



[Escribir texto]
UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
DE INGENIEROS DE CAMINOS,
CANALES Y PUERTOS



ESTUDIO DE SOLUCIONES PARA MINIMIZAR LOS DAÑOS PROVOCADOS EN LA ZONA URBANA POR EL DESBORDAMIENTO DEL BARRANCO DE LA ALBERCA, DÉNIA (ALICANTE)

Anexo nº 4: Estudio de soluciones

Trabajo final de grado

Titulación: Grado en Ingeniería de Obras Públicas
Curso: 2015/16

Autor: Marín Camacho, Álvaro
Tutor: Ferrer Polo, José
Cotutor: Aguado García, Daniel

Valencia, septiembre de 2016

Estudio de soluciones para minimizar los daños provocados en la zona urbana por el desbordamiento del barranco de La Alberca, Denia (Alicante).

Índice

1. Introducción

2. Solución nº 1: Recubrimiento del canal

3. Solución nº 2: Recubrimiento del canal y utilización de la carretera de Las Marinas como dique.

4. Solución nº 3: Recubrimiento del canal y derivación de parte del caudal a través de canales de derivación y marcos de hormigón hasta un depósito de retención.

Estudio de soluciones para minimizar los daños provocados en la zona urbana por el desbordamiento del barranco de La Alberca, Denia (Alicante).

1. Introducción

En este Anexo nº 4: Estudio de Soluciones se pretenden mostrar las distintas alternativas que se han planteado para solventar las inundaciones en la zona urbana de la carretera de Las Marinas derivado del desbordamiento del barranco de La Alberca. Tal como se ha observado en el estudio hidráulico las inundaciones se producen hasta con un caudal asociado a un período de retorno de 2 años, por tanto las actuaciones en la zona son totalmente necesarias.

La elección adoptada ha sido escogida principalmente por criterios constructivos y económicos, ya que otra solución hubiera encarecido el coste de la actuación y hubiera llevado a la construcción de una obra de dimensiones excesivas.

2. Solución nº 1: Recubrimiento del canal

La primer solución que se planteó fue el recubrimiento del cauce por medio de distintos materiales, los cuales se citan a continuación.

- Hormigón Armado (HA), $n=0,015$.
- Geoceldas (GEO), $n=0,035$.
- Gavión Recubrimiento (GR), $n=0,022$.
- Escollera (E), $n=0,03$.

Se realizaron los cálculos pertinentes para conocer las secciones necesarias para que trasegará por estas el caudal de diseño escogido correspondiente al período de retorno de 100 años con un caudal de $471 \text{ m}^3/\text{s}$. Los cálculos se realizaron por medio de una hoja de cálculo *EXCEL*, la cual se programo para facilitar y agilizar el proceso.

A continuación se muestra el perfil longitudinal del cauce en su estado natural, se observa que casi llegando a la desembocadura la cota del lecho se encuentra por debajo del nivel del mar debido a los procesos erosivos que se producen cuando ocurren grandes avenidas con un gran arrastre de sedimentos. En cualquier caso la pendiente del cauce deberá ser corregida con el objetivo de que esta sea positiva a lo largo de todo el canal que se está estudiando.

Estudio de soluciones para minimizar los daños provocados en la zona urbana por el desbordamiento del barranco de La Alberca, Denia (Alicante).

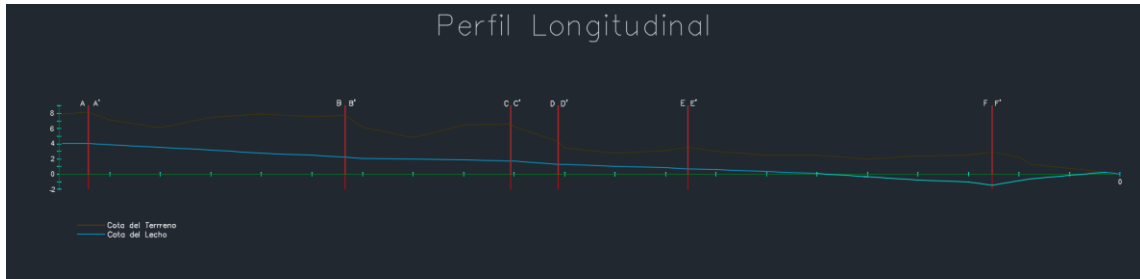


Figura A4.1: Perfil longitudinal del cauce natural.

En las siguiente paginas se muestran los cálculos realizados para las secciones del canal con distintos materiales. Una solución de estas características, basada exclusivamente en el recubrimiento del canal, se descartó porque como se verá a continuación implicaba secciones de gran tamaño en algunas zonas debido a la poca diferencia de cota entre el lecho y los márgenes y la imposibilidad en algunas zonas de elevar los márgenes hasta la cota necesaria.

Para realizar estos cálculos a través de la hoja de cálculo *EXCEL* se escogió un resguardo de 0,75 metros tal como recomienda SIMONS (1977).

Perfil Longitudinal Escollera 1.75H:1V												
Posición	Cota del lecho (msnm)	Cota del Terreno (msnm)		Distancia (m)	Achura Real (m)	Anchura Necesaria (m)	Velocidad (m/s)	F	Ancho Base (m)	Diferencia mínima (m)	Calado máximo (m)	Longitud T (m)
Bifurcación	3.76	7.89	7.89	2085.4	30.50	56.83	4.1	0.712	42.4	4.13	3.38	50.59
Carretera Cajeros	3.67	8.213	8.213	2034.81	31.40	61.65	3.97	0.715	48	4.54	3.79	43.97
2 000	3.59	7.1	7.1	1990.84	29.30	72.7	3.72	0.71	60.4	3.51	2.76	100.44
1 900	3.41	6.181	6.181	1890.4	25.00	186.6	2.54	0.675	178.9	2.77	2.02	100
1 800	3.23	7.45	7.45	1790.4	17.65	55.2	4.15	0.71	40.43	4.22	3.47	98.4
1 700	3.05	7.93	7.93	1692	21.25	46.36	4.44	0.698	29.3	4.88	4.13	103.15
1 600	2.87	7.59	7.59	1588.85	33.17	48.1	4.38	0.702	31.6	4.72	3.97	65
Puente Ciclista	2.75	7.71	7.71	1523.85	27.60	45.57	4.47	0.696	28.2	4.96	4.21	32.55
1 500	2.69	6.22	6.22	1491.3	27.20	72	3.73	0.7154	59.64	3.53	2.78	102.1
1 400	2.51	4.82	4.82	1389.2	26.25	166.4	2.66	0.682	158.3	2.31	1.56	96.9
1 300	2.33	6.49	6.49	1292.3	49.80	56.3	4.12	0.712	41.7	4.16	3.41	93.55
Puente CV-723	2.16	6.66	6.66	1198.75	23.50	50.85	4.3	0.706	35.1	4.50	3.75	6.25
1 200	2.15	6.365	6.365	1192.5	22.75	64.6	3.9	0.716	51.4	4.21	3.46	88
Naranjos	1.99	4.307	4.307	1104.5	36.95	166.4	2.67	0.682	158.3	2.31	1.56	12.2
1 100	1.97	3.86	3.86	1092.3	31.85	274	2.2	0.652	267.4	1.89	1.14	99.3
1 000	1.79	2.81	2.81	993	31.37	2956.3	0.84	0.51	2953.7	1.02	0.27	97.5
900	1.62	3.425	3.425	895.5	30.14	308.3	2.1	0.645	302	1.81	1.06	40.64
Cruce	1.55	4.04	4.04	854.86	29.60	140.56	2.85	0.69	131.85	2.49	1.74	57.16
800	1.44	3.25	3.25	797.7	42.70	308.3	2.1	0.645	302	1.81	1.06	109.8
700	1.24	2.46	2.46	687.9	45.00	1176.4	1.21	0.566	1172.1	1.22	0.47	103.3
600	1.06	2.46	2.46	584.6	49.50	687.6	1.51	0.597	682.7	1.40	0.65	102.6
500	0.87	2.02	2.02	482	31.00	1537.63	1.1	0.55	1533.6	1.15	0.40	101.3
400	0.69	2.37	2.37	380.7	30.80	381.5	1.91	0.632	375.65	1.68	0.93	99.7
300	0.51	2.501	2.501	281	34.10	1061.6	1.26	0.572	1057.24	1.99	1.24	46.3
Puente Las Marinas	0.43	2.9	2.9	234.7	42.00	143.1	2.83	0.69	134.43	2.47	1.72	49.1
200	0.34	2.28	2.28	185.6	48.80	255.73000	2.25	0.656	248.94	1.94	1.19	23.22
Final de tramo	0.30	1.32	1.32	162.38	43.60	2956.30000	0.84	0.51	2953.7	1.02	0.27	136.38
Arena	0.05	0.27	0.27	26	-	-	-	-	-	-	-	26
Mar	0.00	0	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabla A4.1: Datos de secciones transversales para escollera con taludes 1,75H:1V.

Perfil Longitudinal Escollera 1.5H:1V													
Posición	Cota del lecho (msnm)	Cota del Terreno (msnm)		Distancia (m)	Achura Real (m)	Anchura Necesaria (m)	Velocidad (m/s)	F	Ancho Base (m)	Diferencia mínima (m)	Calado máximo (m)	Longitud T (m)	
Bifurcación	3.76	7.89	7.89	2085.4	30.50	55.30	4.13	0.71	42.90	4.13	3.38	50.59	
Carretera Cajeros	3.67	8.213	8.213	2034.81	31.40	60.20	4.00	0.72	48.50	4.54		43.97	
2 000	3.59	7.1	7.1	1990.84	29.30	71.30	3.75	0.72	60.80	3.51		2.76	100.44
1 900	3.41	6.181	6.181	1890.4	25.00	185.72	2.55	0.68	179.00	2.77		2.02	100
1 800	3.23	7.45	7.45	1790.4	17.65	53.63	4.18	0.72	41.00	4.22		3.47	98.4
1 700	3.05	7.93	7.93	1692	21.25	44.60	4.48	0.71	30.00	4.88		4.13	103.15
1 600	2.87	7.59	7.59	1588.85	33.17	46.40	4.42	0.71	32.20	4.72		3.97	65
Puente Ciclista	2.75	7.71	7.71	1523.85	27.60	43.80	4.51	0.70	28.92	4.96		4.21	32.55
1 500	2.69	6.22	6.22	1491.3	27.20	70.65	3.75	0.72	60.00	3.53		2.78	102.1
1 400	2.51	4.82	4.82	1389.2	26.25	165.50	2.67	0.68	158.50	2.31		1.56	96.9
1 300	2.33	6.49	6.49	1292.3	49.80	54.70	4.15	0.72	42.20	4.16		3.41	93.55
Puente CV-723	2.16	6.66	6.66	1198.75	23.50	49.20	4.30	0.71	35.71	4.50		3.75	6.25
1 200	2.15	6.365	6.365	1192.5	22.75	63.20	3.92	0.72	51.85	4.21		3.46	88
Naranjos	1.99	4.307	4.307	1104.5	36.95	165.46	2.67	0.68	158.50	2.31		1.56	12.2
1 100	1.97	3.86	3.86	1092.3	31.85	273.25	2.18	0.65	267.60	1.89		1.14	99.3
1 000	1.79	2.81	2.81	993	31.37	2955.80	0.84	0.52	2952.70	1.02		0.27	97.5
900	1.62	3.425	3.425	895.5	30.14	307.50	2.08	0.65	302.10	1.81		1.06	40.64
Cruce	1.55	4.04	4.04	854.86	29.60	139.50	2.85	0.69	132.10	2.49		1.74	57.16
800	1.44	3.25	3.25	797.7	42.70	307.50	2.08	0.65	302.10	1.81		1.06	109.8
700	1.24	2.46	2.46	687.9	45.00	1175.80	1.21	0.57	1172.20	1.22		0.47	103.3
600	1.06	2.46	2.46	584.6	49.50	687.00	1.50	0.57	682.80	1.40		0.65	102.6
500	0.87	2.02	2.02	482	31.00	1537.10	1.10	0.55	1533.70	1.15		0.40	101.3
400	0.69	2.37	2.37	380.7	30.80	380.80	1.91	0.63	375.80	1.68		0.93	99.7
300	0.51	2.501	2.501	281	34.10	1061.00	1.27	0.57	1057.30	1.99		1.24	46.3
Puente Las Marinas	0.43	2.9	2.9	234.7	42.00	142.00	2.84	0.69	134.66	2.47		1.72	49.1
200	0.34	2.28	2.28	185.6	48.80	254.90	2.25	0.66	249.10	1.94	1.19	23.22	
Final de tramo	0.30	1.32	1.32	162.38	43.60	2955.80	0.84	0.52	2952.70	1.02	0.27	136.38	
Arena	0.05	0.27	0.27	26	-	-	-	-	-	-	-	26	
Mar	0.00	0	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-	

Tabla A4.2: Datos de secciones transversales para escollera con taludes 1,5H:1V.

Perfil Longitudinal Gavión Recubrimiento 1.75H:1V													
Posición	Cota del lecho (msnm)	Cota del Terreno (msnm)		Distancia (m)	Achura Real (m)	Anchura Necesaria (m)	Velocidad (m/s)	F	Ancho Base (m)	Diferencia mínima (m)	Calado máximo (m)	Longitud T (m)	
Bifurcación	3.76	7.89	7.89	2085.4	30.50	45	5.43	0.94	30.5	4.13	3.38	50.59	
Carretera Cajeros	3.67	8.213	8.213	2034.81	31.40	48.4	5.3	0.95	34.75	4.54		43.97	
2 000	3.59	7.1	7.1	1990.84	29.30	56.2	4.98	0.96	43.95	3.51		100.44	
1 900	3.41	6.181	6.181	1890.4	25.00	138.8	3.46	0.916	131.1	2.77		2.02	100
1 800	3.23	7.45	7.45	1790.4	17.65	43.85	5.49	0.94	29.1	4.22		3.47	98.4
1 700	3.05	7.93	7.93	1692	21.25	37.75	5.81	0.913	20.66	4.88		4.13	103.15
1 600	2.87	7.59	7.59	1588.85	33.17	38.9	5.75	0.92	22.4	4.72		3.97	65
Puente Ciclista	2.75	7.71	7.71	1523.85	27.60	37.2	5.85	0.91	19.85	4.96		4.21	32.55
1 500	2.69	6.22	6.22	1491.3	27.20	55.74	4.99	0.957	43.38	3.53		2.78	102.1
1 400	2.51	4.82	4.82	1389.2	26.25	124	3.62	0.925	116	2.31		1.56	96.9
1 300	2.33	6.49	6.49	1292.3	49.80	44.6	5.45	0.943	30	4.16		3.41	93.55
Puente CV-723	2.16	6.66	6.66	1198.75	23.50	40.85	5.64	0.93	25.1	4.50		3.75	6.25
1 200	2.15	6.365	6.365	1192.5	22.75	50.5	5.2	0.953	37.25	4.21		3.46	88
Naranjos	1.99	4.307	4.307	1104.5	36.95	124	3.62	0.925	116	2.31		1.56	12.2
1 100	1.97	3.86	3.86	1092.3	31.85	202.6	2.97	0.887	196	1.89		1.14	99.3
1 000	1.79	2.81	2.81	993	31.37	2168.9	1.15	0.7	2165.3	1.02		0.27	97.5
900	1.62	3.425	3.425	895.5	30.14	227.7	2.83	0.878	221.4	1.81		1.06	40.64
Cruce	1.55	4.04	4.04	854.86	29.60	105.25	3.87	0.936	96.5	2.49		1.74	57.16
800	1.44	3.25	3.25	797.7	42.70	227.7	2.83	0.878	221.4	1.81		1.06	109.8
700	1.24	2.46	2.46	687.9	45.00	863.8	1.66	0.77	859.5	1.22		0.47	103.3
600	1.06	2.46	2.46	584.6	49.50	505.5	2.06	0.81	500.6	1.40		0.65	102.6
500	0.87	2.02	2.02	482	31.00	1128.6	1.49	0.7514	1124.6	1.15		0.40	101.3
400	0.69	2.37	2.37	380.7	30.80	281.3	2.6	0.86	275.4	1.68		0.93	99.7
300	0.51	2.501	2.501	281	34.10	779.6	1.72	0.779	775.3	1.99		1.24	46.3
Puente Las Marinas	0.43	2.9	2.9	234.7	42.00	107.09	3.84	0.934	98.43	2.47		1.72	49.1
200	0.34	2.28	2.28	185.6	48.80	189.2	3.05	0.89	182.5	1.94		1.19	23.22
Final de tramo	0.30	1.32	1.32	162.38	43.60	2168.9	1.15	0.7	2165.3	1.02		0.27	136.38
Arena	0.05	0.27	0.27	26	-	-	-	-	-	-		-	26
Mar	0.00	0	0	0	-	-	-	-	-	-		-	-

Tabla A4.3: Datos de secciones transversales para gavión recubrimiento con taludes 1,75H:1V.

Perfil Longitudinal Gavión Recubrimiento 1.5H:1V													
Posición	Cota del lecho (msnm)	Cota del Terreno (msnm)		Distancia (m)	Achura Real (m)	Anchura Necesaria (m)	Velocidad (m/s)	F	Ancho Base (m)	Diferencia mínima (m)	Calado máximo (m)	Longitud T (m)	
Bifurcación	3.76	7.89	7.89	2085.4	30.50	43.50	5.48	0.95	31.00	4.13	3.38	50.59	
Carretera Cajeros	3.67	8.213	8.213	2034.81	31.40	46.95	5.32	0.96	35.25	4.54		43.97	
2 000	3.59	7.1	7.1	1990.84	29.30	54.90	5.00	0.96	44.36	3.51		2.76	100.44
1 900	3.41	6.181	6.181	1890.4	25.00	137.90	3.46	0.92	131.30	2.77		2.02	100
1 800	3.23	7.45	7.45	1790.4	17.65	42.31	5.53	0.95	29.65	4.22		3.47	98.4
1 700	3.05	7.93	7.93	1692	21.25	36.00	5.88	0.92	21.40	4.88		4.13	103.15
1 600	2.87	7.59	7.59	1588.85	33.17	37.25	5.81	0.93	23.10	4.72		3.97	65
Puente Ciclista	2.75	7.71	7.71	1523.85	27.60	35.50	5.91	0.92	20.60	4.96		4.21	32.55
1 500	2.69	6.22	6.22	1491.3	27.20	54.40	5.00	0.96	43.80	3.53		2.78	102.1
1 400	2.51	4.82	4.82	1389.2	26.25	123.10	3.62	0.93	116.20	2.31		1.56	96.9
1 300	2.33	6.49	6.49	1292.3	49.80	43.10	5.50	0.95	30.60	4.16		3.41	93.55
Puente CV-723	2.16	6.66	6.66	1198.75	23.50	39.20	5.70	0.94	25.70	4.50		3.75	6.25
1 200	2.15	6.365	6.365	1192.5	22.75	49.10	5.23	0.96	37.70	4.21		3.46	88
Naranjos	1.99	4.307	4.307	1104.5	36.95	123.10	3.62	0.93	116.20	2.31		1.56	12.2
1 100	1.97	3.86	3.86	1092.3	31.85	201.80	2.97	0.89	196.20	1.89		1.14	99.3
1 000	1.79	2.81	2.81	993	31.37	2168.40	1.14	0.70	2165.35	1.02		0.27	97.5
900	1.62	3.425	3.425	895.5	30.14	226.95	2.83	0.88	221.50	1.81		1.06	40.64
Cruce	1.55	4.04	4.04	854.86	29.60	104.25	3.87	0.94	96.80	2.49		1.74	57.16
800	1.44	3.25	3.25	797.7	42.70	226.95	2.83	0.88	221.50	1.81		1.06	109.8
700	1.24	2.46	2.46	687.9	45.00	863.25	1.66	0.77	859.60	1.22		0.47	103.3
600	1.06	2.46	2.46	584.6	49.50	504.90	2.05	0.81	500.70	1.40		0.65	102.6
500	0.87	2.02	2.02	482	31.00	1128.10	1.50	0.75	1124.70	1.15		0.40	101.3
400	0.69	2.37	2.37	380.7	30.80	280.60	2.60	0.86	275.54	1.68		0.93	99.7
300	0.51	2.501	2.501	281	34.10	779.10	1.72	0.78	775.35	1.99		1.24	46.3
Puente Las Marinas	0.43	2.9	2.9	234.7	42.00	106.10	3.85	0.94	98.70	2.47		1.72	49.1
200	0.34	2.28	2.28	185.6	48.80	188.45	3.05	0.89	182.60	1.94	1.19	23.22	
Final de tramo	0.30	1.32	1.32	162.38	43.60	2168.40	1.14	0.70	2165.35	1.02	0.27	136.38	
Arena	0.05	0.27	0.27	26	-	-	-	-	-	-	-	26	
Mar	0.00	0	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-	

Tabla A4.4: Datos de secciones transversales para gavión recubrimiento con taludes 1,5H:1V.

Perfil Longitudinal Geocelda 1.75H:1V													
Posición	Cota del lecho (msnm)	Cota del Terreno (msnm)		Distancia (m)	Achura Real (m)	Anchura Necesaria (m)	Velocidad (m/s)	F	Ancho Base (m)	Diferencia mínima (m)	Calado máximo (m)	Longitud T (m)	
Bifurcación	3.76	7.89	7.89	2085.4	30.50	64.20	3.56	0.618	49.75	4.13	3.38	50.59	
Carretera Cajeros	3.67	8.213	8.213	2034.81	31.40	69.90	3.44	0.619	56.26	4.54		43.97	
2 000	3.59	7.1	7.1	1990.84	29.30	82.93	3.21	0.62	70.65	3.51		2.76	100.44
1 900	3.41	6.181	6.181	1890.4	25.00	216.51	2.18	0.579	208.81	2.77		2.02	100
1 800	3.23	7.45	7.45	1790.4	17.65	62.25	3.60	0.62	47.5	4.22		3.47	98.4
1 700	3.05	7.93	7.93	1692	21.25	51.70	3.87	0.61	34.62	4.88		4.13	103.15
1 600	2.87	7.59	7.59	1588.85	33.17	51.14	4.06	0.65	34.62	4.72		3.97	65
Puente Ciclista	2.75	7.71	7.71	1523.85	27.60	50.75	3.90	0.61	33.4	4.96		4.21	32.55
1 500	2.69	6.22	6.22	1491.3	27.20	82.13	3.23	0.618	69.78	3.53		2.78	102.1
1 400	2.51	4.82	4.82	1389.2	26.25	192.86	2.29	0.585	184.78	2.31		1.56	96.9
1 300	2.33	6.49	6.49	1292.3	49.80	63.53	3.57	0.618	48.97	4.16		3.41	93.55
Puente CV-723	2.16	6.66	6.66	1198.75	23.50	57.08	3.73	0.615	41.33	4.50		3.75	6.25
1 200	2.15	6.365	6.365	1192.5	22.75	73.40	3.37	0.619	60.17	4.21		3.46	88
Naranjos	1.99	4.307	4.307	1104.5	36.95	192.86	2.29	0.586	184.78	2.31		1.56	12.2
1 100	1.97	3.86	3.86	1092.3	31.85	318.67	1.87	0.56	312	1.89		1.14	99.3
1 000	1.79	2.81	2.81	993	31.37	3448.43	0.72	0.4425	3444.86	1.02		0.27	97.5
900	1.62	3.425	3.425	895.5	30.14	358.68	1.78	0.5534	352.35	1.81		1.06	40.64
Cruce	1.55	4.04	4.04	854.86	29.60	162.52	2.45	0.594	153.9	2.49		1.74	57.16
800	1.44	3.25	3.25	797.7	42.70	358.68	1.78	0.5534	352.35	1.81		1.06	109.8
700	1.24	2.46	2.46	687.9	45.00	1371.75	1.04	0.4851	1367.5	1.22		0.47	103.3
600	1.06	2.46	2.46	584.6	49.50	801.40	1.29	0.511	796.5	1.40		0.65	102.6
500	0.87	2.02	2.02	482	31.00	1793.25	0.94	0.4724	1789.2	1.15		0.40	101.3
400	0.69	2.37	2.37	380.7	30.80	444.20	1.63	0.54	438.3	1.68		0.93	99.7
300	0.51	2.501	2.501	281	34.10	1237.85	1.09	0.49	1233.47	1.99		1.24	46.3
Puente Las Marinas	0.43	2.9	2.9	234.7	42.00	165.56	2.44	0.593	156.9	2.47	1.72	49.1	
200	0.34	2.28	2.28	185.6	48.80	297.27	1.92	0.563	290.48	1.94	1.19	23.22	
Final de tramo	0.30	1.32	1.32	162.38	43.60	3448.43	0.72	0.4425	3444.86	1.02	0.27	136.38	
Arena	0.05	0.27	0.27	26	-	-	-	-	-	-	-	26	
Mar	0.00	0	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-	

Tabla A4.5: Datos de secciones transversales para geoceldas con taludes 1,75H:1V.

Perfil Longitudinal Geocelda 1.5H:1V													
Posición	Cota del lecho (msnm)	Cota del Terreno (msnm)		Distancia (m)	Achura Real (m)	Anchura Necesaria (m)	Velocidad (m/s)	F	Ancho Base (m)	Diferencia mínima (m)	Calado máximo (m)	Longitud T (m)	
Bifurcación	3.76	7.89	7.89	2085.4	30.50	62.65	3.60	0.62	50.26	4.13	3.38	50.59	
Carretera Cajeros	3.67	8.213	8.213	2034.81	31.40	68.40	3.46	0.62	56.75	4.54		43.97	
2 000	3.59	7.1	7.1	1990.84	29.30	81.60	3.23	0.62	71.00	3.51		2.76	100.44
1 900	3.41	6.181	6.181	1890.4	25.00	215.60	2.18	0.58	209.00	2.77		2.02	100
1 800	3.23	7.45	7.45	1790.4	17.65	60.70	3.62	0.62	48.00	4.22		3.47	98.4
1 700	3.05	7.93	7.93	1692	21.25	49.95	3.91	0.61	35.30	4.88		4.13	103.15
1 600	2.87	7.59	7.59	1588.85	33.17	52.05	3.85	0.62	37.90	4.72		3.97	65
Puente Ciclista	2.75	7.71	7.71	1523.85	27.60	48.97	3.94	0.61	34.09	4.96		4.21	32.55
1 500	2.69	6.22	6.22	1491.3	27.20	80.80	3.24	0.62	70.20	3.53		2.78	102.1
1 400	2.51	4.82	4.82	1389.2	26.25	191.92	2.30	0.59	185.00	2.31		1.56	96.9
1 300	2.33	6.49	6.49	1292.3	49.80	62.00	3.59	0.62	49.50	4.16		3.41	93.55
Puente CV-723	2.16	6.66	6.66	1198.75	23.50	55.45	3.76	0.62	41.95	4.50		3.75	6.25
1 200	2.15	6.365	6.365	1192.5	22.75	72.00	3.39	0.62	60.63	4.21		3.46	88
Naranjos	1.99	4.307	4.307	1104.5	36.95	191.93	2.29	0.59	185.00	2.31		1.56	12.2
1 100	1.97	3.86	3.86	1092.3	31.85	317.87	1.87	0.56	312.20	1.89		1.14	99.3
1 000	1.79	2.81	2.81	993	31.37	3447.96	0.72	0.44	3444.90	1.02		0.27	97.5
900	1.62	3.425	3.425	895.5	30.14	357.90	1.78	0.55	352.50	1.81		1.06	40.64
Cruce	1.55	4.04	4.04	854.86	29.60	161.61	2.45	0.59	154.14	2.49		1.74	57.16
800	1.44	3.25	3.25	797.7	42.70	357.90	1.78	0.55	352.50	1.81		1.06	109.8
700	1.24	2.46	2.46	687.9	45.00	1371.20	1.04	0.49	1367.54	1.22		0.47	103.3
600	1.06	2.46	2.46	584.6	49.50	800.78	1.29	0.51	796.60	1.40		0.65	102.6
500	0.87	2.02	2.02	482	31.00	1792.72	0.94	0.47	1789.30	1.15		0.40	101.3
400	0.69	2.37	2.37	380.7	30.80	443.45	1.63	0.54	438.40	1.68		0.93	99.7
300	0.51	2.501	2.501	281	34.10	1237.30	1.09	0.49	1233.50	1.99		1.24	46.3
Puente Las Marinas	0.43	2.9	2.9	234.7	42.00	164.50	2.44	0.59	157.15	2.47		1.72	49.1
200	0.34	2.28	2.28	185.6	48.80	296.46	1.92	0.56	290.64	1.94	1.19	23.22	
Final de tramo	0.30	1.32	1.32	162.38	43.60	3447.96	0.72	0.44	3444.90	1.02	0.27	136.38	
Arena	0.05	0.27	0.27	26	-	-	-	-	-	-	-	26	
Mar	0.00	0	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-	

Tabla A4.6: Datos de secciones transversales para geoceldas con taludes 1,5H:1V.

Perfil Longitudinal Hormigón 1.5H:1V													
Posición	Cota del lecho (msnm)	Cota del Terreno (msnm)		Distancia (m)	Achura Real (m)	Anchura Necesaria (m)	Velocidad (m/s)	F	Ancho Base (m)	Diferencia mínima (m)	Calado máximo (m)	Longitud T (m)	
Bifurcación	3.76	7.89	7.89	2085.4	30.50	33.00	7.70	1.33	20.70	4.13	3.38	50.59	
Carretera Cajeros	3.67	8.213	8.213	2034.81	31.40	35.30	7.50	1.35	23.60	4.54		43.97	
2 000	3.59	7.1	7.1	1990.84	29.30	40.45	7.12	1.37	29.90	3.51		2.76	100.44
1 900	3.41	6.181	6.181	1890.4	25.00	96.00	5.00	1.33	89.45	2.77		2.02	100
1 800	3.23	7.45	7.45	1790.4	17.65	32.31	7.76	1.33	19.65	4.22		3.47	98.4
1 700	3.05	7.93	7.93	1692	21.25	28.38	8.13	1.28	13.74	4.88		4.13	103.15
1 600	2.87	7.59	7.59	1588.85	33.17	29.13	8.06	1.29	15.00	4.72		3.97	65
Puente Ciclista	2.75	7.71	7.71	1523.85	27.60	28.04	8.17	1.27	13.16	4.96		4.21	32.55
1 500	2.69	6.22	6.22	1491.3	27.20	40.13	7.15	1.37	29.54	3.53		2.78	102.1
1 400	2.51	4.82	4.82	1389.2	26.25	86.07	5.27	1.35	79.14	2.31		1.56	96.9
1 300	2.33	6.49	6.49	1292.3	49.80	32.80	7.72	1.33	20.32	4.16		3.41	93.55
Puente CV-723	2.16	6.66	6.66	1198.75	23.50	30.36	7.94	1.31	16.86	4.50		3.75	6.25
1 200	2.15	6.365	6.365	1192.5	22.75	36.66	7.40	1.36	25.32	4.21		3.46	88
Naranjos	1.99	4.307	4.307	1104.5	36.95	86.07	5.27	1.35	79.14	2.31		1.56	12.2
1 100	1.97	3.86	3.86	1092.3	31.85	139.40	4.34	1.29	133.72	1.89		1.14	99.3
1 000	1.79	2.81	2.81	993	31.37	1479.43	1.68	1.03	1476.37	1.02		0.27	97.5
900	1.62	3.425	3.425	895.5	30.14	156.42	4.14	1.28	151.00	1.81		1.06	40.64
Cruce	1.55	4.04	4.04	854.86	29.60	73.35	5.62	1.36	65.89	2.49		1.74	57.16
800	1.44	3.25	3.25	797.7	42.70	156.42	4.14	1.28	151.00	1.81		1.06	109.8
700	1.24	2.46	2.46	687.9	45.00	589.72	2.42	1.13	586.07	1.22		0.47	103.3
600	1.06	2.46	2.46	584.6	49.50	345.55	3.01	1.19	341.35	1.40	0.65	102.6	
500	0.87	2.02	2.02	482	31.00	771.26	2.18	1.10	766.81	1.15	0.40	101.3	
400	0.69	2.37	2.37	380.7	30.80	192.87	3.80	1.26	187.80	1.68	0.93	99.7	
300	0.51	2.501	2.501	281	34.10	532.40	2.53	1.15	528.63	1.99	1.24	46.3	
Puente Las Marinas	0.43	2.9	2.9	234.7	42.00	74.60	5.60	1.36	67.20	2.47	1.72	49.1	
200	0.34	2.28	2.28	185.6	48.80	130.30	4.45	1.30	124.50	1.94	1.19	23.22	
Final de tramo	0.30	1.32	1.32	162.38	43.60	1479.43	1.68	1.03	1476.37	1.02	0.27	136.38	
Arena	0.05	0.27	0.27	26	-	-	-	-	-	-	-	26	
Mar	0.00	0	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-	

Tabla A4.7: Datos de secciones transversales para hormigón con taludes 1,5H:1V.

Perfil Longitudinal Hormigón 1H:1V												
Posición	Cota del lecho (msnm)	Cota del Terreno (msnm)		Distancia (m)	Achura Real (m)	Anchura Necesaria (m)	Velocidad (m/s)	F	Ancho Base (m)	Diferencia mínima (m)	Calado máximo (m)	Longitud T (m)
Bifurcación	3.76	7.89	7.89	2085.4	30.50	25.6	7.75	1.35	25.60	4.13	3.38	50.59
Carretera Cajeros	3.67	8.213	8.213	2034.81	31.40	28.15	7.55	1.36	28.15	4.54	3.79	43.97
2 000	3.59	7.1	7.1	1990.84	29.30	33.9	7.16	1.37	33.90	3.51	2.76	100.44
1 900	3.41	6.181	6.181	1890.4	25.00	91.53	5.05	1.34	91.53	2.77	2.02	100
1 800	3.23	7.45	7.45	1790.4	17.65	24.7	7.8	1.34	24.70	4.22	3.47	98.4
1 700	3.05	7.93	7.93	1692	21.25	19.76	8.2	1.29	19.76	4.88	4.13	103.15
1 600	2.87	7.59	7.59	1588.85	33.17	20.76	8.12	1.30	20.76	4.72	3.97	65
Puente Ciclista	2.75	7.71	7.71	1523.85	27.60	19.31	8.24	1.28	19.31	4.96	4.21	32.55
1 500	2.69	6.22	6.22	1491.3	27.20	33.55	7.18	1.37	33.55	3.53	2.78	102.1
1 400	2.51	4.82	4.82	1389.2	26.25	81.4	5.3	1.35	81.40	2.31	1.56	96.9
1 300	2.33	6.49	6.49	1292.3	49.80	25.3	7.78	1.34	25.30	4.16	3.41	93.55
Puente CV-723	2.16	6.66	6.66	1198.75	23.50	22.3	8	1.32	22.30	4.50	3.75	6.25
1 200	2.15	6.365	6.365	1192.5	22.75	29.7	7.44	1.36	29.70	4.21	3.46	88
Naranjos	1.99	4.307	4.307	1104.5	36.95	81.4	5.3	1.35	81.40	2.31	1.56	12.2
1 100	1.97	3.86	3.86	1092.3	31.85	135.36	4.34	1.29	135.36	1.89	1.14	99.3
1 000	1.79	2.81	2.81	993	31.37	1476.75	1.68	1.03	1476.75	1.02	0.27	97.5
900	1.62	3.425	3.425	895.5	30.14	152.5	4.14	1.28	152.50	1.81	1.06	40.64
Cruce	1.55	4.04	4.04	854.86	29.60	68.38	5.63	1.37	68.38	2.49	1.74	57.16
800	1.44	3.25	3.25	797.7	42.70	152.5	4.14	1.28	152.50	1.81	1.06	109.8
700	1.24	2.46	2.46	687.9	45.00	586.73	2.43	1.13	586.73	1.22	0.47	103.3
600	1.06	2.46	2.46	584.6	49.50	342.3	3	1.19	342.30	1.40	0.65	102.6
500	0.87	2.02	2.02	482	31.00	767.4	2.2	1.10	767.40	1.15	0.40	101.3
400	0.69	2.37	2.37	380.7	30.80	189.16	3.8	1.26	189.16	1.68	0.93	99.7
300	0.51	2.501	2.501	281	34.10	529.35	2.53	1.14	529.35	1.99	1.24	46.3
Puente Las Marinas	0.43	2.9	2.9	234.7	42.00	69.64	5.6	1.36	69.64	2.47	1.72	49.1
200	0.34	2.28	2.28	185.6	48.80	126.17	4.46	1.30	126.17	1.94	1.19	23.22
Final de tramo	0.30	1.32	1.32	162.38	43.60	1476.75	1.68	1.03	1476.75	1.02	0.27	136.38
Arena	0.05	0.27	0.27	26	-	-	-	-	-	-	-	26
Mar	0.00	0	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabla A4.8: Datos de secciones transversales para hormigón con taludes 1H:1V.

3. Solución nº 2: Recubrimiento del canal y utilización de la carretera de Las Marinas como dique.

Tras observar los resultados obtenidos en la solución planteada anteriormente se buscaron otras alternativas, concretamente la que se desarrolla a continuación. Esta alternativa se basa en el recubrimiento del canal con hormigón, ya que se trata del material que mayor caudal deja trasegar a igual sección, manteniendo una sección casi constante de paredes verticales (1H:1V).

La sección del canal comienza con una dimensiones de 25x2,55 metros y comienza a estrecharse a medida que llega al puente que atraviesa la vía ciclista hasta y va variando en altura y anchura en función de las características de las obras de fábrica que va atravesando. Las dimensiones del canal en sus distintas secciones se mostrarán a continuación en una tabla realizada a través de una hoja de cálculo *EXCEL*.

Posición	Anchura (m)	Altura (m)
Bifurcación	25	2.55
Carretera Cajeros	25	2.55
2 000	25	2.55
1 900	20	2.55
1 800	20	2.55
1 700	20	2.55
1 600	20	2.55
1 500	15.5	2.55
1 400	20	2.55
1 300	20	2.55
1 200	20	2.55
Naranjos	20	2.55
1 100	20	2.55
1 000	20	2.55
900	20	2.55
800	20	2.55
700	20	2.55
600	20	2.55
500	20	2.55
400	23	2.3
300	24	2.25

Tabla A4.9: Dimensiones secciones transversales de hormigón.

Para realizar las simulaciones se introdujeron en *HEC-RAS* en primer lugar las dimensiones del canal revestido siguiendo la tabla que se ha mostrado anteriormente y se amplió la sección a toda la llanura de inundación que indica el PATRICOVA, tal como se muestra en la figura que aparece a continuación. Esta ampliación se realizó con el objetivo de que la posible inundación quedará retenida en la zona rural formada principalmente por campos de cultivo y así evitar la inundación en la carretera de Las Marinas y la zona urbana.

Tras realizar las simulaciones mediante la herramienta *HEC-RAS* se observó que esta solución tampoco era viable, debido a que la inundación excedía la llanura utilizada, realizando aportaciones de caudal a las cuencas de los barrancos aledaños a este, tal como se muestra a continuación.

Estudio de soluciones para minimizar los daños provocados en la zona urbana por el desbordamiento del barranco de La Alberca, Denia (Alicante).

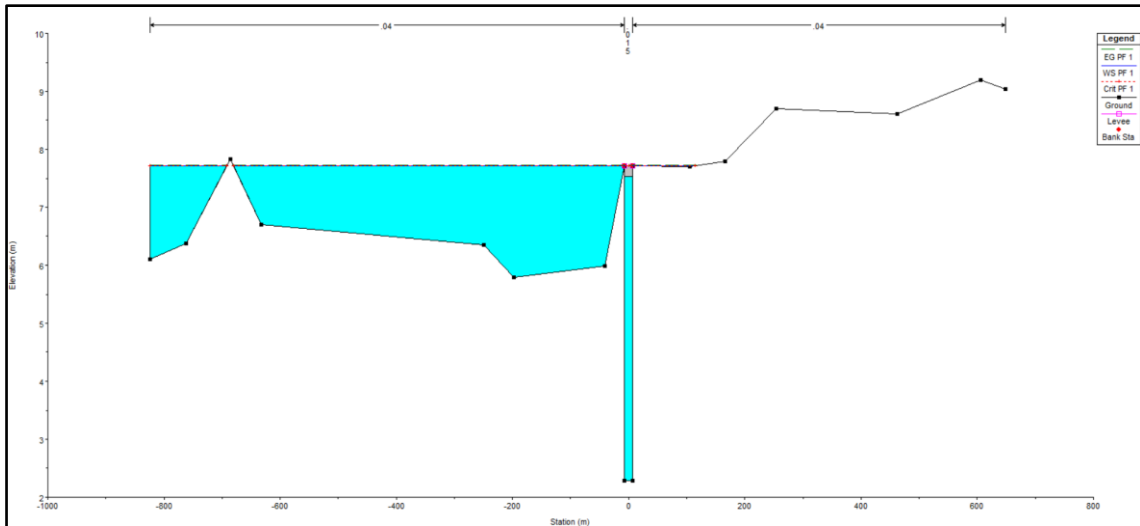


Figura A4.3: Sección aguas arriba del puente de la vía ciclista.

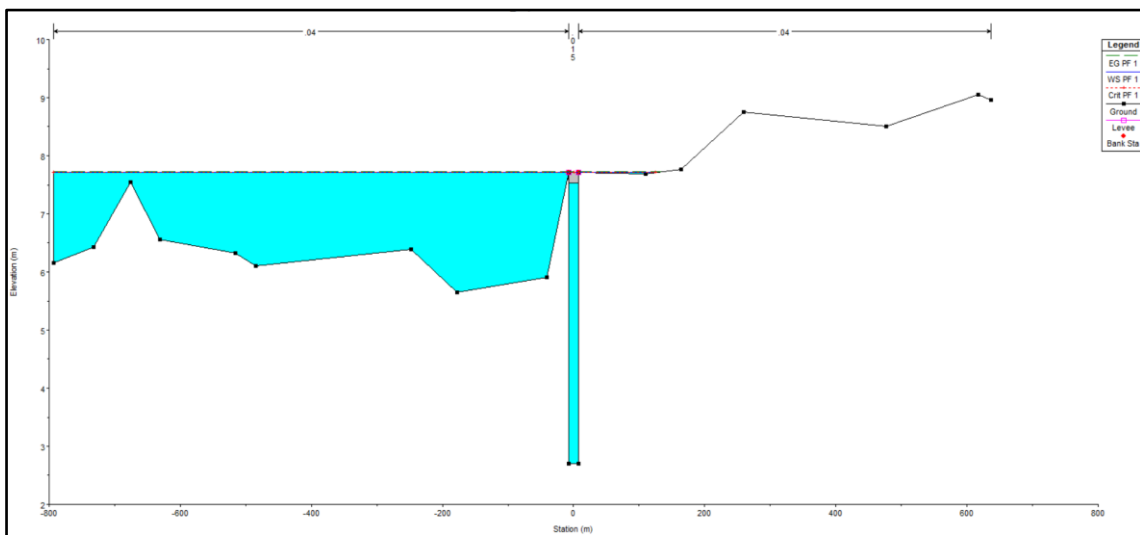


Figura A4.4: Sección aguas abajo del puente de la vía ciclista.

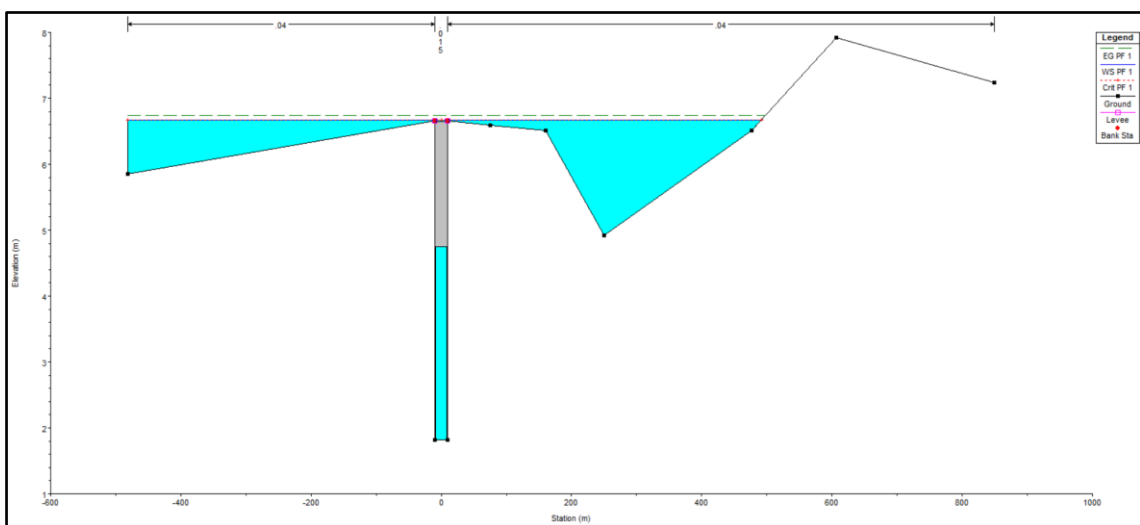


Figura A4.5: Sección aguas arriba del puente de la carretera CV-723.

Estudio de soluciones para minimizar los daños provocados en la zona urbana por el desbordamiento del barranco de La Alberca, Denia (Alicante).

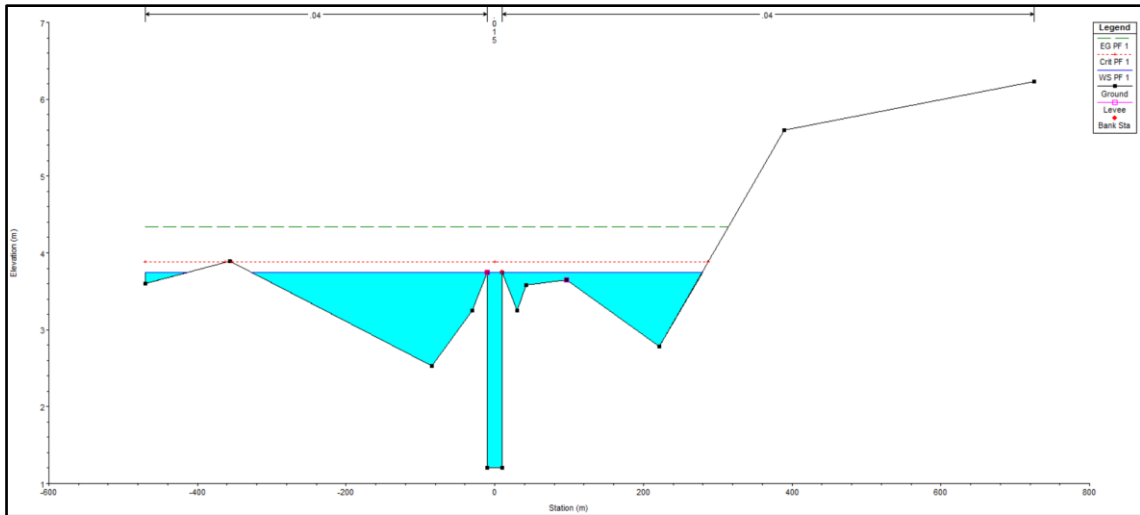


Figura A4.6: Sección 800.

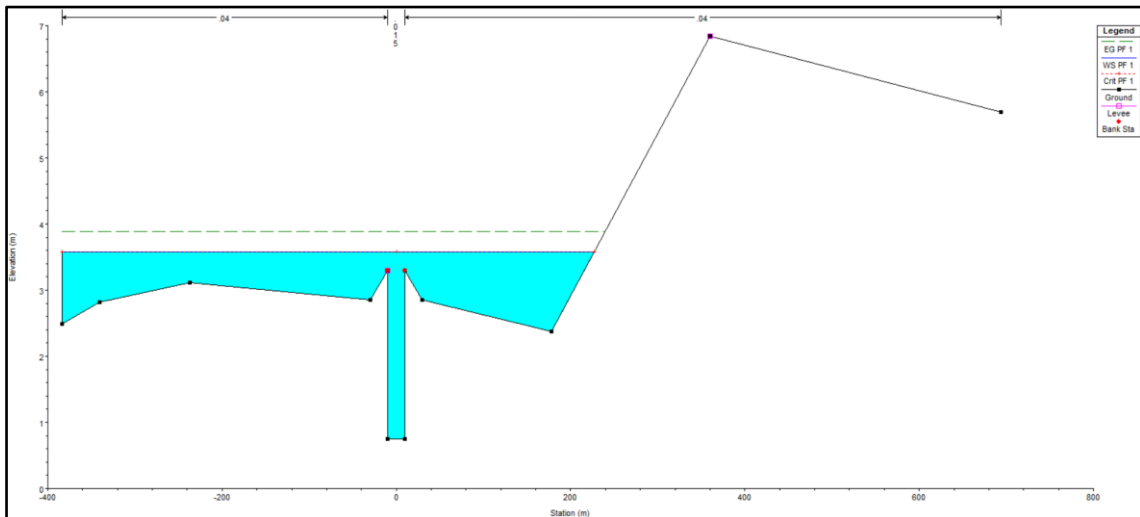


Figura A4.7: Sección 500.

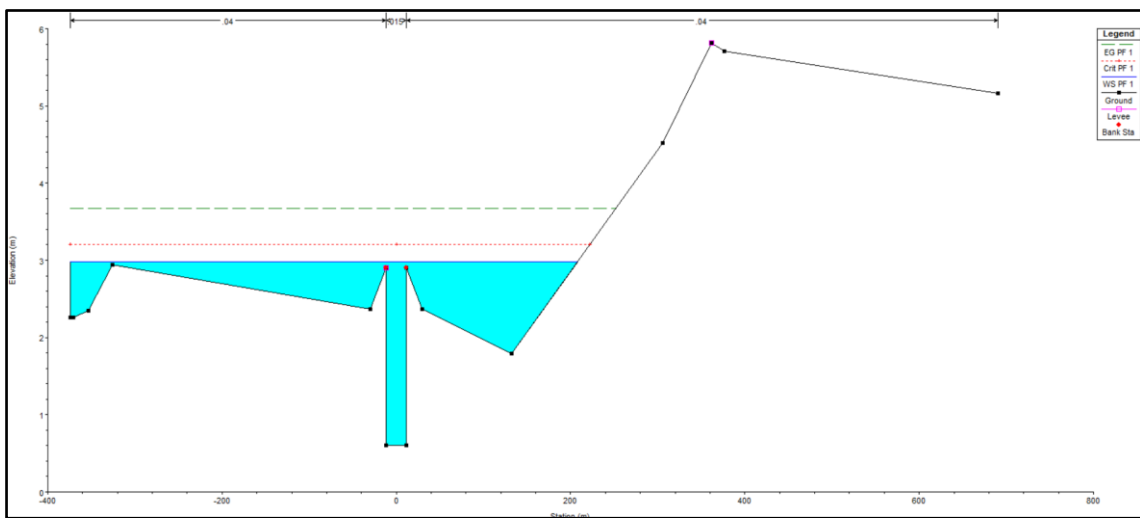


Figura A4.8: Sección 400.

Estudio de soluciones para minimizar los daños provocados en la zona urbana por el desbordamiento del barranco de La Alberca, Denia (Alicante).

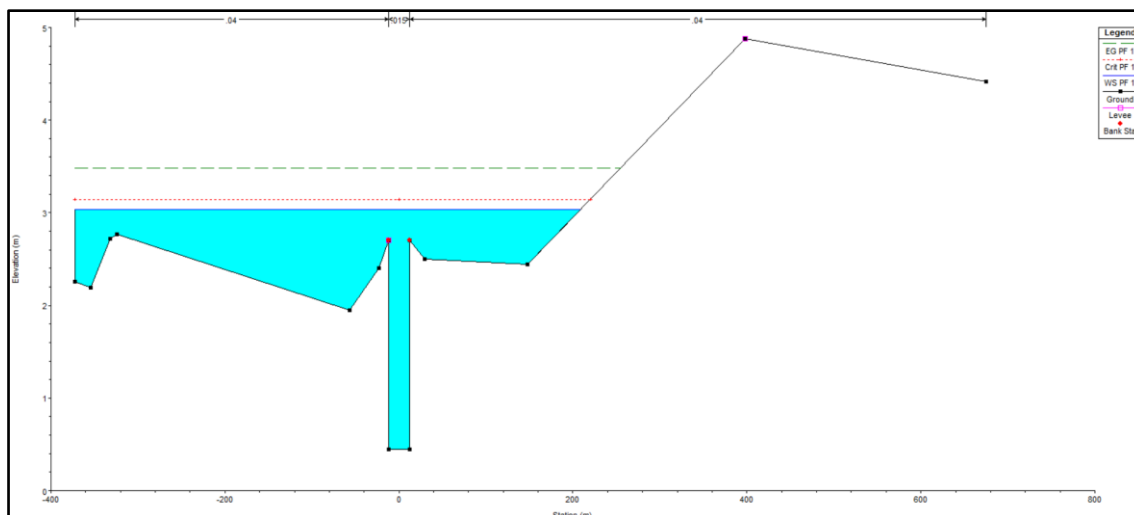


Figura A4.9: Sección 300.

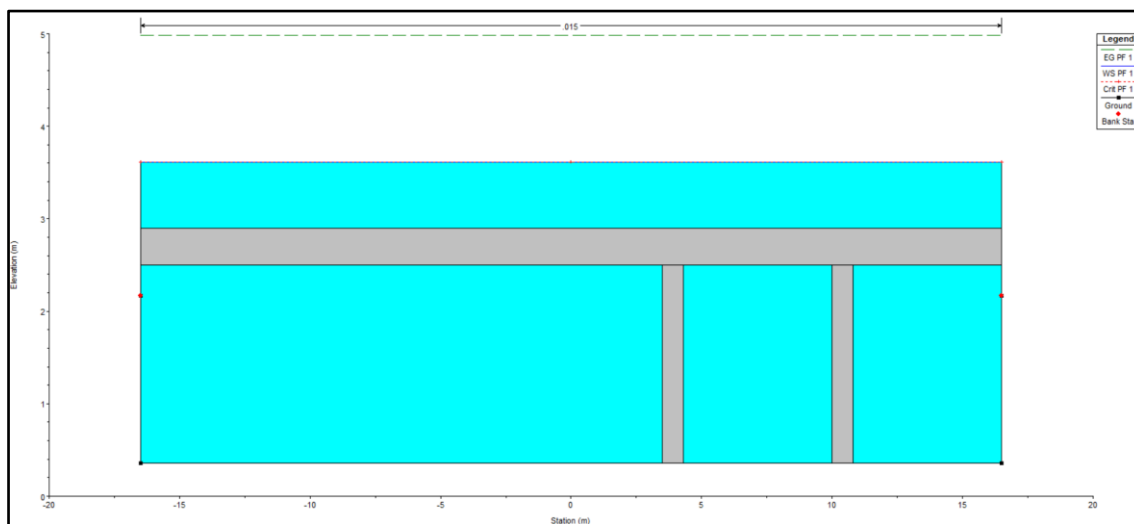


Figura A4.10: Sección del puente de la carretera de Las Marinas.

4. Solución nº 3: Recubrimiento del canal y derivación de parte del caudal a través de canales de derivación y marcos de hormigón hasta un depósito de retención.

Esta última solución, la cual ha sido escogida como la más adecuada para solventar el problema que nos ocupa, va encaminada en dos direcciones. Por un lado el revestimiento del canal, escogiendo como material más adecuado el hormigón con taludes 1H:1V, ya que es el que tiene menor coeficiente de rugosidad o Manning de los planteados y por tanto el que mayor caudal deja trasegar en una sección de mismas dimensiones. Por otro lado se pretende realizar el desvío de parte del caudal, disponiendo para ello diversos canales de derivación a lo largo del canal principal, que acaban en unos marcos de hormigón, hacia un depósito de retención situado en las zonas aledañas, el cual realizará sueltas de agua conforme vaya disminuyendo la tormenta y el caudal que trasiega por el cauce.

En primer lugar se ha calculado el caudal máximo que puede fluir bajo el puente que atraviesa la carretera CV-723, ya que este es el de menor dimensiones y el que mayores problemas de desbordamiento puede generar. Según los cálculos realizados el caudal que puede trasegar por debajo del puente es igual a 164 m³/s. Por lo tanto habría que derivar un 65% del caudal pico que transcurre en los 15 minutos de mayor intensidad según la tormenta de diseño.

Tras barajar diversas opciones se determinó que los dos canales de derivación necesarios para realizar el desvío de agua a través de dos cajones de hormigón hasta llegar al depósito de retención se realizarían entre las secciones correspondientes al P.K. 1+600 y e P.K.1+800.

A partir de esto se deberá determinar las secciones que deberá tener el canal en los distintos tramos, ya que esta irá variando en función del caudal circulante en cada sección y de los condicionantes externos existentes, principalmente las obras de fábrica.

Dimensiones del canal

Posición	Altura (m)	Anchura (m)
Confluencia - 1900	3.9	28
1900 - 1800	3.9	28 - 28.5
Primer canal de derivación		
1800 - 1700	3.9	28.5 - 24
Segundo canal de derivación		
1600 - Puente Vía Ciclista	3	16 - 14
Puente Vía Ciclista - 1400	3	14 - 16
1400 - 1300	3	16 - 17.5
1300 - Puente CV -723	3	17.5
Puente CV -723 - 1100	2.75	17.5 - 20
1100 - Puente Las Marinas	2.75	20

Los canales de derivación tendrán las siguientes características:

- Primer canal de derivación, situado entre el P.K. 1+800 y el P.K. 1+700 tendrá un ancho de 9 metros y una altura de 3,9 metros, por este fluirá un caudal de 150 m³/s, acabando en un marco de hormigón con características que se explicarán más adelante.

-Segundo canal de derivación, situado entre el P.K. 1+700 y el P.K. 1+600 tendrá un ancho de 9 metros y una altura de 3,9 metros, circulará un caudal de 150 m³/s, acabando en un marco de hormigón con características que se explicarán más adelante.

Estos canales de derivación irán dotados de unas compuertas conectadas a un caudalímetro situado aguas arriba de dichos canales, el cual al exceder un caudal programado abrirán dichas compuerta para comenzar a derivar agua al depósito.

Las dimensiones del depósito irán en función del caudal pico de la tormenta, en este caso 471 m³/s, durante 15 minutos, debido a que se derivarán 300 m³/s, el volumen necesario que deberá tener el depósito será igual a:

$$V = 15 * 60 * 300 = 270.000 \text{ m}^3$$

Teniendo en cuenta que el depósito tendrá 4,2 metros de altura se necesitará un área de 64.285 m², por lo tanto se necesitará encontrar una parcela, la cual habrá que expropiar, para encajar el depósito en el terreno.

Respecto a las tuberías de entrada al depósito se colocarán dos marcos de hormigón armado de dimensiones 10,5x3,35, dejando un resguardo de 0,2 metros con el objetivo de asegurar su funcionamiento en lámina libre como se mostrará en imágenes posteriores.

Las tuberías de salida del terreno, en este caso dos, situadas en la parte opuesta a las de entrada serán de PEAD (Polietileno de Alta Densidad) con un DN de 1200 mm, las cuales devolverán el agua al cauce entre las secciones P.K. 0+400 y P.K. 0+500, ya que se dispone de cota suficiente, el depósito se vaciará por gravedad.

Estudio de soluciones para minimizar los daños provocados en la zona urbana por el desbordamiento del barranco de La Alberca, Denia (Alicante).

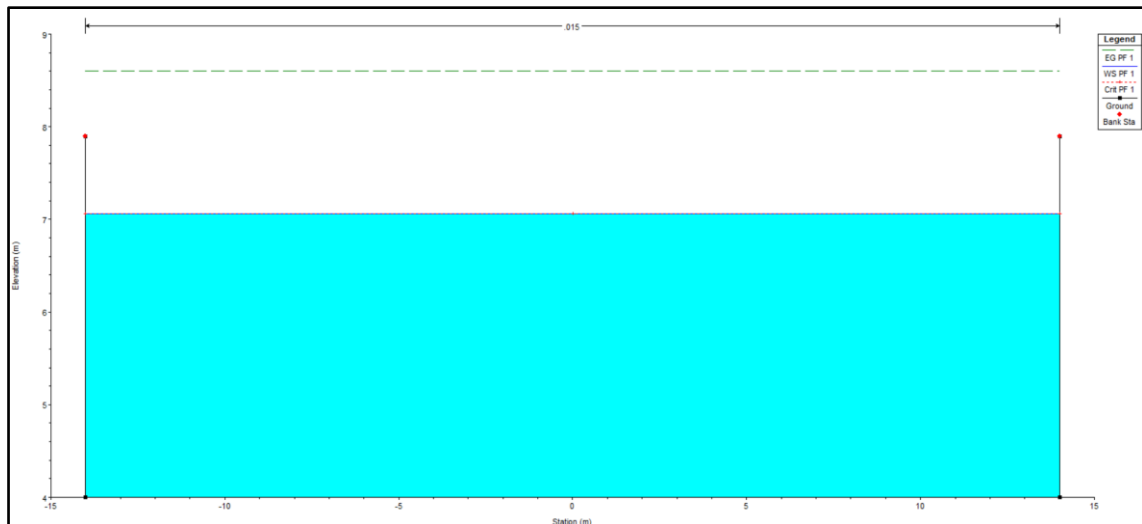


Figura A4.11: Sección de la confluencia, principio del encauzamiento.

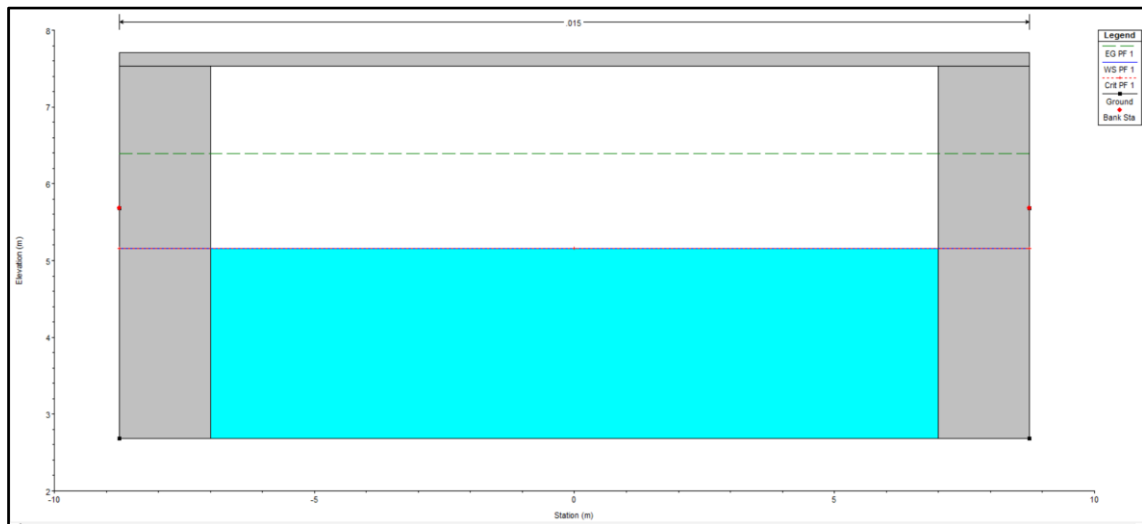


Figura A4.12: Sección bajo puente de la vía ciclista

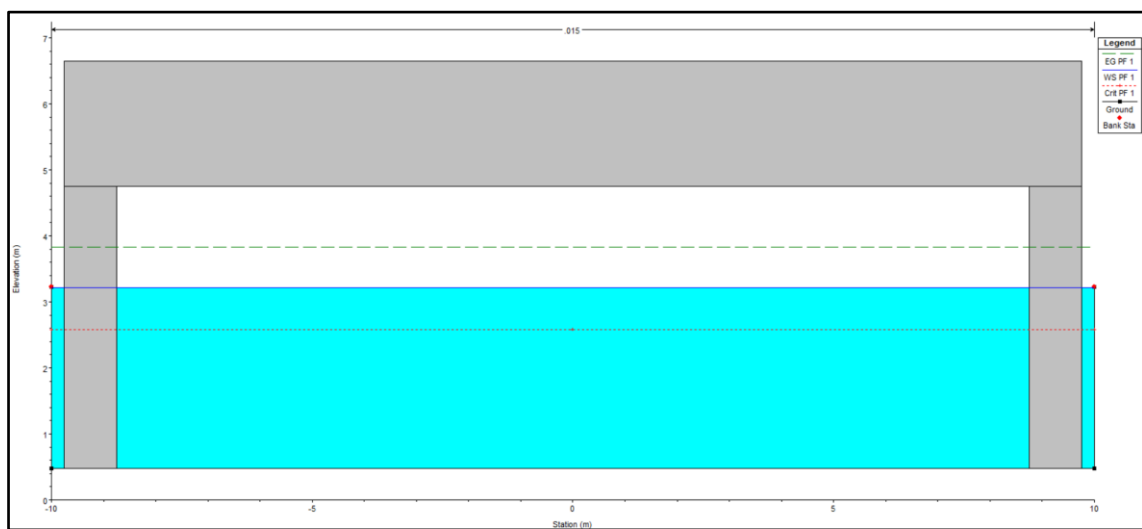


Figura A4.13: Sección bajo puente de la carretera CV-723.

Estudio de soluciones para minimizar los daños provocados en la zona urbana por el desbordamiento del barranco de La Alberca, Denia (Alicante).

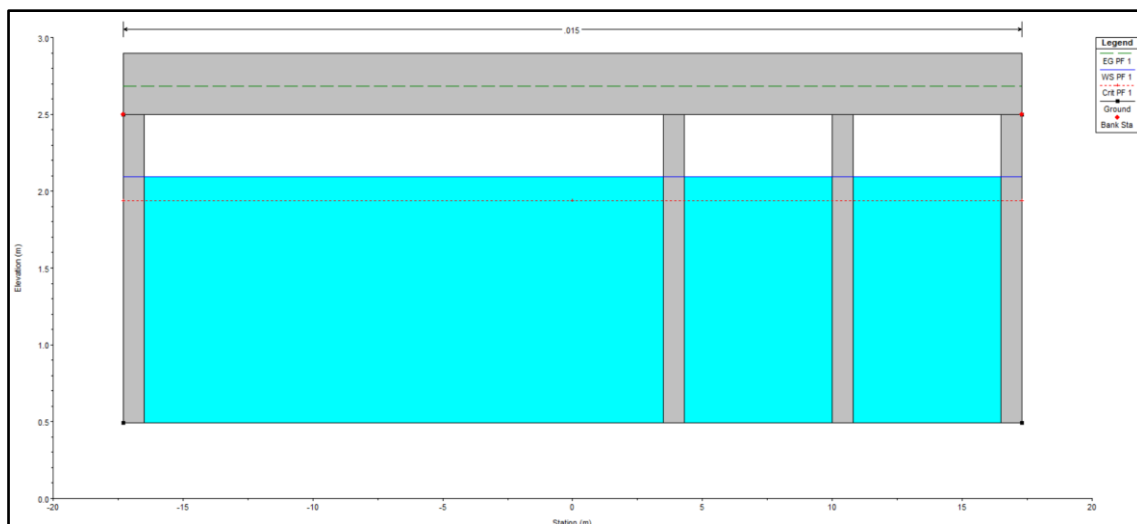


Figura A4.14: Sección bajo puente de la carretera de Las Marinas.

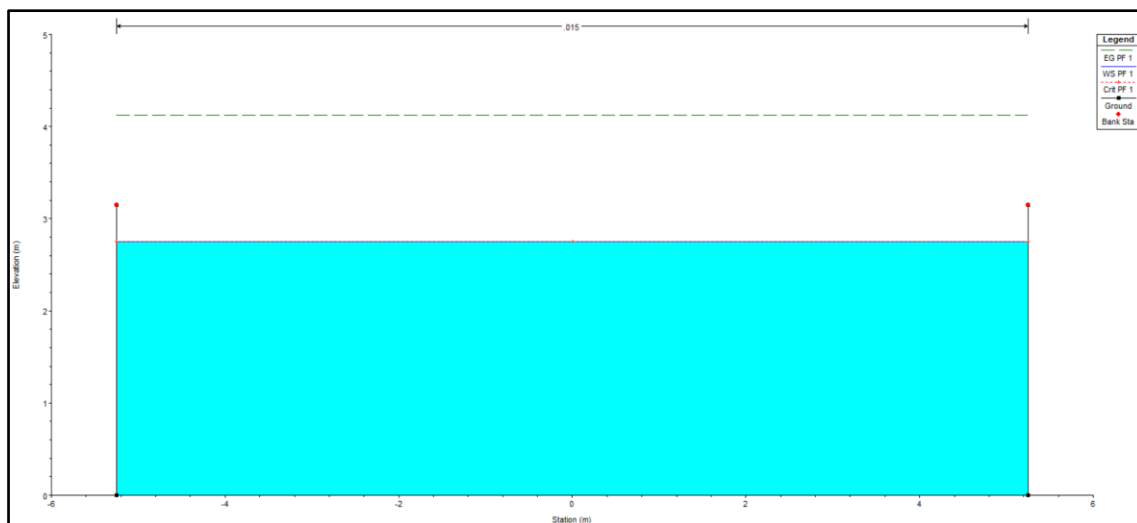


Figura A4.15: Sección del cajón de derivación al depósito.



Figura A4.16: Planta del canal con el depósito de retención, los canales de derivación, marcos de hormigón y tuberías de PEAD.