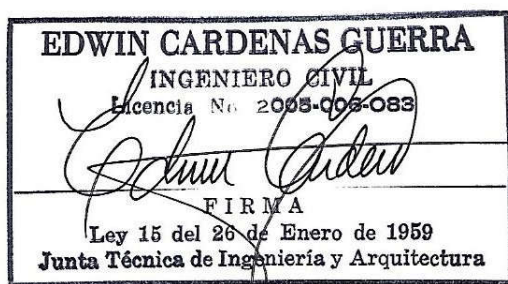


Estudio

Hidrológico e Hidráulico

RIO ZARATI



Cuenca Rio Grande (Cuenca 134)

Corregimiento de Penonomé, Distrito de Penonomé, Provincia de Coclé

FEBRERO 2020

INFORME HIDROLOGICO E HIDRAULICO

Contenido

Estudio Hidrológico e Hidráulico Rio Zarati.....	3
1. Introducción.....	3
2. Generalidades	3
2.1. Información Básica del Area de Estudio.....	3
2.1.1. Hojas Cartográficas IGNTG	3
2.1.2. Cuencas Hidrográficas	6
2.1.3. Cuenca Principal: Rio Grande (Cuenca 134).....	8
2.1.4. ESTACIONES HIDROMÉTRICAS EN LA CUENCA DEL RÍO GRANDE	8
3. Analisis Hidrológico.....	11
3.1.1. Metodología para el cálculo de los caudales de crecida.....	11
3.1.2. Análisis Regional de Crecidas Máximas de Panamá. Periodo 1971-2006” (ETESA. 2008).....	11
3.1.3. Resultados	13
4. Análisis Hidráulico	13
4.1.1. Parámetros Hidráulicos utilizados para Simulación de HEC-RAS.....	14
4.1.2. Resultados del modelo hidráulico	15
4.1.3. Resultados del Análisis de Crecidas en condiciones existente	16
5. Conclusiones y Recomendación	20

Índice de Tablas

Tabla 1 – Hojas Cartográficas IGNTG a escale 1:25000.....	3
Tabla 2 - Características Físicas del área de estudio	5
Tabla 3 – Cuenca Hidrográfica principal	6
Tabla 4 – Total mensual de Precipitación (mm) Estación Sonadora (134-008)	9
Tabla 5 – Total mensual de Precipitación (mm) Estación Sonadora (134-008)	10
Tabla 6 – Resultados	13
Tabla 7 - Simbología de Resultados	15
Tabla 8 – Resultados Q_{100}	19

Índice de Figuras

Figura 1 – Area de Drenaje del Rio Zarati	4
Figura 2 – Cuenca Hidrográfica.....	7
Figura 3 – Diagrama de Rio Grande	11
Figura 4 – Zona, Ecuaciones y tabla de distribución de frecuencia	12
Figura 5 – Factores para diferentes períodos de retorno en años	12
Figura 6 – Perfil de agua condiciones existentes para Q_{100}	16
Figura 7 – Secciones existentes para Q_{100}	17
Figura 8 – Secciones existentes para Q_{100}	18

Estudio Hidrológico e Hidráulico Rio Zarati

1. Introducción

En el informe hidrológico e hidráulico presentado a continuación se concentra en la Cuenca del Rio Zarati en la calle a Las Delicias, cercano al sector Santa Rosa en el corregimiento de Penonomé, Distrito de Penonomé, Provincia de Coclé. En este informe se revisaron los datos hidrológicos e hidráulicos máximos para un periodo de recurrencia de 100 año.

El Rio Zarati al unirse con el Rio Coclé del Sur es un aporte de la cuenca del Rio Grande hasta desembarcar al Océano Pacifico.

La estimación de la crecida de diseño para este informe se basa en las características del terreno, forma de la cuenca, zona a la que pertenece y áreas de futuros desarrollos, de acuerdo con los reglamentos del Ministerio de Obras Públicas (MOP). En el informe se presenta la metodología y las consideraciones utilizadas para el análisis hidrológico e hidráulico para determinar los caudales máximos y los perfiles de elevación del agua.

2. Generalidades

2.1. Información Básica del Area de Estudio

2.1.1. Hojas Cartográficas IGNTG

Las características de la zona de estudio hidrográfica se obtuvieron de los mosaicos cartográficos de la edición 1 IGNTG a escala 1: 25000 de la Serie E862 preparado por el Instituto Geográfico Nacional Tommy Guardia. En las siguientes figuras se muestra la zona.

NOMBRE	HOJA	PROVINCIA	Distrito
CABALLERO	4141-I-SW	COCLE	PENONOME Y ANTON
EL VALLE	4141-I-NW		PENONOME Y ANTON
PENONOME	4141-IV-SE		PENONOME Y ANTON
CHURUQUITA GRANDE	4141-IV-NE		PENONOME

Tabla 1 – Hojas Cartográficas IGNTG a escale 1:25000

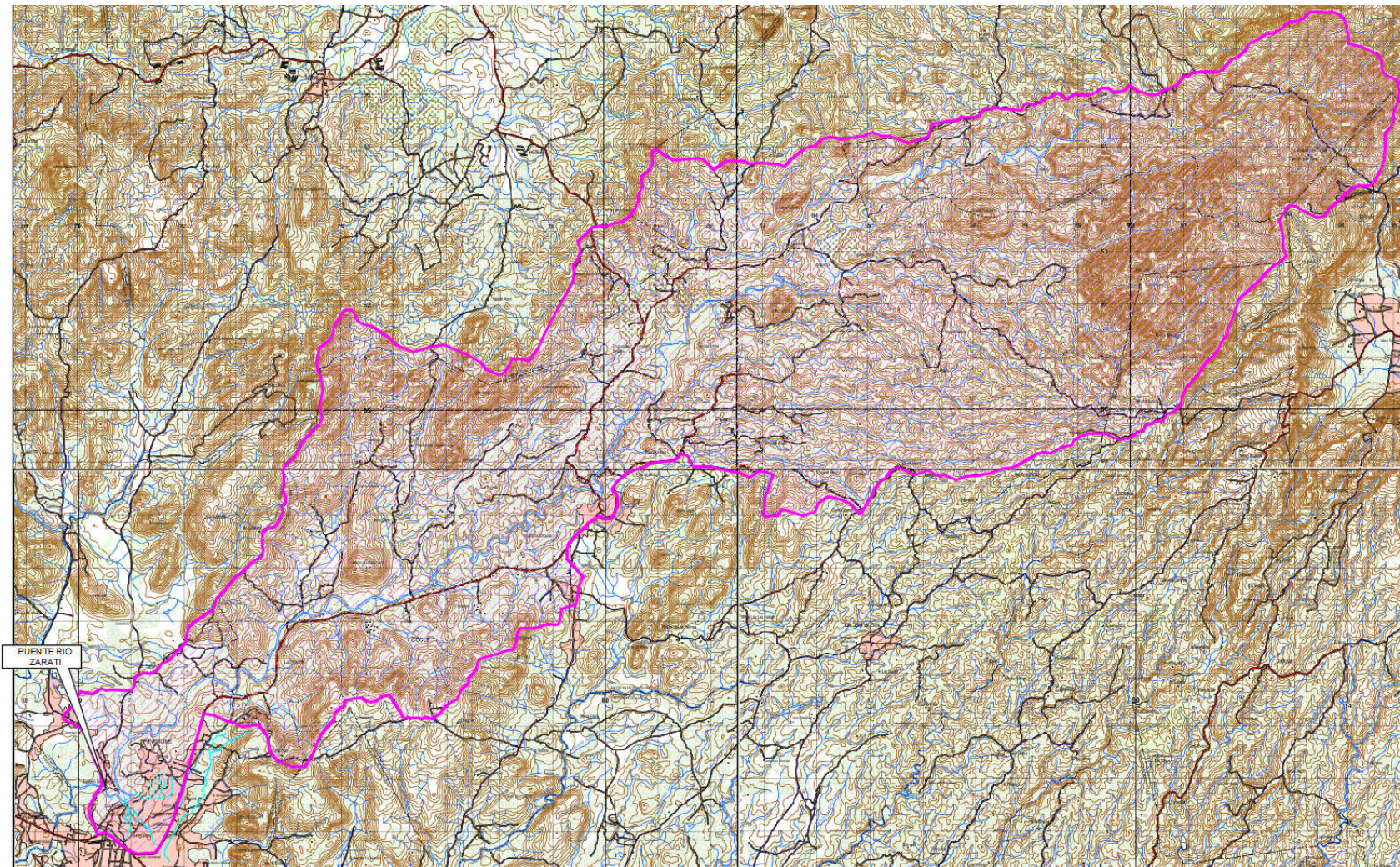


Figura 1 – Area de Drenaje del Rio Zarati

Algunas características físicas de la cuenca son utilizadas para obtener parámetros hidrológicos necesarios para el análisis y los cuales se listan a continuación.

SUBCUENCA RIO ZARATI - CALLE A LAS DELICIAS			
Area de Drenaje	Adrenaje	135.610	Km ²
Perimetro de la Cuenca	PCUENCA	78.580	Km
Altura maxima	Hmax	1027.000	m
Altura minima	Hmin	68.580	m
Longitud del cauce	Lc	41.600	Km
Pendiente de trayectoria	S	0.0230	m/m
Tiempo de Concentracion	tc	790.177	min

Tabla 2 - Características Físicas del área de estudio

La tabla anterior muestra el área de drenaje en kilómetros cuadrados (**Área**), la elevación máxima de la cuenca (**H_{max}**) y elevación mínima de la cuenca (**H_{min}**) en metros, la longitud del curso de agua (**L_c**) en kilómetros, pendiente de trayectoria (**S**) y el tiempo de concentración en minutos por el método de Bransby-Williams (**T_c**)

El método de Bransby-Williams define el tiempo de concentración como una función de las características físicas de la cuenca de acuerdo con la siguiente ecuación:

$$T_c = \frac{14.6L}{A^{0.1}S^{0.2}}$$

de donde:

T_c = Tiempo de concentración (min)

L = Longitud de la trayectoria de flujo (km)

A = Área de drenaje (km²)

S = Pendiente de la trayectoria de flujo (m/m)

2.1.2. Cuencas Hidrográficas

Con la ejecución del Proyecto Hidrometeorológico Centroamericano (PHCA, 1967-1972) bajo la coordinación del Comité Regional de Recursos Hidráulicos (CRRH) y con el auspicio de la Organización Meteorológica Mundial (OMM), apoyado por el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) se acordó unificar criterios para el trazado y numeración de las cuencas hidrográficas principales en todos los países del istmo centroamericano (Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Honduras, Nicaragua y Panamá).

El Proyecto Hidrometeorológico Centroamericano, el territorio continental e insular de la república de Panamá, con un área de 75,524 km², se ha dividido en 52 cuencas hidrográficas. De estas cuencas, 18 están en la vertiente del mar Caribe (30% del territorio nacional) y le corresponden números impares comenzando desde la 87 hasta la 121; y 34 pertenecen a la vertiente del océano Pacífico (70% del territorio nacional), con números pares desde la 100 hasta la 166. Cabe destacar que las áreas de las cuencas de la república de Panamá varían entre 133.5 km² correspondiente al río Platanal (cuenca N° 107) y 4,984 km² del río Bayano (cuenca N° 148).

La zona de estudio forma parte de la Cuenca del Río Grande (Cuenca 134) identificada por la Empresa de Transmisión Eléctrica (ETESA).

Nombre del Río	Area Total de la Cuenca	Río Principal de la Cuenca
	Km ²	
Cuenca 134: Río Grande	2493.00	Río Grande

Tabla 3 – Cuenca Hidrográfica principal

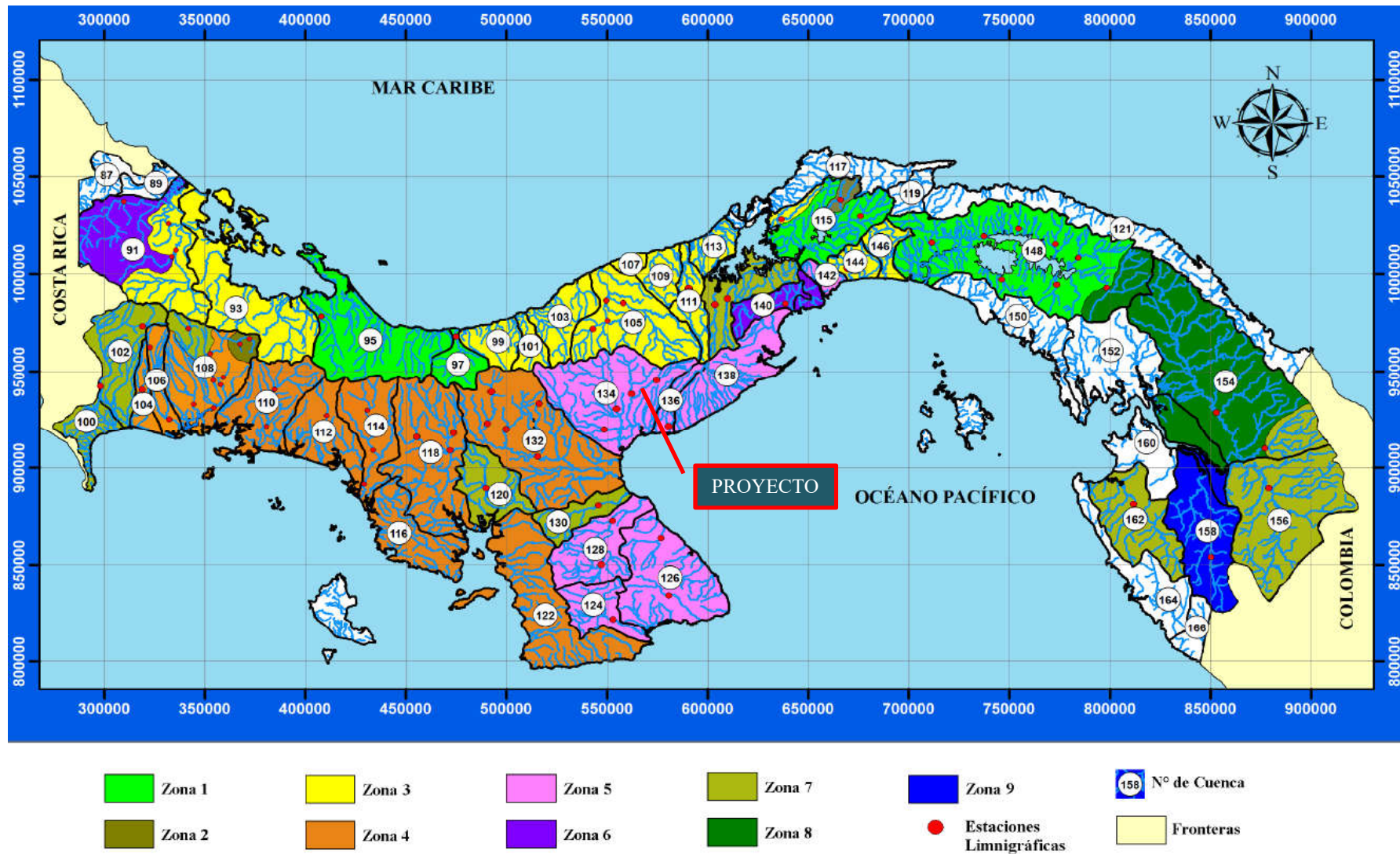


Figura 2 – Cuenca Hidrográfica

2.1.3. Cuenca Principal: Río Grande (Cuenca 134)

La cuenca del Río Grande se encuentra localizada en la vertiente del pacifico, provincia de Coclé entre las coordenadas 8° 11 y 8° 43 de latitud norte y 80° 53 de longitud oeste.

El área de drenaje total de la cuenca es de 2493 km² hasta la desembocadura al mar y la longitud del río principal es de 94 km. La elevación media de la cuenca es de 150 msnm, y el punto más alto de la cuenca se encuentra en la cordillera central con una elevación máxima de 1448 msnm.

La cuenca registra una precipitación media anual de 2046 mm. Las lluvias se distribuyen gradualmente desde el centro de la cuenca con un aproximado de 3000 mm/año, hacia el litoral con 1500 mm/año. El 92 % de las lluvias ocurren entre los meses de mayo a noviembre y el 7 % restante se registra entre los meses de diciembre a abril.

2.1.4. ESTACIONES HIDROMÉTRICAS EN LA CUENCA DEL RÍO GRANDE.

- ESTACIÓN: RÍO GRANDE, RÍO GRANDE (134 – 01 – 01)

LOCALIZACIÓN: Aproximadamente 4.6 km aguas arriba de la carretera Interamericana, en el miembro principal del Río Grande.

- ESTACIÓN: COCLÉ DEL SUR, CAÑAVERAL (134 – 02 -01)

LOCALIZACIÓN: En la población del Cortezo, aproximadamente 100 metros aguas arriba del cambio que va al río, en el miembro principal del río Chico.

- ESTACIÓN: COCLÉ DEL SUR, CARNAVERAL (134 – 03 -01)

LOCALIZACIÓN: En la margen izquierda del río, aproximadamente 500 metros aguas arriba del cruce del camino que va de Cañaveral a la población de Cermeño.

- ESTACIÓN: ZARATÍ, MURCIELAGUERO (134 – 04 -01)

LOCALIZACIÓN: En el camino que conduce a Sardinas, aproximadamente 800 metros de Penonomé, en la margen derecha del río, aguas abajo del puente Murcielaguero.

Registro	Años	Registro de Precipitación Máxima Diaria (mm)											
		Meses											
		Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
1	1973	17.0	10.0	0.7	19.5	280.9	320.6	248.4	210.0	378.6	457.4	372.9	25.8
2	1974	4.0	6.5	1.0	15.0	219.5	149.5	176.5	206.0	386.5	613.0	172.5	11.5
3	1975	2.5	0.0	0.5	2.0	189.5	318.0	337.0	329.0	464.5	430.5	736.0	74.0
4	1976	14.0	3.0	0.5	50.2	133.6	129.5	97.0	195.6	299.8	407.9	105.0	11.0
5	1977	4.0	2.0	0.5	12.5	289.5	291.0	211.0	313.1	195.3	343.8	231.6	45.5
6	1978	10.0	4.0	67.8	93.3	241.0	156.5	241.3	190.5	308.5	444.4	193.3	76.0
7	1979	3.5	0.5	1.0	123.3	356.7	212.8	151.0	331.6	216.5	368.1	198.5	75.5
8	1980	21.0	2.5	2.0	3.5	190.8	170.0	205.8	231.8	240.5	348.4	313.3	60.5
9	1981	15.0	1.0	8.5	196.6	419.7	259.0	260.0	421.8	231.0	235.3	300.8	154.0
10	1982	52.5	0.0	4.0	172.1	175.0	235.1	106.0	136.5	168.3	406.1	26.5	0.5
11	1983	0.0	0.0	21.5	27.0	128.0	300.5	148.3	142.5	304.6	267.6	214.6	56.0
12	1984	3.5	4.5	31.0	18.0	194.3	452.9	173.5	279.0	288.8	421.0	149.0	9.5
13	1985	24.5	0.0	2.5	9.0	87.0	259.2	152.0	257.8	195.0	263.3	166.0	123.5
14	1986	30.5	0.0	17.5	54.0	119.3	262.0	166.8	111.0	281.1	485.0	191.5	24.5
15	1987	4.0	1.0	0.0	39.0	132.5	130.8	247.0	173.3	182.8	273.6	116.0	34.0
16	1988	0.0	1.5	2.0	72.0	269.6	381.4	187.8	228.0	386.2	408.4	341.1	75.5
17	1989	6.1	4.5	0.0	0.0	113.0	201.3	170.5	297.6	243.3	155.5	300.4	136.3
18	1990	21.0	6.5	4.5	3.0	170.1	130.6	210.4	176.3	298.1	475.5	194.0	134.0
19	1991	0.0	0.5	81.8	0.0	225.5	155.8	185.9	189.9	313.1	138.0	40.0	32.0
20	1992	0.0	0.0	0.0	28.5	190.0	370.9	204.8	272.8	178.8	234.5	80.0	3.0
21	1993	41.0	0.0	0.0	27.0	176.3	150.8	60.0	231.5	368.9	297.5	307.6	42.0
22	1994	0.0	3.0	17.0	79.5	189.4	180.8	171.5	185.3	458.5	314.3	162.5	26.5
23	1995	0.0	0.0	1.5	96.0	214.0	315.0	200.5	308.0	459.5	422.0	297.5	29.0
24	1996	100.5	28.5	10.5	30.5	388.5	140.0	270.0	263.0	348.8	102.0	193.5	129.5
25	1997	15.0	4.0	0.0	85.3	31.0	204.0	158.5	50.0	146.0	138.5	206.5	32.0
26	1998	0.0	0.0	0.0	0.0	179.0	234.5	190.0	278.0	327.7	330.5	318.0	211.5
27	1999	18.0	44.0	0.5	28.0	111.0	311.0	112.0	316.0	528.5	273.5	311.0	198.5
28	2000	80.5	1.5	0.0	0.0	69.5	118.5	201.0	220.5	267.5	121.5	188.5	70.0
29	2001	4.5	0.0	0.0	1.0	87.5	268.8	201.3	297.4	131.8	305.4	144.5	57.0
30	2002	15.5	0.0	0.0	59.5	255.7	114.0	178.8	322.9	226.5	262.0	88.0	0.0
31	2003	1.0	0.0	11.0	120.8	251.8	340.5	274.8	211.8	313.8	601.3	327.9	336.7
32	2004	17.4	1.0	0.0	76.3	289.8	101.1	143.3	195.9	212.3	339.7	212.4	28.9
33	2005	41.2	1.0	48.4	57.0	279.1	225.0	173.3	270.8	224.5	328.9	281.1	36.0
34	2006	12.8	7.6	20.9	45.0	127.2	159.4	336.0	214.8	245.5	207.3	319.3	69.6

Tabla 4 – Total mensual de Precipitación (mm) Estación Sonadora (134-008)

Registro	Años	Total mm	Precipitacion Maxima mm	Intensidad Maxima mm/hr
1	1973	2341.80	457.40	21.536
2	1974	1961.50	613.00	28.862
3	1975	2883.50	736.00	34.653
4	1976	1447.10	407.90	19.205
5	1977	1939.80	343.80	16.187
6	1978	2026.60	444.40	20.924
7	1979	2039.00	368.10	17.331
8	1980	1790.10	348.40	16.404
9	1981	2502.70	421.80	19.86
10	1982	1482.60	406.10	19.121
11	1983	1610.60	304.60	14.342
12	1984	2025.00	452.90	21.324
13	1985	1539.80	263.30	12.397
14	1986	1743.20	485.00	22.835
15	1987	1334.00	273.60	12.882
16	1988	2353.50	408.40	19.229
17	1989	1628.50	300.40	14.144
18	1990	1824.00	475.50	22.388
19	1991	1362.50	313.10	14.742
20	1992	1563.30	370.90	17.463
21	1993	1702.60	368.90	17.369
22	1994	1788.30	458.50	21.588
23	1995	2343.00	459.50	21.635
24	1996	2005.30	388.50	18.292
25	1997	1070.80	206.50	9.723
26	1998	2069.20	330.50	15.561
27	1999	2252.00	528.50	24.884
28	2000	1339.00	267.50	12.595
29	2001	1499.20	305.40	14.379
30	2002	1522.90	322.90	15.203
31	2003	2791.40	601.30	28.311
32	2004	1618.10	339.70	15.994
33	2005	1966.30	328.90	15.486
34	2006	1765.40	336.00	15.82

Intendencia Promedio	18.608	mm/hr
Desviacion Estandar	5.188	mm/hr

Factor de frecuencia	
Años	KT
2	-0.164
5	0.719
10	1.305
20	1.866
30	2.189
50	2.592
100	3.137
250	3.853
500	4.395
1000	4.936

Distribucion Gumbel	
Años	Intensidad mm/hr
2	17.757
5	22.338
10	25.378
20	28.289
30	29.965
50	32.055
100	34.883
250	38.597
500	41.409
1000	44.216

Tabla 5 – Total mensual de Precipitación (mm) Estación Sonadora (134-008)



3.1.1. Metodología para el cálculo de los caudales de crecida

3.1.2. Análisis Regional de Crecidas Máximas de Panamá. Periodo 1971-2006” (ETESA. 2008).

11

que este método está basado en estadística real de crecidas en todo el país, su uso y aplicación son muy valiosos y confiables.

El área de estudio se encuentra en la cuenca del Rio Grande (Cuenca 134) dentro de la Zona 5 para la estimación del caudal promedio máximo se utiliza la ecuación número 3 y para la estimación de los caudales máximo instantáneo para distintos periodos de recurrencia, la tabla 1.

Zona	Número de ecuación	Ecuación	Distribución de frecuencia
1	1	$Q_{\max} = 34A^{0.59}$	Tabla # 1
2	1	$Q_{\max} = 34A^{0.59}$	Tabla # 3
3	2	$Q_{\max} = 25A^{0.59}$	Tabla # 1
4	2	$Q_{\max} = 25A^{0.59}$	Tabla # 4
5	3	$Q_{\max} = 14A^{0.59}$	Tabla # 1
6	3	$Q_{\max} = 14A^{0.59}$	Tabla # 2
7	4	$Q_{\max} = 9A^{0.59}$	Tabla # 3
8	5	$Q_{\max} = 4.5A^{0.59}$	Tabla # 3
9	2	$Q_{\max} = 25A^{0.59}$	Tabla # 3

Figura 4 – Zona, Ecuaciones y tabla de distribución de frecuencia¹

Factores $Q_{\max}/Q_{prom.\max}$ para distintos Tr .				
Tr , años	Tabla # 1	Tabla # 2	Tabla # 3	Tabla # 4
1.005	0.28	0.29	0.3	0.34
1.05	0.43	0.44	0.45	0.49
1.25	0.62	0.63	0.64	0.67
2	0.92	0.93	0.92	0.93
5	1.36	1.35	1.32	1.30
10	1.66	1.64	1.6	1.55
20	1.96	1.94	1.88	1.78
50	2.37	2.32	2.24	2.10
100	2.68	2.64	2.53	2.33
1,000	3.81	3.71	3.53	3.14
10,000	5.05	5.48	4.6	4.00

Figura 5 – Factores para diferentes períodos de retorno en años²

¹ Fuente: Empresa de Transmisión Eléctrica, S.A., Gerencia de Hidrometeorología. www.hidromet.com.pa

² Fuente: Empresa de Transmisión Eléctrica, S.A., Gerencia de Hidrometeorología. www.hidromet.com.pa

3.1.3. Resultados

El Rio Zarati está ubicada en cuenca 134, Zona donde el número de Ecuación es 3

$$Q_{MAX} = 14A^{0.59}$$

de donde:

$$Q_{MAX} = \text{Caudal Máximo (m}^3\text{/s)}$$

$$A = \text{Área de drenaje (km}^2\text{)}$$

SUBCUENCA RIO ZARATI - CALLE A LAS DELICIAS			
Area de Drenaje	Adrenaje	135.610	Km2
Perimetro de la Cuenca	PCUENCA	78.580	Km
Altura maxima	Hmax	1027.000	m
Altura minima	Hmin	68.580	m
Longitud del cauce	Lc	41.600	Km
Pendiente de trayectoria	S	0.0230	m/m
Tiempo de Concentracion	tc	790.177	min
Caudal Maximo Instantaneo	Q _{PROMEDIO}	253.618	m3/s
Distribucion de Frecuencia	Tabla 1	2.68	Para 100 años
Caudal	Q ₁₀₀	679.696	m3/s

Tabla 6 – Resultados

4. Análisis Hidráulico

El análisis hidráulico del tramo del Rio Zarati se llevó a cabo mediante el uso del modelo matemático por computadoras HEC-RAS, desarrollado por el Centro de Ingeniería Hidrológica del Cuerpo de Ingenieros del Ejército de los Estados Unidos. La aplicación del modelo se basó en la data hidrológica del caudal descrito anteriormente, en topografía levantada en el campo y en características físicas observables en los planos topográficos disponibles.

Los resultados de esta simulación se muestran a continuación en forma de esquemáticos y perfiles de agua que demuestra el comportamiento esperado del río con los datos de la escorrentía estimada.

4.1.1. Parámetros Hidráulicos utilizados para Simulación de HEC-RAS

Los parámetros utilizados para la simulación hidráulica del modelo son:

- Coeficiente de rugosidad de 0.035: Este aplica para las condiciones de un canal natural, pendientes laterales algo irregulares, fondo más o menos nivelado, limpio y regular, muy poca variación en la sección transversal.
- Coeficiente de Expansión o Contracción: Los coeficientes de contracción y expansión se definieron para evaluar la cantidad de energía a las variaciones del flujo entre dos secciones consecutivas, estudias hacia aguas abajo. Estos coeficientes están afectados por el cambio de velocidad del flujo entre dos secciones y por la geometría de los segmentos que comprenden las contracciones y expansiones; donde se determinó los siguientes valores:

En Secciones naturales: Contracción= 0.1 – Expansión= 0.3

- Caudal para un periodo de recurrencia para 100 años
- Secciones transversales: cada 10.00m o 20.00 m en tramos donde no exista cambio de dirección y con ancho variable, se considera toda la sección área de inundación.
- Condición de contorno aguas arriba: profundidad crítica. El programa calcula la profundidad crítica para cada uno de los perfiles.
- Tipo de régimen de Flujo: Mixto, ambos regímenes: subcritico (lento) y supercrítico (rápido)

4.1.2. Resultados del modelo hidráulico

Los resultados obtenidos de la simulación hidráulica del río que están intervenida en la zona donde se ejecutara los caminos obtendremos los siguientes valores con las abreviaturas mostrados en la siguiente tabla:

Abreviaturas	Descripción
<i>Estaciones</i>	<i>Estaciones del Río</i>
<i>Tiempo de Retorno</i>	<i>Tiempo de Retorno de Lluvia</i>
<i>Q</i>	<i>Caudal Máximos Extraordinarios</i>
<i>COEF DE MANNING</i>	<i>Coeficiente de Manning de la Sección</i>
<i>EL FDO</i>	<i>Elevación de Fondo del Cauce</i>
<i>EL N.A.M.E</i>	<i>Elevación de Nivel de Agua Máximo Extraordinario</i>
<i>EL CRIT</i>	<i>Elevación de Nivel de Agua Critico</i>
<i>EL NMT</i>	<i>Elevación de Nivel Mínimo de terracería</i>
<i>y_{max}</i>	<i>Tirante Máximo de la Sección</i>
<i>AM</i>	<i>Area Mojada de la Sección</i>
<i>T</i>	<i>Anchura Máxima de Agua de la Sección</i>
<i>PM</i>	<i>Perímetro Mojados de la Sección</i>
<i>RH</i>	<i>Radio Hidráulico de la Sección</i>
<i>Vel</i>	<i>Velocidad Máxima de la Sección</i>
<i>N Froude</i>	<i>Numero Hidráulico de Froude de la Sección</i>

Tabla 7 - Simbología de Resultados

4.1.3. Resultados del Análisis de Crecidas en condiciones existente

A continuación, se muestran los análisis de las crecidas para las condiciones existentes.

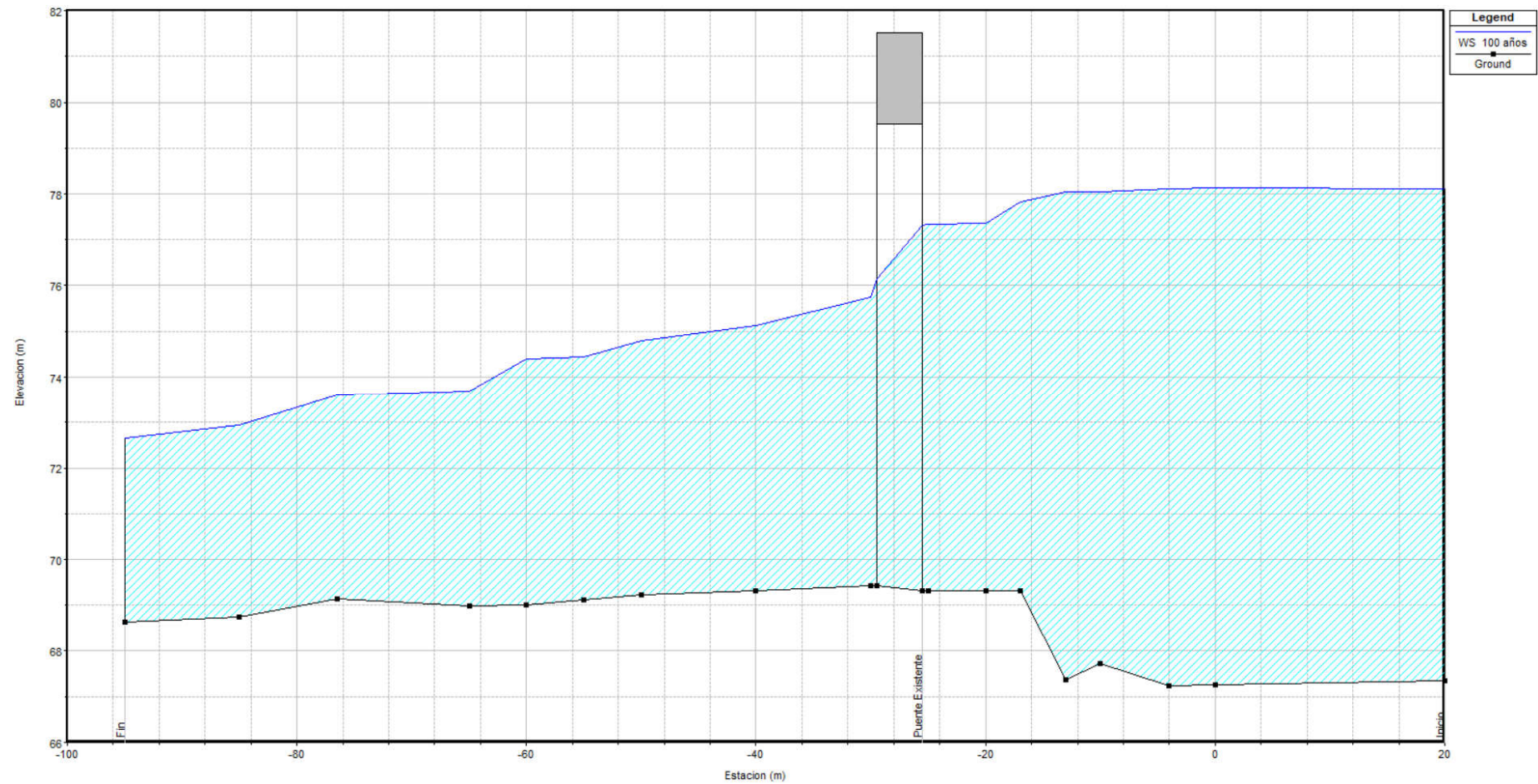


Figura 6 – Perfil de agua condiciones existentes para Q_{100}

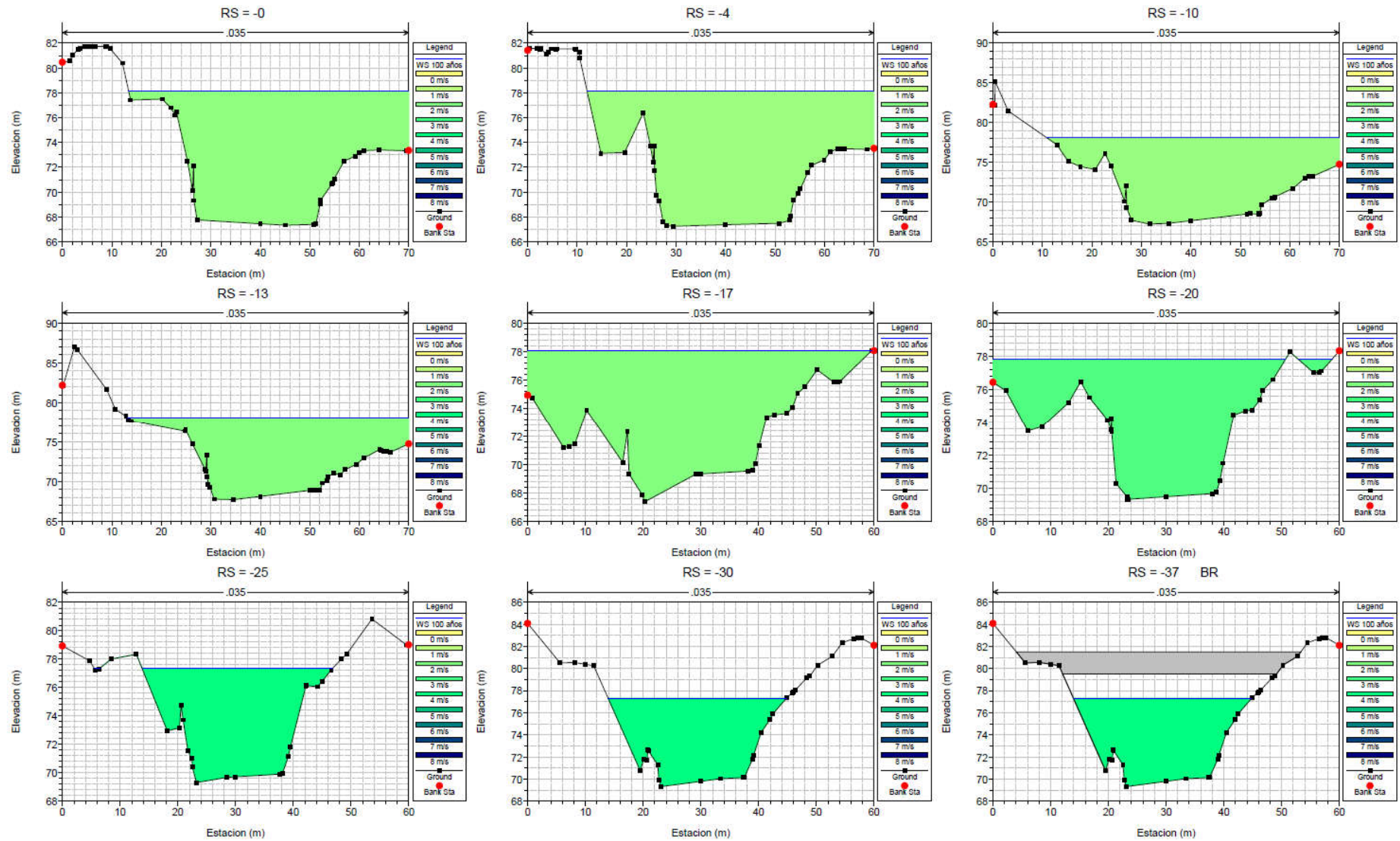


Figura 7 – Secciones existentes para Q_{100}

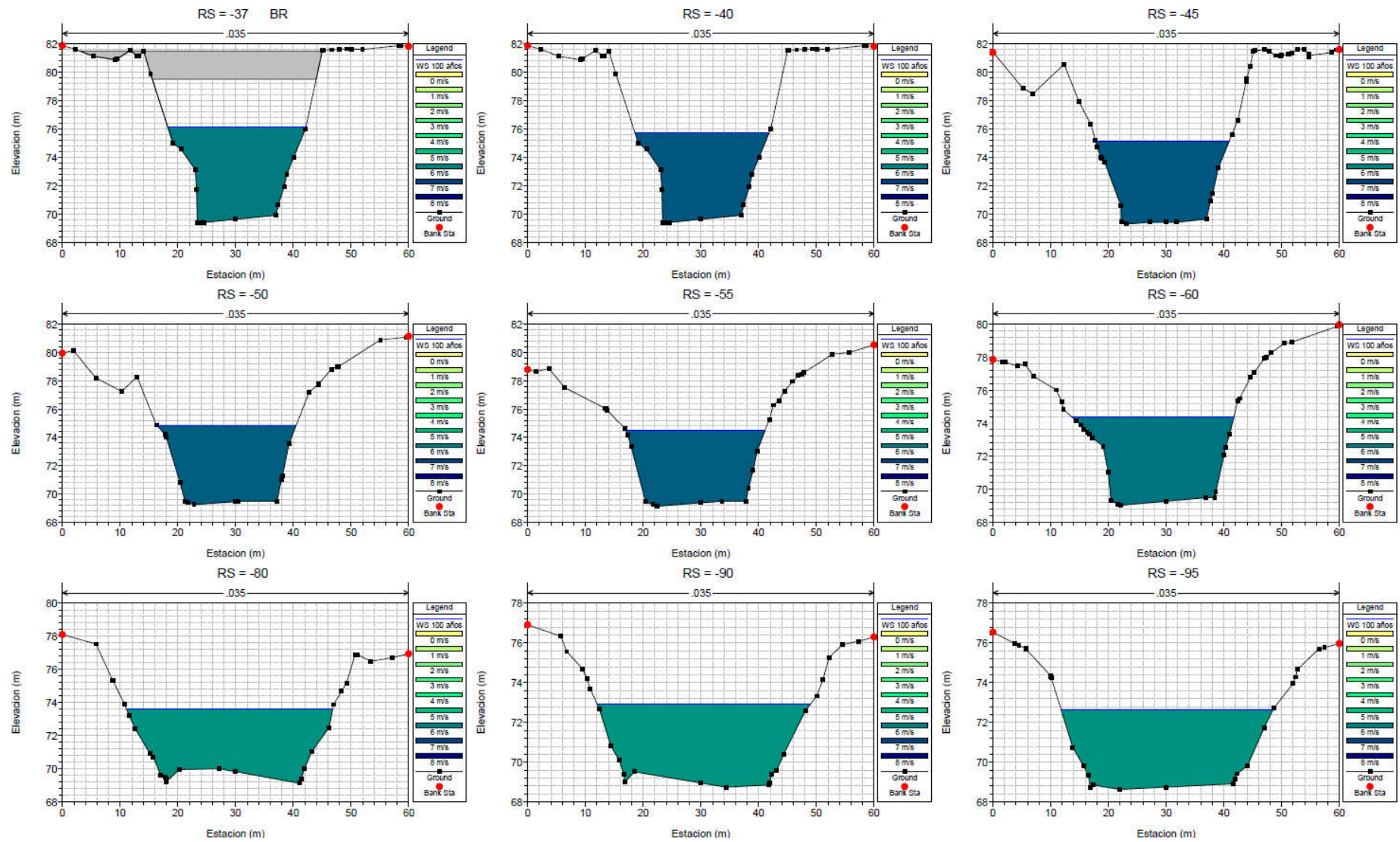


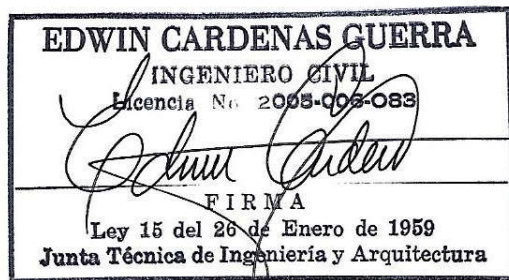
Figura 8 – Secciones existentes para Q_{100}

INFORME HIDROLOGICO E HIDRAULICO

Estacion	Q _{Total} (m3/s)	Coficiente de Manning	EL Min Ch (m)	EL NAME (m)	EL NAME _{Crit} (m)	y _{max} (m)	A _M (m2)	P _M (m)	T (m)	R _H (m)	Vel (m/s)	NF _{froude}	Observacion
0	679.7	0.035	67.34	78.11		10.77	6.94	393.03	73.91	56.61	1.73	0.21	Inicio
4	679.7	0.035	67.26	78.12		10.86	7.56	438.33	77.22	57.98	1.55	0.18	
10	679.7	0.035	67.24	78.11		10.87	7.14	422.69	74.74	59.17	1.61	0.19	
13	679.7	0.035	67.72	78.05		10.33	6.16	350.9	71.37	56.93	1.94	0.25	
17	679.7	0.035	67.37	78.05		10.68	5.99	356.56	74.64	59.54	1.91	0.25	
20	679.7	0.035	69.31	77.83		8.52	4.4	248.86	68.02	56.59	2.73	0.42	
25	679.7	0.035	69.31	77.36		8.05	5.05	171.43	44.41	33.96	3.96	0.56	
30	679.7	0.035	69.31	77.33	75.08	8.01	5.49	169.63	40.48	30.88	4.01	0.55	
37	679.7	0.035	69.31	77.32	75.09	8.01	5.49	169.57	40.47	30.87	4.01	0.55	Pts Aguas Arriba
37	679.7	0.035	69.43	76.15	75.76	6.72	4.69	112.24	31.28	23.91	6.06	0.89	Pts Aguas Abajo
40	679.7	0.035	69.43	75.75	75.75	6.32	4.42	102.78	30.22	23.23	6.61	1	
45	679.7	0.035	69.32	75.13	75.13	5.81	4.45	102.76	29.08	23.08	6.61	1	
50	679.7	0.035	69.22	74.8	74.8	5.58	4.33	104.14	29.67	24.07	6.53	1	
55	679.7	0.035	69.11	74.43	74.43	5.32	4.32	103.91	29.45	24.07	6.54	1.01	
60	679.7	0.035	69.01	74.4	74.4	5.38	3.91	109.61	33.27	28.05	6.2	1	
71.51	679.7	0.035	68.99	73.7	73.62	4.7	3.53	118.67	36.89	33.59	5.73	0.97	
80	679.7	0.035	69.14	73.59	73.59	4.46	3.33	118.61	38.89	35.66	5.73	1	
90	679.7	0.035	68.75	72.94	72.94	4.19	3.25	120.17	39.71	36.98	5.66	1	
95	679.7	0.035	68.63	72.65	72.65	4.02	3.26	119.84	39.3	36.71	5.67	1	Fin

Promedio	68.70	75.99	74.44	7.30	4.93	201.78	47.53	38.52	4.46	0.69
Maxima	69.43	78.12	75.76	10.87	7.56	438.33	77.22	59.54	6.61	1.01
Minima	67.24	72.65	72.65	4.02	3.25	102.76	29.08	23.08	1.55	0.18

Tabla 8 – Resultados Q₁₀₀



5. Conclusiones y Recomendación

1. El análisis muestra los niveles de aguas máximas esperadas en cada estación de los perfiles del Rio Zarati. Para el puente existente sobre cauce se presenta un análisis hidráulico e hidrológico de acuerdo con los parámetros indicados para un periodo recurrencia de 100 años. La distancia libre entre el NAME (nivel de aguas máximas) y el nivel inferior de viga, no deberá ser menor de 1.80 m.
2. El estudio Hidráulico e Hidrológico fue realizado tomando en cuenta niveles de topografía los cuales fueron modelados para determinar el Nivel de Aguas Máximas Esperados (N.A.M.E.), si estos niveles varían de acuerdo con lo modelado mediante el HEC-RAS, es necesario realizar una nueva simulación con el objetivo de garantizar niveles seguros de terracerías y sistemas de protección para evitar inundaciones en las barriadas adyacentes.
3. Los niveles del puente existente esta entre las elevaciones de 81.52m a 81.57m y el fondo del Rio Zarati en 69.39m y 70.30m en la zona de estudio
4. El modelo HEC-RAS simula adecuadamente el tránsito del caudal de diseño correspondiente al período de retorno de 100 años en el área de estudio.
5. Las elevaciones del Nivel de Aguas Máximas Esperados (N.A.M.E.) en el área de estudio donde está ubicado el puente existente aguas arriba es de 77.32 m y aguas abajo 76.15 m.

