



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE COLOMBIA

S E D E B O G O T Á
FACULTAD DE INGENIERÍA

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL Y AGRÍCOLA
LABORATORIO DE ENSAYOS HIDRÁULICOS

ALTERNATIVA DE REDUCCIÓN DEL CAUDAL EN EL CANAL DEL DIQUE MEDIANTE ANGOSTAMIENTO DE LA SECCIÓN POR SECTORES Y CONSTRUCCIÓN DE LA ESCLUSA DE PARICUICA

Informe final

Volumen III de III

Informe CM-513

Bogotá D.C., Diciembre de 2008

LISTA DE VOLUMENES

VOLUMEN II

INFORME FINAL

VOLUMEN II

ANEXO A: ANÁLISIS HIDROCLIMATOLÓGICOS

ANEXO B: SECCIONES TRANSVERSALES ACTUALIZADAS DEL CANAL DEL DIQUE

ANEXO C: MODELACIÓN DEL CANAL DEL DIQUE CON HEC-RAS

VOLUMEN III

ANEXO D: OBRAS ADICIONALES EN EL CANAL DEL DIQUE

ANEXO E: RESULTADOS DE LA MODELACIÓN MATEMÁTICA

ANEXO F: EFECTOS ECOLÓGICOS DE LA DERIVACIÓN DE AGUAS Y SEDIMENTOS
HACIA LA BAHÍA DE BARBACOAS

ANEXO G: LA NAVEGACIÓN EN EL CANAL DEL DIQUE

ANEXO H: COMENTARIOS AL PROBLEMA MEDIOAMBIENTAL Y SEDIMENTOLÓGICO

ANEXO I: ANEXOS EN MEDIO DIGITAL

ANEXO I.1.: INFORMACIÓN HIDROCLIMATOLÓGICA

ANEXO I.2: RESULTADOS DE LA MODELACIÓN MATEMÁTICA

ANEXO D: OBRAS ADICIONALES EN EL CANAL DEL DIQUE

REGISTRO DE REVISIÓN DE DOCUMENTO No. CM-513

NOMBRE DEL PROYECTO

ALTERNATIVA DE REDUCCIÓN DEL CAUDAL EN EL CANAL DEL DIQUE MEDIANTE ANGOSTAMIENTO DE LA SECCIÓN POR SECTORES Y CONSTRUCCIÓN DE LA ESCLUSA DE PARICUICA. ANEXO D: OBRAS ADICIONALES EN EL CANAL DEL DIQUE

LISTA DE DISTRIBUCIÓN

Dos (2) copias impresas, Dos (2) copias en medio digital en formato cerrado y Dos (2) copias en medio digital en formato abierto, de este documento han sido entregadas a la CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL RÍO GRANDE DE LA MAGDALENA-Cormagdalena y una (1) al LABORATORIO DE ENSAYOS HIDRÁULICOS DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL-LEH-UN. Todas aquellas observaciones que resulten de su revisión y aplicación, deben ser informadas al LEH-UN para proceder a ejecutar sus modificaciones.

INSTITUCIÓN

Copia Impresa No 1 Y 2	Cormagdalena
Copia digital No. 1 y 2	Cormagdalena
Copia No 3	Biblioteca LEH-UN

ÍNDICE DE MODIFICACIONES

Índice revisión	Capítulo Modificado	Fecha de modificación	Observaciones
0		XII-2008	INFORME FINAL
1			
2			

ESTADO DE REVISIÓN Y APROBACIÓN

APROBACIÓN	Número de revisión	0	1	2
	RESPONSABLE ELABORACIÓN	Nombre:	L.A.C.	
		Firma:		
		Fecha:	XII-2008	
	REVISIÓN	Nombre:	J.I.O	
		Firma:		
		Fecha:	XII-2008	
	VoBo DIRECTOR DEL CONVENIO	Nombre:	R.O.O.M.	
		Firma:		
		Fecha:	XII-2008	
L.A.C.: Luis Alejandro Camacho B. J.I.O.: Jaime Iván Ordoñez		R.O.O.M.: Rafael Orlando Ortiz Mosquera		

CONTENIDO

	Pág.
LISTA DE FIGURAS	4
LISTA DE TABLAS	5
D.1. CONTRACCIONES.....	6
D.2. COMPUERTAS.....	35
D.3. DIQUES SOBRE EL CANAL DEL DIQUE	38

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura D- 1-1: Sección transversal típica de las contracciones.....	6
Figura D- 1-2: Localización de las contracciones	6
Figura D- 1-3: Sección transversal km 0 - Contracción No. 1	8
Figura D- 1-4: Sección transversal km 1 - Contracción No. 1	8
Figura D- 1-5: Sección transversal km 2 - Contracción No. 1	9
Figura D- 1-6: Sección transversal km 3 - Contracción No. 1	9
Figura D- 1-7: Sección transversal km 4 - Contracción No. 1	10
Figura D- 1-8: Sección transversal km 5 - Contracción No. 1	10
Figura D- 1-9: Sección transversal km 6 - Contracción No. 1	11
Figura D- 1-10: Sección transversal km 43 - Contracción No. 2	11
Figura D- 1-11: Sección transversal km 44 - Contracción No. 2	12
Figura D- 1-12: Sección transversal km 45 - Contracción No. 2	12
Figura D- 1-13: Sección transversal km 46 - Contracción No. 2	13
Figura D- 1-14: Sección transversal km 47 - Contracción No. 2	13
Figura D- 1-15: Sección transversal km 48 - Contracción No. 2	14
Figura D- 1-16: Sección transversal km 72 - Contracción No. 3	14
Figura D- 1-17: Sección transversal km 73 - Contracción No. 3	15
Figura D- 1-18: Sección transversal km 74 - Contracción No. 3	15
Figura D- 1-19: Sección transversal km 75 - Contracción No. 3	16
Figura D- 1-20: Sección transversal km 76 - Contracción No. 3	16
Figura D- 1-21: Sección transversal km 77 - Contracción No. 3	17
Figura D- 2-1: Localización de las compuertas evaluadas el Canal del Dique.....	35
Figura D- 2-2: Compuerta en K110	36
Figura D- 2-3: Compuerta en K104	37
Figura D- 3-1: Zona que requiere de adecuación con diques	42
Figura D- 3-2: Comportamiento de la profundidad de flujo (Tramo 62 K98-K100)	42
Figura D- 3-3: Sección transversal del dique perimetral.....	43

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla D- 1-1: Volumen de material requerido para conformar las contracciones	7
Tabla D- 1-2: Datos de la sección transversal km 0 - Contracción No. 1	17
Tabla D- 1-3: Datos de la sección transversal km 1 - Contracción No. 1	18
Tabla D- 1-4: Datos de la sección transversal km 2 - Contracción No. 1	19
Tabla D- 1-5: Datos de la sección transversal km 3 - Contracción No. 1	20
Tabla D- 1-6: Datos de la sección transversal km 4 - Contracción No. 1	21
Tabla D- 1-7: Datos de la sección transversal km 5 - Contracción No. 1	22
Tabla D- 1-8: Datos de la sección transversal km 6 - Contracción No. 1	23
Tabla D- 1-9: Datos de la sección transversal km 43 - Contracción No. 2	24
Tabla D- 1-10: Datos de la sección transversal km 44 - Contracción No. 2	25
Tabla D- 1-11: Datos de la sección transversal km 45 - Contracción No. 2	26
Tabla D- 1-12: Datos de la sección transversal km 46 - Contracción No. 2	27
Tabla D- 1-13: Datos de la sección transversal km 47 - Contracción No. 2	28
Tabla D- 1-14: Datos de la sección transversal km 48 - Contracción No. 2	28
Tabla D- 1-15: Datos de la sección transversal km 72 - Contracción No. 3	29
Tabla D- 1-16: Datos de la sección transversal km 73 - Contracción No. 3	30
Tabla D- 1-17: Datos de la sección transversal km 74 - Contracción No. 3	31
Tabla D- 1-18: Datos de la sección transversal km 75 - Contracción No. 3	31
Tabla D- 1-19: Datos de la sección transversal km 76 - Contracción No. 3	32
Tabla D- 1-20: Datos de la sección transversal km 77 - Contracción No. 3	33
Tabla D- 1-21: Distribución del material a dragar en los angostamientos	34
Tabla D- 1-22: Distribución del material de relleno para los angostamientos	34
Tabla D- 1-23: Volumen de material de enrocado y granular para los angostamientos	34
Tabla D- 3-1: Volúmenes de desborde sobre el Canal del Dique	38
Tabla D- 3-2: Tramos y condiciones que generan desborde	40
Tabla D- 3-3: Especificaciones dique perimetral	43
Tabla D- 3-4: Altura de los diques perimetrales	43
Tabla D- 3-5: Nivel de corona de los diques perimetrales	44
Tabla D- 3-6: Volumen de los diques en cada una de las márgenes	45

D.1. CONTRACCIONES

Para las alternativas evaluadas que implican contracciones del flujo (alternativas 2,4,5 y 6), se estableció una configuración de sección transversal con una base de 40 m de longitud y un talud 1V:1H, considerando diferentes criterios. Uno de los criterios fue la reducción de caudal para controlar la entrada de sedimentos al sistema, y otros criterios que obedecen a aumentos de nivel del agua en zonas específicas para mantener o mejorar los caudales de intercambio con las ciénagas, o permitir el libre flujo de embarcaciones aunque para esta configuración se restrinja a un solo sentido. La sección típica de las contracciones se describe en la Figura D- 1-1, y su ubicación se especifica en la Figura D- 1-2.

Figura D- 1-1: Sección transversal típica de las contracciones

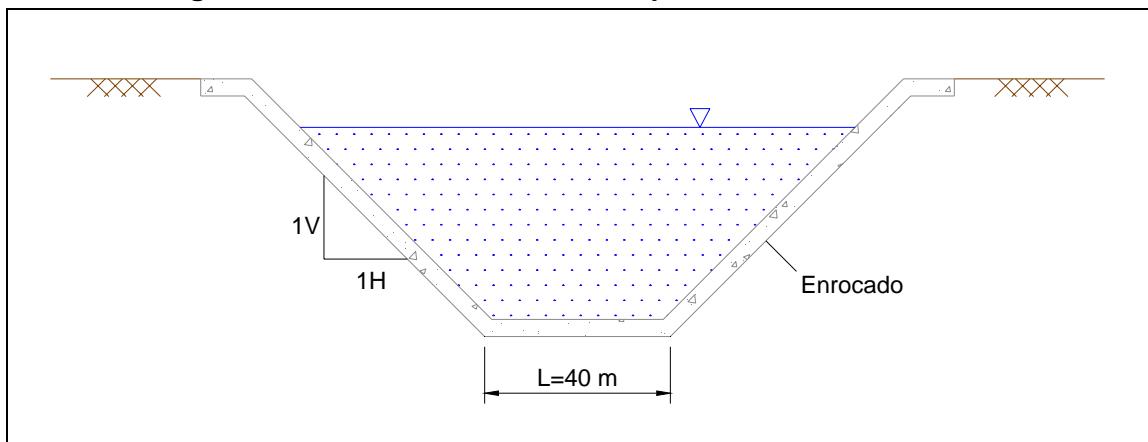
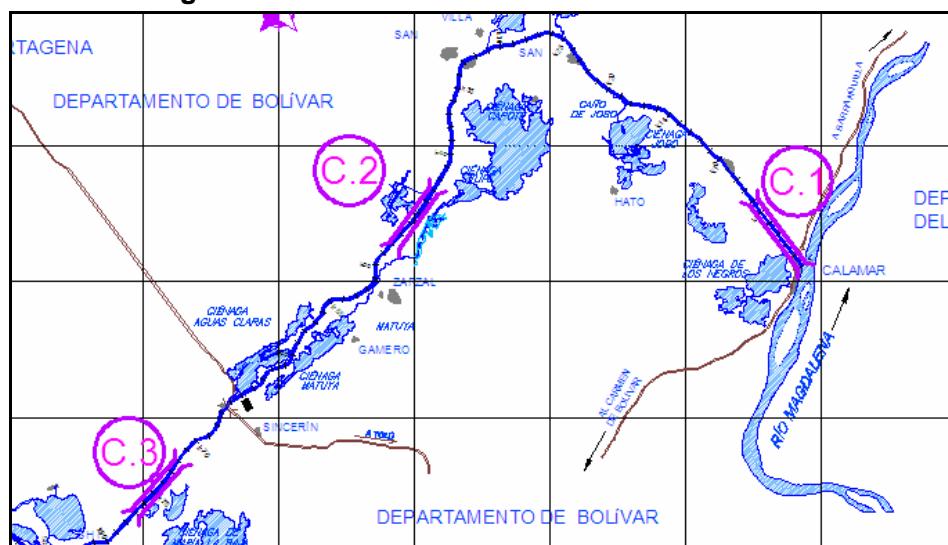


Figura D- 1-2: Localización de las contracciones



La longitud y la ubicación de las contracciones presentadas se especifican a continuación:

- C.1 Contracción No. 1: Km 0 - Km 6 L = 6 Km
C.2 Contracción No. 2: Km 45 - Km 48 L = 5 Km
C.2 Contracción No. 3: Km 72 - Km 77 L = 5 Km

Para conformar las contracciones en las tres zonas seleccionadas (ver Figura D- 1-2) se tomaron las secciones actuales del Canal, y se redujeron de manera proporcional en cada una de las márgenes hasta obtener la configuración de la Figura D- 1-1 (manteniendo el nivel del fondo igual al de las condiciones actuales). Solamente en la contracción No.3 se requiere de dragados para no generar velocidades que perjudiquen la navegación por el canal.

El volumen de material aproximado requerido para realizar las contracciones es de 5 millones de metros cúbicos. En Figura D- 1-3 a la Figura D- 1-21 se muestran las secciones transversales en cada uno de los sitios donde se proyectan contracciones y se especifican las secciones actuales y su nueva proyección con contracción. En la Tabla D- 1-1 se especifica el volumen de material requerido para conformar las contracciones.

Tabla D- 1-1: Volumen de material requerido para conformar las contracciones

Tramo (Km)	Vol. Relleno. (m ³)	Volumen dragado. (m ³)
0-1	207631	24132
1-2	414036	10429
2-3	390492	3618
3-4	364942	2491
4-5	333439	12743
5-6	293042	14172
43-44	298051	2676
44-45	287991	1597
45-46	284234	6875
46-47	269599	7139
47-48	250161	2664
72-73	265850	28217
73-74	272805	42396
74-75	338455	58346
75-76	361950	76790
76-77	331500	83125
TOTAL	4964179	377411

Las contracciones deben tener un enrocado superficial para protegerlas de socavación, debido a que se alcanzan velocidades que generan esfuerzos cortantes considerables.

Figura D- 1-3: Sección transversal km 0 - Contracción No. 1

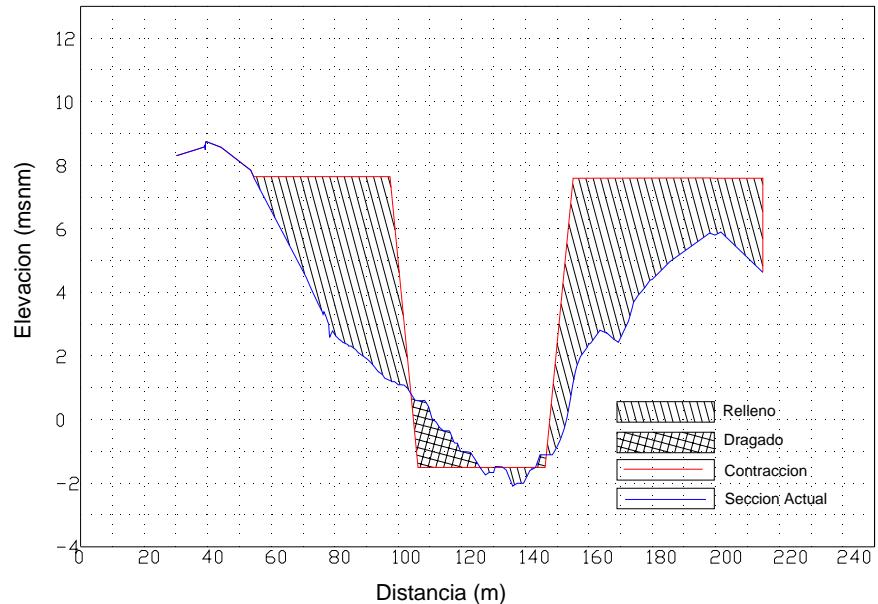


Figura D- 1-4: Sección transversal km 1 - Contracción No. 1

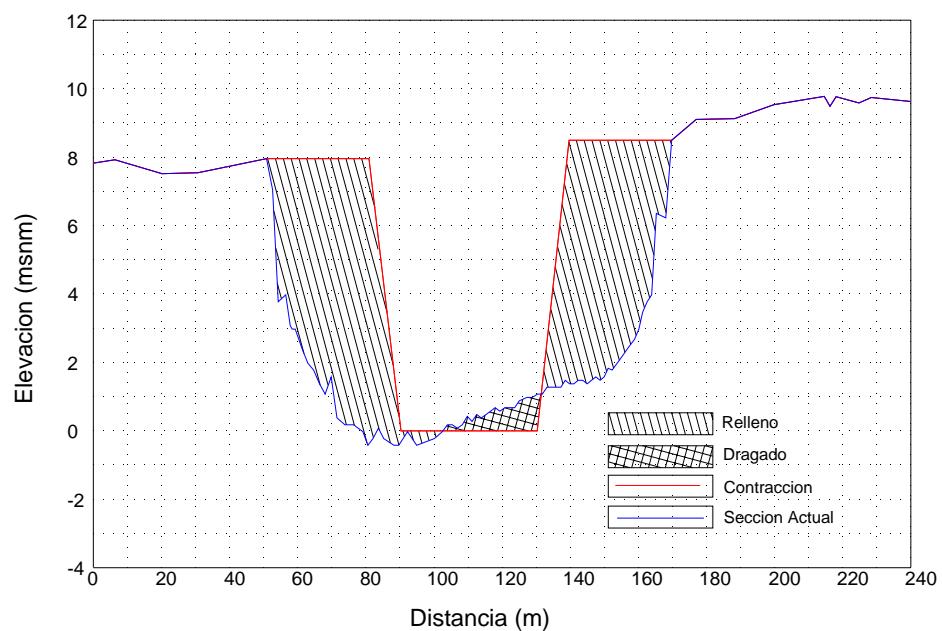


Figura D- 1-5: Sección transversal km 2 - Contracción No. 1

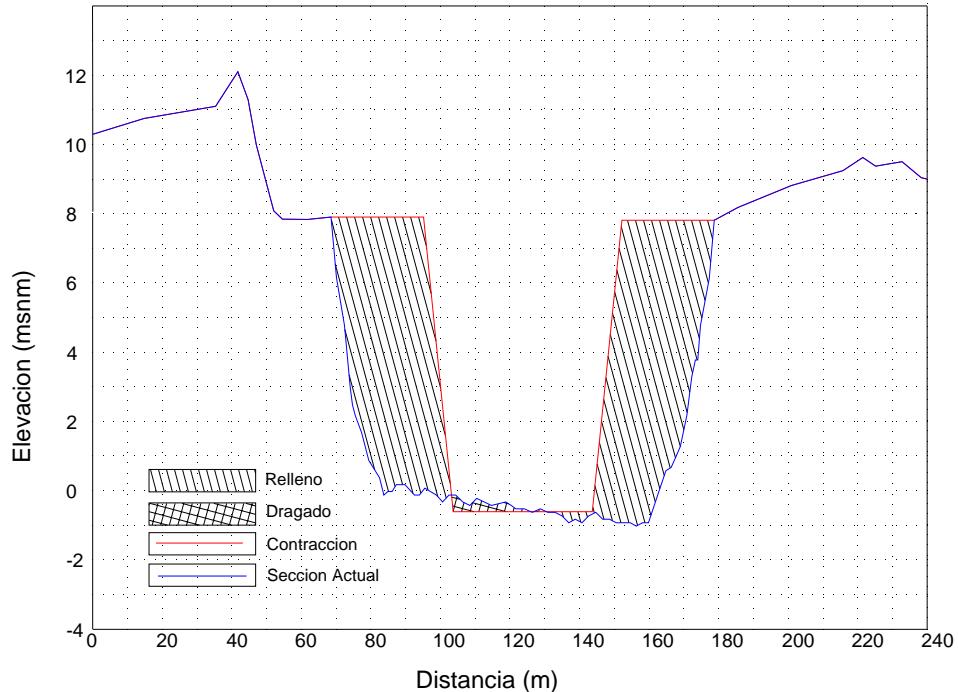


Figura D- 1-6: Sección transversal km 3 - Contracción No. 1

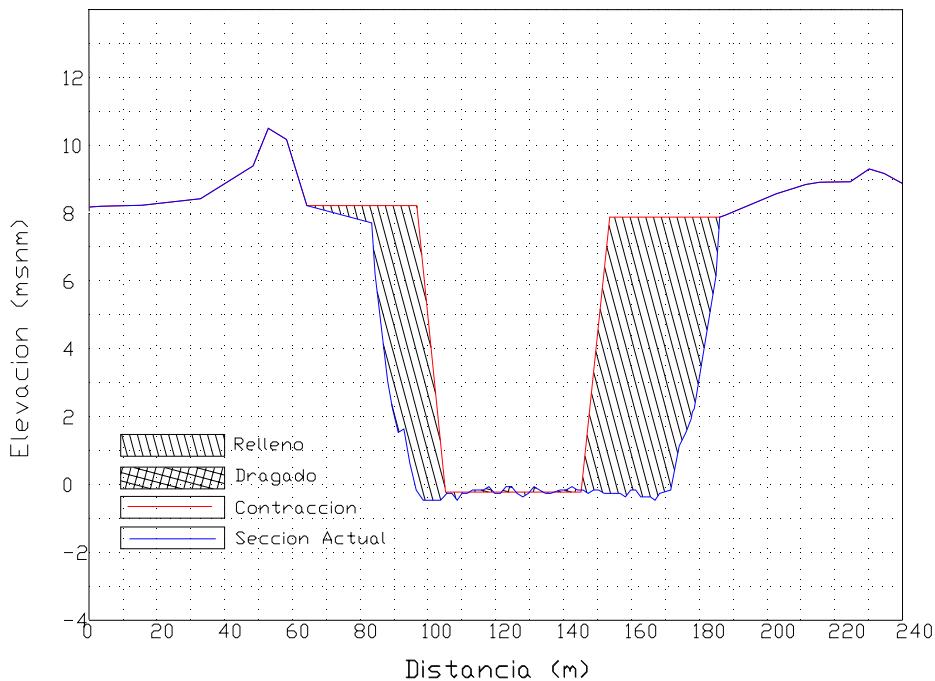


Figura D- 1-7: Sección transversal km 4 - Contracción No. 1

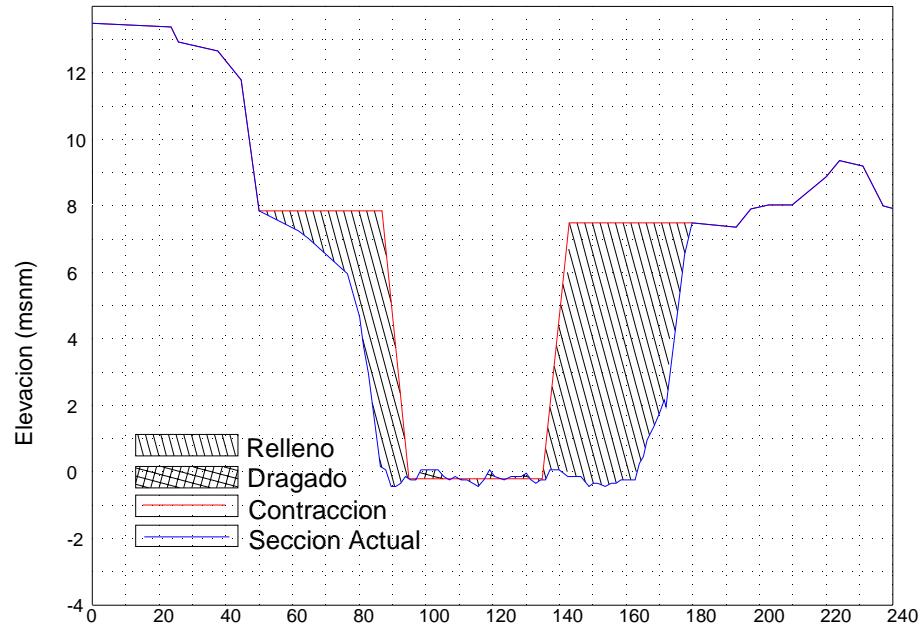


Figura D- 1-8: Sección transversal km 5 - Contracción No. 1

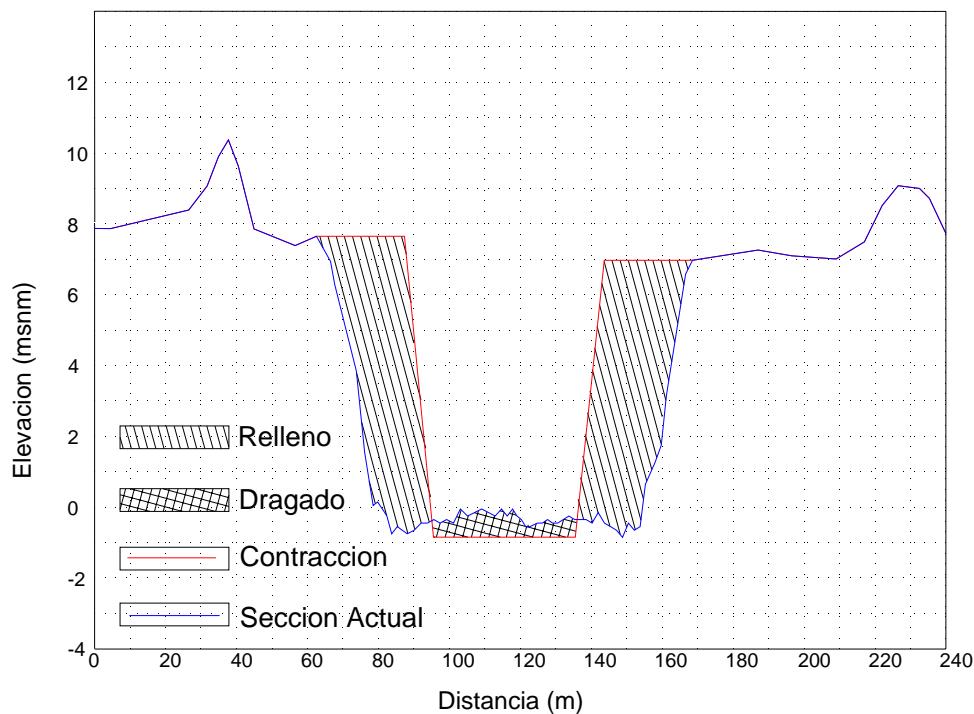


Figura D- 1-9: Sección transversal km 6 - Contracción No. 1

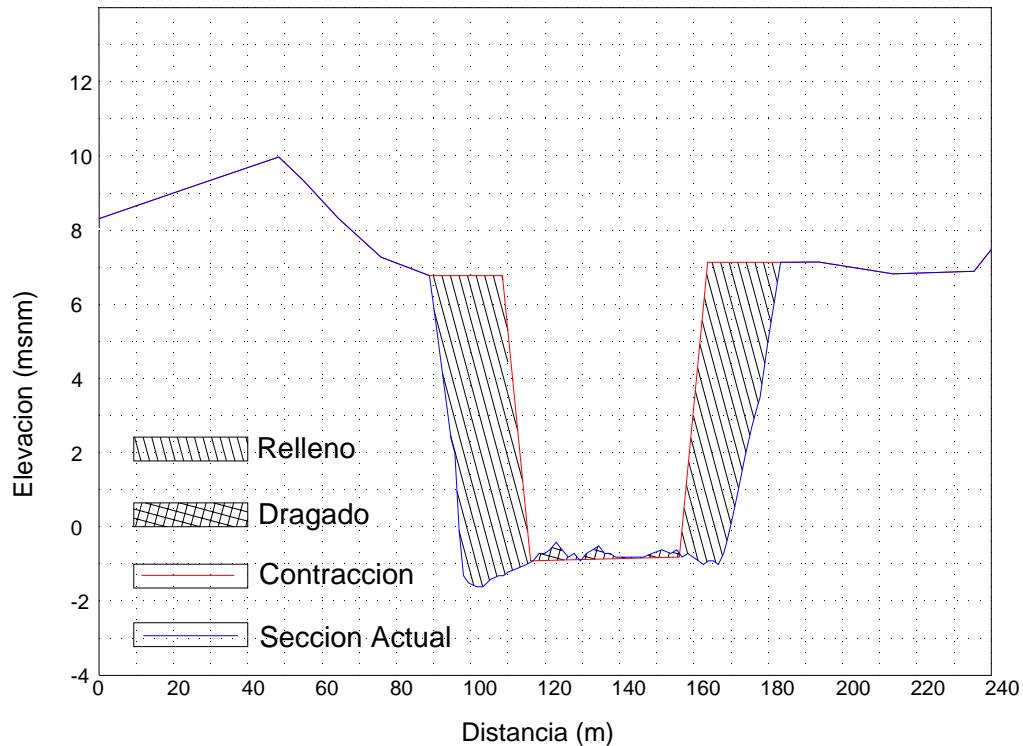


Figura D- 1-10: Sección transversal km 43 - Contracción No. 2

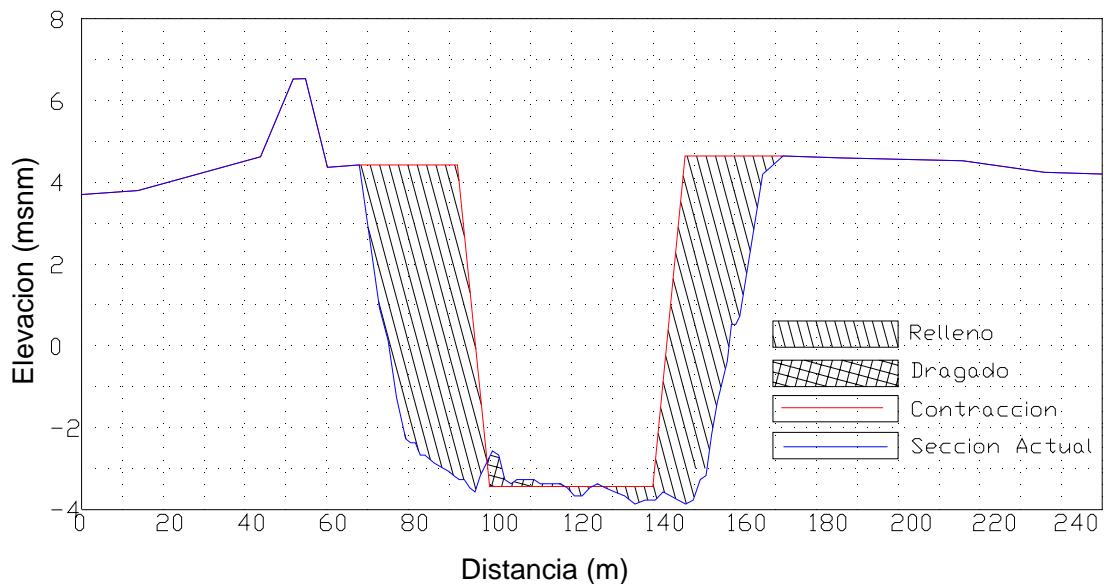


Figura D- 1-11: Sección transversal km 44 - Contracción No. 2

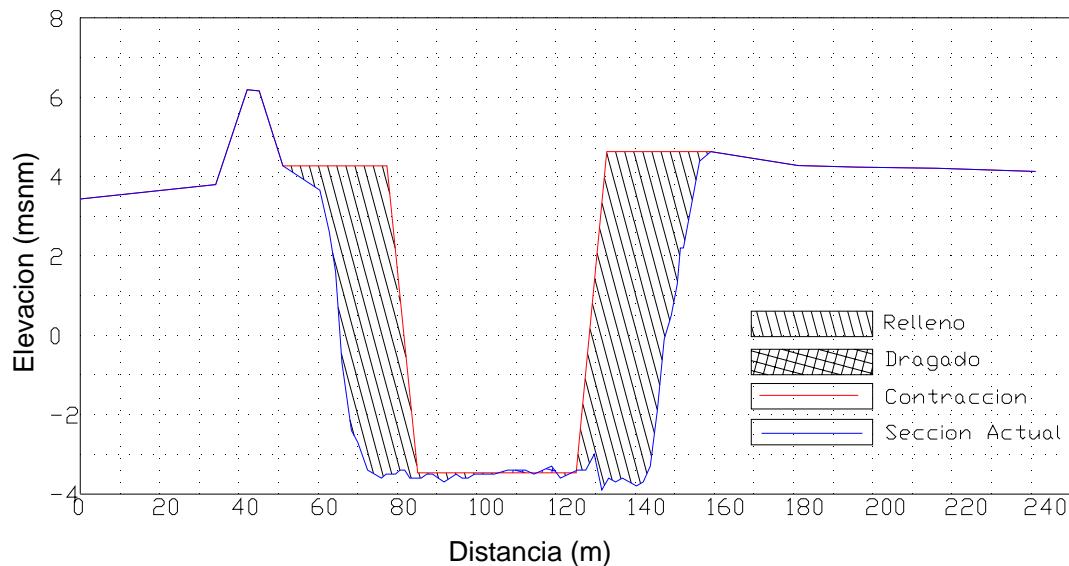


Figura D- 1-12: Sección transversal km 45 - Contracción No. 2

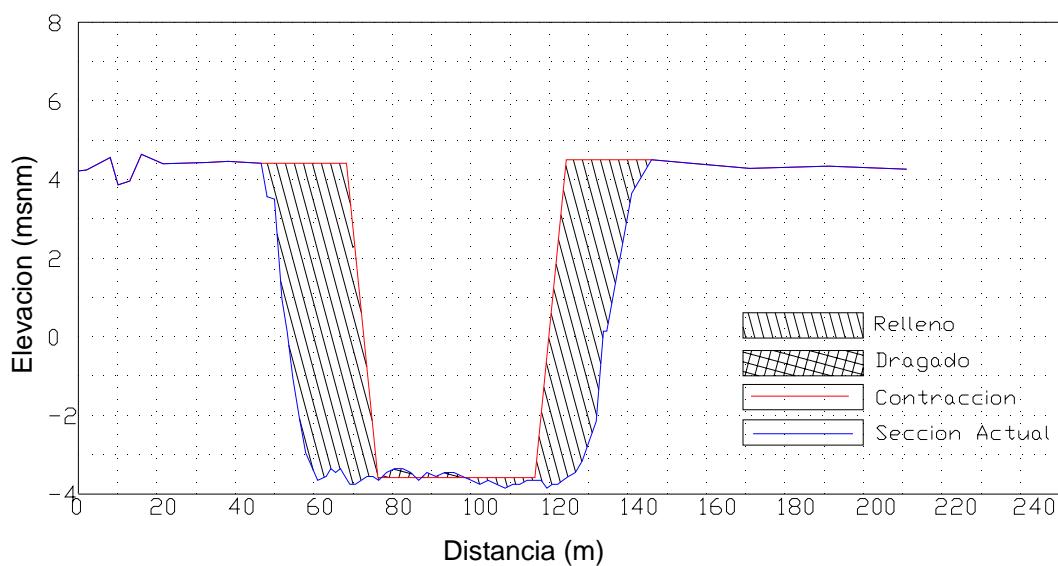


Figura D- 1-13: Sección transversal km 46 - Contracción No. 2

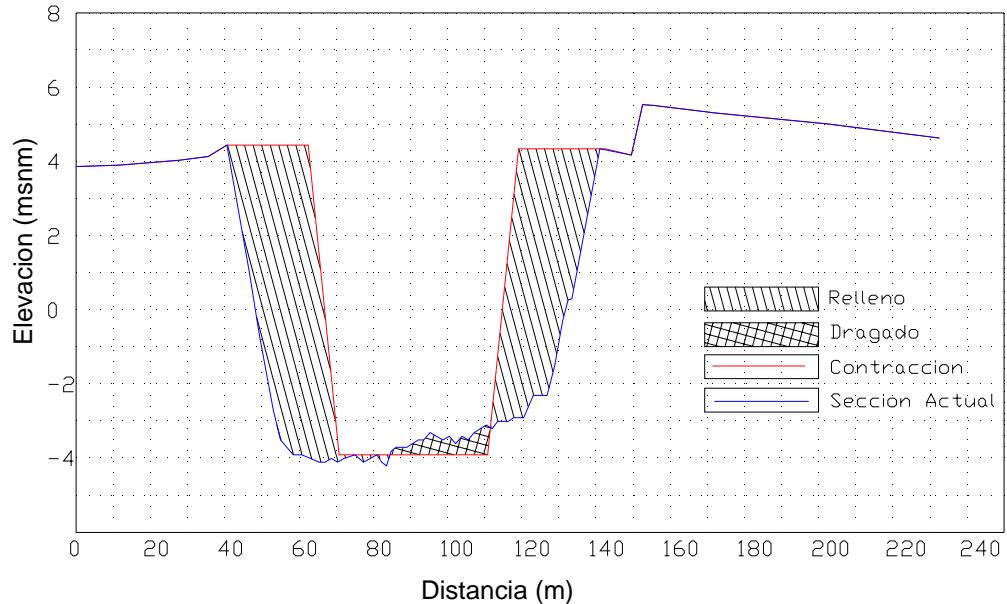


Figura D- 1-14: Sección transversal km 47 - Contracción No. 2

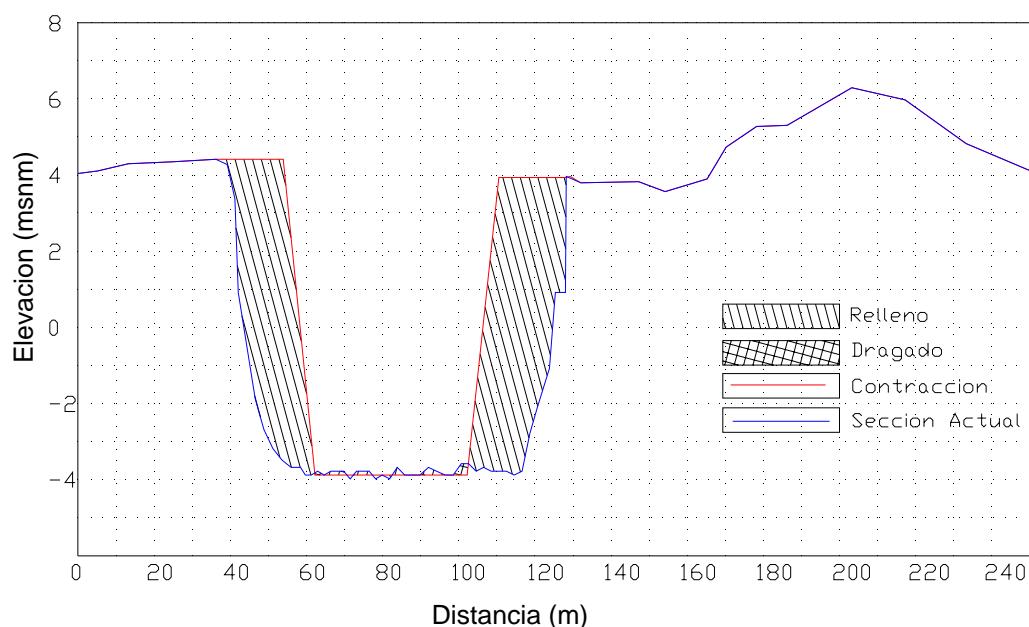


Figura D- 1-15: Sección transversal km 48 - Contracción No. 2

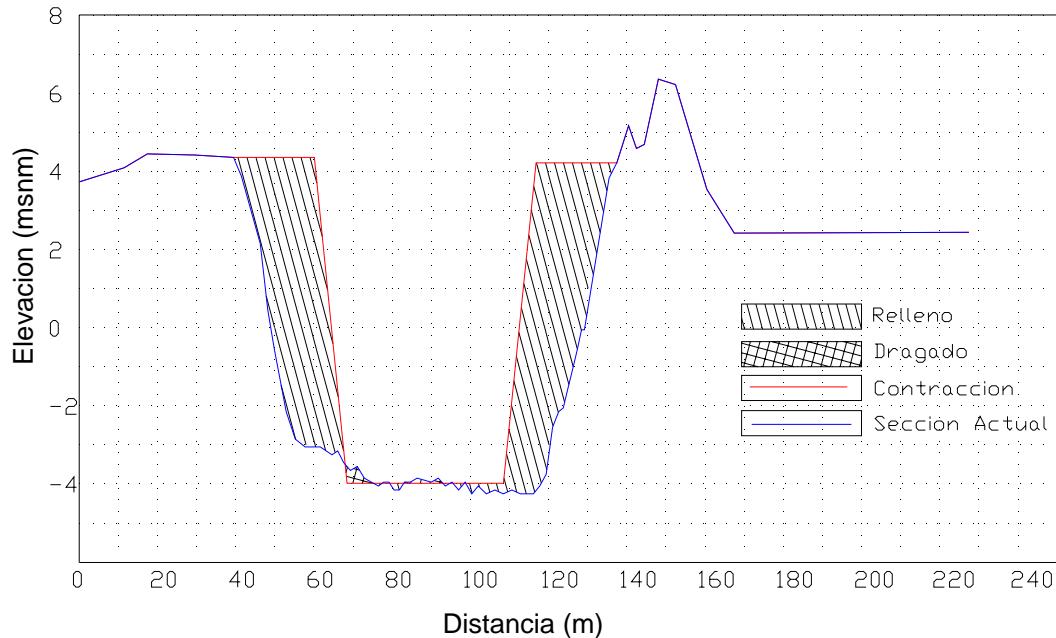


Figura D- 1-16: Sección transversal km 72 - Contracción No. 3

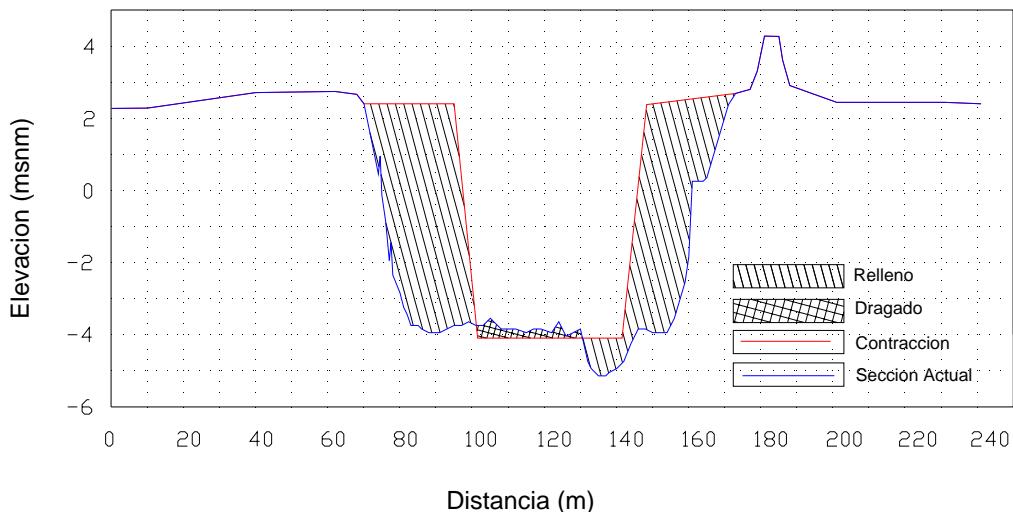


Figura D- 1-17: Sección transversal km 73 - Contracción No. 3

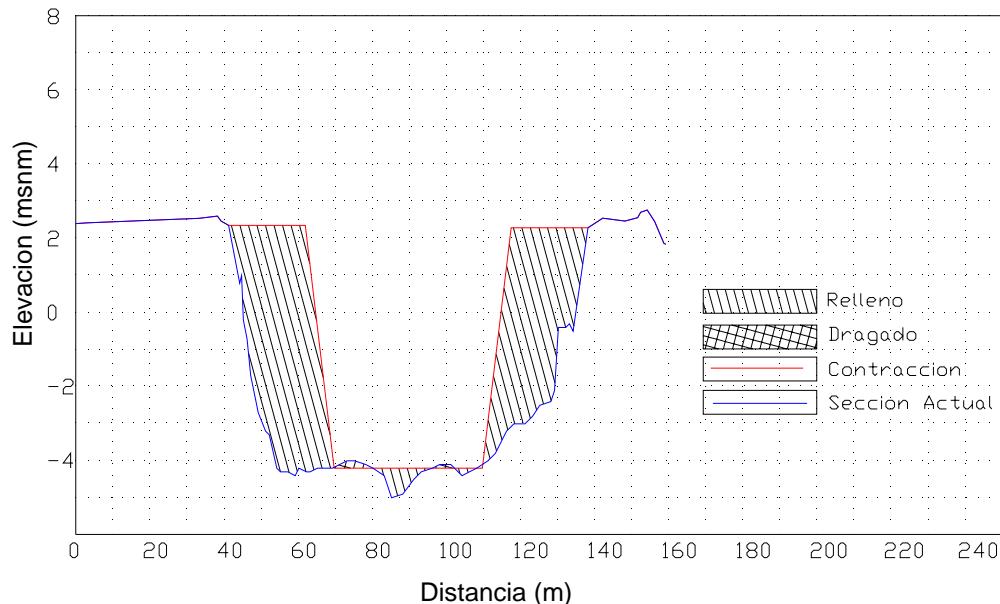


Figura D- 1-18: Sección transversal km 74 - Contracción No. 3

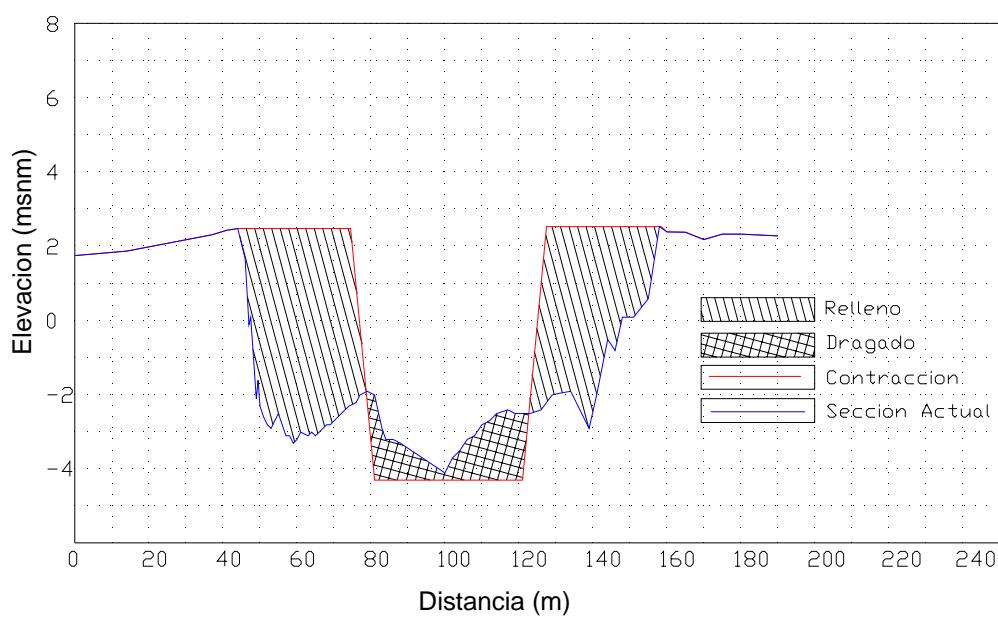


Figura D- 1-19: Sección transversal km 75 - Contracción No. 3

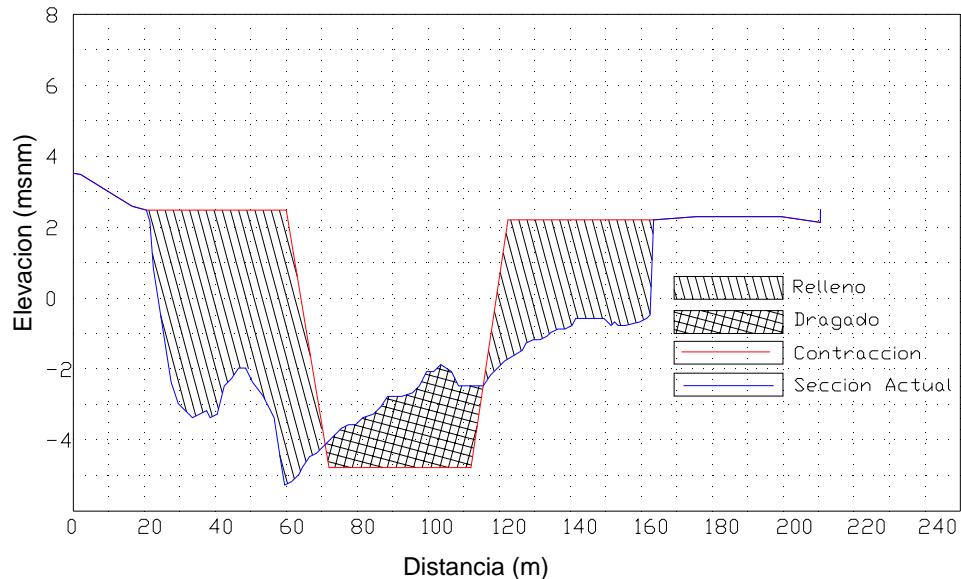


Figura D- 1-20: Sección transversal km 76 - Contracción No. 3

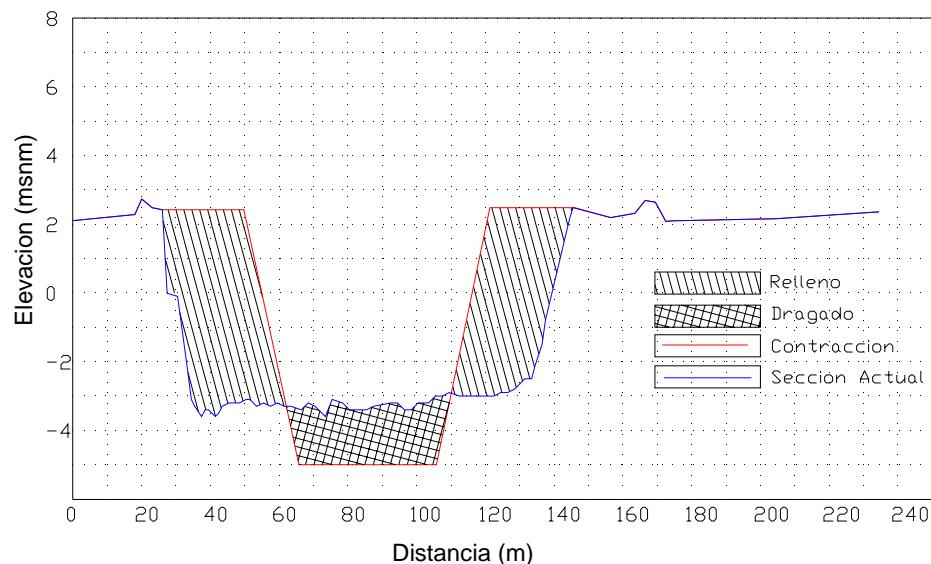
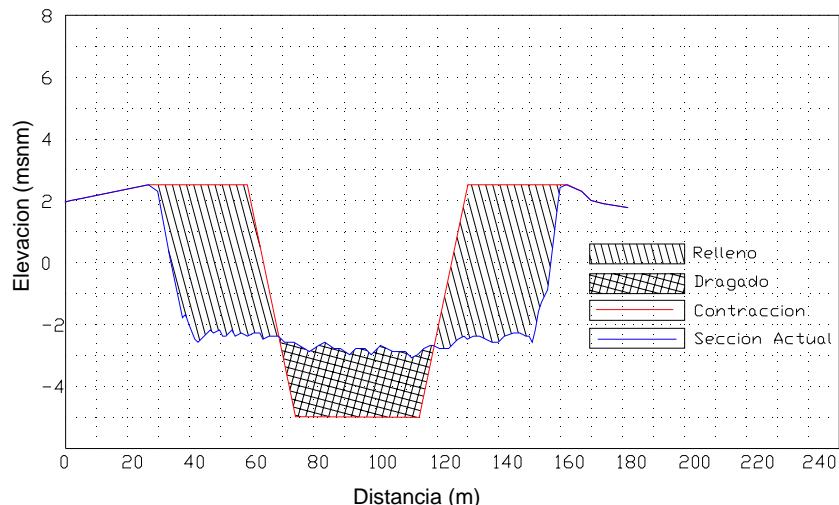


Figura D- 1-21: Sección transversal km 77 - Contracción No. 3



A continuación se presentan las secciones transversales para los angostamientos con taludes 1.5:1 y 2:1 con las que se optimizan los costos generales del proyecto (Ver Capítulo 7).

Tabla D- 1-2: Datos de la sección transversal km 0 - Contracción No. 1

Talud 1H:1V		Talud 1.5H:1V		Talud 2H:1V	
Distancia m	Elevación msnm	Distancia m	Elevación msnm	Distancia m	Elevación msnm
7.60	8.32	7.60	8.32	7.60	8.32
30.39	8.32	30.39	8.32	30.39	8.31
36.26	8.50	36.26	8.50	36.26	8.50
39.03	8.59	39.03	8.59	39.03	8.59
39.21	8.65	39.21	8.65	39.21	8.65
39.25	8.50	39.25	8.50	39.25	8.50
39.38	8.74	39.38	8.74	39.38	8.74
39.56	8.74	39.56	8.74	39.56	8.74
39.71	8.75	39.71	8.75	39.71	8.75
39.71	8.75	39.71	8.75	39.71	8.75
44.19	8.58	44.19	8.58	44.19	8.58
44.20	8.58	44.20	8.58	44.20	8.58
53.60	7.86	53.60	7.86	53.60	7.86
54.49	7.65	54.49	7.65	54.49	7.65
97.42	7.65	92.54	7.65	87.97	7.65

Tabla D- 1-2: Datos de la sección transversal km 0 - Contracción No. 1

Talud 1H:1V		Talud 1.5H:1V		Talud 2H:1V	
Distancia m	Elevación msnm	Distancia m	Elevación msnm	Distancia m	Elevación msnm
106.27	-1.50	106.27	-1.50	106.27	-1.50
146.27	-1.50	146.27	-1.50	146.27	-1.50
155.12	7.60	160.00	8.49	164.57	8.49
198.05	7.61	198.05	8.49	198.05	8.49
198.06	7.61	198.06	8.49	198.05	8.49
199.80	7.60	199.80	8.49	199.80	8.49
201.65	7.60	201.65	8.49	201.65	8.49
214.85	7.60	214.85	8.49	214.85	8.49

Tabla D- 1-3: Datos de la sección transversal km 1 - Contracción No. 1

Talud 1H:1V		Talud 1.5H:1V		Talud 2H:1V	
Distancia m	Elevación msnm	Distancia m	Elevación msnm	Distancia m	Elevación msnm
0.00	8.06	0.00	8.06	0.00	8.06
10.10	8.17	10.10	8.17	10.10	8.17
14.10	8.40	14.10	8.40	14.10	8.40
22.10	8.48	22.10	8.48	22.10	8.48
24.41	8.03	24.41	8.03	24.41	8.03
49.91	7.73	49.90	7.73	49.90	7.73
62.70	7.93	62.70	7.93	62.70	7.93
76.50	7.52	76.50	7.52	76.50	7.52
87.10	7.55	87.10	7.55	87.10	7.55
107.20	7.96	107.20	7.96	107.20	7.96
137.00	7.96	134.41	7.96	130.33	7.96
137.30	7.96	146.65	-0.20	146.65	-0.20
146.65	-0.20	186.65	-0.20	186.65	-0.20
186.65	-0.20	198.89	8.50	202.97	8.50
196.00	8.50	226.11	8.50	226.11	8.50
226.11	8.50	226.11	8.50	226.11	8.50
233.31	9.11	233.31	9.11	233.31	9.11
244.61	9.13	244.61	9.13	244.61	9.13
256.11	9.54	256.11	9.54	256.11	9.54
270.90	9.78	270.90	9.78	270.90	9.78
272.61	9.49	272.61	9.49	272.61	9.49

Tabla D- 1-3: Datos de la sección transversal km 1 - Contracción No. 1

Talud 1H:1V		Talud 1.5H:1V		Talud 2H:1V	
Distancia m	Elevación msnm	Distancia m	Elevación msnm	Distancia m	Elevación msnm
274.41	9.77	274.41	9.77	274.41	9.77
281.11	9.59	281.11	9.59	281.11	9.59
284.71	9.75	284.7087	9.75	284.7087	9.75
296.31	9.63	296.3089	9.63	296.3089	9.63
311.41	9.38	311.4102	9.38	311.4102	9.38

Tabla D- 1-4: Datos de la sección transversal km 2 - Contracción No. 1

Talud 1H:1V		Talud 1.5H:1V		Talud 2H:1V	
Distancia m	Elevación msnm	Distancia m	Elevación msnm	Distancia m	Elevación msnm
0.00	7.31	0.00	7.31	0.00	7.31
4.70	8.71	4.70	8.71	4.70	8.71
9.70	9.99	9.70	9.99	9.70	9.99
11.70	9.00	11.70	9.00	11.70	9.00
22.71	8.76	22.71	8.76	22.71	8.76
31.71	9.12	31.71	9.12	31.71	9.12
44.70	9.83	44.70	9.83	44.70	9.83
74.70	10.76	74.70	10.76	74.70	10.76
95.30	11.11	95.30	11.11	95.30	11.11
101.70	12.11	101.70	12.11	101.70	12.11
104.64	11.30	104.64	11.30	104.64	11.30
107.00	10.00	107.00	10.00	107.00	10.00
112.00	8.09	112.00	8.09	112.00	8.09
114.51	7.85	114.51	7.85	114.51	7.85
121.71	7.84	121.71	7.84	121.71	7.84
128.50	7.91	128.50	7.91	128.50	7.91
155.09	7.91	150.84	7.91	146.58	7.91
163.60	-0.60	163.60	-0.60	163.60	-0.60
203.60	-0.60	203.60	-0.60	203.60	-0.60
212.11	7.82	216.37	7.82	220.62	7.82
238.71	7.82	238.71	7.82	238.71	7.82
238.71	7.82	238.71	7.82	238.71	7.82
245.50	8.19	245.50	8.19	245.50	8.19
260.90	8.82	260.90	8.82	260.90	8.82

Tabla D- 1-4: Datos de la sección transversal km 2 - Contracción No. 1

Talud 1H:1V		Talud 1.5H:1V		Talud 2H:1V	
Distancia m	Elevación msnm	Distancia m	Elevación msnm	Distancia m	Elevación msnm
275.71	9.25	275.71	9.25	275.71	9.25
281.41	9.63	281.41	9.63	281.41	9.63
285.11	9.38	285.11	9.38	285.11	9.38
292.71	9.51	292.71	9.51	292.71	9.51
298.21	9.05	298.21	9.05	298.21	9.05
328.27	8.26	328.27	8.26	328.27	8.26

Tabla D- 1-5: Datos de la sección transversal km 3 - Contracción No. 1

Talud 1H:1V		Talud 1.5H:1V		Talud 2H:1V	
Distancia m	Elevación msnm	Distancia m	Elevación msnm	Distancia m	Elevación msnm
0.00	7.35	0.00	7.35	0.00	7.35
30.00	7.36	30.00	7.36	30.00	7.36
39.60	7.79	39.60	7.79	39.60	7.79
48.01	9.73	48.01	9.73	48.01	9.73
53.30	10.03	53.30	10.03	53.30	10.03
57.00	8.77	57.00	8.77	57.00	8.77
58.60	8.50	58.60	8.50	58.60	8.50
88.60	8.08	88.60	8.08	88.60	8.08
103.60	8.18	103.60	8.18	103.60	8.18
115.60	8.21	115.60	8.21	115.60	8.21
132.90	8.40	132.90	8.40	132.90	8.40
148.40	9.37	148.40	9.37	148.40	9.37
152.91	10.48	152.91	10.48	152.91	10.48
158.30	10.15	158.30	10.15	158.30	10.15
164.30	8.20	164.30	8.20	164.30	8.20
196.75	8.20	191.93	8.20	187.50	8.20
205.20	-0.65	205.20	-0.65	205.20	-0.65
245.20	-0.65	245.20	-0.65	245.20	-0.65
253.65	7.86	258.48	7.86	262.90	7.86
286.10	7.86	286.10	7.86	286.10	7.86
286.10	7.86	286.10	7.86	286.10	7.86
287.60	7.91	287.60	7.91	287.60	7.91
302.80	8.55	302.80	8.55	302.80	8.55

Tabla D- 1-5: Datos de la sección transversal km 3 - Contracción No. 1

Talud 1H:1V		Talud 1.5H:1V		Talud 2H:1V	
Distancia m	Elevación msnm	Distancia m	Elevación msnm	Distancia m	Elevación msnm
311.51	8.82	311.51	8.82	311.51	8.82
315.60	8.89	315.60	8.89	315.60	8.89
324.60	8.90	324.60	8.90	324.60	8.90
330.20	9.28	330.20	9.28	330.20	9.28
334.60	9.15	334.60	9.15	334.60	9.15
340.60	8.82	340.60	8.82	340.60	8.82
343.60	8.69	343.60	8.69	343.60	8.69
346.60	7.51	346.60	7.51	346.60	7.51
352.20	6.96	352.20	6.96	352.20	6.96
354.10	5.41	354.10	5.41	354.10	5.41
363.10	6.60	363.10	6.60	363.10	6.60
384.11	6.58	384.11	6.58	384.11	6.58

Tabla D- 1-6: Datos de la sección transversal km 4 - Contracción No. 1

Talud 1H:1V		Talud 1.5H:1V		Talud 2H:1V	
Distancia m	Elevación msnm	Distancia m	Elevación msnm	Distancia m	Elevación msnm
0.00	9.53	0.00	9.53	0.00	9.53
20.00	9.93	20.00	9.93	20.00	9.93
30.00	11.28	30.00	11.28	30.00	11.28
32.50	11.84	32.50	11.84	32.50	11.84
37.10	12.03	37.10	12.03	37.10	12.03
40.80	12.58	40.80	12.58	40.80	12.58
46.60	12.58	46.60	12.58	46.60	12.58
60.80	13.34	60.80	13.34	60.80	13.34
90.79	13.49	90.79	13.49	90.79	13.49
120.59	13.35	120.59	13.35	120.59	13.35
122.80	12.90	122.80	12.90	122.80	12.90
134.60	12.63	134.60	12.63	134.60	12.63
141.60	11.76	141.60	11.76	141.60	11.76
147.00	7.82	147.00	7.82	147.00	7.82
183.84	7.82	179.21	7.82	174.98	7.82
191.90	-0.64	191.90	-0.64	191.90	-0.64
231.90	-0.64	231.90	-0.64	231.90	-0.64

Tabla D- 1-6: Datos de la sección transversal km 4 - Contracción No. 1

Talud 1H:1V		Talud 1.5H:1V		Talud 2H:1V	
Distancia m	Elevación msnm	Distancia m	Elevación msnm	Distancia m	Elevación msnm
239.96	7.46	244.59	7.46	248.82	7.46
276.80	7.46	276.80	7.46	276.80	7.46
276.81	7.46	276.81	7.46	276.81	7.46
290.00	7.33	290.00	7.33	290.00	7.33
294.40	7.88	294.40	7.88	294.40	7.88
299.80	8.00	299.80	8.00	299.80	8.00
306.79	8.00	306.79	8.00	306.79	8.00
317.00	8.84	317.00	8.84	317.00	8.84
321.00	9.33	321.00	9.33	321.00	9.33
328.00	9.17	328.00	9.17	328.00	9.17
334.10	7.97	334.10	7.97	334.10	7.97
344.40	7.70	344.40	7.70	344.40	7.70
346.80	6.47	346.80	6.47	346.80	6.47
348.80	6.51	348.80	6.51	348.80	6.51
351.80	7.24	351.80	7.24	351.80	7.24
354.80	7.09	354.80	7.09	354.80	7.09
384.80	7.07	384.80	7.07	384.80	7.07

Tabla D- 1-7: Datos de la sección transversal km 5 - Contracción No. 1

Talud 1H:1V		Talud 1.5H:1V		Talud 2H:1V	
Distancia m	Elevación msnm	Distancia m	Elevación msnm	Distancia m	Elevación msnm
0.00	7.44	0.00	7.44	0.00	7.44
9.99	7.41	9.99	7.41	9.99	7.41
30.00	7.43	30.00	7.43	30.00	7.43
50.00	7.44	50.00	7.44	50.00	7.44
55.00	7.72	55.00	7.72	55.00	7.72
57.50	8.90	57.50	8.90	57.50	8.90
59.51	9.67	59.51	9.67	59.51	9.67
64.50	9.93	64.50	9.93	64.50	9.93
67.99	9.36	67.99	9.36	67.99	9.36
74.50	7.89	74.50	7.89	74.50	7.89
104.50	7.89	104.50	7.89	104.50	7.89
134.50	7.87	134.50	7.87	134.50	7.87

Tabla D- 1-7: Datos de la sección transversal km 5 - Contracción No. 1

Talud 1H:1V		Talud 1.5H:1V		Talud 2H:1V	
Distancia m	Elevación msnm	Distancia m	Elevación msnm	Distancia m	Elevación msnm
156.50	8.39	156.50	8.39	156.50	8.39
161.70	9.07	161.70	9.07	161.70	9.07
164.90	9.90	164.90	9.90	164.90	9.90
167.70	10.37	167.70	10.37	167.70	10.37
170.50	9.63	170.50	9.63	170.50	9.63
174.90	7.86	174.90	7.86	174.90	7.86
186.50	7.39	186.50	7.39	186.50	7.39
192.50	7.65	192.50	7.65	192.50	7.65
217.05	7.65	212.90	7.65	208.70	7.65
225.50	-0.85	225.50	-0.75	225.50	-0.75
265.50	-0.85	265.50	-0.75	265.50	-0.75
273.95	6.97	278.10	6.97	282.30	6.97
298.50	6.97	298.50	6.97	298.50	6.97
317.00	7.26	317.00	7.26	317.00	7.26
326.50	7.10	326.50	7.10	326.50	7.10
339.00	7.01	339.00	7.01	339.00	7.01
347.00	7.49	347.00	7.49	347.00	7.49
352.00	8.52	352.00	8.52	352.00	8.52
356.50	9.08	356.50	9.08	356.50	9.08
362.50	9.00	362.50	9.00	362.50	9.00
365.30	8.72	365.30	8.72	365.30	8.72
370.00	7.72	370.00	7.72	370.00	7.72
377.40	6.17	377.40	6.17	377.40	6.17
388.00	4.86	388.00	4.86	388.00	4.86

Tabla D- 1-8: Datos de la sección transversal km 6 - Contracción No. 1

Talud 1H:1V		Talud 1.5H:1V		Talud 2H:1V	
Distancia m	Elevación msnm	Distancia m	Elevación msnm	Distancia m	Elevación msnm
0.00	4.97	0.00	4.97	0.00	4.97
20.00	5.27	20.00	5.27	20.00	5.27
36.01	6.22	36.01	6.22	36.01	6.22
41.81	8.46	41.81	8.46	41.81	8.46
47.80	8.57	47.80	8.57	47.80	8.57
49.80	8.46	49.80	8.46	49.80	8.46

Tabla D- 1-7: Datos de la sección transversal km 5 - Contracción No. 1

Talud 1H:1V		Talud 1.5H:1V		Talud 2H:1V	
Distancia m	Elevación msnm	Distancia m	Elevación msnm	Distancia m	Elevación msnm
78.40	7.70	78.40	7.70	78.40	7.70
94.40	8.12	94.40	8.12	94.40	8.12
124.40	9.16	124.40	9.16	124.40	9.16
148.40	9.98	148.40	9.98	148.40	9.98
154.90	9.36	154.90	9.36	154.90	9.36
164.40	8.33	164.40	8.33	164.40	8.33
175.90	7.28	175.90	7.28	175.90	7.28
188.90	6.78	188.90	6.78	188.90	6.78
208.57	6.78	204.03	6.78	199.99	6.78
216.15	-1.30	216.15	-1.30	216.15	-1.30
256.15	-1.30	256.15	-1.30	256.15	-1.30
263.73	7.14	268.27	7.14	272.31	7.14
283.40	7.14	283.40	7.14	283.40	7.14
293.60	7.15	293.60	7.15	293.60	7.15
313.60	6.83	313.60	6.83	313.60	6.83
335.40	6.90	335.40	6.90	335.40	6.90
340.70	7.57	340.70	7.57	340.70	7.57
344.80	8.05	344.80	8.05	344.80	8.05
348.40	8.82	348.40	8.82	348.40	8.82
355.00	8.65	355.00	8.65	355.00	8.65
358.40	8.22	358.40	8.22	358.40	8.22
360.80	7.38	360.80	7.38	360.80	7.38
364.40	6.67	364.40	6.67	364.40	6.67
370.00	4.83	370.00	4.83	370.00	4.83
375.00	4.96	375.00	4.96	375.00	4.96
380.00	6.28	380.00	6.28	380.00	6.28
410.00	6.30	410.00	6.30	410.00	6.30
440.00	6.32	440.00	6.32	440.00	6.32

Tabla D- 1-9: Datos de la sección transversal km 43 - Contracción No. 2

Talud 1H:1V		Talud 1.5H:1V		Talud 2H:1V	
Distancia m	Elevación msnm	Distancia m	Elevación msnm	Distancia m	Elevación msnm
m	msnm	m	msnm	m	msnm

Tabla D- 1-9: Datos de la sección transversal km 43 - Contracción No. 2

Talud 1H:1V		Talud 1.5H:1V		Talud 2H:1V	
Distancia m	Elevación msnm	Distancia m	Elevación msnm	Distancia m	Elevación msnm
0.12	2.94	0.12	2.94	0.12	2.94
30.00	3.35	30.00	3.35	30.00	3.35
42.00	6.23	42.00	6.23	42.00	6.23
46.00	6.41	46.00	6.41	46.00	6.41
53.00	3.88	53.00	3.88	53.00	3.88
66.00	3.65	66.00	3.65	66.00	3.65
72.00	2.78	72.00	2.78	72.00	2.78
79.00	2.83	79.00	2.83	79.00	2.83
84.00	3.70	84.00	3.70	84.00	3.70
104.00	3.84	104.00	3.84	104.00	3.84
134.00	4.67	134.00	4.67	134.00	4.67
142.00	6.57	142.00	6.57	142.00	6.57
145.00	6.58	145.00	6.58	145.00	6.58
150.39	4.41	150.39	4.41	150.39	4.41
158.19	4.47	158.19	4.47	158.19	4.47
182.22	4.47	218.29	4.47	174.35	4.47
190.09	-3.40	190.09	-3.40	190.09	-3.40
230.09	-3.40	230.09	-3.40	230.09	-3.40
237.96	4.69	241.90	4.69	245.83	4.69
262.00	4.69	262.00	4.69	262.00	4.69
262.00	4.69	262.00	4.69	262.00	4.69
276.00	4.64	276.00	4.64	276.00	4.64
306.00	4.57	306.00	4.57	306.00	4.57
326.00	4.29	326.00	4.29	326.00	4.29
348.00	4.22	348.00	4.22	348.00	4.22

Tabla D- 1-10: Datos de la sección transversal km 44 - Contracción No. 2

Talud 1H:1V		Talud 1.5H:1V		Talud 2H:1V	
Distancia m	Elevación msnm	Distancia m	Elevación msnm	Distancia m	Elevación msnm
0.12	3.20	0.12	3.20	0.12	3.20
5.99	5.47	5.99	5.47	5.99	5.47
8.99	5.51	8.99	5.51	8.99	5.51
14.00	3.87	14.00	3.87	14.00	3.87

Tabla D- 1-10: Datos de la sección transversal km 44 - Contracción No. 2

Talud 1H:1V		Talud 1.5H:1V		Talud 2H:1V	
Distancia m	Elevación msnm	Distancia m	Elevación msnm	Distancia m	Elevación msnm
36.00	2.52	36.00	2.52	36.00	2.52
40.00	2.31	40.00	2.31	40.00	2.31
49.00	3.29	49.00	3.29	49.00	3.29
94.00	3.77	94.00	3.77	94.00	3.77
102.00	6.16	102.00	6.16	102.00	6.16
105.00	6.13	105.00	6.13	105.00	6.13
111.00	4.24	111.00	4.24	111.00	4.24
137.26	4.24	133.39	4.24	129.52	4.24
145.00	-3.50	145.00	-3.50	145.00	-3.50
185.00	-3.50	185.00	-3.50	185.00	-3.50
192.74	4.60	196.61	4.60	200.48	4.60
219.00	4.60	219.00	4.60	219.00	4.60
219.00	4.60	219.00	4.60	219.00	4.60
241.00	4.25	241.00	4.25	241.00	4.25
256.00	4.21	256.00	4.21	256.00	4.21
275.99	4.18	275.99	4.18	275.99	4.18
300.99	4.10	300.99	4.10	300.99	4.10

Tabla D- 1-11: Datos de la sección transversal km 45 - Contracción No. 2

Talud 1H:1V		Talud 1.5H:1V		Talud 2H:1V	
Distancia m	Elevación msnm	Distancia m	Elevación msnm	Distancia m	Elevación msnm
0.12	3.75	0.12	3.75	0.12	3.75
30.00	3.97	30.00	3.97	30.00	3.97
51.99	4.23	51.99	4.23	51.99	4.23
58.00	4.55	58.00	4.55	58.00	4.55
60.00	3.85	60.00	3.85	60.00	3.85
62.99	3.95	62.99	3.95	62.99	3.95
65.99	4.63	65.99	4.63	65.99	4.63
71.50	4.39	71.50	4.39	71.50	4.39
82.79	4.42	82.79	4.42	82.79	4.42
88.00	4.45	88.00	4.45	88.00	4.45
96.50	4.40	96.50	4.40	96.50	4.40
118.25	4.40	114.25	4.40	110.25	4.40

Tabla D- 1-11: Datos de la sección transversal km 45 - Contracción No. 2

Talud 1H:1V		Talud 1.5H:1V		Talud 2H:1V	
Distancia m	Elevación msnm	Distancia m	Elevación msnm	Distancia m	Elevación msnm
126.25	-3.60	126.25	-3.60	126.25	-3.60
166.25	-3.60	166.25	-3.60	166.25	-3.60
174.25	4.49	178.25	4.49	182.25	4.49
195.99	4.49	195.99	4.49	195.99	4.49
196.00	4.49	196.00	4.49	196.00	4.49
206.00	4.40	206.00	4.40	206.00	4.40
221.00	4.27	221.00	4.27	221.00	4.27
241.00	4.33	241.00	4.33	241.00	4.33
261.00	4.25	261.00	4.25	261.00	4.25

Tabla D- 1-12: Datos de la sección transversal km 46 - Contracción No. 2

Talud 1H:1V		Talud 1.5H:1V		Talud 2H:1V	
Distancia m	Elevación msnm	Distancia m	Elevación msnm	Distancia m	Elevación msnm
m	msnm	m	msnm	m	msnm
0.00	3.71	0.00	3.71	0.00	3.71
32.00	3.74	32.00	3.74	32.00	3.74
62.00	3.84	62.00	3.84	62.00	3.84
78.00	3.97	78.00	3.97	78.00	3.97
86.00	4.07	86.00	4.07	86.00	4.07
91.01	4.38	91.01	4.38	91.01	4.38
112.91	4.38	108.73	4.38	104.56	4.38
121.26	-3.97	121.26	-3.97	121.26	-3.97
161.26	-3.97	161.26	-3.97	161.26	-3.97
169.61	4.28	173.78	4.28	177.96	4.28
191.50	4.28	191.50	4.28	191.50	4.28
193.00	4.28	191.50	4.28	191.50	4.28
200.01	4.11	200.01	4.11	200.01	4.11
203.00	5.47	203.00	5.47	203.00	5.47
206.01	5.45	206.01	5.45	206.01	5.45
223.00	5.24	223.00	5.24	223.00	5.24
253.00	4.95	253.00	4.95	253.00	4.95
283.01	4.57	283.01	4.57	283.01	4.57

Tabla D- 1-13: Datos de la sección transversal km 47 - Contracción No. 2

Talud 1H:1V		Talud 1.5H:1V		Talud 2H:1V	
Distancia m	Elevación msnm	Distancia m	Elevación msnm	Distancia m	Elevación msnm
m	msnm	m	msnm	m	msnm
0.12	3.64	0.12	3.64	0.12	3.64
24.00	3.69	24.00	3.69	24.00	3.69
54.00	4.07	54.00	4.07	54.00	4.07
62.00	4.26	62.00	4.26	62.00	4.26
73.50	4.31	73.50	4.31	73.50	4.31
85.00	4.38	85.00	4.38	85.00	4.38
102.70	4.38	98.55	4.38	94.40	4.38
111.00	-3.92	111.00	-3.92	111.00	-3.92
151.00	-3.92	151.00	-3.92	151.00	-3.92
159.30	3.90	163.45	3.90	167.60	3.90
177.00	3.90	177.00	3.90	177.00	3.90
178.00	3.93	178.00	3.93	178.00	3.93
180.86	3.76	180.85	3.76	180.85	3.76
195.99	3.79	195.99	3.79	195.99	3.79
203.00	3.53	203.00	3.53	203.00	3.53
214.00	3.86	214.00	3.86	214.00	3.86
219.01	4.70	219.01	4.70	219.01	4.70
227.00	5.24	227.00	5.24	227.00	5.24
235.00	5.27	235.00	5.27	235.00	5.27
252.00	6.26	252.00	6.26	252.00	6.26
266.00	5.94	266.00	5.94	266.00	5.94
281.99	4.79	281.99	4.79	281.99	4.79
312.00	3.52	312.00	3.52	312.00	3.52
332.01	3.11	332.01	3.11	332.01	3.11

Tabla D- 1-14: Datos de la sección transversal km 48 - Contracción No. 2

Talud 1H:1V		Talud 1.5H:1V		Talud 2H:1V	
Distancia m	Elevación msnm	Distancia m	Elevación msnm	Distancia m	Elevación msnm
m	msnm	m	msnm	m	msnm
0.12	3.16	0.12	3.16	0.12	3.16
11.99	3.44	11.99	3.44	11.99	3.44

Tabla D- 1-14: Datos de la sección transversal km 48 - Contracción No. 2

Talud 1H:1V		Talud 1.5H:1V		Talud 2H:1V	
Distancia m	Elevación msnm	Distancia m	Elevación msnm	Distancia m	Elevación msnm
42.00	3.51	42.00	3.51	42.00	3.51
60.00	4.07	60.00	4.07	60.00	4.07
66.00	4.43	66.00	4.43	66.00	4.43
77.99	4.40	77.99	4.40	77.99	4.40
88.00	4.34	88.00	4.34	88.00	4.34
108.66	4.34	104.49	4.34	100.32	4.34
117.00	-4.00	117.00	-4.00	117.00	-4.00
157.00	-4.00	157.00	-4.00	157.00	-4.00
165.34	4.20	169.51	4.20	173.68	4.20
185.99	4.20	185.99	4.20	185.99	4.20
186.00	4.20	185.99	4.20	185.99	4.20
188.99	5.15	188.99	5.15	188.99	5.15
191.00	4.57	191.00	4.57	191.00	4.57
193.00	4.67	193.00	4.67	193.00	4.67
196.60	6.34	196.60	6.34	196.60	6.34
200.99	6.20	200.99	6.20	200.99	6.20
209.00	3.52	209.00	3.52	209.00	3.52
216.00	2.40	216.00	2.40	216.00	2.40
276.00	2.42	276.00	2.42	276.00	2.42

Tabla D- 1-15: Datos de la sección transversal km 72 - Contracción No. 3

Talud 1H:1V		Talud 1.5H:1V		Talud 2H:1V	
Distancia m	Elevación msnm	Distancia m	Elevación msnm	Distancia m	Elevación msnm
0.00	2.27	0.00	2.27	0.00	2.27
10.00	2.28	10.00	2.28	10.00	2.28
40.00	2.71	40.00	2.71	40.00	2.71
62.00	2.74	62.00	2.74	62.00	2.74
68.00	2.66	68.00	2.66	68.00	2.66
70.00	2.40	70.00	2.40	70.00	2.40
95.00	2.40	92.28	2.40	89.21	2.40
101.50	-4.10	101.50	-3.75	101.50	-3.75
141.50	-4.10	141.50	-3.75	141.50	-3.75
148.35	2.38	150.72	2.38	153.79	2.38

Tabla D- 1-15: Datos de la sección transversal km 72 - Contracción No. 3

Talud 1H:1V		Talud 1.5H:1V		Talud 2H:1V	
Distancia m	Elevación msnm	Distancia m	Elevación msnm	Distancia m	Elevación msnm
173.00	2.69	173.00	2.69	173.00	2.69
177.00	2.80	177.00	2.80	177.00	2.80
179.00	3.31	179.00	3.31	179.00	3.31
181.00	4.28	181.00	4.28	181.00	4.28
185.00	4.27	185.00	4.27	185.00	4.27
186.00	3.62	186.00	3.62	186.00	3.62
188.00	2.91	188.00	2.91	188.00	2.91
201.00	2.44	201.00	2.44	201.00	2.44
231.00	2.44	231.00	2.44	231.00	2.44
241.00	2.40	241.00	2.40	241.00	2.40

Tabla D- 1-16: Datos de la sección transversal km 73 - Contracción No. 3

Talud 1H:1V		Talud 1.5H:1V		Talud 2H:1V	
Distancia m	Elevación msnm	Distancia m	Elevación msnm	Distancia m	Elevación msnm
0.00	2.34	0.00	2.34	0.00	2.34
20.00	2.35	20.00	2.35	20.00	2.35
30.00	2.42	30.00	2.42	30.00	2.42
60.00	2.54	60.00	2.54	60.00	2.54
65.00	2.60	65.00	2.60	65.00	2.60
66.00	2.47	66.00	2.47	66.00	2.47
68.00	2.35	68.00	2.35	68.00	2.35
88.71	2.35	86.66	2.35	83.38	2.35
96.50	-4.21	96.50	-4.21	96.50	-4.21
136.50	-4.21	136.50	-4.21	136.50	-4.21
144.29	2.29	146.34	2.29	149.62	2.29
165.00	2.29	165.00	2.29	165.00	2.29
169.00	2.55	169.00	2.55	169.00	2.55
175.00	2.47	175.00	2.47	175.00	2.47
178.40	2.56	178.40	2.56	178.40	2.56
179.20	2.71	179.20	2.71	179.20	2.71
181.00	2.77	181.00	2.77	181.00	2.77
183.00	2.46	183.00	2.46	183.00	2.46
185.50	1.87	185.50	1.87	185.50	1.87

Tabla D- 1-16: Datos de la sección transversal km 73 - Contracción No. 3

Talud 1H:1V		Talud 1.5H:1V		Talud 2H:1V	
Distancia m	Elevación msnm	Distancia m	Elevación msnm	Distancia m	Elevación msnm
186.00	1.85	186.00	1.85	186.00	1.85

Tabla D- 1-17: Datos de la sección transversal km 74 - Contracción No. 3

Talud 1H:1V		Talud 1.5H:1V		Talud 2H:1V	
Distancia m	Elevación msnm	Distancia m	Elevación msnm	Distancia m	Elevación msnm
0.00	1.76	0.00	1.76	0.00	1.76
14.00	1.88	14.00	1.88	14.00	1.88
37.00	2.32	37.00	2.32	37.00	2.32
41.00	2.44	41.00	2.44	41.00	2.44
44.00	2.49	44.00	2.49	44.00	2.49
74.51	2.49	71.27	2.49	68.03	2.49
81.00	-4.30	81.00	-4.00	81.00	-4.00
121.00	-4.30	121.00	-4.00	121.00	-4.00
127.49	2.54	130.73	2.54	133.97	2.54
158.00	2.54	158.00	2.54	158.00	2.54
158.50	2.54	158.50	2.54	158.50	2.54
160.00	2.39	160.00	2.39	160.00	2.39
165.00	2.38	165.00	2.38	165.00	2.38
170.00	2.18	170.00	2.18	170.00	2.18
175.00	2.33	175.00	2.33	175.00	2.33
180.00	2.33	180.00	2.33	180.00	2.33
190.00	2.28	190.00	2.28	190.00	2.28

Tabla D- 1-18: Datos de la sección transversal km 75 - Contracción No. 3

Talud 1H:1V		Talud 1.5H:1V		Talud 2H:1V	
Distancia m	Elevación msnm	Distancia m	Elevación msnm	Distancia m	Elevación msnm
m	msnm	m	msnm	m	msnm
0.00	3.16	0.00	3.16	0.00	3.16
0.00	2.09	0.00	2.09	0.00	2.09
10.00	3.22	10.00	3.22	10.00	3.22

Tabla D- 1-18: Datos de la sección transversal km 75 - Contracción No. 3

Talud 1H:1V		Talud 1.5H:1V		Talud 2H:1V	
Distancia m	Elevación msnm	Distancia m	Elevación msnm	Distancia m	Elevación msnm
30.00	2.19	30.00	2.19	30.00	2.19
30.00	3.32	30.00	3.32	30.00	3.32
60.00	2.32	60.00	2.32	60.00	2.32
60.00	3.65	60.00	3.65	60.00	3.65
71.50	3.47	71.50	3.47	71.50	3.47
86.00	2.57	86.00	2.57	86.00	2.57
90.00	2.46	90.00	2.46	90.00	2.46
133.50	2.46	131.81	2.46	128.58	2.46
141.50	-4.80	141.50	-4.00	141.50	-4.00
181.50	-4.80	181.50	-4.00	181.50	-4.00
187.50	2.19	191.19	2.19	194.42	2.19
233.00	2.19	233.00	2.19	233.00	2.19
233.10	2.19	233.10	2.19	233.10	2.19
245.00	2.28	245.00	2.28	245.00	2.28
269.00	2.28	269.00	2.28	269.00	2.28
280.00	2.12	280.00	2.12	280.00	2.12
280.00	2.49	280.00	2.49	280.00	2.49

Tabla D- 1-19: Datos de la sección transversal km 76 - Contracción No. 3

Talud 1H:1V		Talud 1.5H:1V		Talud 2H:1V	
Distancia m	Elevación msnm	Distancia m	Elevación msnm	Distancia m	Elevación msnm
0.00	1.99	0.00	1.99	0.00	1.99
0.00	1.79	0.00	1.79	0.00	1.79
30.00	2.08	30.00	2.08	30.00	2.08
51.60	2.29	51.60	2.29	51.60	2.29
53.60	2.74	53.60	2.74	53.60	2.74
56.60	2.49	56.60	2.49	56.60	2.49
59.60	2.43	59.60	2.43	59.60	2.43
90.40	2.43	89.66	2.43	86.44	2.43
99.30	-5.00	99.30	-4.00	99.30	-4.00
139.30	-5.00	139.30	-4.00	139.30	-4.00
148.20	2.49	148.95	2.49	152.16	2.49
179.00	2.49	179.00	2.49	179.00	2.49

Tabla D- 1-19: Datos de la sección transversal km 76 - Contracción No. 3

Talud 1H:1V		Talud 1.5H:1V		Talud 2H:1V	
Distancia m	Elevación msnm	Distancia m	Elevación msnm	Distancia m	Elevación msnm
179.50	2.49	179.50	2.49	179.50	2.49
190.00	2.20	190.00	2.20	190.00	2.20
197.00	2.33	197.00	2.33	197.00	2.33
200.00	2.70	200.00	2.70	200.00	2.70
203.00	2.65	203.00	2.65	203.00	2.65
206.00	2.09	206.00	2.09	206.00	2.09
208.00	2.11	208.00	2.11	208.00	2.11
238.00	2.17	238.00	2.17	238.00	2.17
268.00	2.37	268.00	2.37	268.00	2.37

Tabla D- 1-20: Datos de la sección transversal km 77 - Contracción No. 3

Talud 1H:1V		Talud 1.5H:1V		Talud 2H:1V	
Distancia m	Elevación msnm	Distancia m	Elevación msnm	Distancia m	Elevación msnm
m	msnm	m	msnm	m	msnm
0.00	1.94	0.00	1.94	0.00	1.94
2.00	1.99	2.00	1.99	2.00	1.99
5.00	2.05	5.00	2.05	5.00	2.05
27.00	2.50	27.00	2.50	27.00	2.50
65.00	2.50	64.30	2.50	60.90	2.50
74.50	-5.00	74.50	-4.30	74.50	-4.30
114.50	-5.00	114.50	-4.30	114.50	-4.30
124.00	2.50	124.70	2.50	128.10	2.50
162.00	2.50	162.00	2.50	162.00	2.50
162.50	2.50	162.50	2.50	162.50	2.50
167.00	2.29	167.00	2.29	167.00	2.29
170.00	1.99	170.00	1.99	170.00	1.99
174.00	1.89	174.00	1.89	174.00	1.89
182.00	1.76	182.00	1.76	182.00	1.76

Con las nuevas configuraciones de los angostamientos se obtuvieron los volúmenes de material seleccionado presentados en la Tabla 7.1 del informe principal (Informe Final CM-513). Como información adicional se presenta el detalle en cuanto a cantidades requeridas en cada angostamiento (ver Tabla D- 1-20, Tabla D- 1-21 y Tabla D- 1-22).

**Tabla D- 1-21: Distribución del material a dragar en los angostamientos
(m³)**

Talud	Contracción No.1	Contracción No.2	Contracción No.3
1.0H:1.0V	67,585	53,449	53,449
1.5H:1.0V	20,952	20,951	20,951
2.0H:1.0V	288,874	142,089	142,089

**Tabla D- 1-22: Distribución del material de relleno para los angostamientos
(m³)**

Talud	Contracción No.1	Contracción No.2	Contracción No.3
1.0H:1.0V	2'003,582	1'390,037	1'570,560
1.5H:1.0V	1'774,793	990,302	1'433,922
2.0H:1.0V	1'566,135	811,133	1'481,861

El volumen aproximado de material para conformar los angostamientos se calculó teniendo en cuenta que el 25% del volumen total corresponde a piedra para enrocado y el 75% restante a material granular de relleno.

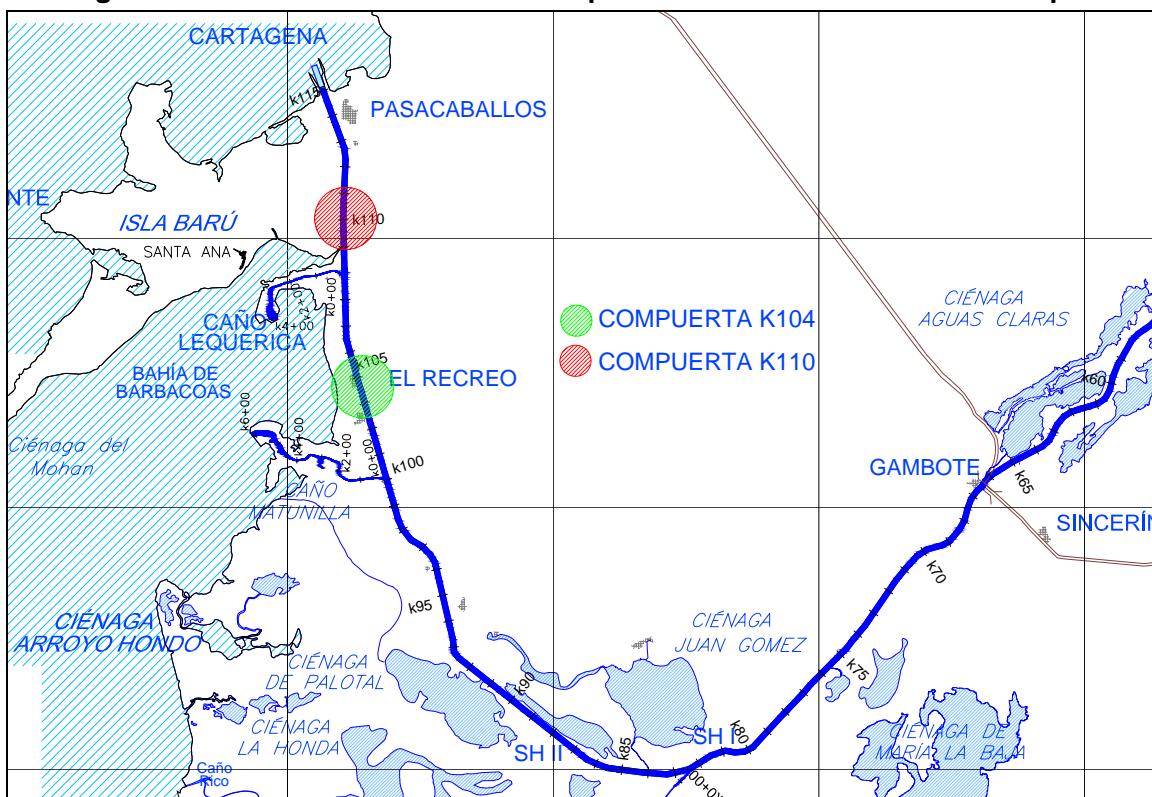
**Tabla D- 1-23: Volumen de material de enrocado y
granular para los angostamientos**

Talud (Km)	Enrocado (m ³)	Material granular (m ³)
1.0H:1.0V	1'241,045	3'723,134
1.5H:1.0V	1'049,754	3'149,263
2.0H:1.0V	964,782	2'894,346

D.2. COMPUERTAS

Como parte de las alternativas evaluadas para el control hidrosedimentológico de la Bahía de Barbacoas, se encuentra la consideración de una compuerta en el tramo comprendido entre el caño Matunilla y Lequerica (alternativas 2 y 4), y otra compuerta ubicada entre el caño Lequerica y Pasacaballos (alternativas 5 y 6). La localización de la compuerta entre los caños Matunilla y Lequerica, se estableció basado en las recomendaciones realizadas en el estudio de Restauración del Canal del Dique realizado por la Fonds d'Etudes et d'Aide au Secteur Privé (2006), donde se propone una exclusa en la zona conocida como Paricuica K104. La compuerta entre el caño Lequerica y Pasacaballos se estableció en el K110, lugar sugerido desde el punto de vista hidráulico ya que no se contó con información específica sobre la geología del tramo que permitiera establecer un punto definitivo. La compuerta en el K110 para efectos de modelación, permitió evaluar el efecto hidráulico de la misma sobre Canal y el efecto sobre la Bahía de Barbacoas en esta condición. En la Figura D- 2-1 se muestra la locación de las compuertas evaluadas en el presente estudio.

Figura D- 2-1: Localización de las compuertas evaluadas el Canal del Dique



Las especificaciones generales de las compuertas consideradas en la modelación se presentan en la Figura D- 2-2 y Figura D- 2-3.

La compuerta evaluada en el kilómetro K110 tendría una profundidad de 3.55 m desde el lecho del canal hasta la corona, y una longitud aproximada en la cresta de 94 metros. Los resultados encontrados en el modelo determinan que la profundidad tiene un rango de variación entre 3.54 y 3.56 metros en la alternativa 5 en cercanías a la compuerta, y un rango de variación entre 3.53 y 3.55 en la alternativa 6.

La compuerta evaluada en el kilómetro K104 tendría una profundidad de 5.80 m desde el lecho del canal hasta la corona, y una longitud aproximada en la cresta de 104 metros. Para la alternativa 2 que contempla solo la compuerta, se tiene un rango de variación de la profundidad en el K104 entre 5.13 y 5.14 metros para la alternativa 2, y de 5.12 y 5.14 metros en la alternativa 4.

Figura D- 2-2: Compuerta en K110

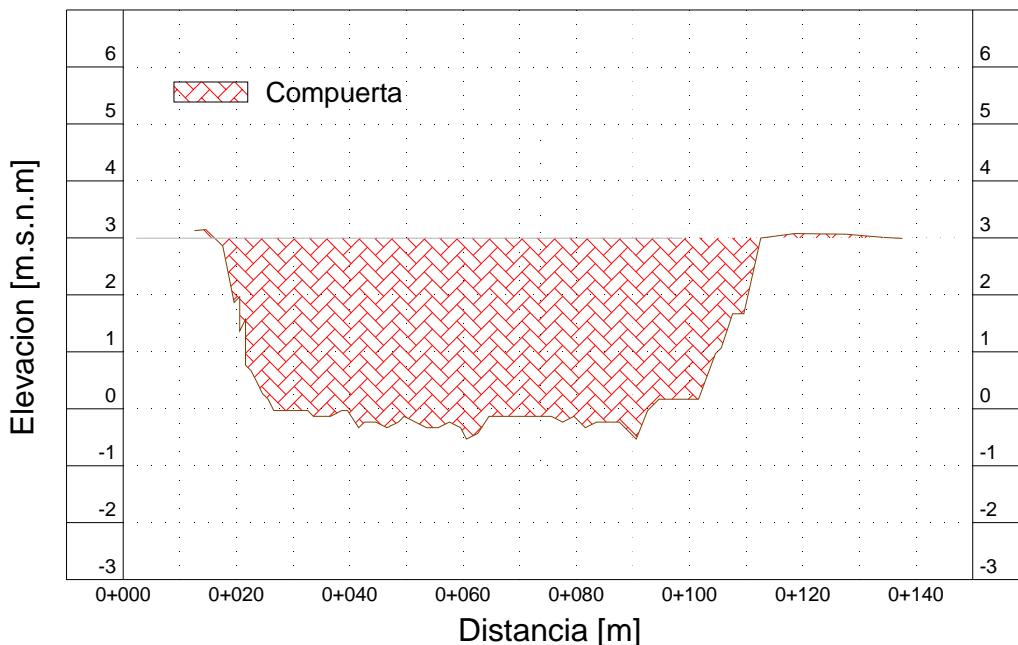
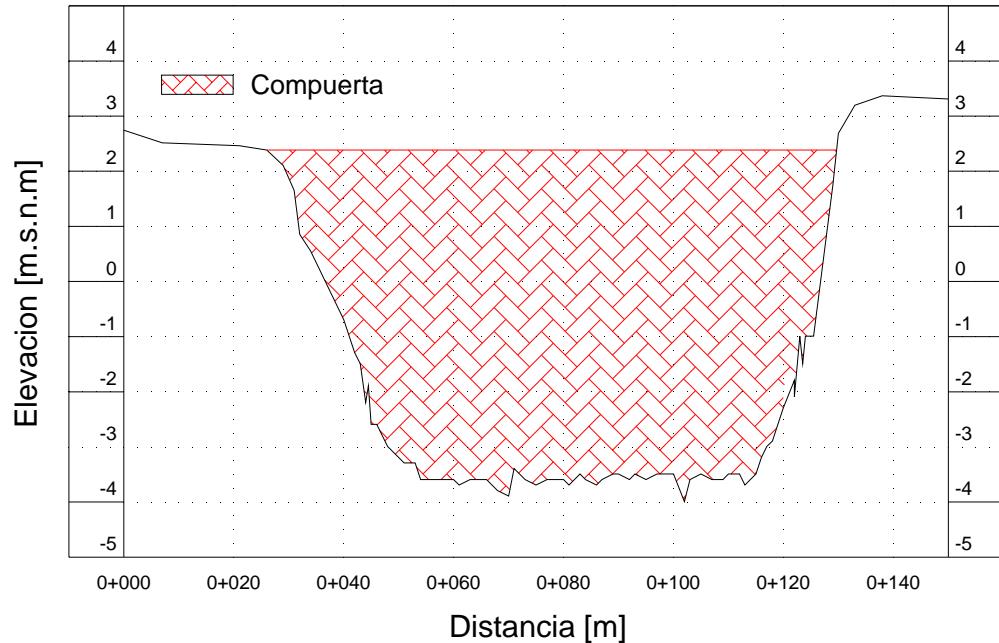


Figura D- 2-3: Compuerta en K104



D.3. DIQUES SOBRE EL CANAL DEL DIQUE

Para este análisis se identificaron secciones o tramos donde se generan nuevos desbordes o se presentan desbordes excesivos respecto a la condición actual del canal.

Dependiendo del nivel de desborde que se genera en las condiciones más críticas, se deben implementar obras como aumento de nivel de las secciones de los diques perimetrales o dragados sobre el Canal del Dique. En la Tabla D- 3-1 se presentan los volúmenes de desborde sobre cada uno de los tramos del canal.

Tabla D- 3-1: Volúmenes de desborde sobre el Canal del Dique

Tramo	Referencia	Alt 2	Alt 3	Alt 4	Alt 5	Alt 6
	$m^3 * 10^3$					
1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
11	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
12	11.8	2.7	0.0	0.0	8.0	0.0
13	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
14	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
15	28.1	5.3	30.5	2.7	24.5	1.9
16	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
17	5.0	1.5	4.3	1.4	4.3	1.0
18	10.8	5.4	10.3	5.3	9.8	3.7
19	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
20	11.3	6.8	11.6	7.8	10.6	4.5
21	52.1	16.3	76.0	31.7	45.7	19.5
22	75.8	37.6	104.9	64.2	71.3	42.3
23	141.0	71.2	33.3	11.0	125.0	4.0
24	101.7	64.4	44.6	23.4	95.8	7.9
25	10.1	6.4	3.0	1.3	9.3	0.2
26	3.9	2.3	2.6	1.1	3.7	0.2

Tabla D- 3-1: Volúmenes de desborde sobre el Canal del Dique

Tramo	Referencia	Alt 2	Alt 3	Alt 4	Alt 5	Alt 6
	$m^3 * 10^3$					
27	40.3	23.5	10.8	3.1	36.6	0.0
28	10.7	7.7	11.0	6.9	10.2	1.5
29	9.6	6.8	10.1	6.8	9.1	1.2
30	10.4	6.4	12.2	7.6	9.6	1.7
31	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0
32	18.7	12.9	0.0	0.0	17.2	0.0
33	4.5	2.0	0.0	0.0	3.8	0.0
34	26.3	18.7	45.3	31.9	24.3	9.3
35	148.6	96.9	303.6	211.7	130.2	34.3
36	127.0	92.8	301.9	255.6	111.4	46.4
37	2.7	2.4	13.4	13.3	2.3	0.7
38	13.6	10.1	46.7	42.6	11.9	9.8
39	2.8	2.5	12.3	12.3	2.4	2.4
40	0.0	0.0	8.2	8.2	0.0	0.0
41	56.3	60.8	322.0	366.0	50.1	51.4
42	55.8	54.6	314.1	344.3	47.0	61.5
43	176.0	217.8	0.0	3.6	155.9	0.0
44	209.7	295.8	0.0	0.0	189.4	19.7
45	771.8	1262.7	0.0	0.0	698.9	0.0
46	34.0	111.0	0.0	0.0	27.0	3.5
47	0.5	55.7	0.0	0.0	0.1	102.3
48	6.2	115.2	0.0	0.0	3.3	0.0
49	27.4	243.6	0.0	0.0	19.6	0.0
50	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
51	1221.0	3786.6	0.0	0.0	1085.0	0.0
52	4576.3	8668.2	1767.0	6608.4	4679.9	2079.8
53	654.6	1633.5	50.1	1114.5	539.9	115.4
54	760.4	2061.1	99.6	1636.6	683.0	186.6
55	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
56	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
57	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0
58	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
59	0.0	68.9	0.0	29.4	0.0	0.0
60	0.0	10.4	0.0	0.0	0.0	0.0
61	0.0	55.6	0.0	26.3	0.0	0.0
62	0.0	272.3	0.0	362.9	0.0	0.0
63	0.0	99.1	0.0	98.9	0.0	0.0

Tabla D- 3-1: Volúmenes de desborde sobre el Canal del Dique

Tramo	Referencia	Alt 2	Alt 3	Alt 4	Alt 5	Alt 6
	$m^3 * 10^3$					
64	0.0	51.5	0.0	51.3	0.0	0.0
65	0.0	132.1	0.0	131.9	0.0	0.0
66	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
67	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
68	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Total	9417	19759	3650	11524	8956	2813
(%)	100%	210%	39%	122%	95%	30%

De la Tabla D- 3-1 se puede observar que en las alternativas 3 y 5 se obtienen volúmenes de desborde muchos menores a las condiciones actuales, y que en las alternativas 2 y 4 hay un aumento de los mismos. También se puede observar que las condiciones críticas se generan principalmente en la zona baja del canal del dique por los efectos de aumento de nivel generado por la construcción de la compuerta en el K104 (alternativas 2 y 4), teniendo en cuenta que la influencia sobre los desbordes efectuada por la compuerta ubicada en el K110 no es tan significativa, porque su ubicación, a solo 5 Km de la desembocadura al mar, genera una condición de borde aguas abajo semejante a como si fuera la del mar (condiciones actuales). En la Tabla D- 3-2 se especifican los tramos que requieren adecuación o construcción de diques perimetrales para controlar los desbordes generados, y las condiciones en las cuales se presentarían dichos desbordes.

Tabla D- 3-2: Tramos y condiciones que generan desborde

Tramo de desborde (km)	Condiciones que presentan desbordes
80 - 81.5	2
81.5 - 82.5	2 Y 4
82.5 - 83.5	2 Y 4
83.5 - 84.5	2 Y 4
92 - 94	2 Y 4
94 - 96	2 Y 4
96 - 98	2 Y 4
98 - 100	2 Y 4
100 - 101	5
101 -102	5
102 - 103	5

Para el cálculo del volumen requerido para los diques se estableció que la zona la zona que donde se requiere la construcción o aumento de la altura de los diques perimetrales del canal comprende desde 2 kilómetros antes del caño correa (K80) hasta la compuerta evaluada en K104 (ver Figura D- 3-1)

En la Figura D- 3-2 se muestra el comportamiento de las diferentes condiciones evaluadas para el tramo comprendido entre el kilometro 98 y 100 en el cual se resalta las condiciones críticas ya mencionadas, observándose que la profundidad del flujo bajo las condiciones 2 y 4 son muy superiores a las demás y se mantienen constantes a lo largo del periodo analizado, mostrando así, el efecto de remanso y estabilización de profundidad generada por la compuerta en el K104. En la Figura D- 3-2 también se muestra como se generarían desborde bajo las condiciones 2 y 4 en todo el periodo analizado, situación que no se presenta en las otras alternativas evaluadas.

Figura D- 3-1: Zona que requiere de adecuación con diques

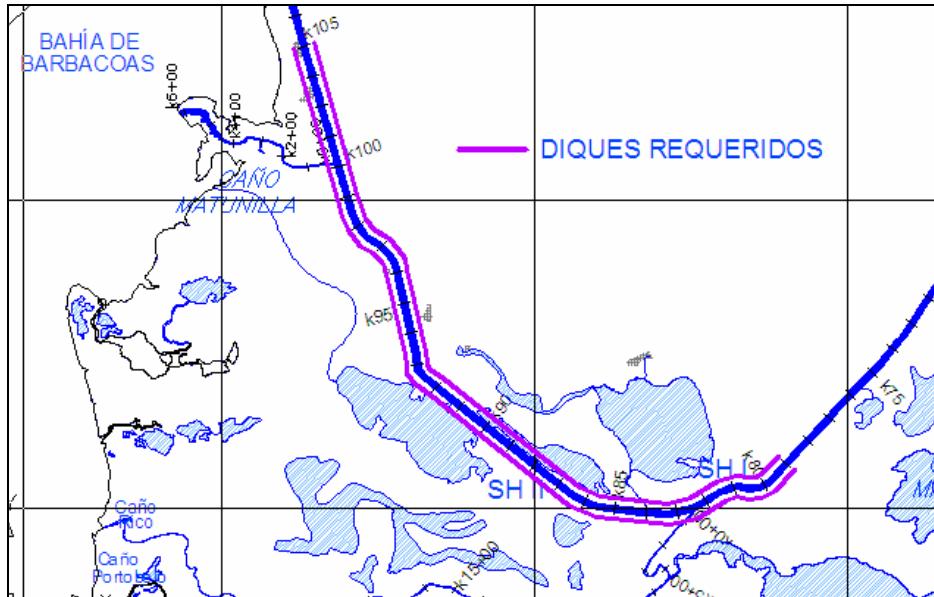
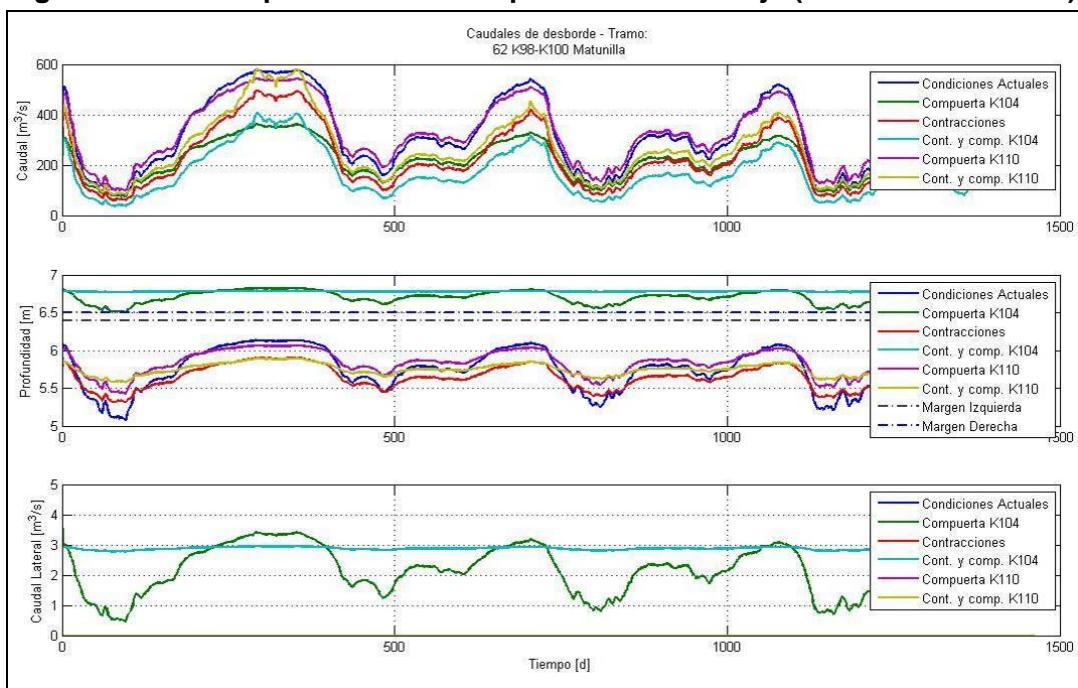


Figura D- 3-2: Comportamiento de la profundidad de flujo (Tramo 62 K98-K100)



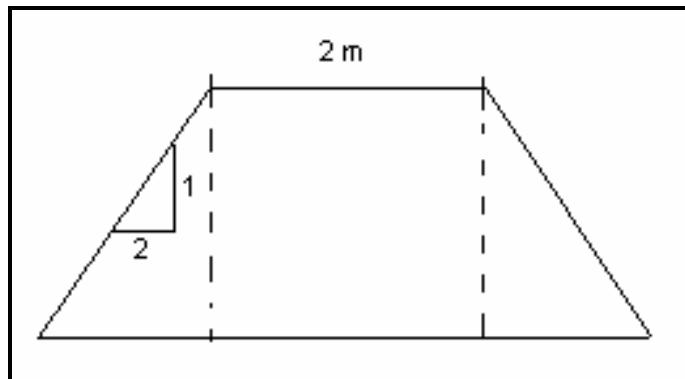
Para calcular el volumen necesario para los diques se tomó como base la sección transversal que aparece en la Figura D- 3-3 en la cual se utiliza una pendiente de talud 1V:2H y las especificaciones mostradas en la Tabla D- 3-3.

Para garantizar que no se generen desbordes se tomó una altura de dique que superara el nivel proyectado para la cresta de la compuerta en el K104 (2.4 m.s.n.m.).

Tabla D- 3-3: Especificaciones dique perimetral

Relación Talud	1H:2V
Corona del dique (m)	2
Altura libre (m)	1.0 o 1.5

Figura D- 3-3: Sección transversal del dique perimetral



El resumen de las alturas requeridas para los diques y su localización se presentan en la Tabla D- 3-4.

Tabla D- 3-4: Altura de los diques perimetrales

Tramo	Altura del Dique (m)	
	Margen Izq.	Margen Der.
80 - 81.5	0.62	-
81.5 - 82.5	2.03	-
82.5 - 83.5	-	1.59
83.5 - 84.5	0.5	1.74
84.5-86	0.65	0.57
86-88	0.55	0.36
88-90	0.78	0.87
90-92	-	0.58
92 - 94	1.22	1.44
94 - 96	1.32	1.09
96 - 98	1.38	1.45
98 - 100	1.71	1.6
100 - 101	1.82	1.2

Tabla D- 3-4: Altura de los diques perimetrales

Tramo	Altura del Dique (m)	
	Margen Izq.	Margen Der.
101 -102	1.84	1.22
102 - 103	2.06	2.08

Por otro lado el nivel total en metros sobre el nivel de mar (msnm) para cada una de las márgenes en las que se presenta desborde se especifica en la Tabla D- 3-5.

Con la altura adicional en cada una de las márgenes y el área transversal del dique típica, se calculó el volumen que se genera al aumentar el nivel de las márgenes perimetrales del Canal, para calcular de esta forma la cantidad de material a utilizar y así establecer el costo que se genera.

En la Tabla D- 3-6 se presenta el volumen requerido para aumentar las márgenes del Canal en las que se genera desborde.

Tabla D- 3-5: Nivel de corona de los diques perimetrales

Tramo	Nivel del Dique (msnm)	
	Margen Izq.	Margen Der.
80 - 81.5	2.30	-
81.5 - 82.5	2.30	-
82.5 - 83.5	-	2.50
83.5 - 84.5	2.50	2.50
84.5-86	2.50	2.50
86-88	2.50	2.50
88-90	2.50	2.50
90-92	-	2.60
92 - 94	2.60	2.60
94 - 96	2.60	2.60
96 - 98	2.60	2.60
98 - 100	2.60	2.60
100 - 101	2.70	2.70
101 -102	2.70	2.70
102 - 103	2.70	2.70

Tabla D- 3-6: Volumen de los diques en cada una de las márgenes

Abscisa (Km)	Volumen (m ³)	
	Izquierda	Derecha
80 - 81.5	3013	-
81.5 - 82.5	12302	-
82.5 - 83.5	-	8236
83.5 - 84.5	1500	9535
84.5-86	3218	2685
86-88	3410	1958
88-90	5554	6508
90-92	-	3666
92 - 94	10834	14054
94 - 96	12250	9112
96 - 98	13138	14210
98 - 100	18536	16640
100 - 101	10265	5280
101 -102	10451	5417
102 - 103	12607	12813
TOTAL	88080	77526