD MILITAR  
NUEVA GRANADA**

**MEDICION DEL CANAL Y COMPROBACION DE DISEÑO EN EL CANAL  
RIO MOLINOS EN LA CIUDAD DE BOGOTÁ  
PROYECTO HIDRAULICA II  
- SEGUNDA ENTREGA-**

<b>Presentado Por:</b>	<b>NELSON JAIRO PINEDA</b>	<b>1100130</b>
	<b>HECTOR ADOLFO POSSO MONCADA</b>	<b>1100264</b>
	<b>FRANK VARGAS BELTRAN</b>	<b>1100357</b>

**Presentado A: Ing. Enrique Barreto León**  
**Docente Ingeniería Civil**

**UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL  
BOGOTA, D.C. 2005**

## TABLA DE CONTENIDO

<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>4</b>
<b>1. OBJETIVOS</b> .....	<b>5</b>
1.1. OBJETIVO GENERAL .....	5
1.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS.....	5
<b>2. INFORMACIÓN PRIMARIA</b> .....	<b>6</b>
2.1. PARAMETROS BÁSICOS DEL CANAL .....	6
2.1.1. SECCIONES TÍPICAS.....	6
2.1.1.1. PRIMER TRAMO .....	6
2.1.1.2. SEGUNDO TRAMO .....	7
2.1.1.3. TERCER TRAMO .....	8
2.1.1.4. CUARTO TRAMO .....	9
2.1.1.5. QUINTO TRAMO .....	11
2.2. PERFILES LONGITUDINALES .....	13
2.3. VELOCIDAD DEL FLUJO.....	13
2.4. ÁREAS AFERENTES Y CAUDALES ESPERADOS.....	13
2.5. CONDICIONES DE FLUJO EL DÍA DE LA VISITA .....	13
2.5.1. VEGETACIÓN.....	13
2.5.2. ESTADO DE LA SOLERA .....	14
2.5.3. ESTADO DE LAS PAREDES LATERALES .....	14
2.5.4. ALTURAS DE LA LÁMINA DE AGUA.....	14
<b>3. CALCULOS PARA TRAMOS DEL CANAL</b> .....	<b>15</b>
3.1. CALCULOS DE PARAMETROS DE FLUJO.....	15
3.1.1. CALCULO DEL N DE MANNING .....	15
3.1.2. CALCULO DEL NÚMERO DE FROUDE POR TRAMOS .....	16
3.1.3. CALCULO DE CAUDALES POR ÁREAS AFERENTES .....	16
3.1.4. PERIODO DE DISEÑO.....	18
3.2. VERIFICACIÓN DE DISEÑO UTILIZANDO HEC-RAS 3.1.3. ....	19
<b>4. ANALISIS DE RESULTADOS</b> .....	<b>21</b>
<b>5. CONCLUSIONES</b> .....	<b>23</b>
<b>BIBLIOGRAFIA</b> .....	<b>24</b>
<b>FUENTES DE INFORMACIÓN</b> .....	<b>24</b>
<b>ANEXOS</b>	

## **TABLA DE ANEXOS**

Anexo N° 1. Primer Informe (Recolección de Información Secundaria en el canal de los Molinos en la ciudad de Bogotá con miras a una comprobación de diseño).

Anexo N° 2. Registro fotográfico.

Anexo N° 3. Tablas correspondientes a los cálculos hechos con el programa RAS.

## INTRODUCCIÓN

Este trabajo esta basado específicamente en la verificación de los datos que se encontraron en las diferentes entidades e instituciones acerca del diseño y construcción del Canal Río Molinos de Bogotá.

Para comenzar con la verificación de datos se debe ser conciente de la importancia del diseño de un canal para conducción de aguas de drenaje el cual debe aprovechar al máximo la topografía del terreno con el fin de garantizar la conducción por gravedad, con un costo mínimo, por esto se realizo un examen cuantitativo y cualitativo del canal en cuestión.

Esos datos fueron analizados y se calcularon otros que no podían ser verificados visualmente con el fin de verificar el diseño de los elementos del canal ya que es necesario conocer el origen y la magnitud de los caudales máximos que pueden llegar al canal, la capacidad que tiene para soportar diferentes velocidades, el grado de sedimentación que pueda presentar; ya sea por el tipo de material que lo reviste o por la baja pendiente con la cual se cuenta en el terreno.

En este trabajo se realizo una descripción de los factores que afectan el escurrimiento en el canal, y se presentarán procedimientos de cálculo para la determinación de caudales de creciente, y las áreas aferentes que sitian el canal Río Molinos.

Posteriormente, se hará un análisis sobre los parámetros de flujo para cada transición y sección halladas en el canal Río Molinos y sobre las condiciones de flujo de los mismos tramos medidos, finalmente se darán conclusiones acerca de los datos que se hallaron y de las comparaciones que se puedan obtener al respecto.

## **1. OBJETIVOS**

### **1.1. OBJETIVO GENERAL**

Comparar y verificar la información recolectada del canal Río Molinos en la primera entrega y la obtenida experimentalmente por medio de las mediciones realizadas.

### **1.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS**

Por medio de los datos obtenidos experimentalmente en la medición realizada al canal Río Molinos:

- ❖ Conocer los conceptos básicos del flujo de fluidos en conducciones libres.
- ❖ Conocer, analizar y aplicar los conceptos básicos de movimiento del flujo en canales.
- ❖ Caracterizar el flujo uniforme en canales, métodos de cálculo y diseño de canales.
- ❖ Caracterizar el flujo no uniforme; Gradual y rápidamente variado.

## **2. INFORMACIÓN PRIMARIA**

En este capítulo se expondrán los valores obtenidos para los parámetro solicitados en el informe, los cuales son de mucha importancia para comprobar si el diseño realizado fue el mas recomendado. Los parámetros manejados en este capítulo fueron medidos en campo y soportados por la cartografía del canal “**Río Molinos**”.

### **2.1. PARAMETROS BÁSICOS DEL CANAL**

Los parámetros básicos del canal se obtuvieron mediante cartografía del propio canal, encontrada en la Empresa de Acueducto y alcantarillado de Bogotá (EAAB) y el Instituto de Desarrollo Urbano (IDU). Otra fuente consultada fue la memoria del Canal que se encontró en la Biblioteca de la EAAB. Los anteriores datos se encuentran descritos dentro del primer informe presentado (Anexo 1). Para poder realizar la comparación y verificación del canal, se tomaron una serie de datos en el campo.

#### **2.1.1. SECCIONES TÍPICAS**

Las secciones típicas y transversales del canal “**Río Molinos**” fueron obtenidas de los documentos con los que cuenta la planoteca y biblioteca de la EAAB (Anexo 1). A continuación se presentan las secciones medidas en el sitio cada vez que se encontró cambios en estas ya sea de forma o en los materiales que componen la sección.

##### **2.1.1.1. PRIMER TRAMO**

Este tramo se encuentra ubicado entre la carrera séptima y la Carrera octava A. Este tramo presenta una sección como se muestra en la Figura No 1. Ver fotografías del tramo (Anexo 2). En la Figura No 2, se puede apreciar las longitudes medidas en campo.

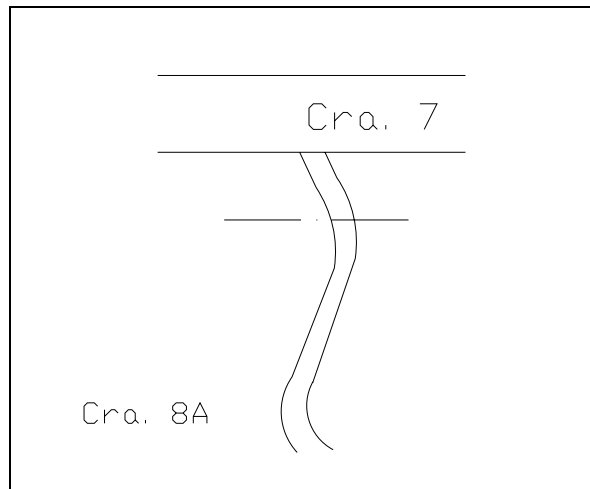


Figura No 1, Bosquejo del primer tramo.

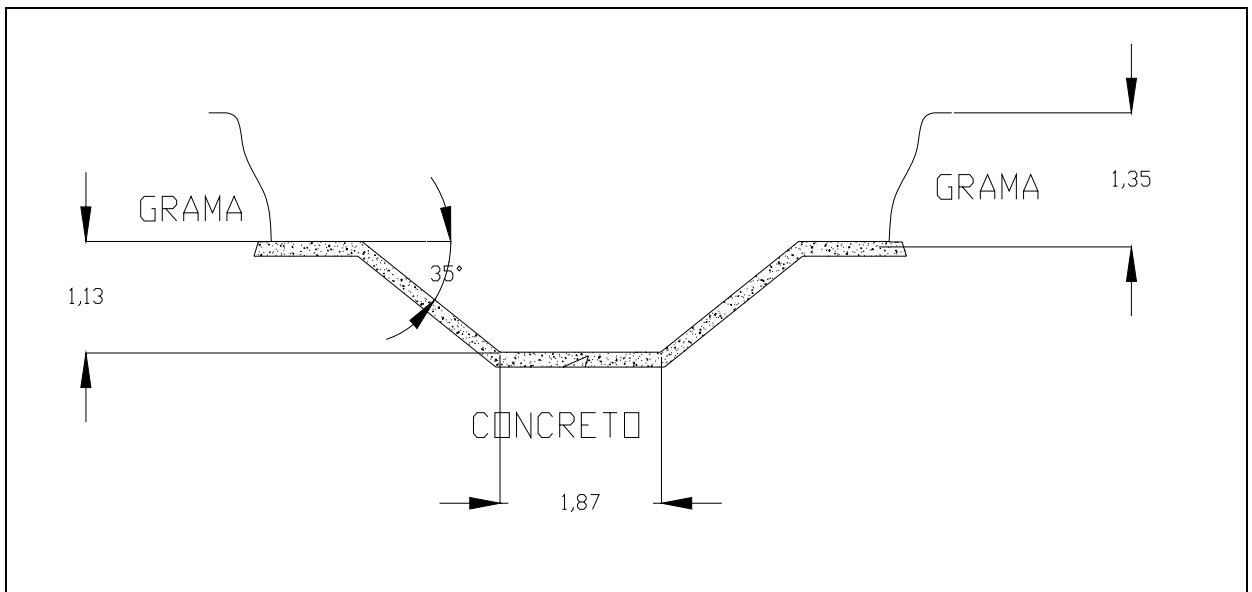


Figura No 2, Sección transversal 1 medida en el sitio (longitudes en metros).

### 2.1.1.2. SEGUNDO TRAMO

Este tramo cambia respecto al anterior respecto al recubrimiento en concreto que presenta en uno de sus costados. Además, presenta una sinuosidad clara en la Figura No 3. En cuanto a las longitudes conserva las del primer tramo como se puede apreciar en la Figura No 4. Ver fotografías (Anexo 2)

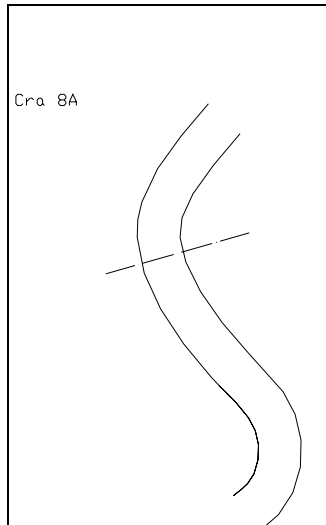


Figura No 3, Bosquejo del segundo tramo.

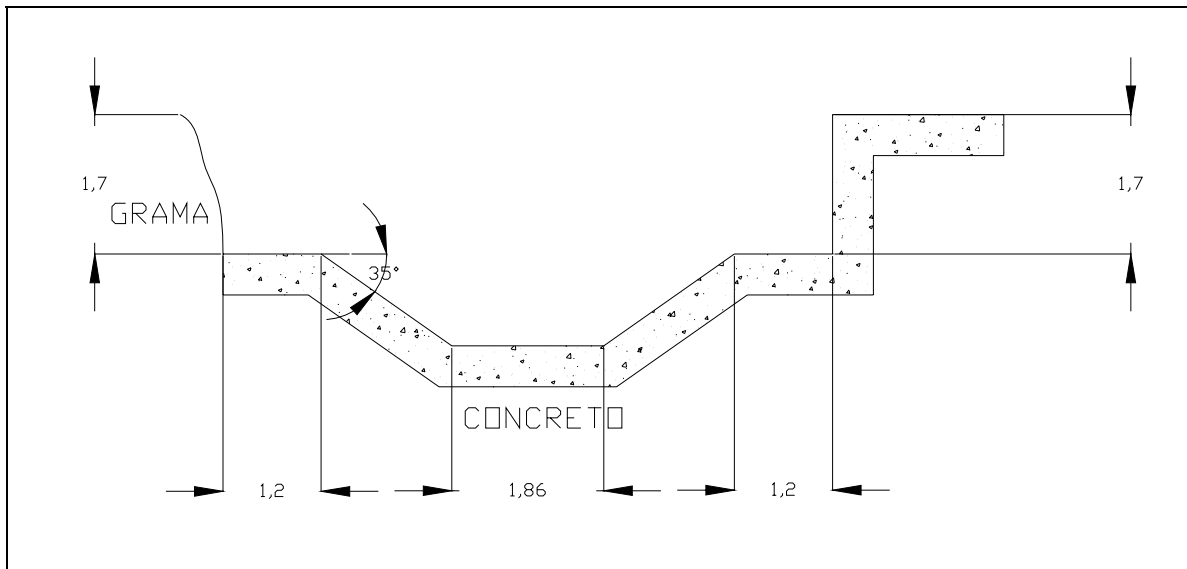


Figura No 4, Sección transversal 2 medida en el sitio (longitudes en metros).

### 2.1.1.3. TERCER TRAMO

En este tramo se puede apreciar que para proteger el talud de la energía del flujo, protegen el talud con concreto en el costado norte del canal (lado derecho Figura No 6).



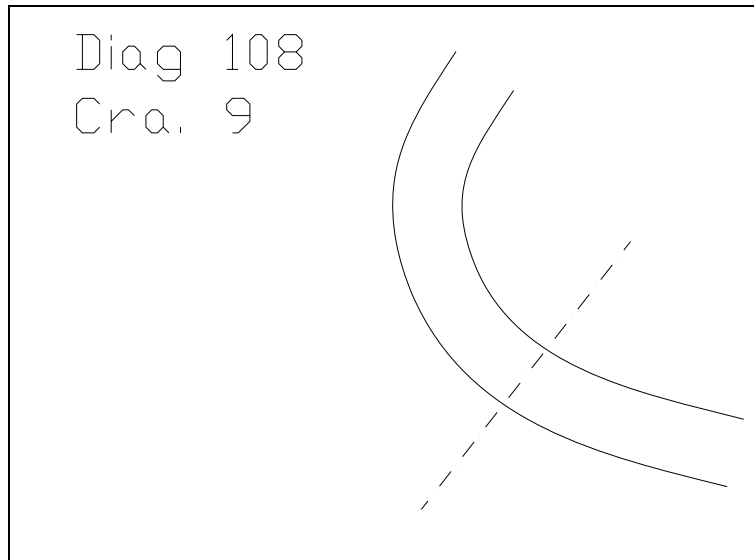


Figura No 5, Bosquejo del tercer tramo.

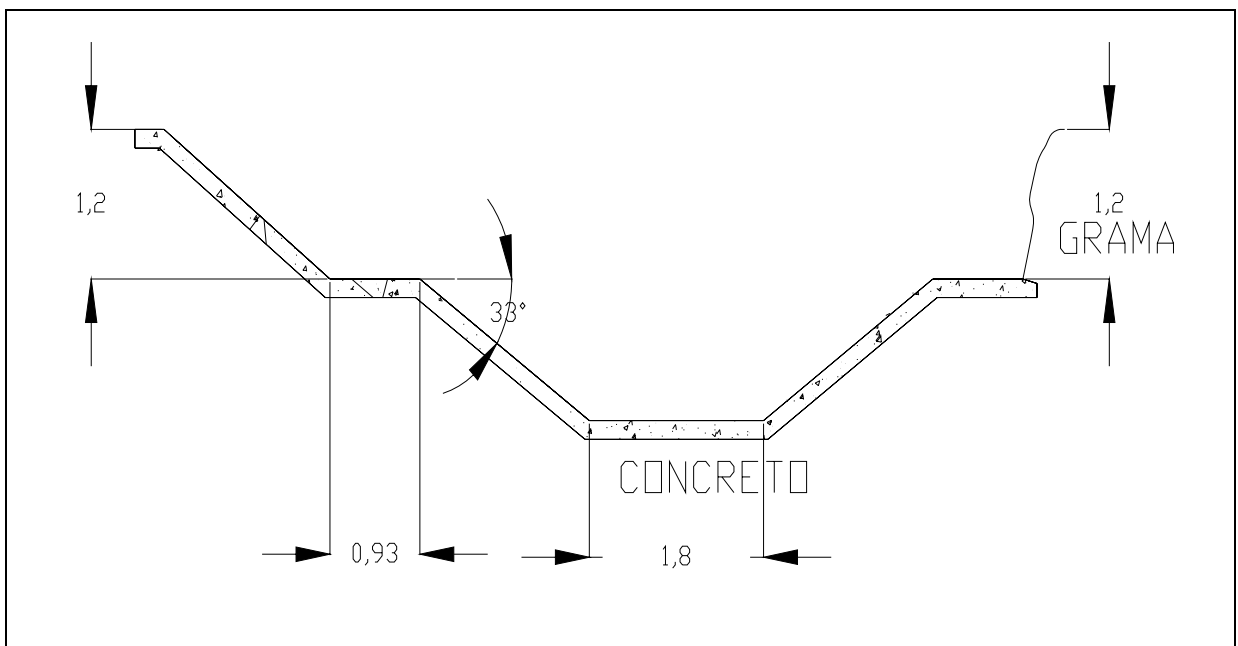


Figura No 6, Sección transversal 3 medida en el sitio (longitudes en metros).

#### 2.1.1.4. CUARTO TRAMO

Ubicado entre la transversal 9B y la NQS como se muestra en la siguiente figura. En este tramo hay un cambio en el material que conforma la sección de modo que se hacen un par de cortes mostrando esta diferencia.

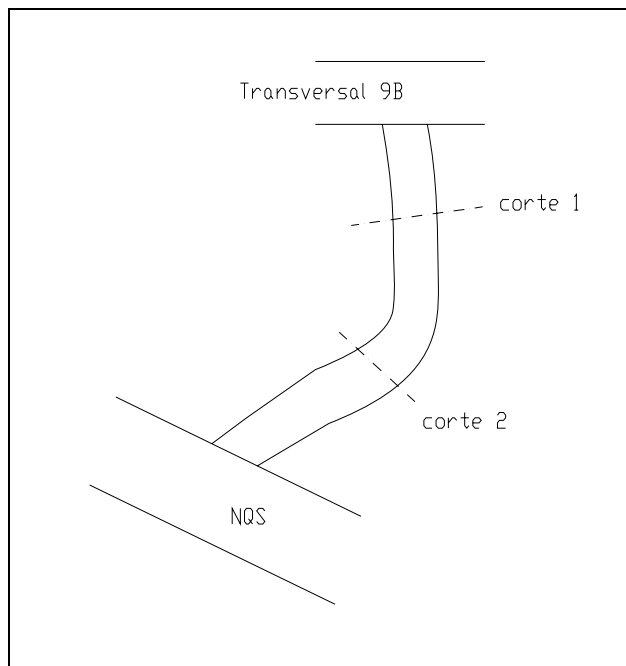


Figura No 7, Bosquejo del cuarto tramo.

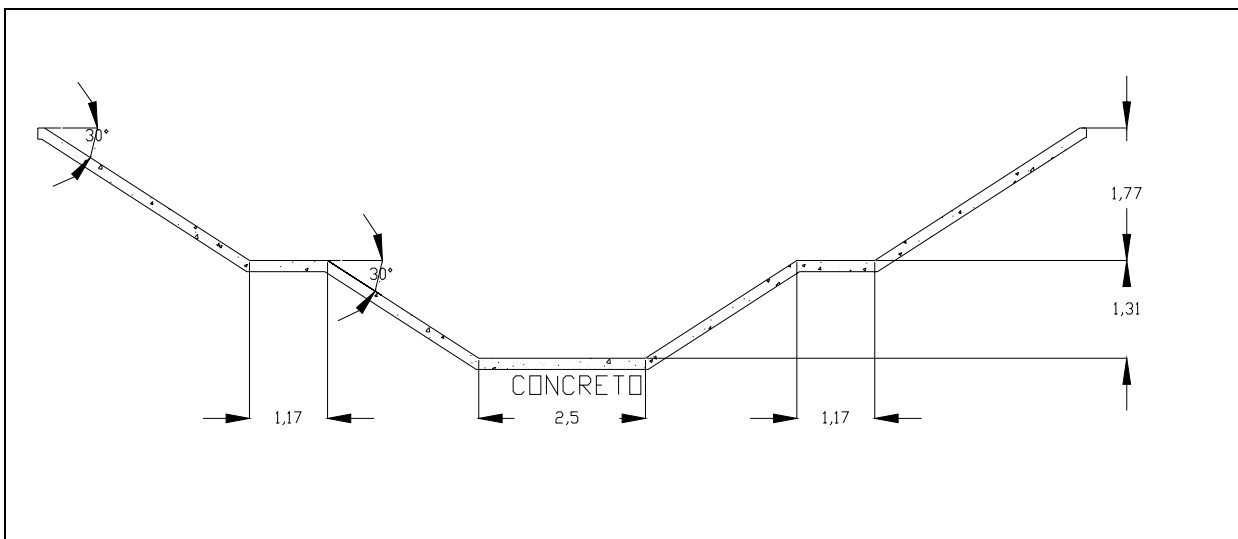


Figura No 8, Sección transversal 4, corte 1, medida en el sitio (longitudes en metros).

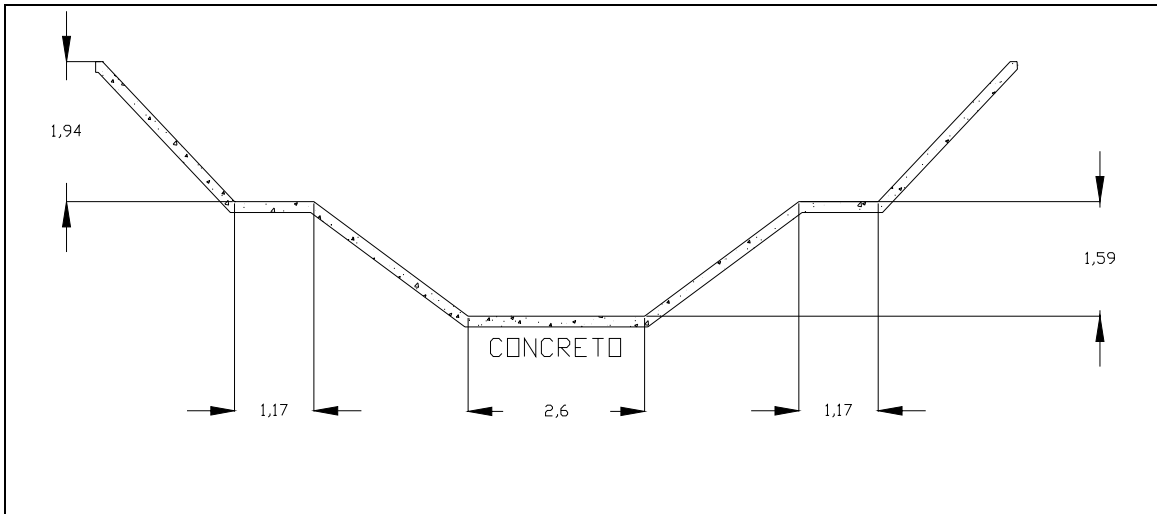


Figura No 9, Sección transversal 4, corte 2, medida en el sitio (longitudes en metros).

### 2.1.1.5. QUINTO TRAMO

Este tramo no es continuo respecto al anterior ya que al llegar a la NQS, el canal va subterráneo y reaparece a la altura de la Transversal 13 y la Diagonal 112 y va hasta la Carrera 15 (Figura No 10). En este tramo se consideraron tres secciones pues esta fue la cantidad de veces que vario la sección (Figuras No 11, 12 y 13).

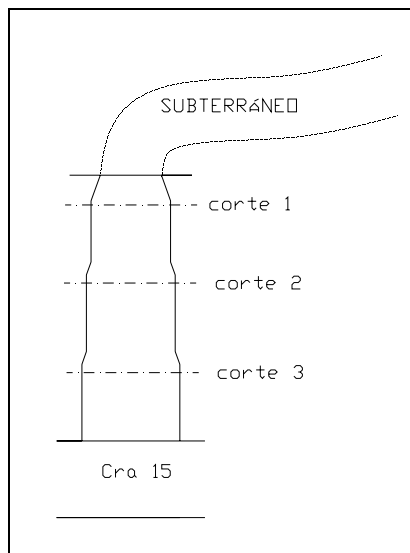


Figura No 10, Bosquejo del quinto tramo.

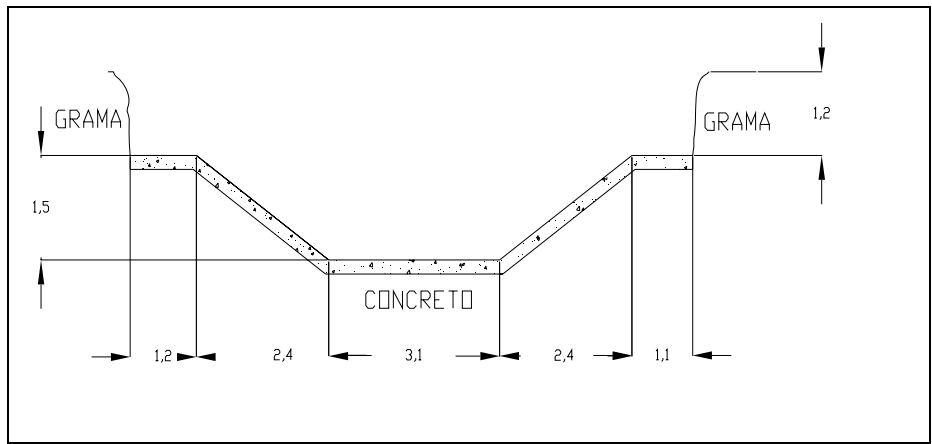


Figura No 11, Sección transversal 5, corte 1, medida en el sitio (longitudes en metros).

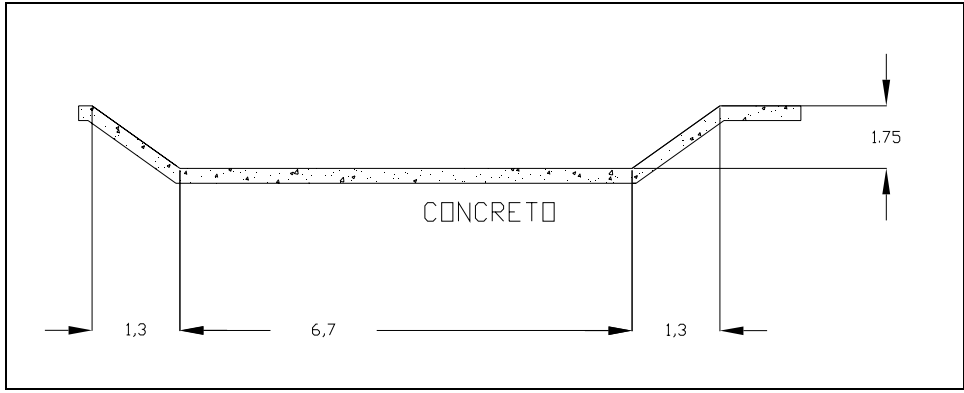


Figura No 12, Sección transversal 5, corte 2, medida en el sitio (longitudes en metros).

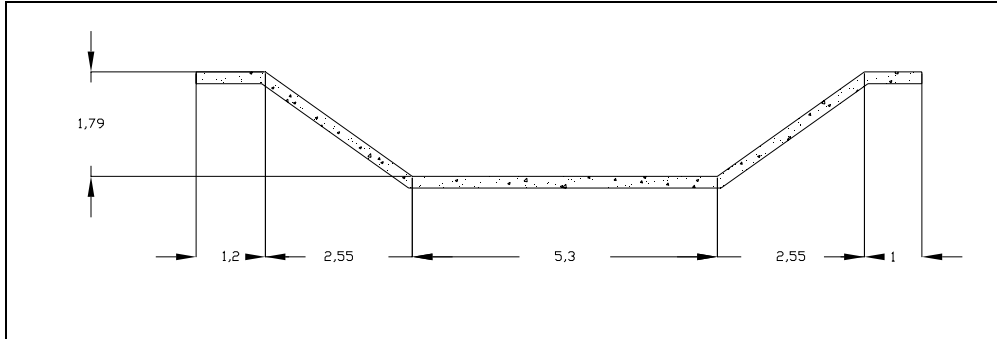


Figura No 13, Sección transversal 5, corte 3, medida en el sitio (longitudes en metros).

## 2.2. PERFILES LONGITUDINALES

Los perfiles longitudinales de cada tramo fueron obtenidos de los documentos con los que cuenta la planoteca y la biblioteca de la EAAB. A lo largo del recorrido por el canal se midieron las pendientes aunque no se contaba con equipos de precisión. Con el nivel Abney se obtuvieron ángulos de 1°.

## 2.3. VELOCIDAD DEL FLUJO

Para determinar las velocidades del flujo en el sitio se utilizaron unas esferas que flotarían, midiendo una distancia en el sitio y tomando el tiempo de la esfera en recorrerla, se determinó la velocidad.

TRAMO	LONGITUD (m)	TIEMPO 1 (s)	TIEMPO 2 (s)	T Promedio (s)	V (m/s)
1	16	16.89	20.01	18.45	0.87
2	19	17.5	22.15	19.825	0.96
3	20.2	16.22	15.61	15.915	1.27
4	6.5	3.43	3.52	3.475	1.87
5	5	4.8	4.75	4.775	1.05
6	15	25.6	25.8	25.7	0.58

Tabla No 1, Velocidad de Flujo.

## 2.4. ÁREAS AFERENTES Y CAUDALES ESPERADOS

Para la determinación de las áreas aferentes se utilizó la información consignada en el estudio realizado por la firma Gómez Cajiao y Asociados, relacionada en el primer informe. Además, se utilizó el plano de las áreas aferentes encontrado en la EAAB. Por otra parte, se determinaron los caudales esperados haciendo uso del estudio hidrológico que también se encuentra en el primer informe (Ver Anexo 1).

## 2.5. CONDICIONES DE FLUJO EL DÍA DE LA VISITA

Para determinar las condiciones de flujo se tienen en cuenta tres importantes factores: vegetación, estado de la solera y estado de las paredes laterales.

A continuación se comentara acerca de cada uno de estos factores.

### 2.5.1. VEGETACIÓN

La vegetación presente en el canal que probablemente pueda causar atascamientos o que tenga intervención directa sobre el caudal del canal ha sido controlada por las entidades de aseo y mantenimiento del Distrito Capital y la EAAB.

La vegetación presente en el canal se encuentra a mayor altura que el revestimiento de concreto presente en el canal. A partir de observaciones diarias alrededor de un mes, se pudo determinar que la altura del agua nunca supero la altura del revestimiento de concreto, por lo que la vegetación no es tenida en cuenta para determinar coeficientes de rugosidad o variables propias del canal donde la vegetación pueda intervenir.

### 2.5.2. ESTADO DE LA SOLERA

A nivel general la solera se encuentra en buen estado, ya que no presenta lozas quebradas a agrietamientos considerables que puedan afectar el normal desarrollo del flujo en el canal. Sin embargo, el “**Río Molinos**” transporta partículas coloidales o de muy pequeño tamaño y esta hace que hallan algunos sedimentos en el canal, sobre todo en los tramos de menor pendiente (G” hasta H); pero esto no es lo único importante que se encuentra en el canal, ya que algunos desechos son arrojados a él en sus primeros tramos; pero gracias a que en estos tramos la velocidad del flujo presenta una magnitud considerable no se presentan atascamientos.

### 2.5.3. ESTADO DE LAS PAREDES LATERALES

Las paredes laterales del canal se encuentran en buen estado. A lo largo del tramo estudiado no se presentan agrietamientos o discontinuidades del revestimiento del concreto.

Se pudo observar que las uniones entre lozas se encuentran impermeabilizadas, lo que ofrece mayor seguridad y probablemente una mayor vida útil del canal.

### 2.5.4. ALTURAS DE LA LÁMINA DE AGUA

El día que se realizó la medición del canal se tomaron las siguientes alturas en la lámina de agua consignadas en la Tabla No 2.

TRAMO	ALTURA LAMINA (cm)
1	12
2	15
3	17
4	18
5	15
6	18

Tabla No 2, Condiciones de Flujo.

### 3. CALCULOS PARA TRAMOS DEL CANAL

#### 3.1. CALCULOS DE PARAMETROS DE FLUJO.

##### 3.1.1. CALCULO DEL N DE MANNING

El coeficiente de fricción de Manning se calculó para cada tramo teniendo en cuenta por cual superficie se desplaza el flujo a lo largo del tramo. Este valor se determinó mediante la siguiente formula:

$$n = (n_0 + n_1 + n_2 + n_3 + n_4) \cdot n_5$$

Cada uno de estos factores se calculo según las tablas usadas a lo largo del curso.

$n_0$  = Valor base para cauces rectos y uniformes

El valor estimado como base para el canal es **0.02**.

$n_1$  = Irregularidad de la sección recta

El canal presenta una irregularidad pequeña en la sección recta. El valor estimado es **0.002**

$n_2$  = Variación en el cauce

El canal presenta variaciones graduales, pues en el comienzo del mismo es delgado y va variando hasta el final del tramo. El valor estimado es **0**

$n_3$  = Obstrucciones

Las obstrucciones observadas en el canal son despreciables. El valor estimado es **0.004**

$n_4$  = Vegetación

La vegetación observada del canal es poca, pues la vegetación circundante al canal es de baja altura y la altura del flujo en el canal es considerable. El valor estimado es **0.005**

$n_5$  = Sinuosidad

La sinuosidad observada en el canal es pequeña, ya que este presenta pocas curvas a lo largo del tramo. El valor estimado es **0.9**

Con estas variables estimadas, el valor de  $n$  para el canal es **0.028**.

### 3.1.2. CALCULO DEL NÚMERO DE FROUDE POR TRAMOS

El cálculo del número de Froude se realizó utilizando la ecuación:

$$F = \frac{V}{\sqrt{gD}}$$

Tramo	Velocidad(m/s)	Ancho (m)	Area (m <sup>2</sup> )	Profundidad H.	Froude
1	0.87	1.87	3.870	0.759	0.318
2	0.96	1.86	3.783	2.034	0.215
3	1.27	1.8	4.047	2.248	0.270
4	1.87	2.6	6.647	2.557	0.374
5	1.05	5.1	14.050	2.755	0.201

Tabla No 3, Cálculo del Número de Froude.

### 3.1.3. CALCULO DE CAUDALES POR ÁREAS AFERENTES

AREA No.	L TRAMO (m)	A (Km <sup>2</sup> )	C PARCIAL	C (%)	C TOTAL	V (m/s)	t (s)	l (mm/h)	Qi (m <sup>3</sup> /s)	Q (m <sup>3</sup> /s)
1	3360	7,096	0,17	55	0,461	4,373	768,351	321,5	292,375	292,375
			0,8	30						
			0,85	15						
2	1450	0,66	0,17	30	0,626	4,479	323,733	323	37,099	329,474
			0,8	40						
			0,85	30						
3	1050	0,6995	0,17	25	0,6625	4,399	238,691	323	41,612	371,087
			0,8	35						
			0,85	40						
4	750	0,4252	0,125	20	0,6825	3,472	216,014	322,5	26,018	397,104
			0,8	45						
			0,85	35						
5	800	0,4877	0,125	20	0,6825	3,555	225,035	323	29,888	426,993



			0,8	45						
			0,85	35						
6	200	0,154	0,125	20	0,6825	3,555	56,259	321,5	9,394	436,387
			0,8	45						
			0,85	35						
7	380	0,1645	0,125	20	0,6825	3,639	104,424	324	10,112	446,499
			0,8	45						
			0,85	35						
8	295	0,457	0,125	20	0,6825	4,013	73,511	321	27,834	474,333
			0,8	45						
			0,85	35						
9	900	0,195	0,125	20	0,6825	4,201	214,235	322,5	11,932	486,265
			0,8	45						
			0,85	35						
10	1050	0,231	0,125	20	0,6825	4,387	239,344	321,5	14,091	500,356
			0,8	45						
			0,85	35						
11	1000	0,366	0,125	20	0,6825	4,762	209,996	324	22,500	522,855
			0,8	45						
			0,85	35						
12	900	0,9463	0,125	20	0,6825	3,589	250,766	322	57,814	580,669
			0,8	45						
			0,85	35						
13	1250	0,416	0,125	20	0,6825	3,201	390,503	321	25,336	606,006
			0,8	45						
			0,85	35						
14	1100	0,4845	0,125	20	0,6825	3,589	306,492	322	29,600	635,606
			0,8	45						
			0,85	35						
15	150	0,031	0,125	20	0,6825	3,589	41,794	322	1,894	637,500
			0,8	45						
			0,85	35						
16	290	0,173	0,125	20	0,6825	3,589	80,802	322	10,569	648,069
			0,8	45						
			0,85	35						
17	980	0,3613	0,125	20	0,6825	4,326	226,537	324,5	22,245	670,314
			0,8	45						
			0,85	35						

AREA No.	L TRAMO (m)	A (Km <sup>2</sup> )	C PARCIAL	C (%)	C TOTAL	V (m/s)	t (s)	l (mm/h)	Q <sub>i</sub> (m <sup>3</sup> /s)	Q (m <sup>3</sup> /s)
18	1550	1,0489	0,125	20	0,6825	5,697	272,0730209	325	64,679	734,993
			0,8	45						
			0,85	35						
19	750	0,3425	0,125	20	0,6825	2,832	264,8305085	320	20,795	755,788
			0,8	45						
			0,85	35						
20	750	0,3598	0,125	20	0,6825	2,832	264,8305085	320	21,845	777,634
			0,8	45						
			0,85	35						
21	1000	0,6051	0,125	20	0,6825	2,832	353,1073446	320	36,739	814,372
			0,8	45						
			0,85	35						
22	850	0,2621	0,125	20	0,6825	2,832	300,1412429	320	15,913	830,286
			0,8	45						
			0,85	35						
23	1150	0,703	0,125	20	0,6825	2,832	406,0734463	320	42,683	872,969
			0,8	45						
			0,85	35						
24	700	0,5389	0,125	20	0,6825	2,832	247,1751412	320	32,719	905,688
			0,8	45						
			0,85	35						
25	760	0,5031	0,125	20	0,6825	2,832	268,3615819	320	30,546	936,234
			0,8	45						
			0,85	35						
26	800	0,251	0,125	20	0,6825	2,832	282,4858757	320	15,240	951,473
			0,8	45						
			0,85	35						
27	100	0,1313	0,125	20	0,6825	2,832	35,31073446	320	7,972	959,445
			0,8	45						
			0,85	35						
28	550	0,2935	0,125	20	0,6825	2,832	194,2090395	320	17,820	977,265
			0,8	45						
			0,85	35						
29	1150	0,4053	0,125	20	0,6825	2,832	406,0734463	320	24,608	1001,873
			0,8	45						
			0,85	35						

Tabla No 4, Cálculo de los caudales por áreas aferentes.

### 3.1.4. PERIODO DE DISEÑO

Para obtener el periodo de diseño se utilizó la información hidrológica consignada en el Anexo 8 del primer informe (ver Anexo 1).

### 3.2. VERIFICACIÓN DE DISEÑO UTILIZANDO HEC-RAS 3.1.3.

Para realizar la comprobación del diseño del canal, se utilizó el programa HEC-RAS 3.1.3.

El programa RAS es un software desarrollado por el Hydrologic Engineering Center para la verificación hidráulica en canales abiertos y permite, a grandes rasgos la determinación de perfiles de flujo, verificación de diseño para canales prismáticos.

El procedimiento para el cálculo es el siguiente:

- ❖ Se introduce la geometría de la sección aguas arriba del canal mediante coordenadas, normal al sentido de flujo. Se requiere especificar la distancia desde esta sección a la siguiente estación donde se conocen sus características geométricas.
- ❖ El  $n$  de Manning ha de indicarse en la solera y taludes del canal o en caso que el mismo varíe a lo largo de su longitud se ofrece la posibilidad de indicar sus valores en cada estación. En nuestro caso el Manning fue asumido, teniendo en cuenta el revestimiento en concreto, 0,012. La geometría del canal se obtuvo directamente de los planos.
- ❖ Una vez introducidas las secciones, teniendo en cuenta elevaciones mediante la pendiente del canal pueden interpolarse para así construirse el canal a lo largo de sus longitud especificada; es decir, si por ejemplo el usuario introdujo las características geométricas de tres secciones distintas separadas una distancia definida por el mismo, RAS es capaz de construir las secciones intermedias entre ellas para completar el canal longitudinalmente mediante interpolación.

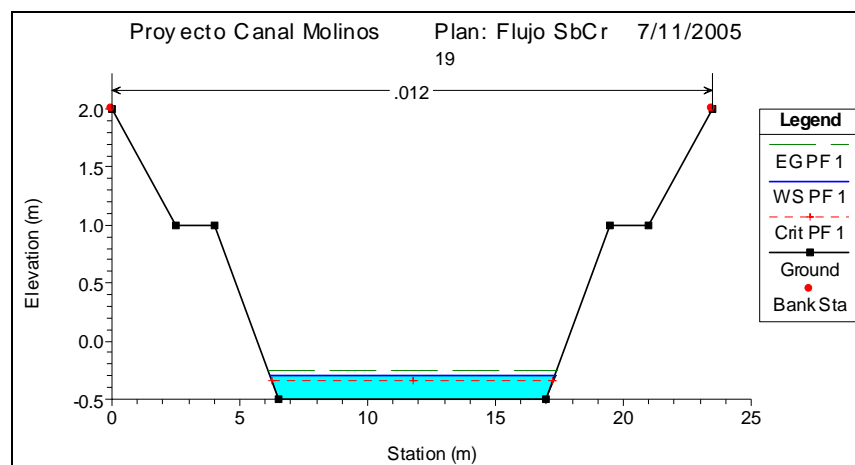


Figura No 14, Sección típica del canal dibujada en el RAS.

Después de introducir la información de cada una de las secciones, el programa realiza una serie de interpolaciones graficando una aproximación del canal en tercera dimensión, en la cual se puede apreciar los cambios de sección y el cambio de cotas a lo largo del canal como se ve en la Figura No 15.

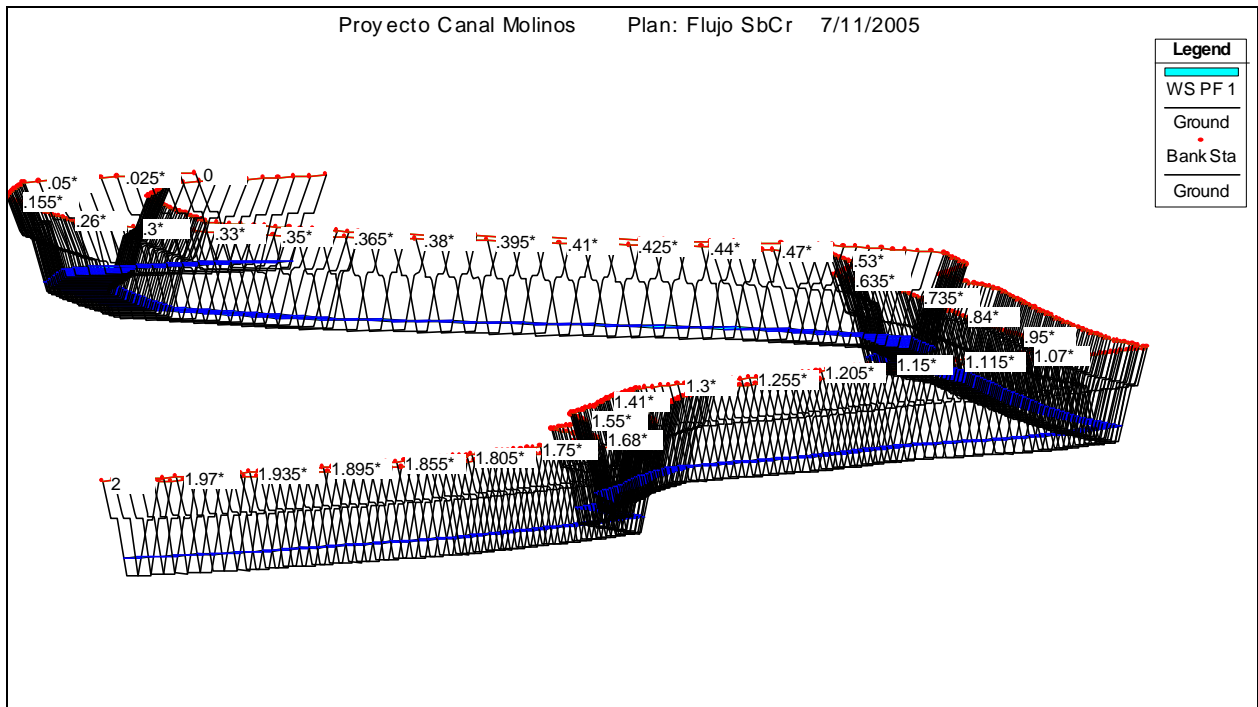


Figura No 15, Grafico tridimensional del canal realizado por el programa RAS.

Seguido, el usuario define las condiciones de flujo aguas arriba y aguas abajo del tramo del canal en análisis. Puede determinarse si en estas secciones de control se localiza la profundidad normal o crítica con base en el tipo de flujo que el usuario estime. Pueden recrearse varios perfiles de flujo para distintos regímenes y caudales; de tal forma que puedan ajustarse los caudales que deberían hacer cumplir los parámetros hidráulicos ingresados por el usuario previamente.

Para verificar los datos ver Anexo No 3, donde se muestran las tablas.

#### 4. ANALISIS DE RESULTADOS

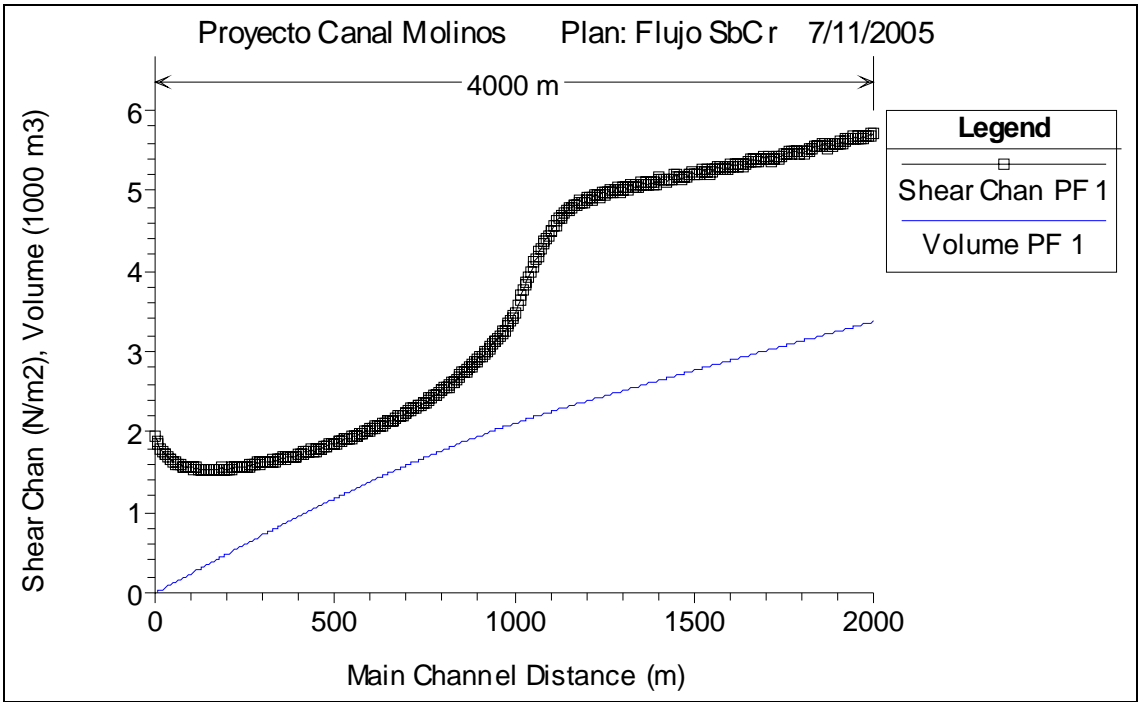
Es necesario hacer un estudio hidrológico adecuado para determinar los caudales entrantes por precipitación al canal. Estos estudios permiten determinar el diseño del canal que se necesita en el sitio de interés, además brindan información detallada de la capacidad de infiltración del suelo, la cantidad de vegetación; entre otros datos importantes que son útiles para la ejecución de la obra.

En cuanto al cálculo de los caudales entrantes, se ve que estos tienden a ser bastante grandes. Esto se puede deber a que los tiempos de concentración eran muy pequeños lo que hacía que las intensidades en mm/hr fueran grandes. Lo más probable entonces es que esos tiempos de concentración no correspondan al canal Río Molinos, debido a que para usar las gráficas duración intensidad, es necesario tener los datos de precipitación de la zona y en este caso, el tiempo de concentración fue calculado con base a la velocidad de flujo uniforme y la longitud de tramo del canal, por tramos.

Los cálculos se realizan con las opciones de flujo subcrítico, supercrítico o mezclado. Para nuestro análisis en primer lugar supusimos el primer caso con el propósito de determinar las velocidades mínimas que se pudiesen presentar, pero teniendo claro que en algunas zonas las rápidas ofrecen velocidad al flujo, es probable que pudiese alcanzarse flujo supercrítico. Entonces se optó por la alternativa de flujo mezclado. Encontramos que para la época durante la cual se realizaron las mediciones en Río Molinos las velocidades presentadas son las que se detallan en las tablas

Para las condiciones del canal y de flujo observamos que el caudal que se ajusta a las mismas es aproximadamente 2 mcs con lo que se mantiene el flujo subcrítico.

En el siguiente diagrama se puede observar la variación del volumen de agua longitudinalmente a través del canal (en azul) y la variación del esfuerzo cortante en el mismo; existe un ascenso drástico en el esfuerzo cortante a partir de la zona de la carrera 9ª aguas abajo, donde la velocidad aumenta. Queda claro que el volumen de agua aumenta debido a que se requiere mayor evacuación de agua a medida que aumenta la población hacia occidente; lo anterior se traduce en la ampliación del área del canal.



## 5. CONCLUSIONES

- Con respecto a las memorias de cálculo es posible ver que estas no corresponden al diseño original planteado en 1964, sino a las modificaciones hechas al Canal De Los Molinos en el año de 1998, por lo cual los cálculos hecho en concreto en las memorias presentadas no son el diseño inicial del canal, aún cuando se tuvieron en cuenta los diferentes parámetros de diseño vistos en clase.
- Los cálculos realizados si cumplen con los requerimientos de diseño enseñados en el curso de hidráulica de canales abiertos, donde se evalúan los efectos de la velocidad de flujo y el cortante en las paredes del canal.
- La información cartográfica recolectada muestra de manera clara los esquemas para el respectivo Canal, es decir las diferentes vistas y detalles.
- Observando las tablas RAS, el número de Froude en todas las secciones del canal es inferior a uno; los casos donde se presenta una magnitud mayor del mismo es en las rápidas, donde el flujo adquiere velocidad.
- Se puede pensar equivocadamente sobre el sentido que tiene la construcción de un canal con dimensiones aparentemente grandes si casi nunca va a estar lleno. El sentido que tiene esto es porque el diseño se realiza con base en el caudal máximo que pueda presentarse en un período determinado; el dimensionamiento que lleva el caudal definitivo depende de la capacidad que podrá tener la estructura ante la eventualidad de presentarse una crecida que incremente el caudal hasta el máximo “esperado”.
- Una sección trapezoidal tiene una razón de ser: una sección hidráulicamente óptima es aquella que puede ofrecer una mayor conductividad para la menor área a excavar posible; esto se logra maximizando el radio hidráulico de la sección. De las secciones posibles que puede tener un canal la que mejor se ajusta a estos requerimientos es la semicircular, pero su excavación exigiría mayores costos por la dificultad en su construcción.
- El desgaste, las partículas sedimentadas y en suspensión, junto con otros objetos u obstrucciones que pueden presentarse en un canal (vegetación, basuras, etc) pueden afectar el área efectiva del canal y ocasionar problemas en este.
- Con los cálculos obtenidos de los datos recopilados en campo se concluye que cuando la diferencia de cotas entre los puntos inicial y final del canal es muy pequeña el diseño resulta en estructuras muy grandes con velocidades bajas y peligro de sedimentación.

## **BIBLIOGRAFIA**

GOMÉZ, CAJIAO y ASOCIADOS CIA LTDA. INGENIEROS CONSULTORES. Febrero 1994. Rediseño de los Interceptores de Agua Negras de los Molinos. Bogotá: EAAB y FONADE. Contrato No. GC-500-90-068. Memorias de Cálculo.

HIDROTEC INGENIEROS CONSULTORES. Febrero 1998. Diseño Conceptual de los Sistemas de Acueducto y Alcantarillado Sanitario y Pluvial en la Cuenca Alta de la Quebrada de los Molinos. Bogotá: EAAB. Contrato No. SF-1-02-4000-0129-96. Informe final.

[www.eaab.gov.co](http://www.eaab.gov.co)

[www.ideam.gov.co](http://www.ideam.gov.co)

## **FUENTES DE INFORMACIÓN**

1. Archivo Técnico Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá
2. Biblioteca Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá.
3. Centro de documentación Catastro.
4. Planoteca Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá