

TABLA DE CONTENIDO

	Pg
1. OBJETIVOS.....	1
2. METODOLOGÍA Y CONTENIDO DEL ESTUDIO.....	4
2.1 Exploración preliminar de campo, situación actual.....	4
2.2 Recopilación de Información básica secundaria.....	4
2.3 Información básica primaria y caracterización de parámetros.....	5
2.4 Hidrología y análisis hidráulico.....	6
3. LOCALIZACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DEL ÁREA EN ESTUDIO	7
3.1 Descripción física de la cuenca del río Lili.....	7
3.2 Descripción Climática General de la Zona.....	8
4 INFORMACIÓN BÁSICA.....	16
4.1 Cartografía.....	16
4.2 Fotografías aéreas.....	16
4.3 Hidrometeorología.....	17
4.4 Estudios Anteriores.....	17
5. ANALISIS HIDROLOGICO CAUDALES MAXIMOS.....	22
5.1 Método estadístico-probabilístico.....	22
5.2 Método del Soil Conservation Service (SCS).....	26
5.3 Análisis de caudales máximos río Lili - Método de regionalización de caudales (CVC).....	38
6. ANALISIS HIDRAULICO.....	42
7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	50

LISTA DE FIGURAS

FIGURA N°	TITULO	Pg.
1.1	Localización general del área del estudio.....	2
1.2	Localización del tramo del río Lili en estudio (fuente Google Earth)..	3
4.1	Cuencas del río Lili, zanjón Gualí y acequia Cañasgordas	20
5.1	Estación Lili-Pasoancho-Curva de frecuencia caudales Máximos Instantáneos (1995-2009).....	26
5.2	Estación La Fonda (1964-2011)-Curva de frecuencia precipitaciones máximas en 24 horas.....	33
5.3	Distribución Porcentual de la Lluvia –Estación La Ladrillera.....	34
5.4	Cuenca Río Lili-Hidrograma Adimensional.....	37
5.5	Cálculo de caudal para un período de retorno de 1 en 100 para el río Lili.....	40
5.6	Río Lili Estación Pasoancho-Caudales máximos instantáneos (m ³ /s)	36
6.1	Perfil hidráulico del río Lili entre zanjón el Burro y el Canal interceptor Sur.....	45
6.2	Perfil hidráulico del río Lili entre zanjón el Burro y la vía Panamericana.....	46
6.3	Perfil hidráulico del río Lili entre la vía Panamericana y el Canal interceptor Sur.....	47
6.4	Sección transversal río Lili aguas arriba puente avenida Pasoancho	48
6.5	Sección transversal río Lili aguas arriba puente avenida Cañasgordas.....	48
6.6	Sección transversal río Lili aguas arriba puente vía Panamericana (carretera Jamundí).....	49
6.7	Sección transversal río Lili tramo aguas abajo vía Panamericana (sección 4600 topografía).....	49

LISTA DE CUADROS

CUADRO N°	TITULO	Pg.
4-1	Características y localización de las estaciones hidrometereologicas utilizadas.....	19
4-2	Registros Históricos de precipitaciones máximas en 24 horas.....	21
5-1	Estación Lili Pasoancho- Registros Históricos de precipitaciones máximas en 24 horas.....	23
5-2	Caudales máximos instantáneos (m^3/s).....	25
5-3	Precipitaciones máximas en 24 horas-Estación La Fonda.....	32
5-4	Características de las cuencas.....	36
5-5	Río Lili Estación Pasoancho - Caudales máximos instantáneos (m^3/s).....	40
5-6	Caudales máximos (m^3/s).....	41

LISTA DE FOTOGRAFIAS

FOTO N°	TITULO	Pg.
3-1	Vista hacia aguas abajo del cauce del río Lili en el tramo aguas arriba de su cruce con la vía Panamericana.....	9
3-2	Vista del cauce del río -Lilí hacia aguas abajo inmediatamente aguas abajo de la avenida Pasoancho.....	10
3-3	Vista del cauce del río -Lilí hacia aguas abajo 150m aguas abajo de la avenida Pasoancho.....	10
3-4	Vista del cauce del río -Lilí hacia aguas abajo 300m aguas abajo de la avenida Pasoancho.....	11
3-5	Vista del cauce del río -Lilí hacia aguas abajo - 50m aguas arriba de la avenida Cañasgordas.....	11
3-6	Vista del cauce del río -Lilí hacia aguas abajo, puente de la avenida Cañasgordas.....	12
3-7	Vista del cauce del río -Lilí hacia aguas abajo, vivienda ubicadas sobre la carrera 102 y muro de control de inundaciones.....	12
3-8	Vista del cauce del río -Lilí hacia aguas abajo, viviendas ubicadas sobre la carrera 102 y muro de control de inundaciones.....	13
3-9	Vista del cauce del río -Lilí hacia aguas abajo, se observa al fondo puente de la avenida Simón Bolívar.....	13
3-10	Vista de la palizada retenida por el puente de la avenida Simón Bolívar durante la creciente del 22 de abril de 2011 (Fuente El País).....	14
3-11	Vista de la palizada retenida por el puente de la avenida Simón Bolívar durante la creciente del 22 de abril de 2011 (Fuente El País).....	14
3-12	Cabezales de descargas de alcantarillado pluvial ubicados entre las avenidas Pasoancho y Cañasgordas, destruidos por socavación	15
3-13	Cabezales de descargas de alcantarillado pluvial ubicados entre las avenidas Pasoancho y Cañasgordas, destruidos por socavación	15



MUNICIPIO DE SANTIAGO DE CALI

DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO DE GESTION DEL MEDIO AMBIENTE – DAGMA

ESTUDIO HIDROLOGICO E HIDRAULICO RIO LILI ENTRE SU CONFLUENCIA CON EL ZANJON EL BURRO Y SU ENTREGA AL CANAL CVC SUR

1. OBJETIVOS

El objeto de este estudio es realizar el análisis hidrológico e hidráulico del cauce del río Lili entre su confluencia con el zanjón El Burro y su entrega al canal CVC Sur, esto con el propósito de dar insumos básicos para el diseño de obras de fijación de orilla y control de inundaciones en dicho tramo. En la figura 1 se indica la localización aproximada del tramo en estudio.

Estas actividades se realizarán mediante la exploración preliminar de campo, la recopilación de información, para acceder a los estudios básicos que permitan analizar el comportamiento hidráulico del río en el tramo en estudio.

Este proceso de estudios y diseños involucran el tramo del río Lili en una longitud aproximada de 7100m.



Figura 1-1- Localización general del área del estudio



Figura 1-2- Localización del tramo del río Lili en estudio (fuente Google Earth)

2. METODOLOGÍA Y CONTENIDO DEL ESTUDIO

2.1 Exploración preliminar de campo, situación actual.

Corresponde a una serie de visitas de reconocimiento detallado en las que se verifican las condiciones locales, el funcionamiento de las obras actuales, el estado de los cauces y de los corredores identificados, de los canales y obras de infraestructura del entorno, y en general, todo lo que tiene que ver con el estado actual del terreno y con la proyección preliminar de las posibles alternativas de las soluciones de recuperación de la sección hidráulica del cauce del río Lili, en el tramo en estudio.

2.2 Recopilación de Información básica secundaria.

Consiste en las actividades tendientes a recopilar, clasificar, analizar e interpretar la información existente, y los proyectos o acciones que se hayan identificado a futuro, teniendo en cuenta los lineamientos, conceptos e interdependencias de entidades oficiales y de los otros usuarios y vecinos, sobre todo del entorno cercano a las cuencas de influencia directa y a los corredores que se identifiquen.

Se coordina la obtención por parte del contratante de toda la información y se participa en la definición de criterios, solicitudes específicas, y reuniones de coordinación y se realiza la interpretación de la mencionada información.

Se consultaron, entre otros, los siguientes documentos:

- Software de aplicación HEC-RAS. Sistema de análisis de ríos y planicies de inundación. Elaborado por el Centro de Ingeniería Hidrológico – Cuerpo de Ingenieros del Ejército de Estados Unidos – Versión 4.0 para Windows, 2008.
- Manual de hidráulica – H.W. King y E.F. Brater – 1962.
- Hidrología Sección 4. SCS National Engineering Handbook
- Hidrología aplicada. Ven Te Chow; David R. Maidment; Larry W Mays, Mc Graw Hill 1993.
- Hidrología para Ingenieros. Linsley – Kohler – Paulus. Mc Graw Hill 1988.
- Hidráulica de canales abiertos. Ven Te Chow. Editorial Diana, 1982.
- Reglamento técnico del sector agua potable y saneamiento básico, RAS 2000.
- Normas de alcantarillado para la ciudad de Cali, Emcali 1997.

2.3 Información básica primaria y caracterización de parámetros.

Consiste en la revisión de toda la información básica primaria, que es aquella que ha sido tomada recientemente o que está siendo tomada específicamente para este proyecto, como lo es la topografía con secciones transversales, del tramo del río Lili de interés.

La caracterización de parámetros se deriva a partir de la interpretación y análisis de la información básica primaria y secundaria, consiste en la visualización de los índices y variables que correlacionan la información básica con los estudios técnicos y sus proyecciones. Se basa en el reconocimiento y evaluación de los cauces y del área de interés, de la infraestructura existente y de las variables que inciden en la estabilidad del sistema de drenaje y su entorno.

2.4 Hidrología y análisis hidráulico

Consiste en la evaluación hidrológica de la cuenca para definir los caudales esperados en función de tiempos de retorno, que permitan la identificación de los niveles de creciente.

3. LOCALIZACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DEL ÁREA EN ESTUDIO

El área en estudio está ubicada al Sur-Occidente del municipio de Santiago de Cali.

El área específica del proyecto comprende la cuenca del río Lili, hasta su entrega al canal Interceptor Sur..

A continuación se describen las características principales de esta cuenca.

3.1 Descripción física de la cuenca del río Lili

La cuenca del río Lili está localizada al sur-occidente del municipio de Santiago de Cali, departamento del Valle de Cauca, en la vertiente Oriental de la cordillera Occidental de Colombia. Presenta una forma alargada en sentido Oriente - Occidente, se extiende desde el valle geográfico del río Cauca hasta el Parque Natural Nacional "Los Farallones". Limita al norte con la cuenca del río Meléndez y al sur con la cuenca del río Pance. Entrega sus aguas al canal denominado CVC Sur.

El río Lili tiene su nacimiento a 1.800 m.s.n.m, corre en dirección oeste-este hasta su entrega en el canal CVC Sur.

Hasta su cruce con la autopista Simón Bolívar, el río Lili alcanza una longitud de 13.08 Km, cubriendo un área de 21.22 Km² y con un perímetro de 24.27Km, siendo una cuenca de forma alargada El caudal del río Lili, en

la temporada de bajo régimen pluviométrico, presenta un promedio en la estación Pasoancho de 250lt/s. Siendo los meses de agosto y septiembre los más secos.

La altura media de una cuenca tiene gran influencia sobre el régimen de precipitación, y por ende, en el hidrológico. Las cantidades y distribución de las lluvias se encuentran altamente relacionadas con el factor fisiográfico y con el régimen de vientos predominantes de una región. En consecuencia, la elevación media y la variación latitudinal de una cuenca como elementos fisiográficos, inciden directamente en la distribución térmica y el régimen hidrológico de la misma.

En el tramo final de sus recorrido el río Lili es un cauce urbano que ha ocasionado con anterioridad inundaciones en el barrio Ciudad Jardín ubicado al sur de la ciudad, siendo los eventos más importantes los presentados los días 29 de mayo de 1994 y 22 de abril de 2011.

3.2 Descripción Climática General de la Zona

Por su ubicación latitudinal, entre 3 y 4 grados de Latitud Norte, los valores medios de algunas variables meteorológicas como la temperatura, la presión atmosférica y la humedad relativa, son muy estables a lo largo del año; siendo en cambio importantes sus oscilaciones diarias así como la función de la altura sobre el nivel del mar.

Las estaciones de verano e invierno están definidas por la magnitud de las lluvias, por lo tanto, no existen aquí estaciones de origen térmico como en las latitudes media y alta, sino que la región disfruta de un clima tropical

húmedo influenciado en forma local por la Cordillera de los Andes y el Océano Pacífico.

También debido a su localización ecuatorial, los vientos son en general muy débiles, determinados por las circulaciones del valle- montaña. El parámetro climático más variable y por lo tanto de mayor importancia en el área es la precipitación y después la temperatura por su variación a lo largo del día.



Fotografía 3-1 Vista hacia aguas abajo del cauce del río Lili en el tramo aguas arriba de su cruce con la vía Panamericana



Fotografía 3-2 Vista del cauce del río -Lilí hacia aguas abajo inmediatamente aguas abajo de la avenida Pasoancho



Fotografía 3-3 Vista del cauce del río -Lilí hacia aguas abajo, 150m aguas abajo de la avenida Pasoancho, erosión producida por descarga de aguas lluvias



Fotografía 3-4 Vista del cauce del río -Lilí hacia aguas abajo 300m aguas abajo de la avenida Pasoancho



Fotografía 3-5 Vista del cauce del río -Lilí hacia aguas abajo - 50m aguas arriba de la avenida Cañasgordas



Fotografía 3-6 Vista del cauce del río -Lilí hacia aguas abajo, puente de la avenida Cañasgordas



Fotografía 3-7 Vista del cauce del río -Lilí hacia aguas abajo, vivienda ubicadas sobre la carrera 102 y muro de control de inundaciones



Fotografía 3-8 Vista del cauce del río -Lilí hacia aguas abajo, viviendas ubicadas sobre la carrera 102 y muro de control de inundaciones



Fotografía 3-9 Vista del cauce del río -Lilí hacia aguas abajo, se observa al fondo puente de la avenida Simón Bolívar



Fotografía 3-10 Vista de la palizada retenida por el puente de la avenida Simón Bolívar durante la creciente del 22 de abril de 2011 (Fuente El País)



Fotografía 3-11 Vista de la palizada retenida por el puente de la avenida Simón Bolívar durante la creciente del 22 de abril de 2011 (Fuente El País)



Fotografías 3-12 y 3-13 Cabezales de descargas de alcantarillado pluvial ubicados entre las avenidas Pasoancho y Cañasgordas, destruidos por socavación

4. INFORMACIÓN BÁSICA

Durante la actividad relacionada con la recolección y análisis de información se consultaron varios aspectos importantes para el desarrollo del trabajo: Cartografía, topografía, fotografías aéreas, informes de estudios anteriores e Hidroclimatología :

4.1 Cartografía

En este aspecto se contó con la información siguiente:

- Cartografía con información general IGAC (1986) escala 1:25000 digitalizados por la CVC, de la cuenca del río Lili.
- Cartografía escala 1:10000 del IGAC
- Cartografía digital del municipio de Cali

En la figura 4-1 se indican las cuencas del río Lili y el zanjón Gualí . Estas cuencas fueron tomadas a partir de la cartografía digital del municipio de Cali, de donde se tomó el área de las cuencas, así como los datos para obtener la longitud y la pendiente de cada uno de los cauces.

4.2 Fotografías aéreas

- Vuelo IGAC R-373 de 1957
- Vuelo FAL 407 del 21 de julio de 1998, escala 1:31350
- Vuelo IGAC C-2062 de 1982, escala 1:42000

4.3 Hidrometeorología

La información meteorológica usada se obtuvo de estaciones actualmente operadas por la CVC. Las cuales son, estaciones pluviométricas Alto Iglesias, La Argentina, Corea, El Guanábano, El Palacio, La Fonda, La Ladrillera y El Topacio localizadas en las cuencas de los ríos Jamundí, Pance, Lili y Meléndez y la estación limnimétrica de Cañasgordas en el río Lili. En el cuadro 4-1 se indican las principales características de estas estaciones y en el cuadro 4-2 se indican los registros de las estaciones cercanas a la cuenca en estudio, de las cuales se determinó la utilización de los registros de la estación La Fonda para las evaluaciones hidrológicas de las cuencas del río Lili y el zanjón Gualí.

4.4 Estudios Anteriores

Para este estudio se utilizó la información contenida en los siguientes estudios:

- ♦ Caracterización fisiográfica – Dirección regional sur-occidente, elaborado para la CVC por la ingeniera Adriana María Erazo Ch., 1996.
- ♦ Sistema de Información geográfica de la UMC Cali-Meléndez-Pance-Aguacatal, elaborado por la CVC, 2000.
- ♦ Estudio hidrológico-hidráulico para reemplazo de puentes en río Lili, realizado para la Secretaría de infraestructura y valorización por Hidro-Estudios Ltda., agosto de 1998.
- ♦ Sistema de información geográfica de la unidad de manejo de cuenca Cali-Meléndez-Pance-Aguacatal, elaborado por la Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín, para la CVC en 2000.

- ♦ Regionalización de Caudales Máximos, elaborado para la CVC por la ingeniera Adriana María Erazo Ch., agosto de 1999.

Cuadro 4-1

CARACTERISTICAS Y LOCALIZACION DE LAS ESTACIONES HIDROMETEREOLÓGICAS UTILIZADAS

ESTACION	CLASE	SUBCUENCA	MUNICIPIO	LATITUD	LONGITUD	NORTE	ESTE	ALTITUD	FEI	FES	ENTIDAD
ALTO IGLESIAS	PG	MELENDEZ	CALI	3.22	76.38	863733.658	1049741.799	1705	8102		CVC
LA ARGENTINA	PG	PANCE	CALI	3.20	76.40	860045.950	1046038.817	1794	7111		CVC
COREA	PM	MELENDEZ	CALI	3.21	76.40	861888.986	1046038.04	2580	6412		CVC
EL GUANABANO	PG	PANCE	CALI	3.20	76.37	860048.427	1051595.82	1365	8103	8911	CVC
EL PALACIO	PM	JAMUNDI	CALI	3.18	76.32	856367.040	1060859.620	950	7001		CVC
LA FONDA	PM	MELENDEZ	CALI	3.23	76.36	865578.475	1053445.444	1298	6412		CVC
LA LADRILLERA	PG	LILI	CALI	3.22	76.35	863736.350	1055298.640	1180	8211	0104	CVC
EL TOPACIO	CO	PANCE	CALI	3.19	76.39	858203.705	1047891.951	1676	6412		CVC
PASOANCHO	LG	LILI	CALI			864134.766	1060051.947	976.81	7701		CVC

FEI=FECHA INSTALACION

FES=FECHA SUSPENSION

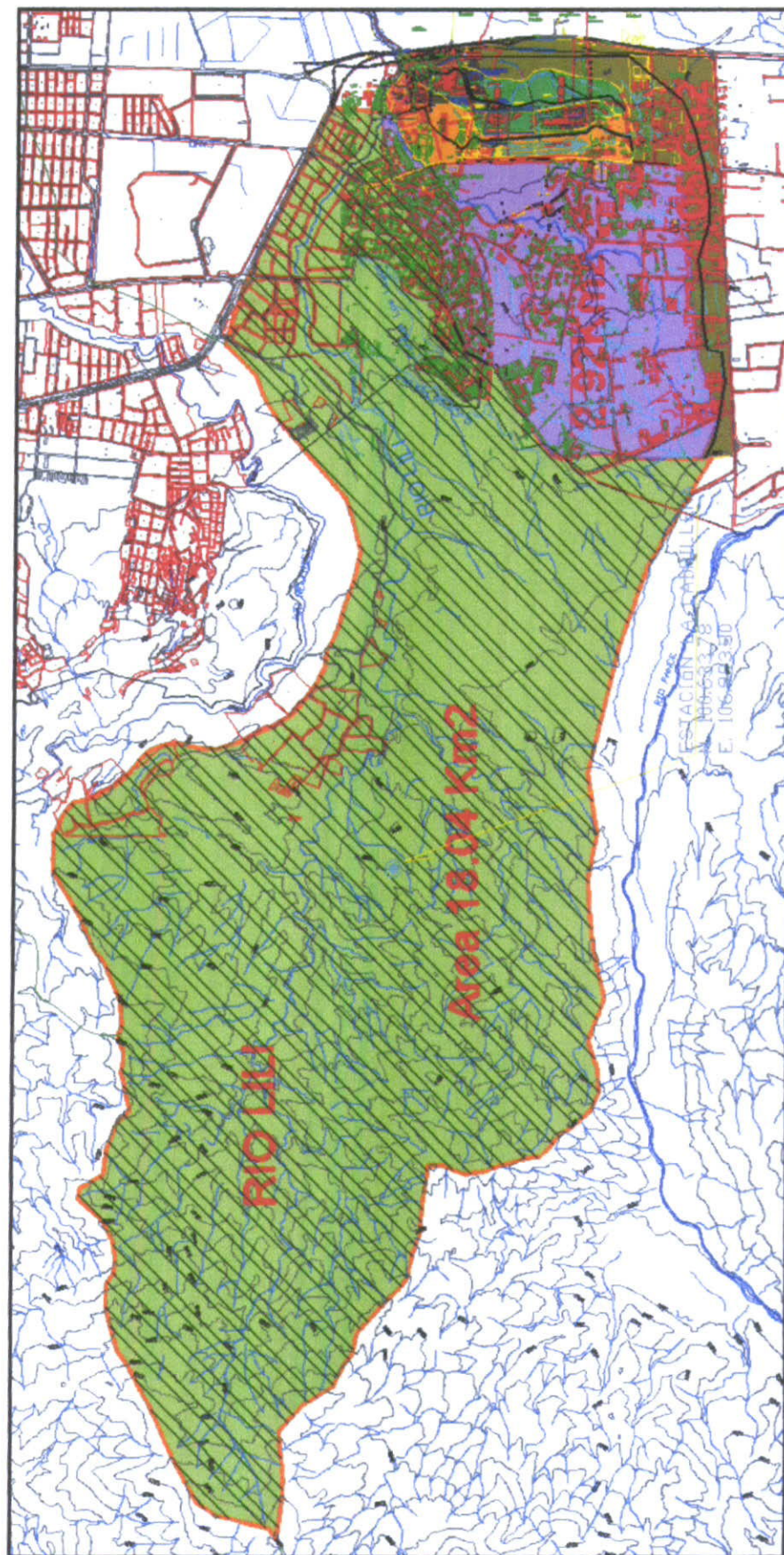


Figura 4-1 Cuencas del río Lili, zanjón Gualí y acequia Cañasgordas

Cuadro 4-2

Registros históricos de precipitaciones máximas en 24 horas (mm)

AÑO	ALTO IGLESIAS	LA ARGENTINA	COREA	EL GUANABANO	EL PALACIO	LA FONDA	LA LADRILLERA	UNIVALLE	EL TOPACIO
1964			120			29			89
1965			120			67			118
1966			135			68			88
1967			60			109			88
1968			55			62			95
1969			60			83			87
1970			52		60	76			65
1971		46	108		83	114			97
1972		120	98		59	58			84
1973		72	78		84	83			97
1974		90	103		81	57			80
1975		100	85		68	103			99
1976		120	92		68	75			82
1977		88	66		72	84			97
1978		90	89		94	84			110
1979		73	84		58	71			63
1980		100	72		70	88		71	81
1981	64	109	94	74	128	100		67	116
1982	81	100	107	73	80	65	52	73	84
1983	85	100	113	135	89	132	132	83	71
1984	101	69	80	100	90	84	77	71	103
1985	76	103	92	84	83	80	74	61	96
1986	86	86	74	61	72	89	84	89	79
1987	114	110		154	83	138	193	112	94
1988	80	134		143	120	134	62	48	125
1989	89	106		100	90	82	62	71	111
1990	90	87			75	110	72	53	97
1991	73	96			75	76	89	68	95
1992	101	67			82	86	50	93	76
1993	81	87			84	95	81	51	84
1994	90	95			78	103	78	83	119
1995	125	75			108	77	120	62	99
1996	83	73			70	117	95	40	94
1997	79	76			95	78	74	71	84
1998	90	90			90	101	90	60	89
1999	71	110			78	100	66	76	91
2000	123	90			77	85	89	74	84
2001	82	80			60	75	70	75	99
2002	92	95			82	77		50	106
2003	90	85			80	80		59	77
2004	51	77			47	100		56	85
2005	99	89			70	75		56	70
2006	91	88			76	73		55	82
2007	86	140			47	72		73	100
2008	135	104			70	92		80	82
2009	68	81			69	62		66	62
2010	79	102			76	78			99
2011						165		110	

5. ANALISIS HIDROLOGICO CAUDALES MAXIMOS

Debido a la corta longitud de registros de caudales en el río Lili en la estación Pasoancho (1994-2009), se consideró conveniente realizar el análisis de caudales máximos por diferentes metodologías, entre las cuales están:

- Métodos estadísticos probabilísticos (utilizando registros de la estación Pasoancho)
- Metodos precipitación esorrentía (Utilizando método del Soil conservation Service)
- Métodos de regionalización (Propuesto por la CVC)
-

A continuación se presenta la descripción de cada uno de ellos.

5.1 Método estadístico-probabilístico

Debido a la existencia de serie de caudales máximos mensuales para el período 1994-2009, se realizará con esta información el análisis estadístico-probabilístico de los caudales máximos. En el cuadro 5-1 se muestran los registros disponibles.

Este método considera que un conjunto de datos hidrológicos pertenecientes a la misma población hidrológica pueden ser analizados mediante métodos matemáticos basados en la teoría de las probabilidades.

Cuadro 5-1

Estación Lili Pasoancho
Registros Históricos de Precipitaciones Máximas en 24 Horas

AÑO	PRECIPITACION (mm)
1995	55.39
1996	53.86
1997	34.23
1998	17.23
1999	28.57
2000	16.95
2001	19.88
2002	15.72
2003	16.52
2004	20.84
2005	28.62
2006	28.10
2007	25.14
2008	32.10
2009	28.75

Por lo anterior las crecientes del río Lili se definirán en términos de probabilidad de ocurrencia, comúnmente denominada frecuencia o período de retorno. Para el análisis de dichos eventos la hidrología emplea métodos estadísticos que proporcionan soluciones aceptables, dependiendo su precisión de la longitud del registro y de la calidad y cantidad de los datos disponibles.

La ecuación general del análisis de frecuencias de eventos extremos en hidrología tiene la siguiente forma:

$$X = \bar{X} + \Delta X$$

Es decir que el evento X, correspondiente a una determinada frecuencia dentro de una serie de datos históricos, va a estar representado por el valor

medio aritmético ($\bar{X}$) de los datos de la muestra y por una desviación respecto a éste valor medio (ΔX) que depende de la dispersión característica de los datos analizados, de la propia frecuencia y de los parámetros estadísticos que definen la distribución adoptada.

Las diversas metodologías existentes para el análisis de frecuencias expresan la ecuación anotada de la forma siguiente sugerida por Chow:

$$X = \bar{X} + KS_x$$

Donde K es el factor de frecuencia que depende de la frecuencia de recurrencia o período de retorno del evento x y del tipo de distribución de probabilidades que el método adopte, y S_x es la desviación típica de la muestra que se puede expresar en la siguiente forma:

$$S_x = \sqrt{\frac{\sum_1^n (x - \bar{x})^2}{n-1}}$$

donde x es cada evento de la muestra y n el número de eventos que ella contiene. El valor de $\bar{X}$ está dado por:

$$\bar{X} = \frac{\sum_1^n x}{n}$$

En los estudios de frecuencias de caudales el problema principal es la selección del método mas adecuado para el cálculo, puesto que todos los

modelos desarrollados presentan sus ventajas y desventajas, en este caso se utilizarán las metodologías de las distribuciones Log Normal II, Pearson tipo III y la distribución de Gumbel o de valores extremos tipo I.

En el cuadro 5-2 y en la figura 5-1 se presentan los resultados de los caudales máximos obtenidos para el río Lili en la estación Pasoancho.

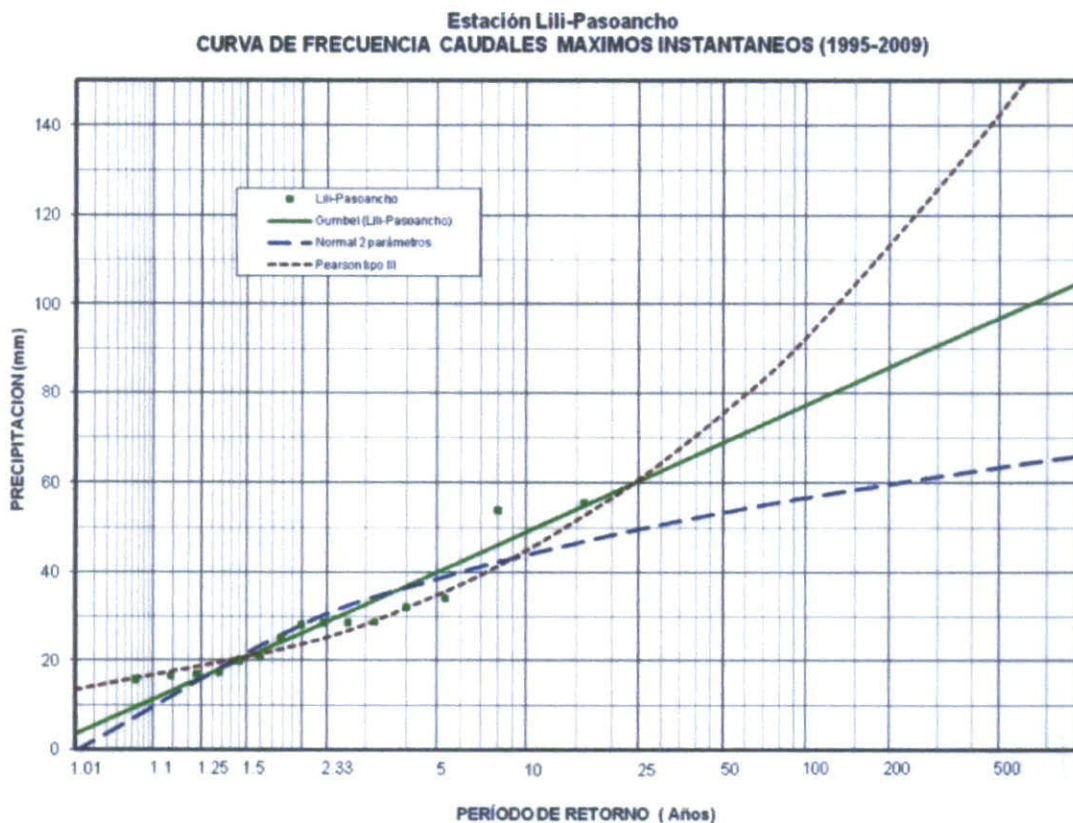
Cuadro 5-2

Caudales Máximos Instantáneos (m^3/s)

PERIODO DE RETORNO (años)	ESTACION LILI PASOANCHO					
	GUMBEL TIPO I	Log Gumbel	Normal 2 param	Log Normal 2	Pearson tipo III	Log Pearson
1.01	3.49	11.80	-0.56	10.36	13.43	16.24
2.00	26.36	24.60	28.13	26.03	23.75	22.62
5.00	40.03	38.17	38.49	36.32	34.93	32.39
10.00	49.09	51.05	43.90	43.22	44.91	44.64
20.00	57.77	67.47	48.38	49.90	56.69	65.18
25.00	60.52	73.71	49.68	52.03	60.92	74.65
30.00	62.76	79.22	50.70	53.77	64.53	83.85
50.00	69.01	96.81	53.41	58.66	75.50	119.29
100.00	77.43	126.90	56.77	65.33	92.50	205.93
500.00	96.89	237.14	63.56	81.27	142.46	1025.07
1000.00	105.26	310.28	66.17	88.38	168.99	2403.98

Del análisis de estos resultados, se recomienda la escogencia de los resultados obtenidos con la distribución de gumbel, el cual como se observa en la figura 5-2, presenta unos valores muy cercanos a los registros y la tendencia para períodos de retorno mayores a 15 años está en el medio de los calculados con los otros métodos.

Figura 5-1



5.2 Método del Soil Conservation Service (SCS)

Este método corresponde a un modelo del tipo Precipitación-Escorrentía y fue desarrollado por el Servicio de conservación del Suelo (USCS) del departamento de Agricultura de los Estados Unidos. Se basa en las características físicas de las áreas y el comportamiento meteorológico de la zona en estudio. Como se indicó anteriormente, para los datos de precipitación se analizaron las estaciones cercanas al área en estudio, encontrándose que las estaciones La Ladrillera, Alto Iglesias, La Fonda y Univalle localizadas en las cuencas de los ríos Meléndez y Lili, además de

estar muy cerca del sitio de interés, presentan suficiente información histórica confiable. Sin embargo debido a la longitud de los registros y a la altura sobre el nivel del mar que se encuentran las estaciones, se escogió la estación La Fonda para el análisis hidrológico de la cuenca del río Lili.

Este método está basado en el principio del hidrograma unitario, el cual transforma un hietograma de exceso de lluvia en un hidrograma de salida de una cuenca de drenaje. Esta técnica es un ejemplo típico de análisis invariable, con unos supuestos básicos que indican que el sistema es lineal e invariable en el tiempo.

En desarrollo de esta teoría se encontró empíricamente que las tormentas de intensidad semejante, que dan lugar a períodos de exceso de lluvia de igual duración sobre una cuenca, producen hidrogramas que se ajustan a las siguientes propiedades:

La duración de la escorrentía directa y por tanto el tiempo base es en esencia constante, independientemente de las diferencias en las intensidades de las lluvias que dan lugar a avenidas y del volumen total de escorrentía directa.

Si dos tormentas de intensidad semejante y de la misma duración producen diferentes volúmenes de escorrentía directa, las intensidades de la escorrentía directa en momentos posteriores al comienzo de cada tormenta guardan la misma proporción que la existente entre los volúmenes totales de la escorrentía directa.

La distribución en el tiempo de la escorrentía directa debido a una tormenta dada es independiente de la escorrentía coincidente debido a tormentas anteriores.

Estas propiedades son las de un sistema lineal invariable en el tiempo. Se ha encontrado además que para cada cuenca de drenaje existe una cierta tormenta unitaria para que la forma y duración no estén significativamente afectadas por los cambios de la distribución de un cierto volumen de exceso de lluvia a lo largo del período en que se produce la tormenta. Esto significa que, para todas las tormentas que produzcan exceso de lluvia durante un período más corto que el de la tormenta unitaria, el tiempo que transcurre entre el comienzo de la escorrentía directa y el momento en que el hidrograma alcanza un máximo es esencialmente el mismo. Para cuencas de drenaje muy pequeñas el período de la tormenta unitaria es inferior al tiempo de crecida y para áreas de drenaje mayores que 5.5 Km², su duración no es mayor que la mitad del período de crecida o que un cuarto del tiempo de respuesta.

La tercera propiedad implica que los hidrogramas debido a sucesivas tormentas unitarias, de diferente intensidad, tienen ordenadas proporcionales que pueden sumarse; esto significa matemáticamente, que el fenómeno es lineal y que se aplica el principio de superposición.

En síntesis el hidrograma unitario es un hidrograma de escorrentía directa producido por un exceso de lluvia de una pulgada o de un (1) mm, uniformemente repartido por toda la cuenca y de una duración igual a, o menor que la duración de la lluvia unitaria. Su aplicación requiere del cálculo de parámetros físicos y de las características de distribución y valores en exceso de las lluvias de la cuenca. Este procedimiento de cálculo de

caudales a partir de lluvias asociadas a diferentes frecuencias de ocurrencia, se desarrolló mediante la implementación de un programa de computador.

Número de Escurrimiento

La determinación del número de escurrimiento o número de curva viene aplicado en el SCS National Engineering Handbook (1964; SHULSE, 1966).

Este número de curva es un valor tabulado que viene dado en función de la lluvia antecedente, del tipo del suelo, del uso del suelo, de la densidad de la cubierta vegetal y de las labores de conservación de los suelos.

Los tipos de suelos se usan en la preparación de los complejos hidrológicos suelo-vegetación, que a su vez se usan para determinar el escurrimiento directo.

Los principales grupos de suelos hidrológicos utilizados por el SCS son 4:

(Con el potencial de escurrimiento mínimo). Incluye a las arenas profundas con poco limo y arcilla, también a los loes muy permeables.

La mayor parte de los suelos arenosos menos profundos que los del grupo A, pero el grupo, en conjunto, tiene una infiltración media superior después de haberse mojado completamente.

Comprende los suelos poco profundos y los que contienen mucha arcilla y coloides, aunque menos que el grupo D. El grupo tiene una infiltración inferior a la promedio después de saturación.

(Con el potencial de escurrimiento mayor) el grupo incluye la mayor parte de las arcillas que más aumentan de volumen al mojarse, pero también incluye algunos de los suelos poco profundos con subhorizontes casi impermeables cerca de la superficie.

La clasificación de los suelos en los grupos hidrológicos principales puede hacerse tomando como base el tipo hidrológico.

De los estudios realizados se deduce que los suelos de las cuencas son en su mayoría permeables, profundos y bien drenados. Pero a pesar de su permeabilidad las altas pendientes de las cuencas no permiten mejores condiciones de retención y regulación, por cuya razón se obtienen respuestas casi inmediatas de las cuencas a las precipitaciones.

El tipo hidrológico se basa en la premisa de que los suelos con perfiles de características semejantes (especialmente su espesor, textura, contenido de materia orgánica, estructura y grado de abundamiento cuando se saturan) responderán en una forma prácticamente semejante bajo el efecto de una tormenta de larga duración de intensidad apreciable. Al hacer comparaciones se supone que los suelos tienen una cubierta vegetal mínima, que ha tenido lugar el aumento de volumen máximo y que la precipitación excede a la infiltración potencial.

Los tipos de usos del suelo y los tratamientos se clasifican con respecto a las avenidas que puede producir el escurrimiento. Cuanto más un uso de la tierra o tipo de vegetación o tipo de tratamiento aumenten la retención total, tanto más descenderá en el rango de producción de avenidas por el escurrimiento.

Para determinar las condiciones precedentes producidas por la lluvia y su respuesta en la cuenca con relación al escurrimiento potencial, el SCS las resume en tres casos, debido a las dificultades en su estimación.

Condición I. Esta es la condición que presentan los suelos cuando están secos, pero no hasta el punto de marchitamiento y cuando se aran o se cultivan técnicamente bien. (Esta condición no se considera aplicable al cálculo para determinar las crecientes con distintas frecuencias).

Condición II. El caso promedio, para caudales máximos anuales es decir, un promedio de las condiciones que han precedido a la creciente máxima anual en numerosas cuencas.

Condición III. Se presenta cuando ha llovido mucho o poco y han ocurrido bajas temperaturas durante los días anteriores a una tormenta y el suelo está casi saturado.

Teniendo en cuenta las condiciones anteriores y, de la combinación de los tipos de suelo, la cobertura vegetal y el tipo hidrológico de suelo, se asignaron valores de CN a cada una de estas combinaciones y se obtuvo el número de escurrimiento de 70 para las cuencas del río Lili y el zanjón Gualí.

Precipitación Máxima

Para el cálculo de crecientes se requiere la determinación de precipitaciones para los períodos de retorno de 1.01, 2, 5, 10, 25, 50 y 100 años.

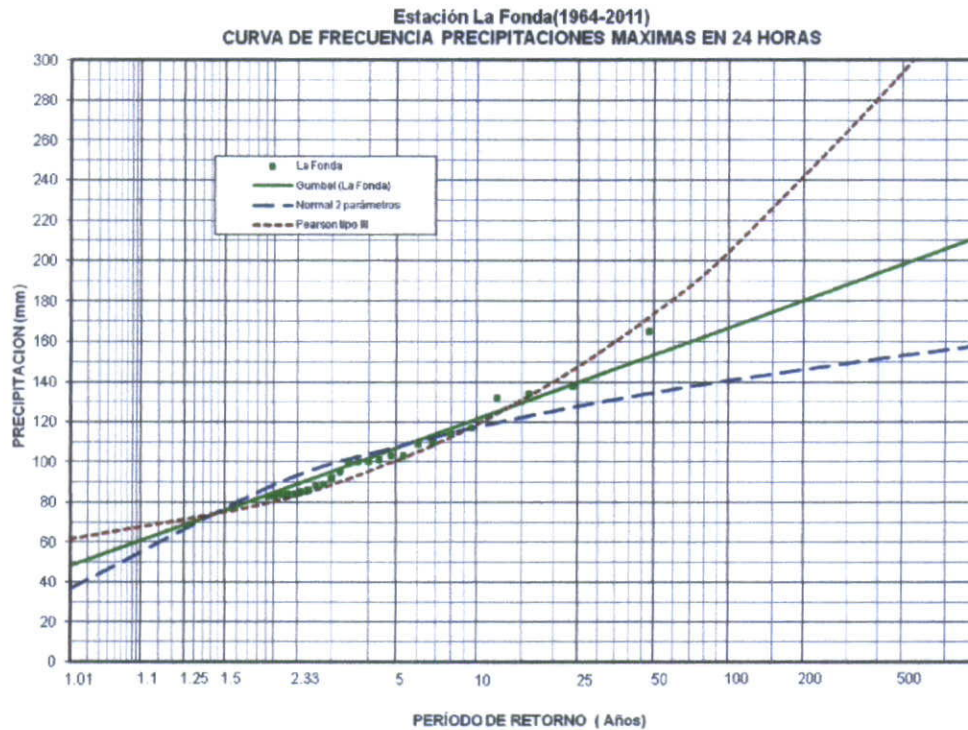
Esta labor se desarrolló mediante el empleo de los registros de precipitación disponibles en la estación La Fonda e indicados en el Cuadro 4-2.

La técnica de cálculo consistió en la selección de las series de precipitaciones máximas anuales con una duración de 1 día, para cada una de las estaciones empleadas. Posteriormente mediante una hoja de cálculo desarrollada por el consultor se aplicaron a estas series los métodos estadísticos de Gumbel I, Log Normal y Pearson tipo III, normalmente empleados con buen orden de confiabilidad en estudios hidrológicos de valores extremos. Mediante la utilización de una hoja de cálculo desarrollada por el consultor se calcularon las precipitaciones máximas en 24 horas para los diferentes períodos de retorno, mostrándose en el Cuadro 5-3 y en la Figura 5-2 el resumen de los valores obtenidos. De acuerdo al análisis de esta figura se determinó utilizar los valores obtenidos con la distribución Gumbel tipo I

Cuadro 5-3
Precipitaciones máximas en 24 Horas

PERIODO DE RETORNO (años)	ESTACIÓN LA FONDA 1964-2011					
	GUMBEL TIPO I	Log Gumbel	Normal 2 param	Log Normal 2	Pearson tipo III	Log Pearson
1.01	48.49	56.81	36.60	50.21	61.83	65.26
2	85.09	83.10	88.57	86.17	80.69	79.38
5	106.97	104.31	107.35	104.73	100.95	97.99
10	121.45	121.25	117.16	115.97	119.00	118.20
20	135.35	140.09	125.27	126.16	140.26	147.42
25	139.76	146.66	127.63	129.29	147.87	159.56
30	143.34	152.22	129.48	131.81	154.39	170.74
50	153.33	168.88	134.39	138.70	174.15	209.65
100	166.81	194.27	140.47	147.75	204.72	288.04

Figura 5.2



Distribución Temporal de las Lluvias

Este parámetro, importante para la determinación de los caudales máximos por métodos del tipo precipitación-escorrentía, se calculó a partir de los registros de la estación pluviográfica La Ladrillera.

El procedimiento consistió en la selección de las tormentas más importantes por su magnitud e intensidad, de las cuales se escogieron las comprendidas en el rango entre 1 y 3 horas, teniendo en cuenta que en este rango de tiempo se producen las respuestas más críticas a nivel de caudales máximos.

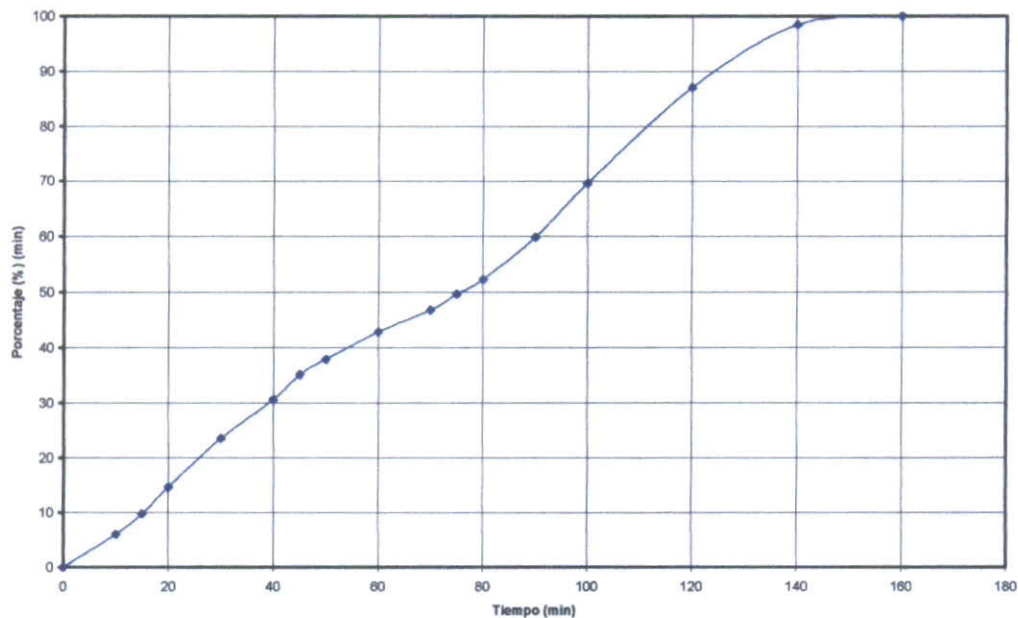
Para cada evento se calcularon los valores porcentuales de lluvia acumulada

para cada intervalo de tiempo y se graficaron la totalidad de los eventos seleccionados. Posteriormente se definió una curva representativa de las condiciones críticas de la distribución de las tormentas.

Los resultados obtenidos presentan como característica que para un tiempo igual a 2 horas, se ha precipitado una cantidad levemente inferior al 90% del total de la lluvia. Lo anterior refleja las condiciones especiales de las lluvias de corta duración e intensidad alta y uniforme. En la Figura 5-3, se muestra la distribución temporal de la lluvia para la estación La Ladrillera.

Figura 5-3

Distribución porcentual de la lluvia
Estación La Ladrillera



Precipitación Efectiva

La transformación de la precipitación en precipitación efectiva, que es lo que finalmente saldrá de la cuenca de drenaje por el punto de salida de la misma, es realizada por el S.C.S. mediante la siguiente expresión:

$$Pe = \frac{\left(P - \frac{508}{CN} + 5.08\right)^2}{P + \frac{2032}{CN} - 20.32}$$

Donde:

Pe = Precipitación efectiva (cm)

P = Precipitación total (cm)

CN = Número de curva o número de escurrimiento del suelo

Tiempos de Concentración

Se define como el tiempo que demora el agua en su recorrido desde el punto hidráulico más distante de una cuenca hasta el punto en consideración. El tiempo de concentración se refiere a la lluvia efectiva.

El tiempo de concentración ha sido estudiado por varios autores, los cuales han tenido en cuenta varios factores, entre otros los siguientes: velocidad del flujo, vegetación, pendiente, cobertura vegetal y otros elementos hidráulicos del cauce y de la cuenca.

Las formulaciones empleadas en este estudio incluyen los siguientes autores:

- Aviación USA
- Kerby- Hathway
- Bransby-Williams
- Kirpich

En el Cuadro 5-5, se encuentran los resultados obtenidos y dada la variabilidad de estos, se estimó conveniente emplear el valor obtenido con el promedio de los cuatro métodos.

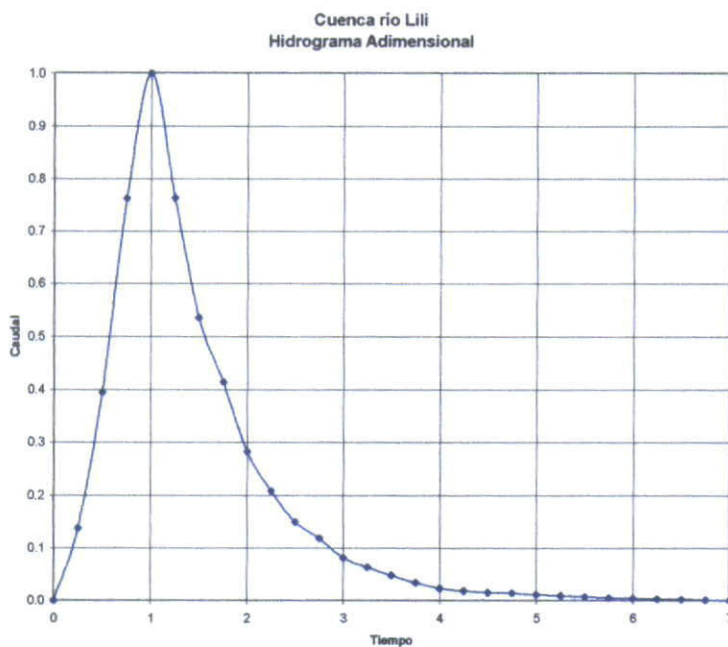
Cuadro 5-4
Características de las cuencas

Cuenca	Area (Ha)	Longitud (m)	Cota superior	Cota inferior	Pendiente (m/m)	Tiempo concentración (min)
Río Lili	1804.00	12652.00	1800.00	965.00	0.06600	152.85
Zanjón Gualí	319.68	3649.50	1086.00	965.00	0.03316	143.38
Cuenca Cañasgordas	186.83	1593.19	1101.00	963.00	0.08662	62.93

Hidrograma Adimensional

El método del SCS utiliza el concepto del hidrograma adimensional de la cuenca, para lo cual recomienda el empleo de un hidrograma propio obtenido a partir de mediciones en cuencas de drenaje con áreas y pendientes pequeñas. En este estudio se decidió adoptar el hidrograma adimensional calculado por la CVC para el río Lili, el cual se muestra en la Figura 5-4.

Figura 5-4



Caudales Máximos

Con base en los valores básicos anteriormente calculados y la información recolectada se aplicó la técnica del S.C.S, la cual requiere además la determinación de otros parámetros mediante las siguientes expresiones:

$$Q_o = \frac{0.208 * A * Pe}{t_p}$$

$$t_p = \frac{D}{2} + 0.6 * t_c$$

$$D = 0.133 * t_c$$

donde :

Q_0 = Caudal pico del hidrograma unitario, en m^3/s

A = Area tributaria de la cuenca, en Km^2

t_p = Tiempo pico del hidrograma unitario, en horas

P_e = Precipitación efectiva en mm

t_c = Tiempo de concentración, en horas

D = Duración unitaria de la precipitación efectiva en horas

Los resultados de los caudales máximos para las diferentes frecuencias en el sitio de interés, se muestran en el Cuadro 5-6.

5.3 Análisis de caudales máximos río Lili - Método de regionalización de caudales (CVC)

El estudio de regionalización de caudales máximos en el Departamento del Valle del Cauca se apoya en el método de índice de avenida con la hipótesis estación – año, por medio de la cual se establece una serie de caudales en una región, resultante de la unión de los caudales divididos por su media en las estaciones que conforman la misma. Para lograr este objetivo, se llevaron a cabo tres pasos: el primero, fue la delimitación de las regiones hidrológicamente homogéneas en el Departamento, para lo cual inicialmente se analizó la información de geología, geomorfología, suelos, vegetación y precipitación de la zona de estudio, con base en lo cual se propusieron regiones que fueron posteriormente evaluadas por medio de dos test de homogeneidad regional, el test de Wiltshire y el de Gumbel.

El segundo paso fue la determinación de la distribución de mejor ajuste a los datos de la población hidrológica en el Valle del Cauca, para lo cual se generaron series sintéticas de caudales máximos a partir de las

distribuciones Gumbel y Log Normal III en cada estación de registro y en cada región delimitada, las cuales a su vez fueron ajustadas a las distribuciones Gumbel, Log Normal III y Log Pearson III. El análisis se realizó por medio de cuatro parámetros estadísticos, a través de los cuales se compararon los resultados puntuales (en cada estación), con los resultados regionales, al mismo tiempo que se compararon los resultados obtenidos de la generación con cada una de las distribuciones y ajustadas a las mencionadas.

Por último, se determinaron las correlaciones existentes entre las características fisiográficas de las cuencas de cada región y el caudal máximo, correspondiente al período de retorno de 2.33 años, por medio del programa estadístico SPSS.

La regionalización determinó 10 regiones con sus ecuaciones asociadas. Para el presente estudio, consideramos que la Región 4 (donde se ubican las cuencas de los ríos Cali y Arroyohondo).

En la Figura 5-5 se presentan los cálculos efectuados para el periodo de retorno de 100 años, los cuales se hicieron en forma similar para los demás períodos de retorno.

Finalmente en el cuadro 5-6 se muestran los resultados obtenidos para diferentes períodos de retorno por cada una de las tres metodologías utilizadas. De las cuales se determinó la utilización de los resultados obtenidos por el método del SCS para los análisis posteriores y en el cuadro 5-7 se muestran los caudales definitivos para los tres cauces, los cuales serán utilizados para el análisis hidráulico.

Figura 5-5

Cálculo de caudal para un período de retorno de 1 en 100 para el río Lili



GRUPO DE RECURSOS HÍDRICOS
Dirección Técnica Ambiental

Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca

ESTIMACIÓN DE CAUDAL MÁXIMO PARA LA REGIÓN 4

Estimación Caudal Medio Máximo ($Q_{2.33}$)

Ingrese el área (km^2) de la cuenca de estudio: 18.04

Ingrese la longitud del cauce en km: 12.65

El Caudal Medio Máximo en m^3/s es: 29.39

Cálculo Factor Adimensional

Seleccione el Período de Retorno (T_r) en años: $Q(100)$

El Factor Adimensional es: 2.9

El CAUDAL MÁXIMO (m^3/s) ES: 85.23

Pasos para la Estimación de Caudal Máximo asociado a un período de retorno, en una zona de estudio:

1. Ubicar la región a la que corresponde la cuenca que se va a analizar
2. Ingresar el área de la Cuenca y la longitud del Cauce hasta el punto de análisis para que el sistema calcule el caudal correspondiente al período de retorno de 2.33 años de acuerdo a las ecuaciones de correlación entre las características fisiográficas de las cuencas y caudal medio máximo Ver
3. Seleccionar el Período de Retorno de estudio para que el sistema halle el Factor Adimensional de acuerdo a la región ver
4. El sistema estima automáticamente el Caudal Máximo dando clic en la pestaña "Estimar Máximo"

Grupo de Recursos Hídricos
Cali, Valle del Cauca - Colombia 2006

Cuadro 5-5

RIO LILI ESTACION PASOANCHO
CAUDALES MAXIMOS INSTANTANEOS (m^3/s)

Período de retorno (años)	Método		
	Estadístico Probabilístico (Gumbel)	Soil Conservation Service	Regionalización de Caudales Máximos
5	40.03	60.35	42.32
10	49.09	77.81	52.9
25	60.52	101.42	65.83
30	62.76	106.2	
50	69.01	119.84	75.23
100	77.43	138.77	85.23

Cuadro 5-6
Caudales máximos (m³/s)

Cuenca	Período de retorno (años)					
	5	10	25	30	50	100
Río Lili	60.35	77.81	101.42	106.20	119.84	138.77
Zanjón Gualí	10.83	13.98	18.25	19.12	21.58	25.00
Acequia Cañasgordas	3.2	3.89		5.6	6.4	7.93

6. ANALISIS HIDRAULICO

Con base a los resultados obtenidos en la evaluación hidrológica y con las secciones obtenidas del levantamiento topográfico, se determinan los niveles que alcanza el agua en el río Lili.

Para la determinación de los niveles y por consiguiente de la capacidad hidráulica de los puentes se utilizó el modelo de tránsito hidráulico HEC-RAS (Hydrologic Engineering Center-River Analysis System) versión 4.1.

En este análisis debe tenerse en cuenta todo el entorno del cauce, y este modelo permite analizar detalladamente los componentes responsables del flujo del agua a través de los cauces y simula unas condiciones lo más reales posibles logrando así conocer el efecto de las obras construidas o diseñadas.

Este modelo fue elaborado por el Cuerpo de Ingenieros de los Estados Unidos. Sus principios matemáticos se basan en la ecuación de la energía y en la ecuación del momentum, lo cual permite operar bajo las siguientes condiciones de trabajo (simultáneas o individuales):

- Flujo permanente y gradualmente variado en corrientes naturales o canales artificiales.
- Aplicable a un tramo aislado, a un sistema dendrítico o a una red completa de canales.
- Flujo subcrítico, supercrítico o régimen combinado.
- Basado en la ecuación de energía para flujo a superficie libre, conjuntamente con la ecuación de continuidad.
- Pérdidas locales por expansión y contracción.

- Ecuación de la cantidad de movimiento: utilizada para casos en que se presente flujo rápidamente variado.
- Se puede considerar el efecto de obstrucciones en el flujo.
- Análisis y manejo de planicies de inundación.

Este tipo de software le permite al usuario mantener un manejo gráfico y directo con el programa, facilitando no solamente el manejo operativo, sino sus resultados.

Los datos a ingresar en el programa son:

- Secciones topográficas
- Distancia entre secciones
- Coeficiente de rugosidad
- Definición de las orillas
- Datos de caudales y datos de niveles de control, en el presente caso se considero flujo subcrítico y como control se utilizó la profundidad normal en el sector aguas abajo del tramo en estudio.
- Datos de estructuras, como vertederos, alcantarillas, puentes, etc..

Los resultados del programa se pueden obtener en forma gráfica y/o tabulada. Ambos resultados pueden ser manipulados por el usuario según la información requerida

De acuerdo a los resultados obtenidos, se observa los siguiente (ver figuras 6-1 a 6-5):

- Los niveles del agua en el río Lili en el tramo comprendido entre su cruce con la vía Panamericana y aproximadamente 450 aguas arriba

de este cruce, están controlados por la sección del puente de la vía Panamericana, la cual es insuficiente para el manejo de las crecientes por encima de un período de retorno de 5 años.

- En el tramo entre el zanjón Gualí y la vía Panamericana, el río Lili presenta desbordamientos sobre su margen derecha para crecientes con períodos de retorno superiores a 1 vez en 5 en la mitad de este y para 100 años en prácticamente todo el tramo con excepción de un tramo donde debido al dique existente el río no se desborda.
- En la margen izquierda el río presenta obras de control de inundaciones que alcanzan a proteger para crecientes del río Lili con un período de retorno de 1 en 100 años.
- En el tramo entre el zanjón el Burro y el zanjón Gualí el río no tiene problemas de desbordamientos.
- En el tramo comprendido entre la vía Panamericana y el canal interceptor Sur, el río no tiene capacidad para conducir la creciente con un período de retorno de 1 en 100 años.

En la Figura 6-1 se presenta el perfil del río Lili en el tramo en estudio para la condición sin puente y en las figuras 6-2 a 6-4 se muestra una sección transversal representativa de los tres tramos en que se propone dividir el estudio, los cuales son el superior entre las avenidas Pasoancho y Cañasgordas, el medio entre la avenida Cañasgordas y el zanjón Gualí y el inferior entre el zanjón Gualí y la avenida Simón Bolívar.

En el anexo hidráulico se presenta la totalidad de los resultados de este análisis.

Figura 6-1
Perfil hidráulico del río Lili entre zanjón el Burro y el Canal interceptor Sur

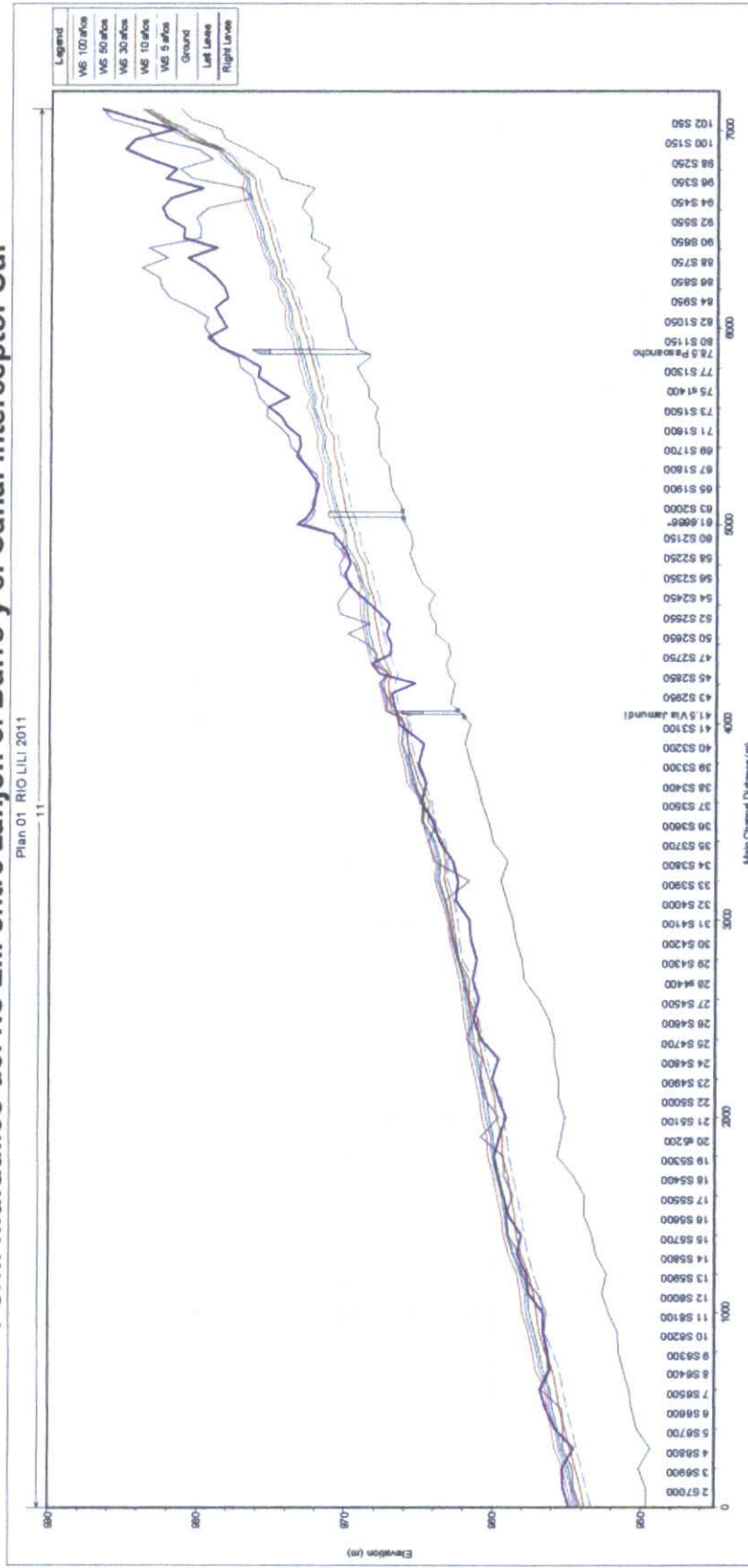


Figura 6-2
Perfil hidráulico del río Lili entre zanjón el Burro y la vía Panamericana

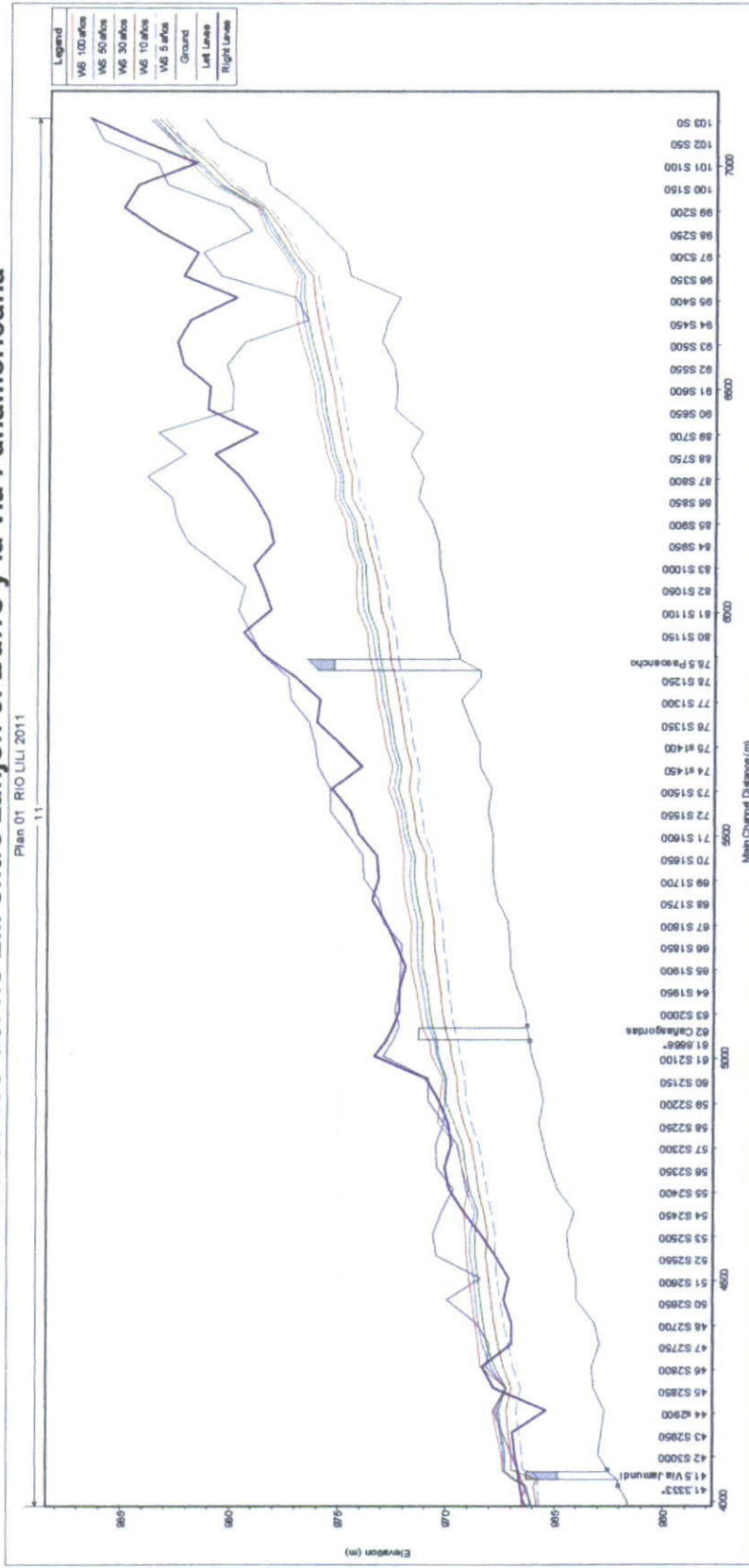
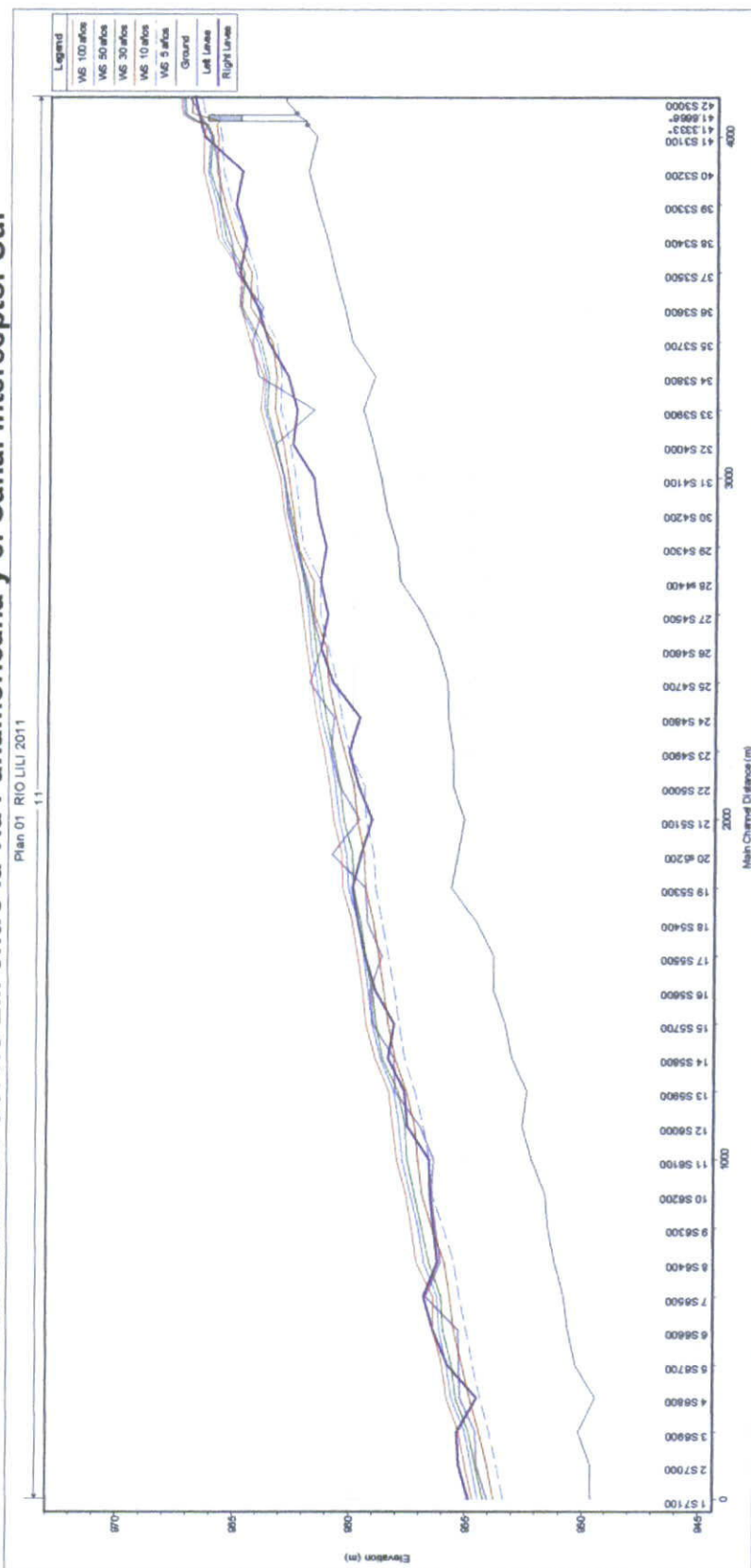


Figura 6-3
Perfil hidráulico del río Lili entre la via Panamericana y el Canal interceptor Sur



ESTUDIO HIDROLOGICO E HIDRAULICO DEL RIO LILI ENTRE SU CONFLUENCIA CON EL ZANJON EL BURRO Y SU ENTREGA AL CANAL CVC SUR

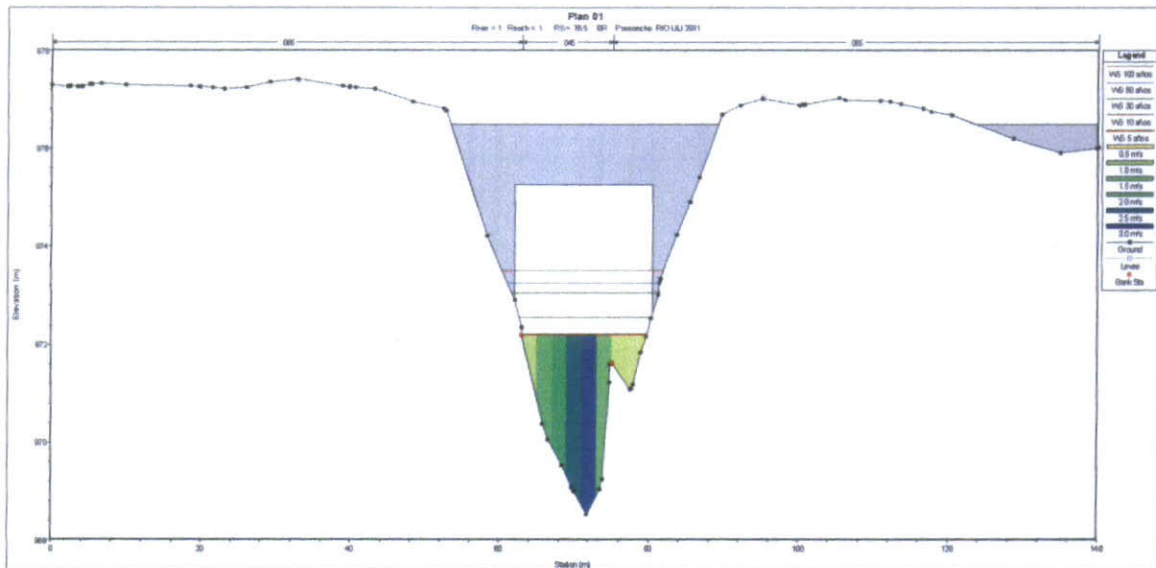


Figura 6-4 Sección transversal río Lili aguas arriba puente avenida Pasoancho

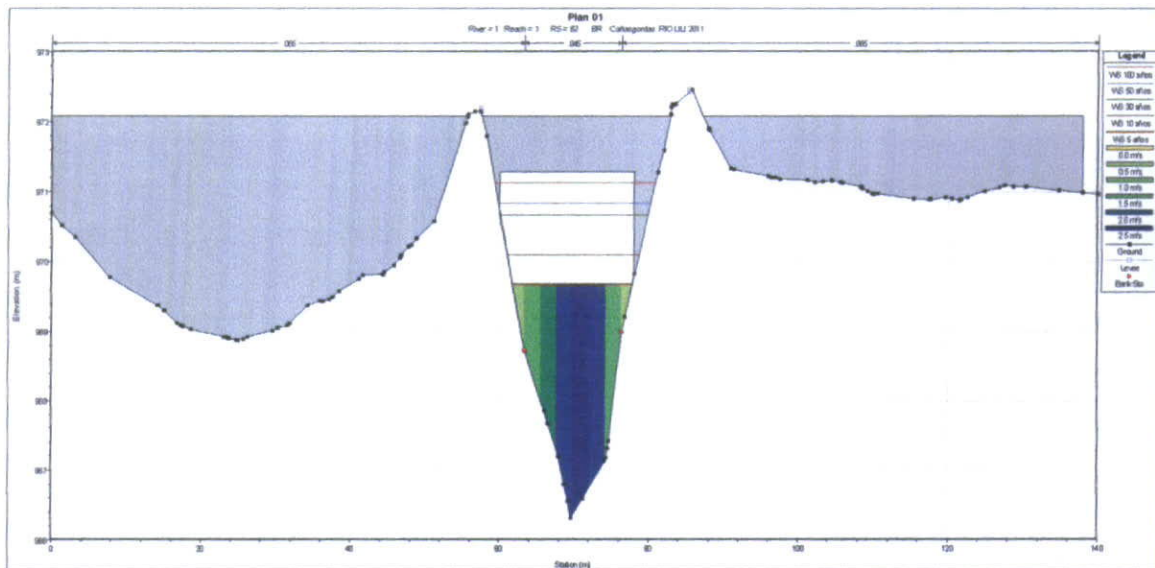


Figura 6-5 Sección transversal río Lili aguas arriba puente avenida Cañasgordas



7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

De acuerdo al análisis de la situación actual y los resultados obtenidos, se puede concluir:

- Las obras de control de inundaciones construidas a lo largo de las márgenes del río Lili en el tramo comprendido entre el zanjón El Burro y la vía Panamericana, son en suficientes para manejar crecientes del río Lili hasta con un período de retorno de 1 en 100 años.
- Los puentes ubicados sobre las avenidas Pasoancho y Cañasgordas tienen la capacidad hidráulica suficiente para manejar las crecientes hasta con un período de retorno de 1 en 100 años.
- El puente ubicado sobre la vía Panamericana no tiene la capacidad suficiente para manejar crecientes con un período de retorno superior a 1 en 5 años y debido a su poca capacidad está sujeto a la formación permanente de palizadas, que agravan la situación.
- Las obras de control de inundaciones ubicadas sobre las márgenes del río Lili aguas debajo de la vía Panamericana no tienen la altura suficiente para manejar crecientes con un período de retorno de 1 en 100 años. Estas obras fueron construidas para protección agrícola.
- Las obras de control de inundaciones construidas aguas debajo de la vía Panamericana, están construidas sin respetar la berma que debe existir entre la orilla del río y la pata húmeda del dique Según el acuerdo 23 de 1979 de la CVC, las obras de control de inundaciones de los tributarios del río Cauca deben estar separadas del cauce la menos el ancho de este.
- La sección hidráulica de los puentes actuales está sedimentada y por lo tanto estos no tienen la capacidad para la cual fueron diseñados.

- Las normas del INVIAS exigen que para puentes entre 10 y 50 m de luz, como el de la vía Panamericana, el caudal de diseño debe ser el correspondiente a un período de retorno de 1 en 50 años, además debe dejarse un gálibo de al menos 1.0m para permitir el paso del material flotante.
- De acuerdo a las secciones transversales del río Meléndez, la berma mínima que debe existir entre la orilla del río y la pata húmeda del dique es de alrededor de 15m.
- De acuerdo a lo observado en el terreno no es necesario construir obras de fijación de orilla.
- Debido al poco mantenimiento que se le da a la vegetación que existe en la ronda del río Lili, entre el zanjón El Burro y la confluencia con el zanjón Gualí, se presentan numerosas obstrucciones por la caída de ramas, guaduas y árboles completos al cauce del río.

Con base en lo anterior se recomienda:

- Construir las obras de control de inundaciones aguas abajo del puente de la vía Panamericana de acuerdo a los resultados de este estudio, para un período de retorno de uno en 100 años más un metro de borde libre. Así mismo construirlas con una separación mínima de 15 m contados entre la orilla del río y la pata húmeda del dique.
- Construir un nuevo puente sobre la vía Panamericana, el cual debe tener mínimo una luz de 20m y cuya cota inferior de las vigas debe estar en la cota 967.95msnm.
- Hacer un permanente mantenimiento preventivo de la ronda del río Lili entre el zanjón El Burro y el zanjón Gualí, de tal forma que se retiren todas las ramas, guaduas y árboles que estén en riesgo de caer al cauce y producir obstrucciones.

- En el caso de árboles que están en la orilla del río (principalmente en las curvas erosionadas) y que por su tamaño se considere que son significativos y vale la pena su permanencia, se recomienda construir muros de pata para evitar la continuación del proceso erosivo y de esta forma se garantice la permanencia del árbol.
- Arreglar los cabezales de las diferentes descargas del alcantarillado pluvial que están caídas y que la erosión remontante producida pueda llegar a afectar la estabilidad de los taludes.
- Sobreelevar las redes y tuberías que atraviesan el río Lili, hasta una altura mínima correspondiente al nivel de 1 en 100 años, más un metro de borde libre, es decir hasta la altura de los diques marginales.
- Los niveles de corona para las obras de control de inundaciones propuestas son las siguientes (la pendiente es uniforme entre los dos extremos):

Tramo		Cota corona	
Canal CVC SUR	Sección 5300 topografía	955.67	961.35
Sección 5300 topografía	Carretera Cali Jamundí	961.35	968.95

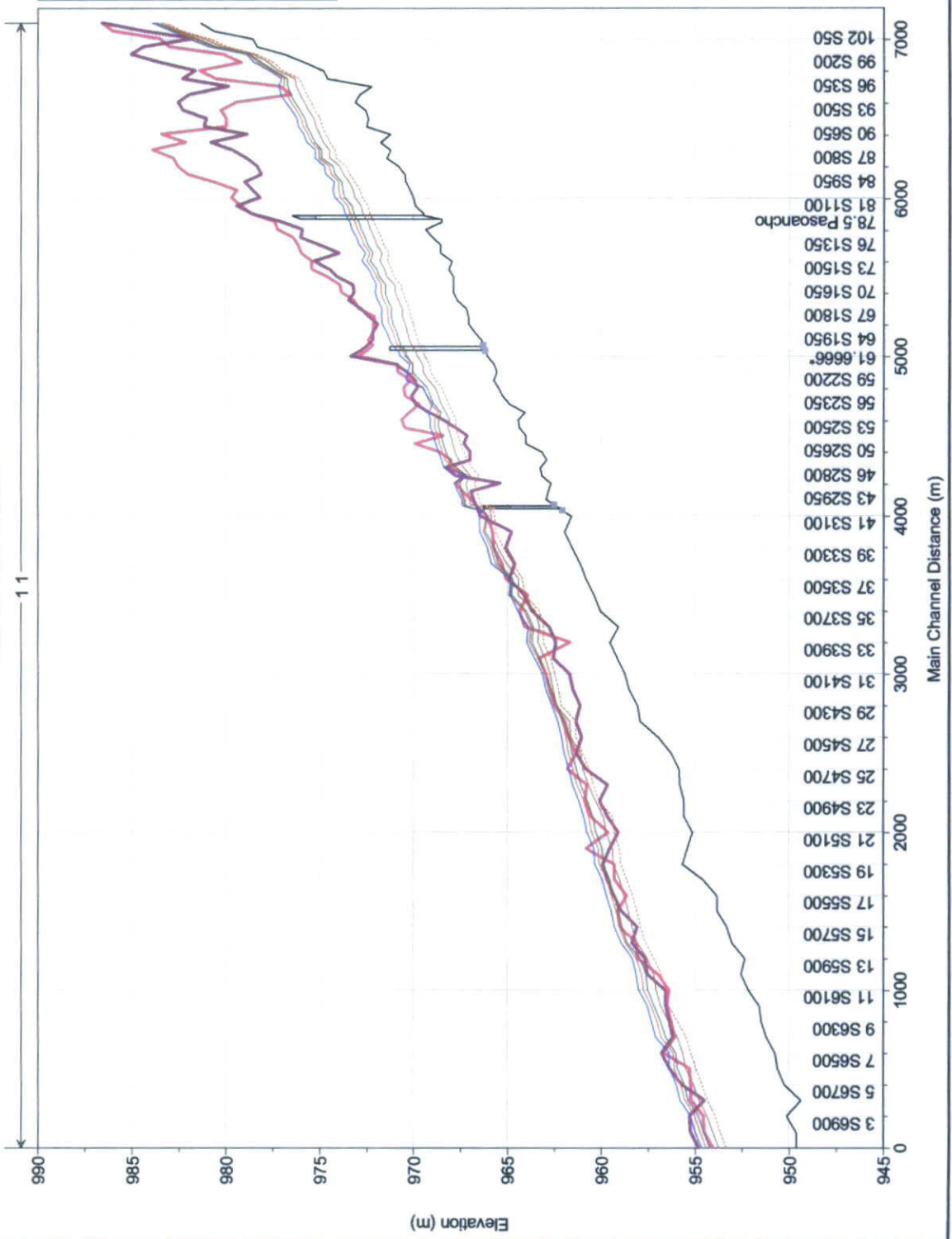


GUSTAVO ADOLFO BARRIENTOS PEÑA
Ingeniero civil - M. en I, Hidráulica
Matrícula 25202-25141

Cali, mayo 30 de 2011

ANEXOS

Plan 01 RIO LILI 2011



Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
1	103	5 años	60.35	981.37	983.19	983.25	983.91	0.021838	3.75	16.14	12.82	1.05
1	103	10 años	77.81	981.37	983.44	983.64	984.26	0.021862	4.03	19.82	24.18	1.07
1	103	30 años	106.20	981.37	983.70	983.95	984.70	0.021847	4.50	26.52	25.84	1.10
1	103	50 años	119.84	981.37	983.81	984.07	984.88	0.021845	4.69	29.35	26.07	1.12
1	103	100 años	138.77	981.37	983.95	984.24	985.10	0.021840	4.93	33.02	26.38	1.13
1	102	5 años	60.35	980.62	982.37	982.37	982.88	0.017531	3.20	20.09	22.07	0.93
1	102	10 años	77.81	980.62	982.48	982.59	983.16	0.020934	3.71	22.72	23.27	1.03
1	102	30 años	106.20	980.62	982.69	982.88	983.57	0.023006	4.28	27.71	25.95	1.11
1	102	50 años	119.84	980.62	982.78	983.02	983.75	0.023483	4.50	30.22	27.71	1.13
1	102	100 años	138.77	980.62	982.90	983.18	983.98	0.024198	4.79	33.60	29.95	1.16
1	101	5 años	60.35	978.60	980.90	980.57	981.16	0.007141	2.54	30.51	23.17	0.61
1	101	10 años	77.81	978.60	981.19	980.74	981.48	0.006803	2.74	37.16	24.84	0.61
1	101	30 años	106.20	978.60	981.59	981.01	981.96	0.006986	3.14	49.20	35.14	0.64
1	101	50 años	119.84	978.60	981.77	981.12	982.16	0.006965	3.28	56.19	42.59	0.65
1	101	100 años	138.77	978.60	982.03	981.15	982.38	0.005770	3.18	67.35	42.99	0.60
1	100	5 años	60.35	978.36	979.96	979.96	980.57	0.019796	3.47	17.40	14.09	0.99
1	100	10 años	77.81	978.36	980.20	980.20	980.91	0.018809	3.73	20.91	14.79	0.99
1	100	30 años	106.20	978.36	980.55	980.55	981.39	0.017317	4.08	26.31	16.67	0.98
1	100	50 años	119.84	978.36	980.71	980.71	981.60	0.016393	4.21	29.08	17.86	0.97
1	100	100 años	138.77	978.36	980.92	980.92	981.88	0.015370	4.37	33.00	19.42	0.96
1	99	5 años	60.35	976.89	978.39	978.61	979.21	0.038342	4.01	15.03	16.08	1.33
1	99	10 años	77.81	976.89	978.54	978.83	979.53	0.041408	4.42	17.61	17.22	1.40
1	99	30 años	106.20	976.89	978.74	979.17	980.02	0.046287	5.00	21.25	18.72	1.50
1	99	50 años	119.84	976.89	978.82	979.30	980.24	0.048994	5.27	22.75	19.30	1.55
1	99	100 años	138.77	976.89	978.92	979.45	980.53	0.051861	5.61	24.78	22.56	1.61
1	98	5 años	60.35	975.82	977.51	977.45	978.00	0.015256	3.14	20.32	19.53	0.90
1	98	10 años	77.81	975.82	977.75	977.68	978.30	0.013691	3.34	25.23	21.21	0.87
1	98	30 años	106.20	975.82	978.13	977.99	978.73	0.011462	3.55	33.66	23.79	0.83
1	98	50 años	119.84	975.82	978.30	978.12	978.92	0.010585	3.62	37.88	25.00	0.81
1	98	100 años	138.77	975.82	978.53	978.31	979.17	0.009587	3.70	43.84	26.61	0.78
1	97	5 años	60.35	974.82	976.99	976.63	977.38	0.009452	2.76	21.93	14.94	0.71
1	97	10 años	77.81	974.82	977.23	976.90	977.71	0.009763	3.08	25.82	18.18	0.74

HEC-RAS Plan: Plan 01 River: 1 Reach: 1 (Continued)

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
1	97	30 años	106.20	974.82	977.45	977.28	978.14	0.011961	3.69	30.33	21.35	0.83
1	97	50 años	119.84	974.82	977.56	977.48	978.33	0.012602	3.92	32.67	21.70	0.86
1	97	100 años	138.77	974.82	977.70	977.68	978.58	0.013441	4.22	35.68	22.06	0.90
1	96	5 años	60.35	974.59	976.09	976.09	976.69	0.020009	3.43	17.60	14.50	0.99
1	96	10 años	77.81	974.59	976.35	976.35	977.02	0.019545	3.62	21.47	16.00	1.00
1	96	30 años	106.20	974.59	976.75	976.75	977.44	0.016406	3.70	29.85	23.73	0.94
1	96	50 años	119.84	974.59	976.88	976.88	977.61	0.015933	3.83	33.01	24.32	0.94
1	96	100 años	138.77	974.59	977.05	977.05	977.84	0.015324	3.99	37.11	24.97	0.93
1	95	5 años	60.35	972.27	975.94	973.95	975.97	0.000475	0.88	73.63	33.20	0.18
1	95	10 años	77.81	972.27	976.27	974.13	976.32	0.000535	0.99	85.03	35.26	0.19
1	95	30 años	106.20	972.27	976.73	974.41	976.80	0.000600	1.14	102.05	38.15	0.21
1	95	50 años	119.84	972.27	976.94	974.53	977.00	0.000614	1.20	109.88	39.45	0.21
1	95	100 años	138.77	972.27	977.20	974.69	977.28	0.000605	1.25	132.89	56.43	0.21
1	94	5 años	60.35	972.89	975.73	974.97	975.91	0.003870	1.97	38.16	32.21	0.45
1	94	10 años	77.81	972.89	976.07	975.20	976.25	0.003376	2.05	51.98	45.07	0.44
1	94	30 años	106.20	972.89	976.58	975.41	976.73	0.002441	1.99	75.31	46.67	0.38
1	94	50 años	119.84	972.89	976.79	975.73	976.94	0.002201	1.99	85.40	46.89	0.37
1	94	100 años	138.77	972.89	977.07	975.92	977.22	0.001974	2.00	98.49	47.19	0.35
1	93	5 años	60.35	973.15	975.47	974.78	975.69	0.004666	2.12	31.46	24.53	0.51
1	93	10 años	77.81	973.15	975.84	975.10	976.06	0.003925	2.17	40.69	25.69	0.48
1	93	30 años	106.20	973.15	976.34	975.47	976.58	0.003270	2.28	53.99	27.16	0.45
1	93	50 años	119.84	973.15	976.55	975.60	976.80	0.003122	2.35	59.71	27.75	0.45
1	93	100 años	138.77	973.15	976.82	975.76	977.09	0.002984	2.44	67.22	28.51	0.45
1	92	5 años	60.35	972.56	975.26	974.35	975.47	0.003965	2.03	29.69	15.36	0.47
1	92	10 años	77.81	972.56	975.61	974.62	975.86	0.004104	2.21	35.19	16.37	0.48
1	92	30 años	106.20	972.56	976.08	975.00	976.39	0.004326	2.46	43.23	17.73	0.50
1	92	50 años	119.84	972.56	976.27	975.16	976.61	0.004460	2.57	46.67	18.29	0.51
1	92	100 años	138.77	972.56	976.52	975.37	976.89	0.004624	2.71	51.26	19.00	0.53
1	91	5 años	60.35	972.44	975.01	974.22	975.25	0.004824	2.20	27.59	15.85	0.51
1	91	10 años	77.81	972.44	975.35	974.47	975.64	0.004770	2.38	33.34	17.96	0.52
1	91	30 años	106.20	972.44	975.81	974.88	976.16	0.004704	2.63	42.42	20.83	0.53
1	91	50 años	119.84	972.44	976.00	975.05	976.38	0.004638	2.74	46.48	21.93	0.53

HEC-RAS Plan: Plan 01 River: 1 Reach: 1 (Continued)

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
1	91	100 años	138.77	972.44	976.25	975.28	976.66	0.004592	2.89	51.99	23.69	0.54
1	90	5 años	60.35	972.53	974.88	973.90	975.04	0.002920	1.78	34.02	18.29	0.40
1	90	10 años	77.81	972.53	975.23	974.13	975.42	0.002870	1.94	40.68	19.81	0.41
1	90	30 años	106.20	972.53	975.71	974.45	975.95	0.002906	2.17	50.71	22.40	0.42
1	90	50 años	119.84	972.53	975.90	974.60	976.16	0.002934	2.28	55.16	23.65	0.43
1	90	100 años	138.77	972.53	976.15	974.79	976.44	0.002958	2.42	61.22	25.35	0.43
1	89	5 años	60.35	971.25	974.69	973.62	974.88	0.003520	1.91	31.64	15.32	0.42
1	89	10 años	77.81	971.25	975.03	973.90	975.26	0.003773	2.11	36.88	16.01	0.44
1	89	30 años	106.20	971.25	975.47	974.29	975.77	0.004221	2.41	44.15	16.92	0.48
1	89	50 años	119.84	971.25	975.65	974.45	975.98	0.004467	2.54	47.15	17.28	0.49
1	89	100 años	138.77	971.25	975.87	974.67	976.25	0.004798	2.72	51.03	17.74	0.51
1	88	5 años	60.35	971.80	974.50	973.62	974.69	0.004136	1.95	31.01	18.15	0.48
1	88	10 años	77.81	971.80	974.84	973.89	975.06	0.004085	2.08	37.50	19.70	0.48
1	88	30 años	106.20	971.80	975.28	974.27	975.55	0.004180	2.27	46.70	21.71	0.49
1	88	50 años	119.84	971.80	975.46	974.43	975.75	0.004166	2.37	50.64	22.49	0.50
1	88	100 años	138.77	971.80	975.69	974.62	976.01	0.004098	2.49	55.88	23.64	0.50
1	87	5 años	60.35	971.24	974.22	973.36	974.46	0.004893	2.17	27.84	15.13	0.51
1	87	10 años	77.81	971.24	974.53	973.66	974.82	0.005232	2.37	32.76	16.28	0.53
1	87	30 años	106.20	971.24	974.91	974.07	975.29	0.005988	2.71	39.21	17.66	0.58
1	87	50 años	119.84	971.24	975.06	974.24	975.48	0.006394	2.86	41.85	18.19	0.60
1	87	100 años	138.77	971.24	975.25	974.46	975.73	0.006881	3.06	45.40	18.88	0.63
1	86	5 años	60.35	971.44	974.16	973.06	974.26	0.002237	1.42	42.45	26.19	0.36
1	86	10 años	77.81	971.44	974.50	973.29	974.61	0.002112	1.50	51.77	28.42	0.35
1	86	30 años	106.20	971.44	974.91	973.61	975.05	0.002072	1.67	63.98	30.36	0.36
1	86	50 años	119.84	971.44	975.07	973.74	975.23	0.002113	1.75	68.96	31.12	0.37
1	86	100 años	138.77	971.44	975.29	973.92	975.46	0.002158	1.85	75.66	32.11	0.38
1	85	5 años	60.35	970.81	973.64	973.12	974.03	0.009819	2.74	22.02	14.25	0.70
1	85	10 años	77.81	970.81	973.94	973.49	974.38	0.009354	2.96	26.80	17.79	0.70
1	85	30 años	106.20	970.81	974.33	973.92	974.83	0.008453	3.20	38.28	33.56	0.69
1	85	50 años	119.84	970.81	974.52	974.24	975.01	0.007676	3.22	44.79	35.03	0.66
1	85	100 años	138.77	970.81	974.78	974.44	975.25	0.006749	3.23	54.07	38.12	0.63

62

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
1	78	5 años	60.35	968.52	972.13	971.05	972.36	0.003915	2.12	30.44	16.47	0.45
1	78	10 años	77.81	968.52	972.48	971.40	972.74	0.003967	2.34	36.25	17.38	0.46
1	78	30 años	106.20	968.52	972.95	971.89	973.28	0.004056	2.64	44.88	19.20	0.48
1	78	50 años	119.84	968.52	973.15	972.06	973.51	0.004103	2.77	48.79	19.99	0.49
1	78	100 años	138.77	968.52	973.41	972.28	973.81	0.004164	2.93	54.07	21.06	0.50
1	77	5 años	60.35	969.39	971.95	971.15	972.15	0.003985	2.02	30.61	19.22	0.47
1	77	10 años	77.81	969.39	972.31	971.40	972.54	0.003717	2.14	38.03	21.72	0.47
1	77	30 años	106.20	969.39	972.81	971.76	973.08	0.003533	2.33	50.04	29.53	0.47
1	77	50 años	119.84	969.39	973.03	971.91	973.30	0.003381	2.37	56.72	31.48	0.46
1	77	100 años	138.77	969.39	973.32	972.12	973.59	0.003167	2.42	66.04	33.00	0.45
1	76	5 años	60.35	969.00	971.76	970.83	971.96	0.003640	1.99	30.56	16.11	0.45
1	76	10 años	77.81	969.00	972.12	971.10	972.36	0.003585	2.17	36.53	17.22	0.45
1	76	30 años	106.20	969.00	972.60	971.45	972.90	0.003548	2.44	45.18	19.09	0.46
1	76	50 años	119.84	969.00	972.79	971.61	973.12	0.003576	2.56	49.01	19.87	0.47
1	76	100 años	138.77	969.00	973.05	971.82	973.42	0.003612	2.72	54.21	20.95	0.48
1	75	5 años	60.35	968.57	971.62	970.51	971.79	0.002913	1.83	33.00	16.56	0.41
1	75	10 años	77.81	968.57	971.99	970.78	972.19	0.002796	2.00	39.28	17.72	0.41
1	75	30 años	106.20	968.57	972.47	971.18	972.73	0.002824	2.27	48.10	19.10	0.43
1	75	50 años	119.84	968.57	972.66	971.34	972.95	0.002876	2.39	51.90	19.67	0.43
1	75	100 años	138.77	968.57	972.91	971.54	973.24	0.002943	2.55	56.99	20.62	0.44
1	74	5 años	60.35	968.56	971.35	970.56	971.61	0.004332	2.27	27.67	15.83	0.50
1	74	10 años	77.81	968.56	971.71	970.83	972.01	0.004123	2.47	33.69	17.41	0.50
1	74	30 años	106.20	968.56	972.16	971.23	972.54	0.004198	2.79	42.04	19.38	0.52
1	74	50 años	119.84	968.56	972.34	971.39	972.76	0.004302	2.94	45.60	20.17	0.53
1	74	100 años	138.77	968.56	972.58	971.62	973.05	0.004417	3.13	50.46	21.19	0.55
1	73	5 años	60.35	967.98	971.42	969.64	971.46	0.000839	1.02	73.93	38.36	0.21
1	73	10 años	77.81	967.98	971.81	969.84	971.86	0.000812	1.12	90.03	43.82	0.22
1	73	30 años	106.20	967.98	972.31	970.12	972.37	0.000821	1.26	113.19	48.72	0.22
1	73	50 años	119.84	967.98	972.51	970.25	972.57	0.000834	1.32	123.25	50.71	0.23
1	73	100 años	138.77	967.98	972.78	970.42	972.85	0.000847	1.40	136.99	53.34	0.23
1	72	5 años	60.35	968.16	971.21	970.01	971.38	0.002662	1.84	33.20	16.05	0.39
1	72	10 años	77.81	968.16	971.56	970.28	971.77	0.002805	2.03	39.19	17.52	0.41

HEC-RAS Plan: Plan 01 River: 1 Reach: 1 (Continued)

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Mfn Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Ctl
1	72	30 años	106.20	968.16	972.00	970.67	972.27	0.003180	2.34	47.22	19.31	0.44
1	72	50 años	119.84	968.16	972.17	970.83	972.48	0.003389	2.48	50.54	20.01	0.46
1	72	100 años	138.77	968.16	972.39	971.06	972.74	0.003643	2.66	55.04	21.03	0.48
1	71	5 años	60.35	967.91	971.08	969.83	971.25	0.002483	1.80	34.00	16.86	0.38
1	71	10 años	77.81	967.91	971.43	970.12	971.64	0.002545	2.00	40.27	18.85	0.39
1	71	30 años	106.20	967.91	971.85	970.51	972.12	0.002851	2.33	48.63	21.28	0.42
1	71	50 años	119.84	967.91	972.01	970.68	972.32	0.003043	2.49	52.04	22.20	0.44
1	71	100 años	138.77	967.91	972.21	970.89	972.57	0.003278	2.69	56.66	23.38	0.46
1	70	5 años	60.35	967.91	970.69	970.05	971.03	0.006878	2.62	23.24	14.58	0.60
1	70	10 años	77.81	967.91	971.01	970.36	971.42	0.006672	2.86	29.14	24.03	0.61
1	70	30 años	106.20	967.91	971.51	970.82	971.92	0.005414	2.94	45.95	37.69	0.57
1	70	50 años	119.84	967.91	971.72	971.23	972.11	0.004964	2.96	54.27	41.92	0.55
1	70	100 años	138.77	967.91	972.02	971.45	972.38	0.004230	2.91	67.62	47.19	0.51
1	69	5 años	60.35	967.90	970.62	969.45	970.78	0.002569	1.78	37.35	28.56	0.37
1	69	10 años	77.81	967.90	970.99	969.70	971.16	0.002369	1.88	51.56	48.56	0.37
1	69	30 años	106.20	967.90	971.55	970.07	971.69	0.001821	1.87	81.67	59.58	0.33
1	69	50 años	119.84	967.90	971.76	970.30	971.90	0.001680	1.88	94.95	63.38	0.32
1	69	100 años	138.77	967.90	972.06	970.58	972.20	0.001477	1.86	114.80	68.53	0.31
1	68	5 años	60.35	967.70	970.45	969.35	970.63	0.003513	1.89	32.64	23.86	0.44
1	68	10 años	77.81	967.70	970.84	969.63	971.03	0.002959	1.96	44.14	33.06	0.41
1	68	30 años	106.20	967.70	971.40	970.06	971.59	0.002348	2.02	65.80	47.00	0.38
1	68	50 años	119.84	967.70	971.61	970.29	971.80	0.002180	2.05	76.67	52.07	0.37
1	68	100 años	138.77	967.70	971.93	970.53	972.11	0.001913	2.05	93.86	59.43	0.36
1	67	5 años	60.35	967.22	970.26	969.10	970.46	0.003141	1.98	31.71	18.89	0.41
1	67	10 años	77.81	967.22	970.65	969.39	970.87	0.003014	2.15	39.51	21.91	0.42
1	67	30 años	106.20	967.22	971.19	969.82	971.45	0.002822	2.34	52.95	27.64	0.41
1	67	50 años	119.84	967.22	971.39	970.02	971.67	0.002843	2.45	58.73	30.05	0.42
1	67	100 años	138.77	967.22	971.68	970.29	971.98	0.002750	2.54	68.41	35.46	0.42
1	66	5 años	60.35	967.12	970.19	968.96	970.32	0.001898	1.63	40.58	26.26	0.34
1	66	10 años	77.81	967.12	970.60	969.19	970.74	0.001716	1.72	54.09	42.66	0.33
1	66	30 años	106.20	967.12	971.18	969.55	971.32	0.001396	1.77	83.24	56.85	0.31
1	66	50 años	119.84	967.12	971.39	969.71	971.53	0.001348	1.81	96.59	67.62	0.31

HEC-RAS Plan: Plan 01 River: 1 Reach: 1 (Continued)

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
1	66	100 años	138.77	967.12	971.71	969.94	971.84	0.001220	1.82	120.54	85.45	0.29
1	65	5 años	60.35	967.09	970.04	968.77	970.21	0.002596	1.82	35.93	29.48	0.37
1	65	10 años	77.81	967.09	970.47	969.04	970.64	0.002186	1.87	53.34	48.79	0.35
1	65	30 años	106.20	967.09	971.11	969.43	971.24	0.001517	1.78	89.30	63.78	0.30
1	65	50 años	119.84	967.09	971.34	969.63	971.46	0.001399	1.78	104.16	68.58	0.29
1	65	100 años	138.77	967.09	971.67	969.98	971.78	0.001198	1.74	127.84	75.23	0.28
1	64	5 años	60.35	966.79	969.91	968.67	970.09	0.002241	1.88	36.06	20.47	0.37
1	64	10 años	77.81	966.79	970.34	968.96	970.53	0.002117	2.02	45.10	22.09	0.37
1	64	30 años	106.20	966.79	970.92	969.38	971.15	0.001995	2.20	58.65	23.87	0.37
1	64	50 años	119.84	966.79	971.12	969.57	971.36	0.002083	2.33	63.70	33.36	0.38
1	64	100 años	138.77	966.79	971.43	969.82	971.69	0.002006	2.41	80.18	65.99	0.38
1	63	5 años	60.35	966.41	969.81	968.39	969.98	0.001989	1.85	36.46	17.50	0.35
1	63	10 años	77.81	966.41	970.23	968.70	970.42	0.002012	2.03	44.15	19.53	0.36
1	63	30 años	106.20	966.41	970.80	969.12	971.04	0.002035	2.28	56.23	22.36	0.37
1	63	50 años	119.84	966.41	970.99	969.30	971.26	0.002170	2.43	60.39	23.25	0.39
1	63	100 años	138.77	966.41	971.28	969.54	971.58	0.002213	2.57	67.45	24.70	0.39
1	62.3333*	5 años	60.35	966.31	969.70	968.65	969.89	0.002949	1.98	31.43	16.11	0.42
1	62.3333*	10 años	77.81	966.31	970.11	968.92	970.34	0.002758	2.14	38.49	17.70	0.41
1	62.3333*	30 años	106.20	966.31	970.69	969.29	970.96	0.002611	2.37	49.30	19.90	0.42
1	62.3333*	50 años	119.84	966.31	970.86	969.47	971.17	0.002775	2.53	52.75	20.55	0.43
1	62.3333*	100 años	138.77	966.31	971.15	969.69	971.49	0.002787	2.67	58.82	21.65	0.44
1	62	Bridge										
1	61.6666*	5 años	60.35	966.20	969.51	968.58	969.78	0.003555	2.37	28.16	14.05	0.48
1	61.6666*	10 años	77.81	966.20	969.91	968.87	970.23	0.003507	2.60	34.02	15.19	0.48
1	61.6666*	30 años	106.20	966.20	970.45	969.30	970.85	0.003543	2.92	42.67	16.73	0.50
1	61.6666*	50 años	119.84	966.20	970.58	969.49	971.05	0.003956	3.16	44.83	17.09	0.53
1	61.6666*	100 años	138.77	966.20	970.83	969.74	971.36	0.004144	3.39	49.21	17.80	0.55
1	61	5 años	60.35	966.10	969.42	968.21	969.64	0.003725	2.10	28.77	12.14	0.43
1	61	10 años	77.81	966.10	969.82	968.53	970.09	0.003990	2.30	33.78	12.89	0.45
1	61	30 años	106.20	966.10	970.36	968.98	970.70	0.004381	2.59	41.02	13.91	0.48
1	61	50 años	119.84	966.10	970.47	969.17	970.88	0.005029	2.81	42.62	14.12	0.52

HEC-RAS Plan: Plan 01 River: 1 Reach: 1 (Continued)

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
1	61	100 años	138.77	966.10	970.72	969.42	971.18	0.005439	3.01	46.14	14.58	0.54
1	60	5 años	60.35	965.73	969.17	968.07	969.44	0.004092	2.32	26.95	13.00	0.46
1	60	10 años	77.81	965.73	969.55	968.41	969.88	0.004232	2.58	32.01	14.17	0.48
1	60	30 años	106.20	965.73	970.04	968.88	970.47	0.004522	2.96	39.47	16.05	0.51
1	60	50 años	119.84	965.73	970.06	969.04	970.60	0.005673	3.32	39.70	16.10	0.57
1	60	100 años	138.77	965.73	970.22	969.36	970.87	0.006426	3.64	42.38	16.76	0.61
1	59	5 años	60.35	965.58	969.11	967.80	969.26	0.002233	1.72	35.83	17.74	0.36
1	59	10 años	77.81	965.58	969.51	968.09	969.69	0.002141	1.87	43.24	19.44	0.36
1	59	30 años	106.20	965.58	970.06	968.46	970.26	0.001944	2.02	66.21	62.85	0.36
1	59	50 años	119.84	965.58	970.09	968.63	970.33	0.002383	2.25	67.89	63.48	0.40
1	59	100 años	138.77	965.58	970.32	968.84	970.56	0.002310	2.32	83.14	69.31	0.40
1	58	5 años	60.35	965.76	968.85	967.79	969.11	0.003274	2.31	28.55	13.51	0.45
1	58	10 años	77.81	965.76	969.21	968.10	969.54	0.003504	2.59	33.54	14.46	0.47
1	58	30 años	106.20	965.76	969.66	968.55	970.10	0.003982	3.03	40.44	16.44	0.52
1	58	50 años	119.84	965.76	970.16	968.75	970.21	0.000747	1.43	185.47	140.00	0.23
1	58	100 años	138.77	965.76	970.41	968.99	970.45	0.000633	1.37	219.79	140.00	0.21
1	57	5 años	60.35	965.51	968.52	967.91	968.88	0.006560	2.70	23.56	13.72	0.59
1	57	10 años	77.81	965.51	968.87	968.21	969.29	0.006362	2.94	28.63	14.97	0.59
1	57	30 años	106.20	965.51	969.28	968.64	969.83	0.006793	3.37	35.04	16.02	0.63
1	57	50 años	119.84	965.51	969.47	968.84	970.07	0.006880	3.54	38.16	16.95	0.64
1	57	100 años	138.77	965.51	969.52	969.07	970.30	0.008672	4.01	39.06	17.21	0.72
1	56	5 años	60.35	965.27	968.31	967.52	968.58	0.004545	2.30	26.98	15.47	0.51
1	56	10 años	77.81	965.27	968.69	967.79	969.00	0.004246	2.49	33.28	17.61	0.50
1	56	30 años	106.20	965.27	969.12	968.20	969.51	0.004519	2.85	41.37	20.73	0.53
1	56	50 años	119.84	965.27	969.32	968.37	969.75	0.004492	2.97	45.73	22.25	0.54
1	56	100 años	138.77	965.27	969.29	968.61	969.88	0.006232	3.47	45.10	22.03	0.63
1	55	5 años	60.35	964.91	968.17	966.96	968.40	0.002723	2.17	31.87	17.13	0.41
1	55	10 años	77.81	964.91	968.55	967.28	968.82	0.002816	2.40	38.89	19.66	0.42
1	55	30 años	106.20	964.91	968.95	967.74	969.31	0.003338	2.82	47.34	22.89	0.47
1	55	50 años	119.84	964.91	969.15	967.97	969.54	0.003409	2.95	52.10	24.08	0.48
1	55	100 años	138.77	964.91	968.98	968.25	969.58	0.005493	3.64	48.11	23.09	0.61

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
1	54	5 años	60.35	964.10	967.94	966.94	968.22	0.004163	2.35	26.60	12.83	0.48
1	54	10 años	77.81	964.10	968.29	967.27	968.64	0.004440	2.65	31.33	15.91	0.51
1	54	30 años	106.20	964.10	968.54	967.73	969.07	0.006051	3.28	35.87	19.62	0.60
1	54	50 años	119.84	964.10	968.70	967.91	969.29	0.006390	3.48	39.12	21.91	0.62
1	54	100 años	138.77	964.10	969.22	968.11	969.31	0.001328	1.76	139.07	78.71	0.29
1	53	5 años	71.18	964.45	967.75	966.92	968.01	0.004085	2.31	32.47	17.71	0.49
1	53	10 años	91.79	964.45	968.09	967.19	968.42	0.004115	2.55	38.86	19.10	0.50
1	53	30 años	125.32	964.45	968.68	967.60	968.81	0.001726	1.89	111.07	77.65	0.34
1	53	50 años	141.42	964.45	968.90	967.78	969.02	0.001520	1.86	128.05	77.99	0.32
1	53	100 años	163.77	964.45	969.12	968.02	969.24	0.001453	1.89	145.18	78.33	0.32
1	52	5 años	71.18	964.39	967.77	966.90	967.84	0.001417	1.51	83.00	73.11	0.29
1	52	10 años	91.79	964.39	968.18	967.26	968.24	0.001130	1.48	113.15	74.41	0.26
1	52	30 años	125.32	964.39	968.67	967.75	968.73	0.000932	1.48	150.03	76.63	0.24
1	52	50 años	141.42	964.39	968.89	967.75	968.94	0.000870	1.48	166.76	77.78	0.24
1	52	100 años	163.77	964.39	969.10	967.75	969.16	0.000877	1.54	183.77	78.93	0.24
1	51	5 años	71.18	964.02	967.65	966.11	967.76	0.001514	1.60	56.67	38.29	0.31
1	51	10 años	91.79	964.02	968.05	966.43	968.17	0.001395	1.68	72.17	38.96	0.30
1	51	30 años	125.32	964.02	968.53	966.87	968.66	0.001342	1.81	98.85	50.04	0.30
1	51	50 años	141.42	964.02	968.75	967.04	968.88	0.001319	1.86	109.54	50.05	0.30
1	51	100 años	163.77	964.02	968.95	967.49	969.10	0.001406	1.99	119.65	50.05	0.31
1	50	5 años	71.18	964.02	967.53	966.06	967.67	0.001983	1.75	50.43	38.09	0.34
1	50	10 años	91.79	964.02	967.94	966.39	968.09	0.001770	1.82	66.42	41.50	0.33
1	50	30 años	125.32	964.02	968.43	966.83	968.59	0.001722	1.97	87.03	42.82	0.33
1	50	50 años	141.42	964.02	968.64	967.02	968.80	0.001694	2.03	96.16	42.82	0.33
1	50	100 años	163.77	964.02	968.83	967.52	969.02	0.001830	2.18	104.30	42.82	0.35
1	48	5 años	71.18	963.19	967.35	965.93	967.55	0.003073	2.07	45.05	35.10	0.38
1	48	10 años	91.79	963.19	967.80	966.36	967.98	0.002574	2.08	60.74	35.10	0.36
1	48	30 años	125.32	963.19	968.28	967.23	968.48	0.002556	2.26	77.54	35.10	0.36
1	48	50 años	141.42	963.19	968.49	967.41	968.70	0.002540	2.34	84.96	35.10	0.37
1	48	100 años	163.77	963.19	968.68	967.57	968.90	0.002656	2.46	96.93	39.03	0.38
1	47	5 años	71.18	962.95	967.13	965.64	967.38	0.003273	2.33	39.39	35.13	0.40
1	47	10 años	91.79	962.95	967.62	966.07	967.84	0.002712	2.31	56.65	35.27	0.37

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
1	47	30 años	125.32	962.95	968.13	966.69	968.35	0.002508	2.41	79.87	39.88	0.36
1	47	50 años	141.42	962.95	968.35	966.88	968.57	0.002454	2.46	88.67	39.89	0.36
1	47	100 años	163.77	962.95	968.51	967.54	968.77	0.002739	2.66	95.18	39.89	0.38
1	46	5 años	71.18	963.29	966.90	965.85	967.19	0.004581	2.39	30.71	18.18	0.49
1	46	10 años	91.79	963.29	967.35	966.20	967.67	0.004262	2.52	39.29	19.60	0.48
1	46	30 años	125.32	963.29	967.74	966.70	968.16	0.005098	2.94	47.06	20.82	0.54
1	46	50 años	141.42	963.29	967.91	966.99	968.37	0.005393	3.10	50.69	21.37	0.56
1	46	100 años	163.77	963.29	968.40	967.26	968.62	0.002644	2.39	104.02	60.00	0.40
1	45	5 años	74.38	963.20	966.55	965.56	966.95	0.004597	2.84	29.66	16.50	0.52
1	45	10 años	95.68	963.20	966.99	965.94	967.43	0.004507	3.07	38.45	23.18	0.53
1	45	30 años	130.92	963.20	967.21	966.56	967.85	0.006214	3.76	49.71	40.31	0.62
1	45	50 años	147.82	963.20	967.26	966.96	968.03	0.007394	4.14	51.66	40.44	0.68
1	45	100 años	171.70	963.20	967.20	967.20	968.30	0.010672	4.92	49.34	40.23	0.82
1	44	5 años	74.38	962.73	966.76	964.72	966.79	0.000396	0.87	101.51	38.94	0.16
1	44	10 años	95.68	962.73	967.22	964.93	967.26	0.000394	0.95	119.85	39.49	0.16
1	44	30 años	130.92	962.73	967.55	965.23	967.61	0.000537	1.18	132.87	39.95	0.19
1	44	50 años	147.82	962.73	967.67	965.39	967.74	0.000616	1.29	137.56	40.20	0.21
1	44	100 años	171.70	962.73	967.82	965.44	967.91	0.000728	1.44	149.43	60.00	0.23
1	43	5 años	74.38	962.85	966.66	964.81	966.76	0.000905	1.41	60.62	25.62	0.25
1	43	10 años	95.68	962.85	967.13	965.08	967.23	0.000859	1.50	82.79	41.07	0.25
1	43	30 años	130.92	962.85	967.43	965.46	967.57	0.001081	1.77	106.60	60.00	0.28
1	43	50 años	147.82	962.85	967.54	965.62	967.69	0.001216	1.91	112.80	60.00	0.30
1	43	100 años	171.70	962.85	967.67	965.85	967.85	0.001407	2.10	120.62	60.00	0.33
1	42	5 años	74.38	962.98	966.52	964.96	966.68	0.002066	1.77	42.28	16.94	0.35
1	42	10 años	95.68	962.98	967.01	965.29	967.17	0.001751	1.82	65.29	59.62	0.33
1	42	30 años	130.92	962.98	967.27	965.73	967.49	0.002227	2.16	81.25	60.00	0.37
1	42	50 años	147.82	962.98	967.35	965.92	967.60	0.002544	2.35	85.89	60.00	0.40
1	42	100 años	171.70	962.98	967.44	966.16	967.74	0.003033	2.61	91.22	60.00	0.44
1	41.6666*	5 años	74.38	962.53	966.47	964.60	966.61	0.001715	1.69	44.94	24.40	0.31
1	41.6666*	10 años	95.68	962.53	966.99	964.92	967.10	0.001222	1.59	85.74	66.67	0.27
1	41.6666*	30 años	130.92	962.53	967.25	965.39	967.40	0.001552	1.88	103.46	66.67	0.31
1	41.6666*	50 años	147.82	962.53	967.33	965.60	967.50	0.001781	2.04	108.49	66.67	0.33

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
1	41.6666*	100 años	171.70	962.53	967.41	965.86	967.62	0.002139	2.27	114.17	66.67	0.37
1	41.5	Bridge										
1	41.3333*	5 años	74.38	962.07	965.79	964.19	965.99	0.002745	2.00	37.20	13.12	0.38
1	41.3333*	10 años	95.68	962.07	965.96	964.53	966.26	0.003846	2.42	39.52	13.39	0.45
1	41.3333*	30 años	130.92	962.07	966.27	965.02	966.73	0.005360	2.99	44.66	28.38	0.54
1	41.3333*	50 años	147.82	962.07	966.36	965.24	966.90	0.006220	3.28	47.23	31.64	0.58
1	41.3333*	100 años	171.70	962.07	966.35	965.52	967.09	0.008473	3.82	46.96	31.56	0.68
1	41	5 años	74.38	961.62	965.71	963.73	965.90	0.002321	1.89	39.27	12.10	0.34
1	41	10 años	95.68	961.62	965.85	964.09	966.13	0.003435	2.34	40.91	12.26	0.41
1	41	30 años	130.92	961.62	966.09	964.61	966.54	0.005200	2.96	46.58	31.99	0.50
1	41	50 años	147.82	961.62	966.15	964.84	966.68	0.006135	3.24	51.65	46.43	0.55
1	41	100 años	171.70	961.62	966.50	965.15	966.76	0.003491	2.58	104.25	80.00	0.42
1	40	5 años	74.38	961.99	965.64	963.83	965.71	0.001093	1.36	77.33	47.93	0.24
1	40	10 años	95.68	961.99	965.90	964.15	965.93	0.006628	1.09	143.47	80.00	0.19
1	40	30 años	130.92	961.99	966.22	964.62	966.26	0.000730	1.24	169.21	80.00	0.20
1	40	50 años	147.82	961.99	966.31	965.15	966.36	0.000826	1.34	176.22	80.00	0.22
1	40	100 años	171.70	961.99	966.48	965.29	966.54	0.000885	1.43	190.49	80.00	0.23
1	39	5 años	74.38	961.58	965.25	964.10	965.50	0.004322	2.35	42.65	46.65	0.45
1	39	10 años	95.68	961.58	965.52	964.54	965.78	0.004248	2.48	55.43	47.05	0.46
1	39	30 años	130.92	961.58	965.73	965.43	966.08	0.005461	2.94	65.48	48.08	0.52
1	39	50 años	147.82	961.58	965.90	965.55	966.17	0.004563	2.78	89.48	80.00	0.48
1	39	100 años	171.70	961.58	966.10	965.68	966.36	0.004145	2.76	106.07	80.00	0.46
1	38	5 años	74.38	961.13	964.72	963.63	965.03	0.005113	2.54	38.10	45.19	0.49
1	38	10 años	95.68	961.13	965.07	964.03	965.34	0.004490	2.55	53.86	46.80	0.47
1	38	30 años	130.92	961.13	965.49	965.00	965.64	0.002725	2.17	105.09	80.00	0.37
1	38	50 años	147.82	961.13	965.65	965.12	965.80	0.002585	2.17	117.76	80.00	0.36
1	38	100 años	171.70	961.13	965.88	965.27	966.02	0.002366	2.17	135.87	80.00	0.35
1	37	5 años	74.38	960.83	964.20	963.13	964.51	0.005128	2.50	33.05	31.22	0.50
1	37	10 años	95.68	960.83	964.40	963.49	964.80	0.006241	2.88	40.25	39.18	0.56
1	37	30 años	130.92	960.83	964.70	964.44	965.20	0.007120	3.30	53.23	47.26	0.61
1	37	50 años	147.82	960.83	964.84	964.62	965.36	0.007277	3.44	59.81	49.58	0.62

HEC-RAS Plan: Plan 01 River: 1 Reach: 1 (Continued)

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
1	37	100 años	171.70	960.83	964.84	964.84	965.54	0.009773	3.98	59.95	49.63	0.72
1	36	5 años	74.38	960.39	964.10	962.93	964.20	0.001462	1.74	72.92	46.16	0.30
1	36	10 años	95.68	960.39	964.46	963.29	964.51	0.000904	1.46	127.55	80.00	0.24
1	36	30 años	130.92	960.39	964.79	963.79	964.86	0.000983	1.61	154.53	80.00	0.25
1	36	50 años	147.82	960.39	964.94	963.92	965.00	0.001016	1.68	166.09	80.00	0.26
1	36	100 años	171.70	960.39	964.86	963.98	964.96	0.001537	2.04	159.73	80.00	0.32
1	35	5 años	74.38	960.08	963.29	962.67	963.85	0.010108	3.32	23.61	21.68	0.68
1	35	10 años	95.68	960.08	963.52	963.08	964.22	0.011965	3.78	30.20	35.55	0.74
1	35	30 años	130.92	960.08	964.02	964.02	964.58	0.009220	3.67	51.90	47.66	0.66
1	35	50 años	147.82	960.08	964.14	964.14	964.72	0.009393	3.80	57.80	49.22	0.68
1	35	100 años	171.70	960.08	964.46	964.29	964.70	0.004541	2.81	108.20	80.00	0.48
1	34	5 años	74.38	959.09	963.07	961.72	963.27	0.002717	2.05	46.44	42.30	0.39
1	34	10 años	95.68	959.09	963.32	962.08	963.55	0.003004	2.27	56.82	42.85	0.42
1	34	30 años	130.92	959.09	963.64	962.58	963.92	0.003427	2.60	70.78	43.57	0.45
1	34	50 años	147.82	959.09	963.75	963.16	964.07	0.003718	2.77	75.71	44.17	0.47
1	34	100 años	171.70	959.09	963.89	963.34	964.25	0.004149	3.00	81.86	45.01	0.50
1	33	5 años	74.38	959.55	963.12	961.51	963.14	0.000355	0.77	137.68	80.00	0.15
1	33	10 años	95.68	959.55	963.37	961.75	963.40	0.000393	0.87	156.14	80.00	0.16
1	33	30 años	130.92	959.55	963.71	961.99	963.75	0.000460	1.01	185.29	80.00	0.18
1	33	50 años	147.82	959.55	963.84	962.08	963.88	0.000502	1.08	195.06	80.00	0.19
1	33	100 años	171.70	959.55	963.99	962.21	964.04	0.000564	1.18	207.32	80.00	0.20
1	32	5 años	74.38	959.16	962.70	962.11	963.02	0.005669	2.83	42.95	47.69	0.51
1	32	10 años	95.68	959.16	962.99	962.76	963.28	0.005174	2.87	56.66	47.95	0.49
1	32	30 años	130.92	959.16	963.30	963.01	963.61	0.005484	3.13	71.58	48.71	0.52
1	32	50 años	147.82	959.16	963.39	963.12	963.73	0.005968	3.31	83.68	80.00	0.54
1	32	100 años	171.70	959.16	963.56	963.23	963.88	0.005753	3.34	97.01	80.00	0.53
1	31	5 años	74.38	958.76	962.48	961.51	962.59	0.002515	1.81	63.80	52.06	0.34
1	31	10 años	95.68	958.76	962.76	962.04	962.88	0.002440	1.90	79.15	56.77	0.34
1	31	30 años	130.92	958.76	962.99	962.27	963.15	0.003134	2.25	93.98	80.00	0.39
1	31	50 años	147.82	958.76	962.98	962.38	963.19	0.004056	2.56	93.31	80.00	0.44
1	31	100 años	171.70	958.76	963.13	962.51	963.35	0.004207	2.68	105.08	80.00	0.45

HEC-RAS Plan: Plan 01 River: 1 Reach: 1 (Continued)

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
1	30	5 años	74.38	958.54	962.30	960.68	962.40	0.001422	1.48	66.80	46.70	0.29
1	30	10 años	95.68	958.54	962.57	961.02	962.68	0.001554	1.63	79.32	46.96	0.30
1	30	30 años	130.92	958.54	962.69	961.49	962.87	0.002442	2.08	85.00	47.08	0.38
1	30	50 años	147.82	958.54	962.84	961.95	962.92	0.001415	1.63	142.48	80.00	0.29
1	30	100 años	171.70	958.54	962.97	962.13	963.06	0.001562	1.76	152.81	80.00	0.31
1	29	5 años	74.38	958.08	962.14	960.85	962.24	0.001823	1.66	70.41	49.10	0.29
1	29	10 años	95.68	958.08	962.40	961.58	962.51	0.001943	1.80	83.11	49.68	0.30
1	29	30 años	130.92	958.08	962.35	961.83	962.56	0.003976	2.55	80.42	49.56	0.43
1	29	50 años	147.82	958.08	962.44	961.93	962.68	0.004355	2.71	85.05	49.77	0.46
1	29	100 años	171.70	958.08	962.63	962.05	962.83	0.003696	2.59	114.74	80.04	0.42
1	28	5 años	74.38	957.96	961.37	960.61	961.87	0.008251	3.16	27.42	28.90	0.61
1	28	10 años	95.68	957.96	961.70	961.63	962.14	0.007236	3.19	44.04	48.31	0.58
1	28	30 años	130.92	957.96	962.04	961.93	962.19	0.003194	2.28	102.71	80.00	0.39
1	28	50 años	147.82	957.96	962.09	961.96	962.27	0.003668	2.46	106.84	80.00	0.42
1	28	100 años	171.70	957.96	962.31	961.96	962.47	0.003258	2.42	124.56	80.00	0.40
1	27	5 años	74.38	956.98	961.37	959.50	961.47	0.001338	1.56	70.76	48.10	0.27
1	27	10 años	95.68	956.98	961.64	959.87	961.75	0.001474	1.73	83.83	48.96	0.29
1	27	30 años	130.92	956.98	961.70	960.60	961.90	0.002524	2.28	86.90	49.17	0.38
1	27	50 años	147.82	956.98	961.90	960.84	962.01	0.001599	1.88	136.77	80.00	0.30
1	27	100 años	171.70	956.98	962.13	961.21	962.24	0.001532	1.91	155.03	80.00	0.30
1	26	5 años	74.38	956.28	961.00	959.65	961.24	0.003853	2.17	34.57	17.98	0.45
1	26	10 años	95.68	956.28	961.11	960.05	961.47	0.005564	2.66	36.62	20.28	0.55
1	26	30 años	130.92	956.28	961.57	960.60	961.66	0.001729	1.65	117.52	81.33	0.31
1	26	50 años	147.82	956.28	961.75	960.83	961.84	0.001632	1.67	132.53	81.33	0.31
1	26	100 años	171.70	956.28	961.98	961.17	962.08	0.001545	1.71	151.56	81.33	0.30
1	25	5 años	74.38	955.88	960.66	959.38	960.88	0.003252	2.08	36.16	15.42	0.42
1	25	10 años	95.68	955.88	961.00	959.72	961.10	0.001732	1.62	79.56	40.72	0.31
1	25	30 años	130.92	955.88	961.34	960.18	961.47	0.002007	1.89	93.62	42.03	0.34
1	25	50 años	147.82	955.88	961.52	960.38	961.66	0.002044	1.98	101.05	42.78	0.35
1	25	100 años	171.70	955.88	961.73	960.64	961.90	0.002127	2.10	110.46	43.77	0.36
1	24	5 años	74.38	955.85	960.43	958.96	960.59	0.002342	1.90	50.35	31.50	0.35
1	24	10 años	95.68	955.85	960.68	959.38	960.88	0.002713	2.16	58.12	31.73	0.38

HEC-RAS Plan: Plan 01 River: 1 Reach: 1 (Continued)

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
1	24	30 años	130.92	955.85	961.11	960.12	961.27	0.002101	2.07	98.79	56.32	0.34
1	24	50 años	147.82	955.85	961.30	960.28	961.46	0.002055	2.11	109.30	56.32	0.34
1	24	100 años	171.70	955.85	961.52	960.47	961.69	0.002066	2.20	121.87	56.32	0.35
1	23	5 años	74.38	955.62	960.11	958.79	960.32	0.003049	2.11	47.18	48.71	0.39
1	23	10 años	95.68	955.62	960.32	959.15	960.56	0.003549	2.38	57.03	49.30	0.43
1	23	30 años	130.92	955.62	960.76	959.81	961.00	0.003273	2.49	79.26	52.47	0.42
1	23	50 años	147.82	955.62	960.95	959.91	961.19	0.003184	2.55	90.12	61.48	0.42
1	23	100 años	171.70	955.62	961.20	960.45	961.43	0.002971	2.57	105.44	61.48	0.41
1	22	5 años	74.38	955.61	959.43	958.53	959.87	0.006472	2.95	26.18	12.46	0.56
1	22	10 años	95.68	955.61	959.91	958.93	960.18	0.004039	2.59	56.42	49.83	0.46
1	22	30 años	130.92	955.61	960.46	959.85	960.68	0.002977	2.47	84.60	51.23	0.40
1	22	50 años	147.82	955.61	960.68	959.97	960.89	0.002764	2.47	95.70	51.36	0.39
1	22	100 años	171.70	955.61	960.94	960.13	961.15	0.002623	2.51	109.12	51.36	0.39
1	21	5 años	74.38	955.15	959.35	957.61	959.49	0.001654	1.81	56.25	43.14	0.31
1	21	10 años	95.68	955.15	959.75	958.08	959.90	0.001608	1.93	74.42	47.01	0.31
1	21	30 años	130.92	955.15	960.31	958.53	960.46	0.001469	2.02	100.43	47.01	0.31
1	21	50 años	147.82	955.15	960.52	958.73	960.67	0.001466	2.08	110.45	47.01	0.31
1	21	100 años	171.70	955.15	960.77	959.30	960.94	0.001506	2.18	122.38	47.01	0.32
1	20	5 años	74.38	955.43	959.04	957.82	959.26	0.003170	2.12	38.43	22.86	0.42
1	20	10 años	95.68	955.43	959.42	958.15	959.68	0.003057	2.29	48.07	26.50	0.43
1	20	30 años	130.92	955.43	959.95	958.75	960.24	0.002934	2.50	68.70	41.58	0.43
1	20	50 años	147.82	955.43	960.17	958.95	960.46	0.002830	2.56	77.83	42.44	0.43
1	20	100 años	171.70	955.43	960.41	959.20	960.72	0.002847	2.68	88.24	43.40	0.43
1	19	5 años	74.38	955.68	958.96	957.46	959.04	0.001111	1.31	58.19	26.00	0.27
1	19	10 años	95.68	955.68	959.36	957.70	959.46	0.001068	1.42	73.94	38.08	0.27
1	19	30 años	130.92	955.68	959.90	958.00	960.02	0.001059	1.59	94.76	39.06	0.27
1	19	50 años	147.82	955.68	960.12	958.12	960.25	0.001064	1.66	108.30	51.61	0.28
1	19	100 años	171.70	955.68	960.35	958.30	960.50	0.001113	1.77	120.63	51.61	0.29
1	18	5 años	74.38	954.60	958.65	957.47	958.86	0.002735	2.21	42.28	22.71	0.40
1	18	10 años	95.68	954.60	959.03	957.88	959.28	0.002792	2.41	51.38	24.74	0.41
1	18	30 años	130.92	954.60	959.56	958.38	959.84	0.002807	2.65	70.10	34.60	0.42
1	18	50 años	147.82	954.60	959.70	958.56	960.05	0.003289	2.94	78.48	46.55	0.46

HEC-RAS Plan: Plan 01 River: 1 Reach: 1 (Continued)

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
1	18	100 años	171.70	954.60	959.95	958.78	960.30	0.003250	3.03	89.90	46.55	0.46
1	17	5 años	74.38	953.86	958.35	957.26	958.57	0.003214	2.19	40.59	23.31	0.42
1	17	10 años	95.68	953.86	958.79	957.67	959.00	0.002692	2.21	59.39	38.67	0.39
1	17	30 años	130.92	953.86	959.35	958.11	959.56	0.002431	2.34	81.40	41.15	0.38
1	17	50 años	147.82	953.86	959.46	958.28	959.72	0.002843	2.58	87.41	48.82	0.42
1	17	100 años	171.70	953.86	959.71	958.53	959.98	0.002768	2.65	99.73	48.82	0.41
1	16	5 años	74.38	953.83	958.12	956.72	958.29	0.002220	1.86	45.39	23.84	0.35
1	16	10 años	95.68	953.83	958.57	957.05	958.75	0.002070	1.98	56.40	24.96	0.35
1	16	30 años	130.92	953.83	959.09	957.59	959.32	0.002266	2.29	73.75	37.74	0.38
1	16	50 años	147.82	953.83	959.23	957.78	959.46	0.002230	2.33	90.47	50.76	0.38
1	16	100 años	171.70	953.83	959.48	958.01	959.72	0.002208	2.42	103.34	50.76	0.38
1	15	5 años	74.38	953.34	957.92	956.44	958.08	0.001860	1.84	47.53	22.64	0.33
1	15	10 años	95.68	953.34	958.38	956.83	958.56	0.001779	1.97	64.56	37.21	0.34
1	15	30 años	130.92	953.34	958.92	957.27	959.11	0.001747	2.15	84.58	37.80	0.34
1	15	50 años	147.82	953.34	959.06	957.45	959.25	0.001760	2.20	101.10	50.32	0.34
1	15	100 años	171.70	953.34	959.31	957.68	959.51	0.001774	2.30	113.78	50.32	0.35
1	14	5 años	74.38	953.05	957.64	956.11	957.86	0.002543	2.14	40.52	18.67	0.37
1	14	10 años	95.68	953.05	958.09	956.53	958.34	0.002576	2.34	49.16	20.06	0.38
1	14	30 años	130.92	953.05	958.63	957.14	958.90	0.002489	2.51	76.97	41.89	0.39
1	14	50 años	147.82	953.05	958.70	957.35	959.01	0.002917	2.75	79.90	41.89	0.42
1	14	100 años	171.70	953.05	958.95	957.61	959.27	0.002978	2.88	90.01	41.89	0.43
1	13	5 años	74.38	952.39	957.22	955.81	957.54	0.003910	2.52	30.83	11.73	0.44
1	13	10 años	95.68	952.39	957.56	956.23	957.99	0.004564	2.91	35.05	13.57	0.49
1	13	30 años	130.92	952.39	957.95	956.80	958.51	0.005532	3.43	46.87	27.63	0.55
1	13	50 años	147.82	952.39	958.14	957.05	958.62	0.004950	3.34	62.82	38.07	0.52
1	13	100 años	171.70	952.39	958.34	957.38	958.87	0.005224	3.54	70.52	38.07	0.54
1	12	5 años	74.38	952.59	956.81	955.43	957.20	0.002869	3.06	35.05	12.61	0.48
1	12	10 años	95.68	952.59	957.21	955.88	957.62	0.002943	3.30	55.75	43.19	0.49
1	12	30 años	130.92	952.59	957.63	956.52	958.06	0.003171	3.63	83.71	69.28	0.52
1	12	50 años	147.82	952.59	957.86	956.80	958.22	0.002785	3.50	99.47	69.28	0.49
1	12	100 años	171.70	952.59	958.14	957.74	958.45	0.002442	3.40	119.35	69.28	0.46

HEC-RAS Plan: Plan 01 River: 1 Reach: 1 (Continued)

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
1	11	5 años	74.38	952.17	956.59	955.22	956.90	0.002575	2.78	46.65	58.64	0.44
1	11	10 años	95.68	952.17	957.08	955.64	957.32	0.002052	2.68	75.41	58.98	0.40
1	11	30 años	130.92	952.17	957.53	956.28	957.75	0.001928	2.77	101.79	58.98	0.40
1	11	50 años	147.82	952.17	957.74	957.09	957.95	0.001848	2.78	114.05	58.98	0.39
1	11	100 años	171.70	952.17	958.01	957.23	958.22	0.001765	2.81	130.16	58.98	0.38
1	10	5 años	74.38	951.60	956.44	954.49	956.64	0.002469	1.98	38.61	16.52	0.35
1	10	10 años	95.68	951.60	956.87	954.90	957.09	0.002459	2.15	52.53	32.49	0.36
1	10	30 años	130.92	951.60	957.19	955.48	957.50	0.003165	2.58	62.89	32.49	0.42
1	10	50 años	147.82	951.60	957.35	955.72	957.69	0.003361	2.73	68.18	32.49	0.43
1	10	100 años	171.70	951.60	957.57	956.06	957.95	0.003576	2.92	75.40	32.49	0.45
1	9	5 años	74.38	951.50	955.95	954.81	956.29	0.004992	2.67	31.19	14.38	0.49
1	9	10 años	95.68	951.50	956.45	955.26	956.77	0.004230	2.70	53.88	59.11	0.46
1	9	30 años	130.92	951.50	956.85	955.85	957.14	0.003851	2.77	77.85	59.11	0.45
1	9	50 años	147.82	951.50	957.06	956.08	957.33	0.003518	2.74	89.95	59.11	0.43
1	9	100 años	171.70	951.50	957.33	956.77	957.58	0.003149	2.71	106.15	59.11	0.42
1	8	5 años	74.38	951.20	955.50	954.21	955.81	0.004300	2.53	31.40	12.32	0.47
1	8	10 años	95.68	951.20	955.93	954.66	956.31	0.004657	2.80	36.93	13.09	0.49
1	8	30 años	130.92	951.20	956.57	955.22	956.79	0.002848	2.42	88.69	64.28	0.40
1	8	50 años	147.82	951.20	956.81	955.45	957.00	0.002487	2.36	104.21	64.28	0.37
1	8	100 años	171.70	951.20	957.11	955.76	957.29	0.002168	2.31	123.89	64.28	0.35
1	7	5 años	74.38	950.77	955.24	953.56	955.48	0.002296	2.21	37.71	17.40	0.37
1	7	10 años	95.68	950.77	955.66	953.92	955.96	0.002491	2.48	45.68	19.90	0.39
1	7	30 años	130.92	950.77	956.04	954.48	956.46	0.003250	3.01	53.46	21.09	0.46
1	7	50 años	147.82	950.77	956.19	954.72	956.68	0.003613	3.24	56.68	21.56	0.49
1	7	100 años	171.70	950.77	956.38	954.91	956.96	0.004135	3.57	60.77	22.14	0.52
1	6	5 años	74.38	950.62	954.97	953.93	955.18	0.003944	2.35	42.97	25.20	0.40
1	6	10 años	95.68	950.62	955.50	954.32	955.66	0.002681	2.12	73.71	55.80	0.34
1	6	30 años	130.92	950.62	955.95	954.80	956.10	0.002539	2.22	99.24	59.59	0.34
1	6	50 años	147.82	950.62	956.13	954.98	956.28	0.002496	2.26	110.30	61.16	0.34
1	6	100 años	171.70	950.62	956.36	955.19	956.52	0.002459	2.32	124.90	63.13	0.34
1	5	5 años	74.38	950.27	954.86	953.10	954.89	0.002215	2.19	39.21	16.65	0.37
1	5	10 años	95.68	950.27	955.12	953.46	955.39	0.002322	2.43	47.44	19.85	0.39

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
1	5	30 años	130.92	950.27	955.59	953.97	955.85	0.002152	2.52	85.14	57.11	0.38
1	5	50 años	147.82	950.27	955.78	954.21	956.04	0.002153	2.59	95.68	57.89	0.39
1	5	100 años	171.70	950.27	956.01	954.51	956.27	0.002150	2.68	109.31	57.89	0.39
1	4	5 años	74.38	949.39	954.33	952.83	954.63	0.003062	2.65	38.56	19.36	0.41
1	4	10 años	95.68	949.39	954.79	953.32	955.12	0.003124	2.86	49.34	24.28	0.42
1	4	30 años	130.92	949.39	955.38	953.86	955.62	0.002448	2.74	92.13	56.41	0.38
1	4	50 años	147.82	949.39	955.57	954.10	955.80	0.002391	2.77	102.98	56.41	0.38
1	4	100 años	171.70	949.39	955.81	954.16	956.04	0.002361	2.84	116.58	56.41	0.38
1	3	5 años	74.38	950.15	953.97	952.87	954.29	0.003539	2.60	32.60	14.56	0.47
1	3	10 años	95.68	950.15	954.37	953.25	954.77	0.003776	2.92	38.86	16.91	0.50
1	3	30 años	130.92	950.15	954.83	953.76	955.29	0.003960	3.24	60.63	47.60	0.52
1	3	50 años	147.82	950.15	955.00	953.94	955.47	0.003966	3.34	69.20	48.53	0.53
1	3	100 años	171.70	950.15	955.24	954.30	955.71	0.003942	3.46	80.65	49.74	0.53
1	2	5 años	74.38	949.63	953.66	952.26	953.90	0.003932	2.17	34.36	14.34	0.44
1	2	10 años	95.68	949.63	954.06	952.63	954.35	0.003899	2.39	41.08	18.81	0.45
1	2	30 años	130.92	949.63	954.54	953.14	954.86	0.003732	2.58	65.85	56.25	0.45
1	2	50 años	147.82	949.63	954.74	953.38	955.05	0.003591	2.63	76.84	57.94	0.44
1	2	100 años	171.70	949.63	954.99	953.69	955.29	0.003375	2.67	91.93	60.18	0.44
1	1	5 años	74.38	949.60	953.35	951.96	953.56	0.002750	2.04	37.26	15.38	0.41
1	1	10 años	95.68	949.60	953.76	952.29	954.02	0.002754	2.25	43.92	17.16	0.42
1	1	30 años	130.92	949.60	954.24	952.76	954.53	0.002754	2.49	66.75	46.34	0.43
1	1	50 años	147.82	949.60	954.43	952.97	954.73	0.002751	2.57	75.55	47.05	0.43
1	1	100 años	171.70	949.60	954.67	953.24	954.99	0.002751	2.69	87.02	47.95	0.44

