

## **ANEJO 11: DRENAJE**

### **ÍNDICE**

<b>1. DRENAJE TRANSVERSAL.....</b>	<b>3</b>	2.9. COMPROBACIONES HIDRÁULICAS.....	72
1.1. OBJETO DEL DRENAJE TRANSVERSAL.....	3	<b>3. DRENAJE PROFUNDO.....</b>	<b>75</b>
1.2. CRITERIOS GENERALES DE DISEÑO.....	3	<b>4. CONTACTOS MANTENIDOS CON LA SECRETARÍA GENERAL DE MEDIO AMBIENTE, AGUA Y CAMBIO CLIMÁTICO.....</b>	<b>75</b>
1.3. DIMENSIONAMIENTO HIDRÁULICO.....	3		
1.4. ELEMENTOS DE DRENAJE EXISTENTES EN LA ZONA DE ESTUDIO....	5		
1.5. ELEMENTOS DE DRENAJE PROPUESTOS.....	12		
1.6. CÁLCULOS HIDRÁULICOS.....	14		
1.7. ESCOLLERA DE PROTECCIÓN DE TALUDES. DIMENSIONAMIENTO..	21		
1.8. ESTUDIO DE EROSIONES Y ATERRAMIENTOS EN LAS ODT .....	25		
1.8.1. Estudio de erosiones.....	25		
1.8.2. Estudio de aterramientos.....	27		
1.9. CAUCE DEL ARROYO DEL CUARTO.....	28		
1.10. CAUCE DEL ARROYO DE LOS ÁNGELES .....	54		
<b>2. DRENAJE LONGITUDINAL.....</b>	<b>67</b>		
2.1. ELEMENTOS DE DRENAJE LONGITUDINAL.....	67		
2.2. CONDICIONES GENERALES.....	67		
2.3. CAUDAL DE DISEÑO .....	67		
2.4. DRENAJE DE LA PLATAFORMA .....	67		
2.5. ELEMENTOS PROYECTADOS PARA EL DRENAJE LONGITUDINAL ....	67		
2.6. CÁLCULO HIDRÁULICO.....	67		
2.7. DRENAJE DE TERRAPLENES.....	68		
2.7.1. Bordillo y bajantes .....	68		
2.7.2. Tipos de cunetas en el enlace de la AP-46 con la MA-3404 .....	71		
2.7.3. Tipos de cunetas en el enlace de la AP-46 con la MA-20 .....	71		
2.8. TUBOS DE DESAGÜE.....	72		



## 1. DRENAJE TRANSVERSAL

### 1.1. OBJETO DEL DRENAJE TRANSVERSAL

El objeto de las obras de drenaje transversal es evitar que la construcción de la infraestructura obstaculice el drenaje natural de las cuencas vertientes que intercepta. Su diseño ha de permitir el paso de los caudales de agua y de los materiales sólidos que éstos son capaces de arrastrar, alterando en la menor medida de lo posible el régimen hidráulico de la corriente existente en el cauce natural, tanto aguas arriba como aguas abajo de la obra.

Asimismo, junto con las obras de drenaje longitudinal, ha de contribuir a la rápida evacuación de las aguas de escorrentía superficial que se pueda depositar sobre la infraestructura o que hasta ella lleguen.

### 1.2. CRITERIOS GENERALES DE DISEÑO

El criterio de más relevancia a la hora de diseñar las obras de drenaje es el periodo de retorno a emplear en su dimensionamiento hidráulico.

Como se ha indicado en el anejo "Climatología e Hidrología", el período de retorno empleado para la comprobación hidráulica del drenaje transversal es de 500 años (Tal y como recomienda la Dirección General de Planificación del Dominio Público Hidráulico dentro de la actual Secretaría General de Medio Ambiente y Cambio Climático, de la Delegación Territorial de Málaga perteneciente a la Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio).

Los valores del número de Manning a emplear en los cálculos han sido los que recomienda habitualmente dicha Secretaría General de Medio Ambiente y Cambio Climático, que son de 0,035 para obras de drenaje transversal. Para el acero corrugado se ha utilizado un valor de 0,04.

Para el dimensionamiento de las obras de drenaje transversal se ha utilizado básicamente la metodología indicada en la norma 5.2-IC "Drenaje superficial" de 2016, imponiendo además una serie de condiciones y limitaciones.

Además de los condicionantes descritos anteriormente, los criterios generales que se han seguido a la hora de dimensionar el drenaje han sido los siguientes:

- Control de entrada: la sección de control del flujo está en la entrada de conducto de desagüe, lo cual viene condicionado, entre otros factores por el hecho de que la altura de energía específica ( $H_e$ ) del agua en dicho punto no exceda en más del 20% de la altura del conducto y que la pendiente longitudinal del mismo sea superior a la correspondiente al régimen crítico para el caudal de proyecto.
  - Se ha dado ancho suficiente a cada obra de fábrica de forma:
    - Que se adapte en lo posible a la anchura del cauce natural del arroyo.
    - Que se reduzca la altura de lámina en el interior del conducto.
  - Al tratarse de prolongaciones de obras de drenaje existentes, se han proyectado de las mismas dimensiones que las existentes.
  - Se ha adoptado como criterio general que el caudal desaguado por las obras de drenaje no vierta directamente sobre el terreno o fincas colindantes, sino que se ha procurado en la medida de lo posible reconducir esos caudales hacia el curso de agua más cercano. De esta manera se mantiene toda la red de escorrentía superficial actual, minimizando al máximo las afecciones a terceros.

### 1.3. DIMENSIONAMIENTO HIDRÁULICO

Las obras de drenaje adoptadas para el drenaje transversal son marcos prefabricados de hormigón, tubos de hormigón armado y una pequeña prolongación de un tubo de acero corrugado. Para el dimensionamiento de las obras de drenaje transversal se considera básicamente la metodología indicada en la norma 5.2.-I.C.

"Drenaje superficial" de 2016, imponiendo además una serie de condiciones y limitaciones:

- Comprobación de la capacidad hidráulica para su periodo de retorno T=500 años.
- Control de entrada: la sección de control del flujo está en la entrada de conducto de desagüe, lo cual, como es sabido, viene condicionado, entre otros factores por el hecho de que la altura de energía específica ( $H_e$ ) del agua en dicho punto no exceda en más del 20% de la altura del conducto y que la pendiente longitudinal del mismo sea superior a la correspondiente al régimen crítico para el caudal de proyecto (T=500 años):

$$H_e = y_c + (1 + K_e) \cdot \frac{V_c}{2g}$$

en donde:

$H_e$  altura de energía específica del agua a la entrada del conducto, en metros, medida respecto a la cota de la solera.

$y_c$  calado crítico del conducto, en metros, para el caudal de diseño.

$V_c$  velocidad crítica en el conducto, en m/seg, para el caudal de diseño.

$K_e$  coeficiente de pérdida de carga en la embocadura:

0,20 en marcos.

0,50 en tubos

- Velocidad máxima: las obras de fábrica de nuevo proyecto se hacen para que la velocidad máxima en el interior de las mismas no supere los 6 m/s para el caudal de proyecto.
- En el interior de las obras de drenaje deberá respetarse un resguardo mínimo de 0,50 m.

El cálculo hidráulico para el predimensionamiento de las obras de fábrica se ha realizado mediante aplicación directa de la fórmula de Manning:

$$v = \frac{1}{n} j^{0.5} R_H^{2/3}$$

donde:

- $v$  [m/s]: velocidad en el interior del conducto.
- $1/n$ : coeficiente de rugosidad de Manning. Se ha tomado un valor de  $n= 0,035$  para para obras de drenaje.
- $j$  [m/m]: pendiente del conducto.
- $R_H$  [m]: radio hidráulico, cociente entre la superficie inundada y el perímetro mojado.

El proceso de cálculo comienza obteniendo el calado y velocidad críticos para el caudal dado discurriendo por una obra con la geometría y pendiente de la considerada. Con estos valores se entra en la fórmula arriba indicada para obtener la altura de energía en la entrada del conducto, así como con el coeficiente de pérdidas correspondiente a la embocadura, y se obtiene el valor de  $H_e$ . Comprobado que ésta no sea superior en un 20% a la altura de la obra, se confirman que la sección de entrada es la de control.

Una vez impuesta la sección de control a la entrada, la velocidad y calado de régimen correspondientes al caudal y pendiente dadas, se obtienen por aplicación de la fórmula de Manning. Este calado y velocidad serán los alcanzados por el agua en el interior del conducto, por la que se tiene comprobada su capacidad y las limitaciones de velocidad.

El cálculo hidráulico para el predimensionamiento de las obras de fábrica se ha realizado mediante aplicación directa de la fórmula de Manning:

$$v = \frac{1}{n} j^{0.5} R_H^{2/3}$$

donde:

- $v$  [m/s]: velocidad en el interior del conducto.
- $n$ : coeficiente de rugosidad de Manning.
- $j$  [m/m]: pendiente del conducto.
- $R_H$  [m]: radio hidráulico, cociente entre la superficie inundada y el perímetro mojado.

#### 1.4. ELEMENTOS DE DRENAJE EXISTENTES EN LA ZONA DE ESTUDIO

En la siguiente tabla se incluyen las obras de drenaje existentes en la zona del enlace de la AP-46 con la MA-20.

ENLACE DE LA AP-46 CON LA MA-20			
Eje	P.K.	Tipología	Dimensiones [m]
Ramal 2 MA-20 a A-7	1+425	Marco	3,00x2,50
Ramal 2 MA-20 a A-7	1+040	Marco	3,00x2,50
Ramal 2 MA-20 a A-7	0+030	Tubo de acero corrugado	Ø 2,50
Arroyo Los Ángeles (A-7)	'---	Tubo de acero corrugado	Ø 5,00
Carril aceleración MA-20	0+297	Tubo de acero corrugado	Ø 1,80

En la zona correspondiente al enlace de la AP-46 con la MA-3404 hay tres obras de drenaje existentes, una es la que sirve para dar continuidad al arroyo Tío Lucas bajo la AP-46 y que consiste en un marco de 3,00 x 2,50 m, otra la que cruza bajo la carretera MA-3404 para dar continuidad bajo la misma al río Cauche y la tercera la situada en el área de peaje, y que consiste en un tubo de hormigón de 1800 mm de diámetro.

Así pues las ODT existentes en el enlace de la AP-46 con la MA-3404 son obras de drenaje que no requieren ninguna actuación ni adecuación, por lo que se mantienen las mismas características de su funcionamiento hidráulico actual.

Según las indicaciones realizadas por el Servicio del Dominio Público Hidráulico y Calidad de las Aguas de la Delegación Territorial en Málaga de la Consejería de Agricultura, Ganadería, Pesca y Desarrollo Sostenible, e incluidas en el "DOCUMENTO COMPLEMENTARIO PARA EVALUACIÓN AMBIENTAL SIMPLIFICADA", *sobre el Río Cauche no existiría afección directa sobre éste ya que las actuaciones proyectadas se tratarían de la adecuación superficial de la propia carretera MA-3404 que lo cruza mediante ODT existente.*

A continuación se incluye el inventario de las obras de drenaje existentes y sus comprobaciones hidráulicas.

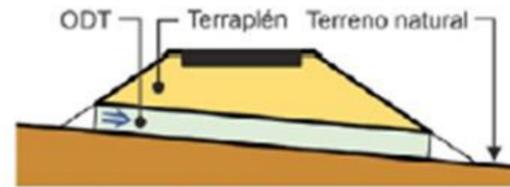


## ACTUACIONES DE MEJORA EN LOS ENLACES AP-46 CON MA-20 Y AP-46 CON MA-3404. ENLACE DE LA AP-46 CON LA MA-20 O.D.T.-R2-1.38

### TIPOLOGÍA DE LA OBRA DE DRENAJE EXISTENTE

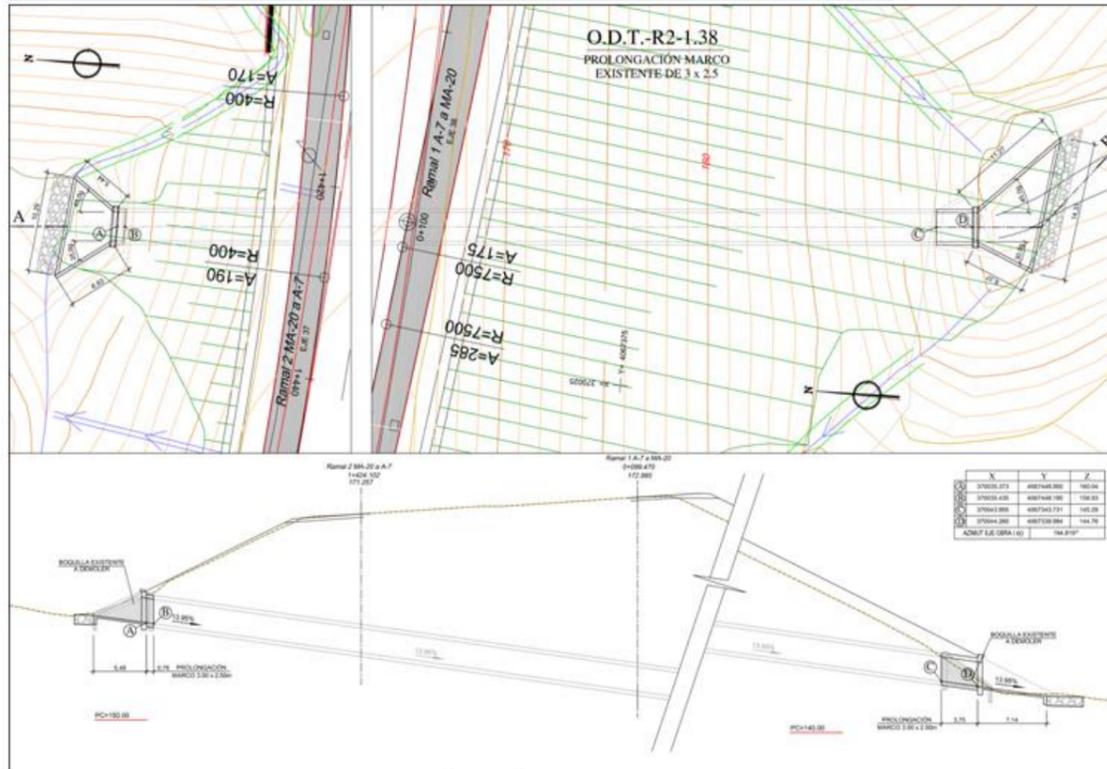
Tipo: **Marco 3,00x2,50** Longitud: **106,05** Pendiente Actual %: **13,95**  
 Caudal m³/s: ??? Eje: **Ramal-2** PK.: **1+425**  
 Coord. Aguas Arriba Eje UTM. X: **370 035.435** UTM. Y: **4 067 448.190** COTA +Z: **159,93**  
 Coord. Aguas Abajo Eje UTM. X: **370 043.955** UTM. Y: **4 067 343.731** COTA +Z: **145,29**  
 Boquillas: pozos: **0** aletas: **2** Esviaje <: **1°**

### ESQUEMA DE FUNCIONAMIENTO



a) Perfil ajustado al terreno natural

### PLANO DE SITUACIÓN DE LA OBRA DE DRENAJE PROYECTADA



### EMBOCADURA DE ENTRADA



### EMBOCADURA DE SALIDA



### OBSERVACIONES

Obra de Drenaje bajo hiperronda A-7  
 Marco de dimensiones 3,00x2,50 mt. con dos boquillas-aletas.  
 Con una longitud actual de 106,05 m y una pendiente del 13,95%



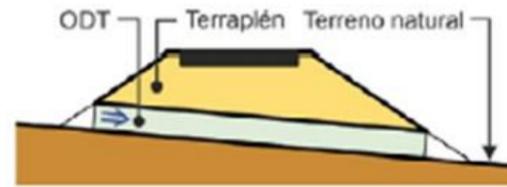
## ACTUACIONES DE MEJORA EN LOS ENLACES AP-46 CON MA-20 Y AP-46 CON MA-3404. ENLACE DE LA AP-46 CON LA MA-20

### O.D.T.-R2-1.00

#### TIPOLOGÍA DE LA OBRA DE DRENAJE EXISTENTE

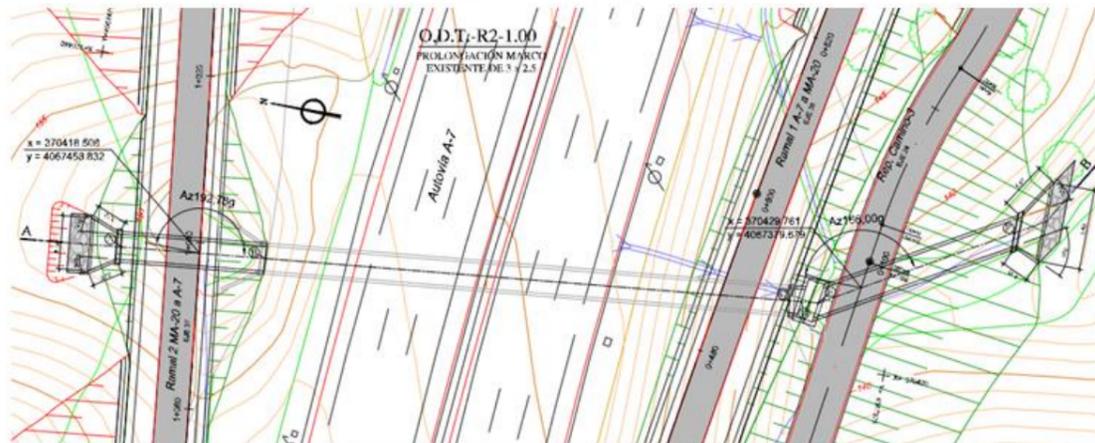
Tipo:	Marco 3,00x2,50	Longitud:	63,42	Pendiente Actual %:	13,92	
Caudal m³/s:	???	Eje:	Ramal-2	PK.:	1+040	
Coord. Aguas Arriba Eje	UTM. X:	370 419.406	UTM. Y:	4 067 450.926	COTA +Z:	147,86
Coord. Aguas Abajo Eje	UTM. X:	370 426.579	UTM. Y:	4 067 387.917	COTA +Z:	139,03
Boquillas:	pozos:	0	aletas:	2	Esviaje <:	1°

#### ESQUEMA DE FUNCIONAMIENTO



a) Perfil ajustado al terreno natural

#### PLANO DE SITUACIÓN DE LA OBRA DE DRENAJE PROYECTADA



#### EMBOCADURA DE ENTRADA



#### EMBOCADURA DE SALIDA



#### OBSERVACIONES

Obra de Drenaje bajo hiperronda A-7

Marco de dimensiones 3,00x2,50 mt. con dos boquillas-aletas.  
 Con una longitud actual de 63,42 m y una pendiente del 13,92%

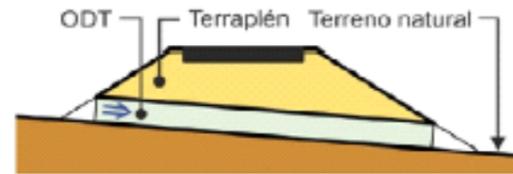


## ACTUACIONES DE MEJORA EN LOS ENLACES AP-46 CON MA-20 Y AP-46 CON MA-3404. ENLACE DE LA AP-46 CON LA MA-20 O.D.T. - R1 -0,84

### TIPOLOGÍA DE LA OBRA DE DRENAJE EXISTENTE

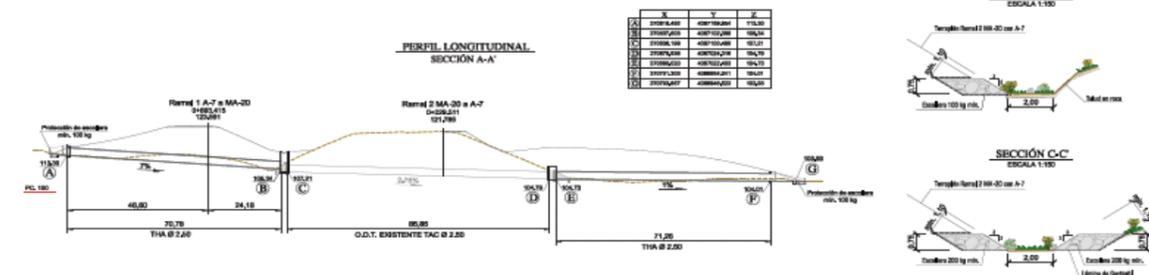
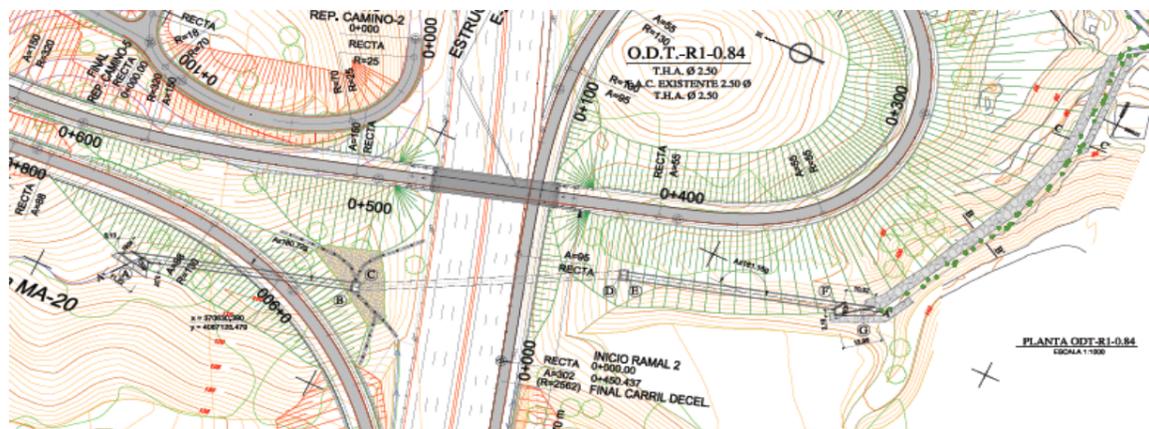
Tipo:	<b>T.A.C. Ø2500</b>	Longitud:	<b>86,86</b>	Pendiente Actual %:	<b>2,78</b>
Caudal m³/s:	???	Eje:	<b>Ramal-2</b>	PK.:	<b>0+030</b>
Coord. Aguas Arriba Eje	UTM. X: <b>370 638.199</b>	UTM. Y: <b>4 067 100.489</b>	COTA +Z:	<b>107,21</b>	
Coord. Aguas Abajo Eje	UTM. X: <b>370 679.936</b>	UTM. Y: <b>4 067 024.316</b>	COTA +Z:	<b>104,79</b>	
Boquillas:	pozos: <b>0</b>	aletas: <b>2</b>	Esviaje <:	<b>39°</b>	

### ESQUEMA DE FUNCIONAMIENTO



a) Perfil ajustado al terreno natural

### PLANO DE SITUACIÓN DE LA OBRA DE DRENAJE PROYECTADA



### EMBOCADURA DE ENTRADA



### EMBOCADURA DE SALIDA



### OBSERVACIONES

Obra de Drenaje bajo MA-20

Tubo de acero corrugado con dos boquillas-aletas.  
 Con una longitud actual de 86,86 m y una pendiente del 2,78%

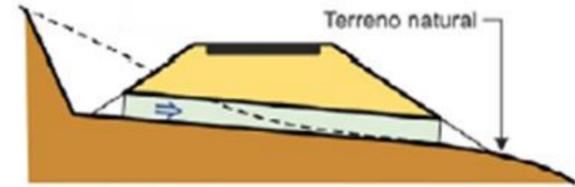


**ACTUACIONES DE MEJORA EN LOS ENLACES AP-46 CON MA-20 Y AP-46 CON MA-3404. ENLACE DE LA AP-46 CON LA MA-20**  
**O.D.T.-AV-MA20 -CA-0,30**

**TIPOLOGÍA DE LA OBRA DE DRENAJE EXISTENTE**

Tipo:	T.A.C. Ø 1800	Longitud:	39,97	Pendiente Actual %:	1,83
Caudal m³/s:	???	Eje:	R-1 R-2	PK.:	0+300
Coord. Aguas Arriba Eje	UTM. X: 370 460.659	UTM. Y: 4 067 025.912	COTA +Z:	116.900	
Coord. Aguas Abajo Eje	UTM. X: 370 477.114	UTM. Y: 4 066 989.544	COTA +Z:	116.371	
Boquillas:	pozos: 1	aletas: 1	Esviaje <:	6°	

**ESQUEMA DE FUNCIONAMIENTO**

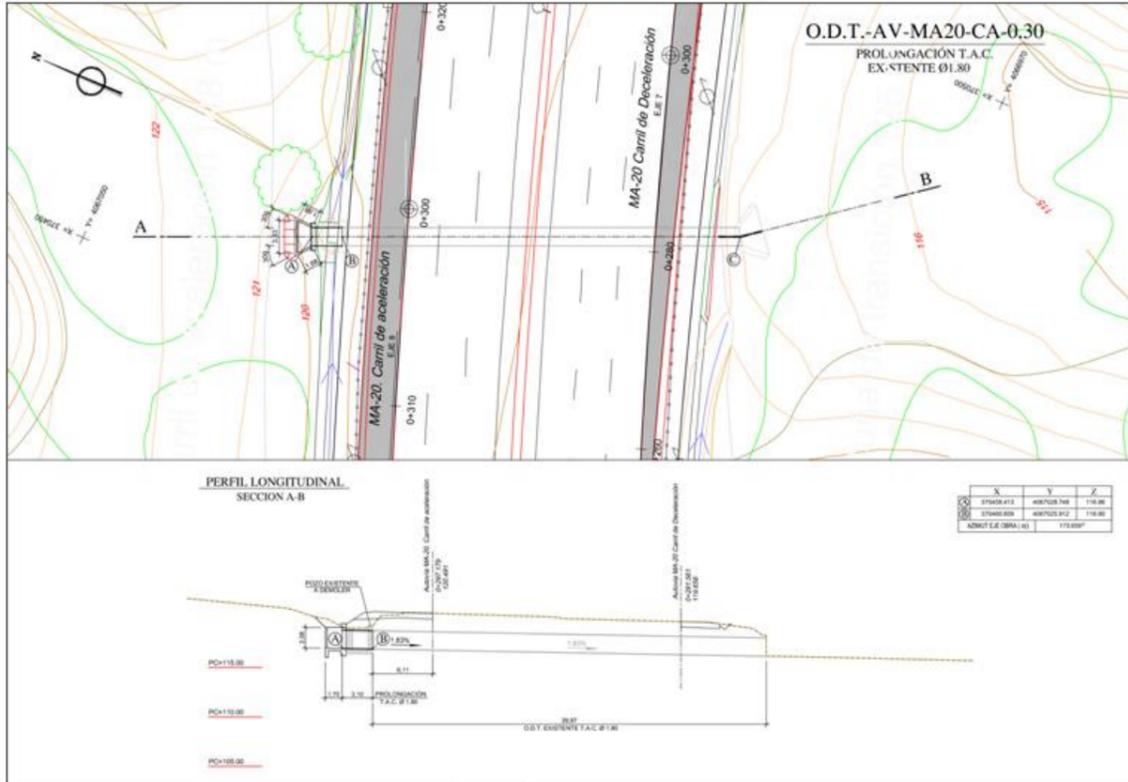


b) Entrada deprimida y salida ajustada al terreno natural

**EMBOCADURA DE ENTRADA**



**PLANO DE SITUACIÓN DE LA OBRA DE DRENAJE PROYECTADA**



**EMBOCADURA DE SALIDA**



**OBSERVACIONES**

Obra de Drenaje bajo MA-20

Tubo de acero corrugado con 1 pozo de entrada y 1 aleta salida  
 Con una longitud actual de 88,181 mts. Y una pendiente del 3,204%



**ODT-R2-1.38 (Obra existente)**

<b>CAUDAL A DESAGUAR (m³/s)</b>	Q <sub>d</sub>	1.460
---------------------------------	----------------	-------

CARACTERÍSTICAS O. D.		
Sección tipo	MARCO	
Anchura (m)	B	3.00
Altura (m)	H	2.50
Pendiente (m/m)	J	0.1395
Longitud (m)	L	106.050
Rugosidad Manning	n	0.035
Coefficiente de pérdidas a la entrada	Ke	0.20
Número de elementos	1	
Caudal Obra (m³/s)	Q	1.460

RÉGIMEN UNIFORME		
Calado (m)	y <sub>n</sub>	0.163
Área (m²)	A	0.490
Perímetro mojado (m)	P	3.327
Velocidad (m/s)	v	2.978
Energía específica (m)	E	0.615
Nº de Froude	F	2.351
Tipo de régimen	RÁPIDO	

RÉGIMEN CRÍTICO		
Calado (m)	y <sub>c</sub>	0.289
Área (m²)	A	0.867
Perímetro mojado (m)	P	3.578
Pendiente (m/m)	J <sub>c</sub>	0.0230
Velocidad (m/s)	v	1.684
Energía específica (m)	E	0.434

<b>CAUDAL MÁXIMO (m³/s)</b>	76.665
-----------------------------	--------

CUENCA C-1

VALORES A LA ENTRADA	
Elevación a la entrada H <sub>e</sub> (m)	0.462

COMPROBACIONES	
CONDUCTO RECTO	SÍ
SECCIÓN CONSTANTE	SÍ
L / J	SÍ
H <sub>e</sub> < 1,2·D	SÍ
Calado a la salida (m)	SÍ

→ CONTROL DE ENTRADA

**ODT-R2-1.00 (Obra existente)**

<b>CAUDAL A DESAGUAR (m³/s)</b>	Q <sub>d</sub>	0.610
---------------------------------	----------------	-------

CUENCA C-2

CARACTERÍSTICAS O. D.		
Sección tipo	MARCO	
Anchura (m)	B	3.00
Altura (m)	H	2.50
Pendiente (m/m)	J	0.1392
Longitud (m)	L	63.420
Rugosidad Manning	n	0.035
Coefficiente de pérdidas a la entrada	Ke	0.20
Número de elementos	1	
Caudal Obra (m³/s)	Q	0.610

VALORES A LA ENTRADA	
Elevación a la entrada H <sub>e</sub> (m)	0.258

RÉGIMEN UNIFORME		
Calado (m)	y <sub>n</sub>	0.095
Área (m²)	A	0.286
Perímetro mojado (m)	P	3.191
Velocidad (m/s)	v	2.134
Energía específica (m)	E	0.327
Nº de Froude	F	2.208
Tipo de régimen	RÁPIDO	

COMPROBACIONES	
CONDUCTO RECTO	SÍ
SECCIÓN CONSTANTE	SÍ
L / J	SÍ
H <sub>e</sub> < 1,2·D	SÍ
Calado a la salida (m)	SÍ

→ CONTROL DE ENTRADA

RÉGIMEN CRÍTICO		
Calado (m)	y <sub>c</sub>	0.162
Área (m²)	A	0.485
Perímetro mojado (m)	P	3.323
Pendiente (m/m)	J <sub>c</sub>	0.0253
Velocidad (m/s)	v	1.259
Energía específica (m)	E	0.242

<b>CAUDAL MÁXIMO (m³/s)</b>	76.582
-----------------------------	--------



O.D.T. R1-0.84 (Obra existente)

CAUDAL A DESAGUAR (m <sup>3</sup> /s)	Q <sub>d</sub>	2.770
---------------------------------------	----------------	-------

CUENCA C-3

CARACTERÍSTICAS O. D.		
Sección tipo	TUBO	
Diámetro (m)	D	2.50
Pendiente (m/m)	J	0.0100
Longitud (m)	L	86.860
Rugosidad Manning	n	0.035
Coefficiente de pérdidas a la entrada	Ke	0.50
Número de elementos	1	
Caudal Obra (m <sup>3</sup> /s)	Q	2.770

VALORES A LA ENTRADA	
Elevación a la entrada H <sub>E</sub> (m)	0.998

RÉGIMEN UNIFORME		
Calado (m)	y <sub>n</sub>	0.886
Área (m <sup>2</sup> )	A	1.558
Perímetro mojado (m)	P	3.189
Velocidad (m/s)	v	1.778
Energía específica (m)	E	1.047
Nº de Froude	F	0.719
Tipo de régimen	LENTO	

COMPROBACIONES	
CONDUCTO RECTO	Si
SECCIÓN CONSTANTE	Si
L / J	Si
H <sub>E</sub> < 1,2-D	Si
Calado a la salida	Si

→ CONTROL DE ENTRADA

RÉGIMEN CRÍTICO		
Calado (m)	y <sub>c</sub>	0.739
Área (m <sup>2</sup> )	A	1.213
Perímetro mojado (m)	P	2.874
Pendiente (m/m)	J <sub>c</sub>	0.0202
Velocidad (m/s)	v	2.284
Energía específica (m)	E	1.005

O.D.T. AV-MA20-CA 0.30 (Obra existente)

CAUDAL A DESAGUAR (m <sup>3</sup> /s)	Q <sub>d</sub>	1.380
---------------------------------------	----------------	-------

CUENCA C-5

CARACTERÍSTICAS O. D.		
Sección tipo	TUBO	
Diámetro (m)	D	1.80
Pendiente (m/m)	J	0.0183
Longitud (m)	L	39.970
Rugosidad Manning	n	0.04
Coefficiente de pérdidas a la entrada	Ke	0.50
Número de elementos	1	
Caudal Obra (m <sup>3</sup> /s)	Q	1.380

VALORES A LA ENTRADA	
Elevación a la entrada H <sub>E</sub> (m)	0.751

RÉGIMEN UNIFORME		
Calado (m)	y <sub>n</sub>	0.642
Área (m <sup>2</sup> )	A	0.815
Perímetro mojado (m)	P	2.305
Velocidad (m/s)	v	1.693
Energía específica (m)	E	0.788
Nº de Froude	F	0.803
Tipo de régimen	LENTO	

COMPROBACIONES	
CONDUCTO RECTO	Si
SECCIÓN CONSTANTE	Si
L / J	Si
H <sub>E</sub> < 1,2-D	Si
Calado a la salida	Si

→ CONTROL DE ENTRADA

RÉGIMEN CRÍTICO		
Calado (m)	y <sub>c</sub>	0.567
Área (m <sup>2</sup> )	A	0.687
Perímetro mojado (m)	P	2.146
Pendiente (m/m)	J <sub>c</sub>	0.0294
Velocidad (m/s)	v	2.008
Energía específica (m)	E	0.773

## 1.5. EMENTOS DE DRENAJE PROPUESTOS

### ENLACE DE LA AP-46 CON LA MA-20

Las propuestas de drenaje transversal en dicho enlace se recogen en la siguiente tabla, dentro de la columna de observaciones.

OBRAS DE DRENAJE EXISTENTES				Observaciones
Eje	P.K.	Tipología	Dimensiones [m]	
Ramal 2 MA-20 a A-7	1+425	Marco	3,00x2,50	Se afecta a la entrada y a la salida, por lo que se prolonga con la misma tipología y dimensiones, mediante la ODT-R2-1.38, para desaguar la cuenca C-1.
Ramal 2 MA-20 a A-7	1+200	Estructura sobre el arroyo del Cuarto	---	Se amplía la estructura tanto aguas arriba como aguas abajo de la existente, para salvar dicho cauce sin afectarlo.
Ramal 2 MA-20 a A-7	1+040	Marco	3,00x2,50	Se afecta a la entrada y a la salida, por lo que se prolonga con la misma tipología y dimensiones, mediante la ODT-R2-1.00, para desaguar la cuenca C-2.
Ramal 2 MA-20 a A-7	0+030	Tubo de acero corrugado	Ø 2,50	Se afecta a la entrada y a la salida. Se demuelen las embocaduras de entrada y salida y se da continuidad a la obra existente. Para ello se proyecta la ODT-R1-0.84 para desaguar la cuenca C-3, que consiste en un tubo de hormigón de Ø 2,50 m aguas arriba de la obra existente y aguas abajo de la misma un tubo de hormigón de Ø 2,50 m que desagua a terreno natural.
Arroyo Los Ángeles (A-7)	---	Tubo de acero corrugado	Ø 5,00	No se afecta
Carril aceleración MA-20	0+297	Tubo de acero corrugado	Ø 1,80	Se afecta a la entrada, por lo que se prolonga con un tubo de las mismas dimensiones y características, mediante la ODT-AV-MA20-CA-0.30, para desaguar la cuenca C-5.

Como se ha mencionado en la tabla anterior, la obra existente encargada de desaguar las cuencas C2 y C3 se ve afectada tanto a la entrada como a la salida.

Después de analizar diferentes soluciones para la implantación de esta obra (como por ejemplo proyectar un tubo de 2,50 m de diámetro que fuera desde la salida de la obra existente hasta su conexión con el arroyo de los Ángeles), se planteó como solución disponer en primera instancia, un tubo de 1,80 m de diámetro aguas arriba de la ODT existente y un tubo de 2,50 m de diámetro aguas abajo de la ODT existente, desaguando sobre un encauzamiento revestido de escollera que servía para evacuar el agua evitando la erosión del lecho natural del cauce. Sin embargo según las indicaciones realizadas por el Servicio del Dominio Público Hidráulico y Calidad de las Aguas de la Delegación Territorial en Málaga de la Consejería de Agricultura, Ganadería, Pesca y Desarrollo Sostenible, e incluidas en

el “DOCUMENTO COMPLEMENTARIO PARA EVALUACIÓN AMBIENTAL SIMPLIFICADA”, deben considerarse las siguientes prescripciones:

- Se considera que el diámetro proyectado de 1,80 m., aparte de desconocer si tiene o no capacidad para desaguar el caudal para la avenida relativa al periodo de retorno de 500 años, no sería el más apropiado por motivo de facilitar la limpieza de toda la canalización (proyectada y existente), recomendándose un aumento de la sección hidráulica, como mínimo, igual al tubo al que se conectará, o sea, de 2,50 m. de diámetro.
- Para evitar la degradación del dominio público hidráulico, no existe inconveniente en proteger el pie del talud del ramal y la otra margen con obras de defensa/contención a la salida de la obra de drenaje transversal de 2,50 metros de diámetro; no obstante, deberá respetarse el lecho natural del cauce.

Por todo lo expuesto se ha optado como solución final mantener la obra existente, demoliendo sus dos embocaduras y proyectando tanto aguas arriba como aguas abajo sendas obras nuevas, de las mismas dimensiones que la existente, es decir de 2,50 m de diámetro, cumpliendo de esta manera con la observación del Servicio del DPH indicada en el punto “a”).

Para cumplir con la observación del punto “b)” dicha obra desagua sobre el terreno natural, proponiendo tal y como se indica en la recomendación proteger el pie del talud del Ramal 2 con escollera, así como algunos tramos del margen opuesto (ya que en otras zonas del mismo al ser los materiales rocosos no es necesario), respetándose de esta manera el lecho natural del cauce y permitiéndose de este modo el desarrollo de la posible vegetación riparia. Con estas medidas se consigue además reducir la erosión de todo el cauce provocada por el flujo del agua.

### ENLACE DE LA AP-46 CON LA MA-3404

En la zona de dicho del enlace la única obra de drenaje propuesta es la que servirá para dar continuidad al cauce del arroyo Tío Lucas bajo el Vial de Acceso, que consiste en un marco de 3,00x2,50 m.

Según las indicaciones realizadas por el Servicio del Dominio Público Hidráulico y Calidad de las Aguas de la Delegación Territorial en Málaga de la Consejería de Agricultura, Ganadería, Pesca y Desarrollo Sostenible, e incluidas en el "DOCUMENTO COMPLEMENTARIO PARA EVALUACIÓN AMBIENTAL SIMPLIFICADA", deben considerarse las siguientes prescripciones para esta ODT:

- I. A la salida de esta obra de drenaje se encuentra el talud del terraplén del ramal proyectado, localizado en zona de policía de la margen derecha del cauce, sobre el que se ejecutará un muro de defensa/contención de la margen indicada, que según se observa en planos se considera se ubicaría en el límite técnico cautelar del dominio público hidráulico (DPH).*
- II. Por otro lado, se observa que la salida de la mencionada ODT-RA-0.29 apunta hacia la margen izquierda del cauce, la cual se estima se encuentra desprotegida frente a las avenidas del cauce, por lo que se considera que en un futuro podrían producirse graves daños de erosión sobre esa margen y al camino que discurre en paralelo por su margen izquierda, si este no es debidamente protegido con las medidas de defensa necesarias que se estimen oportunas para evitarlo.*
- III. Por otro lado, sobre el Río Cauche no existiría afección directa sobre éste ya que las actuaciones proyectadas se tratarían de la adecuación superficial de la propia carretera MA-3404 que lo cruza mediante ODT existente.*

- IV. Por último, en los aspectos relativos a la influencia en la capacidad de desagüe del cauce y eventuales afecciones al DPH, recordar que a todas las obras de drenajes transversales (ODT) les sería de aplicación lo que establece el artículo 126 ter. Criterios de diseño y conservación para obras de protección, modificaciones en los cauces y obras de paso Punto 6 del Reglamento del Dominio Público Hidráulico (R.D. 849/1986, de 11 de abril), que dice: "En todo caso, los titulares de estas infraestructuras deberán realizar las labores de conservación necesarias que garanticen el mantenimiento de la capacidad de desagüe de la misma, para lo cual los particulares facilitarán el acceso de los equipos de conservación a sus propiedades, no pudiendo realizar actuaciones que disminuyan la capacidad de drenaje de las infraestructuras. "*

Por todo lo expuesto y después de los últimos ajustes de trazado realizados, cabe mencionar que dicha obra se sitúa inmediatamente aguas abajo de la obra de drenaje existente bajo la AP-46, por lo que tanto la tipología como las dimensiones de la obra proyectada serán las mismas que la existente, es decir, un marco prefabricado de 3,00x2,50 m. Para dar cumplimiento a la observación del punto "II." dicha obra desagua sobre el terreno natural, disponiendo una protección de escollera tanto en el talud del Vial de Acceso como en el talud del margen opuesto para proteger el camino existente en esta margen, respetándose de esta manera el lecho natural del cauce y permitiéndose de este modo el desarrollo de la posible vegetación riparia. Con estas medidas se consigue además reducir la erosión de todo el cauce provocada por el flujo del agua.

Respecto a la observación del punto "IV." cabe indicar que se incluirá en el presupuesto una partida destinada a conservación y mantenimiento de las obras de drenaje tanto del enlace de la AP-46 con la MA-3404 como del enlace de la AP-46 con la MA-20.

## 1.6. CÁLCULOS HIDRÁULICOS

### ENLACE DE LA AP-46 CON LA MA-20

Para calcular las sobrelevaciones que se originan como consecuencia de la implantación de las nuevas obras de drenaje, es necesario comprobar el funcionamiento hidráulico del cauce en una sección del cauce inmediatamente aguas arriba de la obra de drenaje en cuestión. Una vez efectuado este proceso, la sobreelevación se calcula como la diferencia de cota entre la lámina de agua a la entrada de la obra de drenaje y la lámina agua en una sección del cauce inmediatamente aguas arriba de la misma.

Por esta razón se incluyen a continuación las fichas de las comprobaciones hidráulicas tanto de las obras de drenaje como de los cauces aguas arriba de las mismas. Después de estas fichas se incluye una tabla resumen con los principales datos hidráulicos y otra con los valores de las sobreelevaciones producidas en cada una de ellas.



**ODT-R2-1.38**

<b>CAUDAL A DESAGUAR (m³/s)</b>	Q <sub>d</sub>	1.460
---------------------------------	----------------	-------

CUENCA C-1

CARACTERÍSTICAS O. D.		
Sección tipo	MARCO	
Anchura (m)	B	3.00
Altura (m)	H	2.50
Pendiente (m/m)	J	0.1395
Longitud (m)	L	3.750
Rugosidad Manning	n	0.035
Coefficiente de pérdidas a la entrada	Ke	0.20
Número de elementos	1	
Caudal Obra (m³/s)	Q	1.460

VALORES A LA ENTRADA	
Elevación a la entrada H <sub>E</sub> (m)	0.462

RÉGIMEN UNIFORME		
Calado (m)	y <sub>n</sub>	0.163
Área (m²)	A	0.490
Perímetro mojado (m)	P	3.327
Velocidad (m/s)	v	2.978
Energía específica (m)	E	0.615
Nº de Froude	F	2.351
Tipo de régimen	RÁPIDO	

COMPROBACIONES	
CONDUCTO RECTO	Si
SECCIÓN CONSTANTE	Si
L / J	Si
H <sub>E</sub> < 1,2 · D	Si
Calado a la salida (m)	Si

→ CONTROL DE ENTRADA

RÉGIMEN CRÍTICO		
Calado (m)	y <sub>c</sub>	0.289
Área (m²)	A	0.867
Perímetro mojado (m)	P	3.578
Pendiente (m/m)	J <sub>c</sub>	0.0230
Velocidad (m/s)	v	1.684
Energía específica (m)	E	0.434

<b>CAUDAL MÁXIMO (m³/s)</b>	76.665
-----------------------------	--------

Project Description	
Worksheet	<b>Cauce aguas arriba ODT-R2-1.38</b>
Flow Element	Irregular Channel
Method	Manning's Formula
Solve For	Channel Depth
Section Data	
Mannings Coefficient	0.045
Slope	11.7600 %
Water Surface Elevation	161.21 m
Elevation Range	161.00 to 163.00
Discharge	1.4600 m³/s

Comprobación hidráulica del cauce aguas arriba de la ODT-R2-1.38



**O.D.T. R1-0.84**

<b>CAUDAL A DESAGUAR (m³/s)</b>	Q <sub>d</sub>	2.770
---------------------------------	----------------	-------

CUENCA C-3

CARACTERÍSTICAS O. D.		
Sección tipo	TUBO	
Diámetro (m)	D	2.50
Pendiente (m/m)	J	0.0100
Longitud (m)	L	71.260
Rugosidad Manning	n	0.035
Coefficiente de pérdidas a la entrada	Ke	0.50
Número de elementos	1	
Caudal Obra (m³/s)	Q	2.770

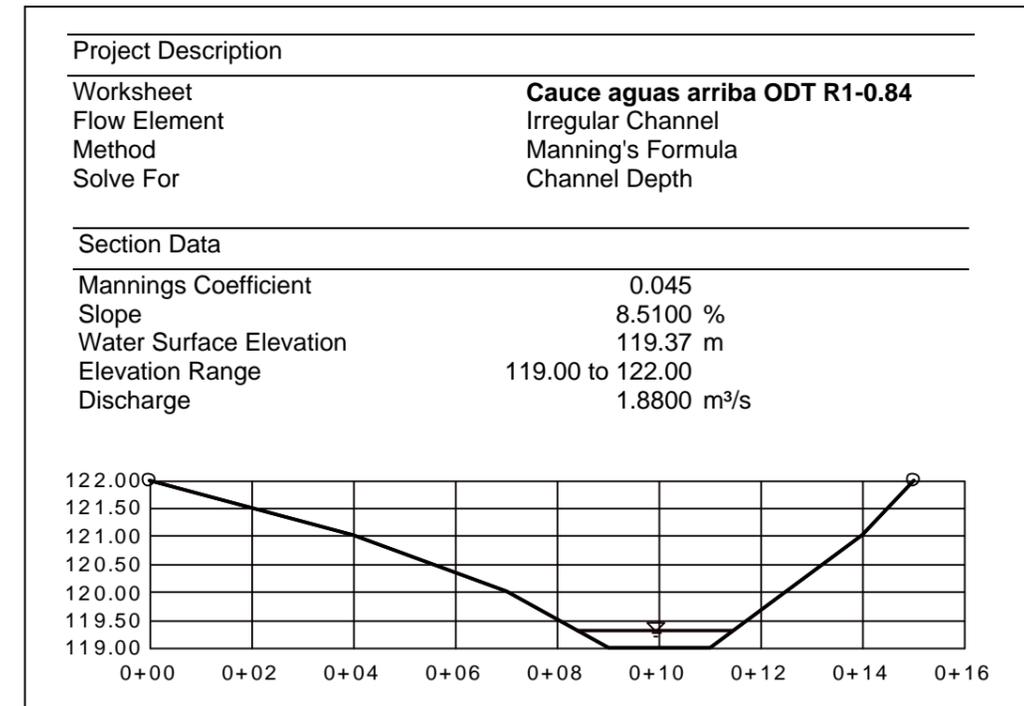
VALORES A LA ENTRADA	
Elevación a la entrada H <sub>E</sub> (m)	0.998

RÉGIMEN UNIFORME		
Calado (m)	y <sub>n</sub>	0.886
Área (m²)	A	1.558
Perímetro mojado (m)	P	3.189
Velocidad (m/s)	v	1.778
Energía específica (m)	E	1.047
Nº de Froude	F	0.719
Tipo de régimen	LENTO	

COMPROBACIONES	
CONDUCTO RECTO	Si
SECCIÓN CONSTANTE	Si
L / J	Si
H <sub>E</sub> < 1,2·D	Si
Calado a la salida	Si

→ CONTROL DE ENTRADA

RÉGIMEN CRÍTICO		
Calado (m)	y <sub>c</sub>	0.739
Área (m²)	A	1.213
Perímetro mojado (m)	P	2.874
Pendiente (m/m)	J <sub>c</sub>	0.0202
Velocidad (m/s)	v	2.284
Energía específica (m)	E	1.005



Comprobación hidráulica del cauce aguas arriba de la ODT-R1-0.84



**O.D.T. R1-0.84**

<b>CAUDAL A DESAGUAR (m³/s)</b>	Q <sub>d</sub>	2.770
---------------------------------	----------------	-------

CUENCA C-3
------------

CARACTERÍSTICAS O. D.		
Sección tipo	TUBO	
Diámetro (m)	D	2.50
Pendiente (m/m)	J	0.0700
Longitud (m)	L	70.780
Rugosidad Manning	n	0.035
Coefficiente de pérdidas a la entrada	Ke	0.50
Número de elementos	1	
Caudal Obra (m³/s)	Q	2.770

VALORES A LA ENTRADA	
Elevación a la entrada H <sub>E</sub> (m)	0.998

RÉGIMEN UNIFORME		
Calado (m)	y <sub>n</sub>	0.539
Área (m²)	A	0.779
Perímetro mojado (m)	P	2.415
Velocidad (m/s)	v	3.557
Energía específica (m)	E	1.184
Nº de Froude	F	2.034
Tipo de régimen	RÁPIDO	

COMPROBACIONES	
CONDUCTO RECTO	Si
SECCIÓN CONSTANTE	Si
L / J	Si
H <sub>E</sub> < 1,2 · D	Si
Calado a la salida	Si

→ CONTROL DE ENTRADA

RÉGIMEN CRÍTICO		
Calado (m)	y <sub>c</sub>	0.739
Área (m²)	A	1.213
Perímetro mojado (m)	P	2.874
Pendiente (m/m)	J <sub>c</sub>	0.0202
Velocidad (m/s)	v	2.284
Energía específica (m)	E	1.005

**ODT-R2-1.00**

<b>CAUDAL A DESAGUAR (m³/s)</b>	Q <sub>d</sub>	0.610
---------------------------------	----------------	-------

CUENCA C-2
------------

CARACTERÍSTICAS O. D.		
Sección tipo	MARCO	
Anchura (m)	B	3.00
Altura (m)	H	2.50
Pendiente (m/m)	J	0.0800
Longitud (m)	L	32.740
Rugosidad Manning	n	0.035
Coefficiente de pérdidas a la entrada	Ke	0.20
Número de elementos	1	
Caudal Obra (m³/s)	Q	0.610

VALORES A LA ENTRADA	
Elevación a la entrada H <sub>E</sub> (m)	0.258

RÉGIMEN UNIFORME		
Calado (m)	y <sub>n</sub>	0.113
Área (m²)	A	0.339
Perímetro mojado (m)	P	3.226
Velocidad (m/s)	v	1.800
Energía específica (m)	E	0.278
Nº de Froude	F	1.709
Tipo de régimen	RÁPIDO	

COMPROBACIONES	
CONDUCTO RECTO	Si
SECCIÓN CONSTANTE	Si
L / J	Si
H <sub>E</sub> < 1,2 · D	Si
Calado a la salida (m)	Si

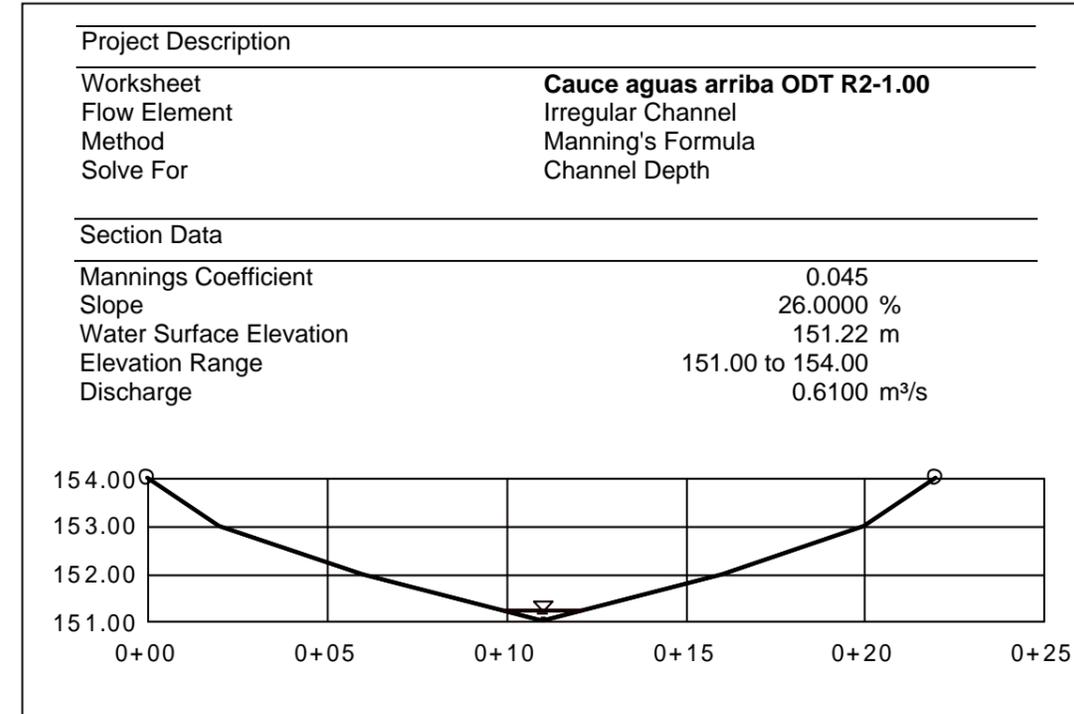
→ CONTROL DE ENTRADA

RÉGIMEN CRÍTICO		
Calado (m)	y <sub>c</sub>	0.162
Área (m²)	A	0.485
Perímetro mojado (m)	P	3.323
Pendiente (m/m)	J <sub>c</sub>	0.0253
Velocidad (m/s)	v	1.259
Energía específica (m)	E	0.242

<b>CAUDAL MÁXIMO (m³/s)</b>	58.057
-----------------------------	--------



ODT-R2-1.00		
CAUDAL A DESAGUAR (m <sup>3</sup> /s)	Q <sub>d</sub>	0.610
CUENCA C-2		
CARACTERÍSTICAS O. D.		
Sección tipo	MARCO	
Anchura (m)	B	3.00
Altura (m)	H	2.50
Pendiente (m/m)	J	0.1392
Longitud (m)	L	17.450
Rugosidad Manning	n	0.035
Coefficiente de pérdidas a la entrada	Ke	0.20
Número de elementos	1	
Caudal Obra (m <sup>3</sup> /s)	Q	0.610
RÉGIMEN UNIFORME		
Calado (m)	y <sub>n</sub>	0.095
Área (m <sup>2</sup> )	A	0.286
Perímetro mojado (m)	P	3.191
Velocidad (m/s)	v	2.134
Energía específica (m)	E	0.327
Nº de Froude	F	2.208
Tipo de régimen	RÁPIDO	
RÉGIMEN CRÍTICO		
Calado (m)	y <sub>c</sub>	0.162
Área (m <sup>2</sup> )	A	0.485
Perímetro mojado (m)	P	3.323
Pendiente (m/m)	J <sub>c</sub>	0.0253
Velocidad (m/s)	v	1.259
Energía específica (m)	E	0.242
CAUDAL MÁXIMO (m <sup>3</sup> /s)	76.582	
VALORES A LA ENTRADA		
Elevación a la entrada H <sub>E</sub> (m)	0.258	
COMPROBACIONES		
CONDUCTO RECTO	Sí	
SECCIÓN CONSTANTE	Sí	
L / J	Sí	
H <sub>E</sub> < 1,2 · D	Sí	
Calado a la salida (m)	Sí	
→ CONTROL DE ENTRADA		



Comprobación hidráulica del cauce aguas arriba de la ODT-R2-1.00



O.D.T. AV-MA20-CA 0.30		
CAUDAL A DESAGUAR (m <sup>3</sup> /s)	Q <sub>d</sub>	1.380
CUENCA C-5		
CARACTERÍSTICAS O. D.		
Sección tipo	TUBO	
Diámetro (m)	D	1.80
Pendiente (m/m)	J	0.0183
Longitud (m)	L	3.100
Rugosidad Manning	n	0.04
Coefficiente de pérdidas a la entrada	K <sub>e</sub>	0.50
Número de elementos	1	
Caudal Obra (m <sup>3</sup> /s)	Q	1.380
RÉGIMEN UNIFORME		
Calado (m)	y <sub>n</sub>	0.642
Área (m <sup>2</sup> )	A	0.815
Perímetro mojado (m)	P	2.304
Velocidad (m/s)	v	1.694
Energía específica (m)	E	0.788
Nº de Froude	F	0.804
Tipo de régimen	LENTO	
RÉGIMEN CRÍTICO		
Calado (m)	y <sub>c</sub>	0.567
Área (m <sup>2</sup> )	A	0.687
Perímetro mojado (m)	P	2.146
Pendiente (m/m)	J <sub>c</sub>	0.0294
Velocidad (m/s)	v	2.008
Energía específica (m)	E	0.773
VALORES A LA ENTRADA		
Elevación a la entrada H <sub>E</sub> (m)	0.751	
COMPROBACIONES		
CONDUCTO RECTO	Sí	
SECCIÓN CONSTANTE	Sí	
L / J	Sí	
H <sub>E</sub> < 1,2-D	Sí	
Calado a la salida	Sí	
➔ CONTROL DE ENTRADA		

- Con carácter general deben funcionar con control de entrada.
- La sobreelevación del nivel de la corriente provocada por la presencia de la ODT será el menor valor de entre los dos siguientes:
  - Cincuenta centímetros (50 cm)
  - La correspondiente a una altura de lámina de agua a la entrada del conducto inferior a uno coma dos veces la altura libre del conducto ( $H_E < 1,2H$ )

En casos excepcionales, con la conformidad de la Administración Hidráulica, se podrá justificar la utilización de criterios distintos a los anteriores.

En este caso las obras de drenaje funcionan con control de entrada, la velocidad es inferior a 6 m/s y la sobreelevación es inferior a 50 cm, por lo que se cumplen todos los condicionantes fijados por la norma 5.2-IC.

A continuación se incluye una tabla con los valores de las sobreelevaciones producidas en las obras de drenaje.

SOBREELEVACIONES O.D.T. ENLACE DE LA AP-46 CON LA MA-20

Situación	CUENCA	Q 500 (m <sup>3</sup> /s)	Tipología	Dimensiones (m)	Pendiente ODT (%)	Velocidad ODT (m/s)	Calado interior (m)	Pendiente cauce (%)	Cota solera entrada O.D.T. (m)	Altura lámina entrada O.D.T. (m)	Cota agua entrada O.D.T. (m)	Cota de agua en el cauce (m)	Sobreelevación (m)
ODT R2-1.38	C-1	1.46	Marco pref.	3.00x2.50	13.95	2.98	0.16	11.76	160.04	0.46	160.50	161.21	---
ODT R2-1.00	C-2	0.61	Marco pref.	3.00x2.50	13.92	2.13	0.10	26.00	150.28	0.26	150.54	151.22	---
ODT R2-1.00	C-2	0.61	Marco pref.	3.00x2.50	8.00	1.80	0.11	26.00	137.96	0.26	138.22	---	---
ODT R1-0.84	C-3	2.77	T.H.A.	2.50	7.00	3.56	0.54	8.51	113.30	1.00	114.30	119.37	---
ODT R1-0.84	C-3	2.77	T.H.A.	2.50	1.00	1.78	0.89	8.51	104.73	1.00	105.73	---	---
ODT AV MA20 CA-0.30	C-5	1.38	T.A.C.	1.80	1.83	1.70	0.64	Entrada en pozo	116.96	0.75	117.71	117.65	0.06

A continuación se incluye una tabla resumen con los principales valores resultantes de las comprobaciones hidráulicas de las obras de drenaje.

RESULTADOS HIDRÁULICOS DE LAS O.D.T. EN EL ENLACE DE LA AP-46 CON LA MA-20

Situación	CUENCA	Q 500 (m <sup>3</sup> /s)	Tipología	Dimensiones (m)	Pendiente (%)	Velocidad (m/s)	Calado interior (m)	Resguardo interior O.D.T. (m)	Velocidad crítica (m/s)	Calado crítico (m)	Hw<1,2H	Sección de control
ODT R2-1.38	C-1	1.46	Marco pref.	3.00   2.50	13.95	2.98	0.16	2.34	1.68	0.29	SI	Entrada
ODT R2-1.00	C-2	0.61	Marco pref.	3.00   2.50	13.92	2.13	0.10	2.41	1.26	0.16	SI	Entrada
ODT R2-1.00	C-2	0.61	Marco pref.	3.00   2.50	8.00	1.80	0.11	2.39	1.26	0.16	SI	Entrada
ODT R1-0.84	C-3	2.77	T.H.A.	2.50	7.00	3.56	0.54	1.96	2.28	0.74	SI	Entrada
ODT R1-0.84	C-3	2.77	T.H.A.	2.50	1.00	1.78	0.89	1.61	2.28	0.74	SI	Entrada
ODT AV MA20 CA-0.30	C-5	1.38	T.A.C.	1.80	1.83	1.70	0.64	1.16	2.01	0.57	SI	Entrada

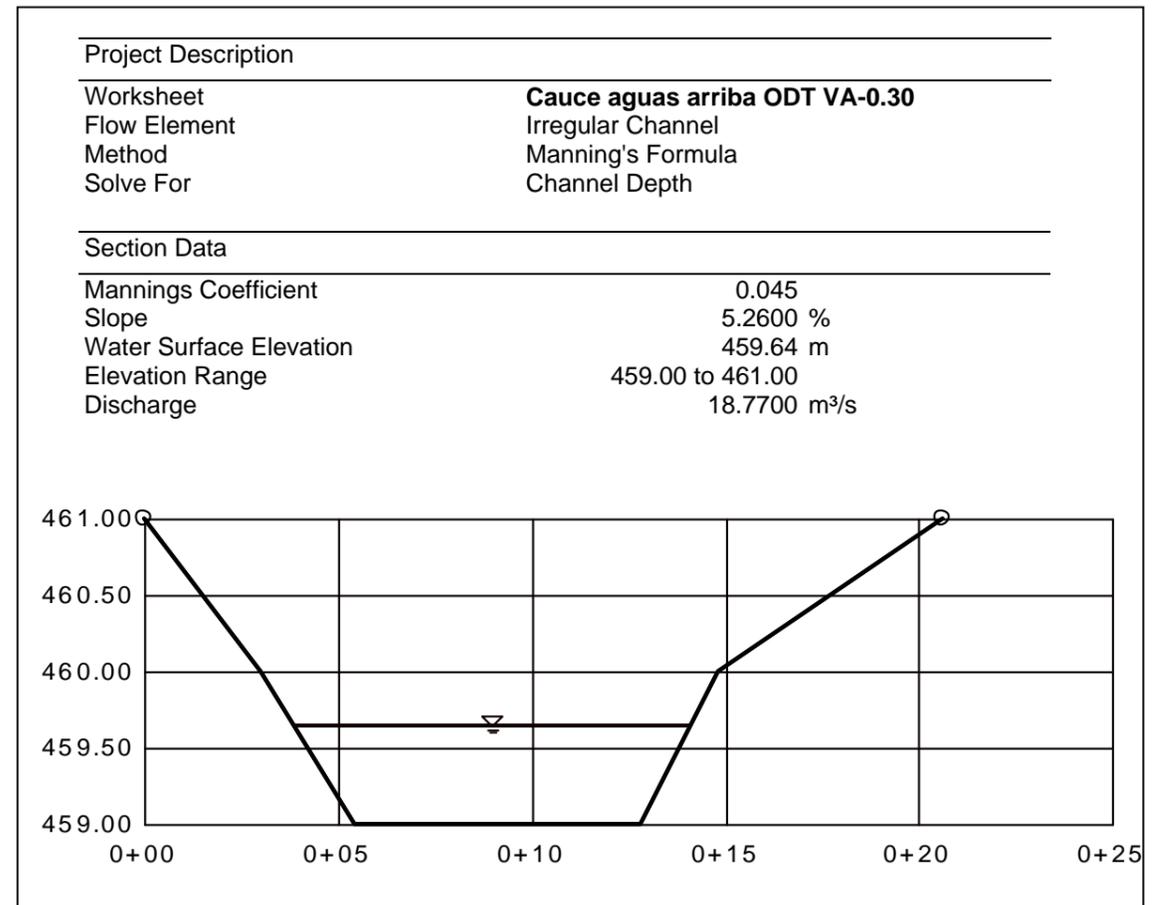
Es necesario aclarar que en el caso de la ODT AV MA20 CA-0.30, al tener la entrada en pozo, no existe sobreelevación puesto que la cota de la lámina de agua del cauce siempre va a ser superior a la cota de la lámina de agua a la entrada de la obra (por ello no se ha incluido la ficha de la comprobación hidráulica del cauce en una sección inmediatamente aguas arriba de la ODT proyectada). En este caso, se ha considerado como sobreelevación la diferencia entre la altura de la lámina de agua de la obra de drenaje existente respecto a la de la obra proyectada.

Según la norma 5.2-IC "Drenaje superficial" de 2016, las ODT se deben proyectar para cumplir las siguientes condiciones relativas al caudal de proyecto:

**ENLACE DE LA AP-46 CON LA MA-3404**

A continuación se incluye la comprobación hidráulica de la obra de drenaje y la del cauce aguas arriba de la misma.

ODT VA-0.30		
<b>CAUDAL A DESAGUAR (m³/s)</b>	Q <sub>d</sub>	18.770
		CUENCA Arroyo del Tío Lucas
<b>CARACTERÍSTICAS O. D.</b>		
Sección tipo	MARCO	
Anchura (m)	B	3.00
Altura (m)	H	2.50
Pendiente (m/m)	J	0.0458
Longitud (m)	L	59.780
Rugosidad Manning	n	0.035
Coefficiente de pérdidas a la entrada	Ke	0.20
Número de elementos	1	
Caudal Obra (m³/s)	Q	18.770
<b>RÉGIMEN UNIFORME</b>		
Calado (m)	y <sub>n</sub>	1.302
Área (m²)	A	3.905
Perímetro mojado (m)	P	5.603
Velocidad (m/s)	v	4.806
Energía específica (m)	E	2.479
Nº de Froude	F	1.345
Tipo de régimen	RÁPIDO	
<b>RÉGIMEN CRÍTICO</b>		
Calado (m)	y <sub>c</sub>	1.586
Área (m²)	A	4.758
Perímetro mojado (m)	P	6.172
Pendiente (m/m)	J <sub>c</sub>	0.0270
Velocidad (m/s)	v	3.945
Energía específica (m)	E	2.379
<b>CAUDAL MÁXIMO (m³/s)</b>	43.928	
<b>VALORES A LA ENTRADA</b>		
Elevación a la entrada H <sub>E</sub> (m)	2.538	
<b>COMPROBACIONES</b>		
CONDUCTO RECTO	Sí	
SECCIÓN CONSTANTE	Sí	
L / J	Sí	
H <sub>E</sub> < 1,2 · D	Sí	
Calado a la salida (m)	Sí	
<b>CONTROL DE ENTRADA</b>		
v < 6 m/s	Sí	
J >= J <sub>c</sub>	Sí	
J <= 7%	Sí	



Comprobación hidráulica del cauce aguas arriba de la ODT-VA-0.30

A continuación se incluye una tabla con los principales valores resultantes de las comprobaciones hidráulicas de la obra de drenaje.

RESULTADOS HIDRÁULICOS O.D.T. ENLACE DE LA AP-46 CON LA MA-3404

Situación	Q 500 (m³/s)	Tipología	Ancho (m)	Alto (m)	Pendiente (%)	Velocidad (m/s)	Calado interior (m/s)	Resguardo interior O.D.T. (m)	Velocidad crítica (m/s)	Calado crítico (m)	Hw < 1,2H	Sección de control
O.D.T. VA-0.30	18.77	Marco pref.	3.00	2.50	4.58	4.81	1.30	2.54	3.95	1.59	Si	Entrada

Según la norma 5.2-IC "Drenaje superficial" de 2016, las ODT se deben proyectar para cumplir las siguientes condiciones relativas al caudal de proyecto:

- Con carácter general deben funcionar con control de entrada.
- La sobreelevación del nivel de la corriente provocada por la presencia de la ODT será el menor valor de entre los dos siguientes:
  - Cincuenta centímetros (50 cm)
  - La correspondiente a una altura de lámina de agua a la entrada del conducto inferior a uno coma dos veces la altura libre del conducto ( $H_E < 1,2H$ )

En casos excepcionales, con la conformidad de la Administración Hidráulica, se podrá justificar la utilización de criterios distintos a los anteriores.

En este caso la obra de drenaje funciona con control de entrada, la velocidad es inferior a 6 m/s y la sobreelevación es inferior a 50 cm, por lo que se cumplen todos los condicionantes fijados por la norma 5.2-IC.

A continuación se incluye una tabla con los valores de la sobreelevación producida.

SOBREELEVACIONES O.D.T. ENLACE DE LA AP-46 CON LA MA-3404

Situación	Q 500 (m³/s)	Tipología	Ancho (m)	Alto (m)	Pendiente (%)	Cota solera entrada O.D.T. (m)	Altura lámina entrada O.D.T. (m)	Cota agua entrada O.D.T. (m)	Cota de agua en el cauce (m)	Sobreelevación (m)
O.D.T. VA-0.30	18.77	Marco pref.	3.00	2.50	4.58	457.46	2.54	460.00	459.64	0.36

### 1.7. ESCOLLERA DE PROTECCIÓN DE TALUDES. DIMENSIONAMIENTO

Tanto la ODT R1-0.84 ubicada en el Enlace de la AP-46 con la MA-20, como la ODT VA-0.30 dispuesta en el Enlace de la AP-46 con la MA-3404, desagúan directamente sobre el terreno natural. Para evitar que los efectos de la circulación del agua puedan dañar los taludes adyacentes al cauce aguas abajo de dichas ODT, se ha previsto proteger dichos taludes con escollera, dejando el lecho del cauce sin revestir.

En dicho apartado se van a determinar tanto el tamaño como el espesor de la escollera de protección proyectada en los taludes del cauce aguas abajo de la ODT R1-0.84 y de la ODT VA-0.30.

La sección del cauce aguas abajo de la ODT R1-0.84, se puede aproximar a una sección trapecial, en la que la base del lecho natural se puede considerar con un ancho de unos dos metros, teniendo los taludes una inclinación 3H:2V tanto en el Ramal 2 como en el lado opuesto, con una profundidad aproximada de 0,75 metros. Las pendientes medias del cauce tienen valores que oscilan entre el 2% (primer tramo del cauce que va desde la embocadura de salida de la ODT R1-0.84 hasta la sección BB' que figura en el perfil longitudinal de dicha obra) y el 19% (segundo tramo del cauce que va desde la sección BB' hasta el final)

Con estos datos, y aplicando la ecuación de Manning, se obtienen los siguientes resultados en dicho cauce:

ENLACE AP-46 CON MA-20									
Situación	Caudal [m³/s]	Pendiente [%]	Manning n	Superficie mojada [m²]	Perímetro mojado [m]	Velocidad [m/s]	Calado [m]	Calado medio [m]	Radio hidráulico [m]
Cauce aguas abajo de la ODT R1-0.84	2,77	2,00	0,045	1.60	3.87	1.74	0.58	0.45	0.41
		19,00	0,045	0.70	2.98	3.79	0.31	0.26	0.23

La sección del cauce aguas abajo de la ODT VA-0.30, se puede aproximar a una sección trapecial, en la que la base del lecho natural se puede considerar con un ancho de tres metros, teniendo los taludes una inclinación 3H:2V tanto en el Vial de Acceso como en el lado opuesto, con una profundidad aproximada de 1,25 metros. La pendiente media del cauce es del 5%.

Con estos datos, y aplicando la ecuación de Manning, se obtienen los siguientes resultados en dicho cauce:

ENLACE AP-46 CON MA-3404									
Situación	Caudal [m³/s]	Pendiente [%]	Manning n	Superficie mojada [m²]	Perímetro mojado [m]	Velocidad [m/s]	Calado [m]	Calado medio [m]	Radio hidráulico [m]
Cauce aguas abajo de la ODT VA-0.30	18.77	5.00	0,045	4.80	6.77	3.94	1.04	0.775	0.71

El tamaño de los elementos de escollera debe ser tal, que la corriente sea incapaz de arrastrarlos.

Para la justificación del tipo de escollera a proyectar se ha utilizado la fórmula propuesta por Maynard et al. (1987) que se contrastará con la formulación incluida en la publicación "Control de la erosión fluvial en puentes" del antiguo MOPU, tomando finalmente los valores más desfavorables de entre ambas metodologías.

#### Formulación propuesta por Maynard

La fórmula de Maynard permite realizar una estimación del diámetro característico de la escollera con el objeto de que no sufra arrastre. La fórmula es válida para elementos con continuidad longitudinal y del lado de la seguridad para protecciones continuas o mantos continuos. Contempla el mecanismo de fallo por arrastre de la escollera por el flujo. Dicha fórmula tiene la siguiente expresión general:

$$\frac{D_{30}}{y} = 1,2 \times 0,3 \times \left[ \left( \frac{\gamma}{\gamma_s - \gamma} \right)^{\frac{1}{2}} \times \frac{v}{\sqrt{g \times y}} \right]^{2,5}$$

Siendo:

- $D_{30}$  = diámetro de la escollera para el que el 30% de la muestra (en peso) es inferior (m)
- $y$  = calado medio en la sección sobre la escollera (m)
- $\gamma$  = peso específico del agua (kN/m³)

-  $\gamma_s$  = peso específico de la escollera (kN/m³)

-  $v$  = velocidad media en la sección sobre la escollera (m/s)

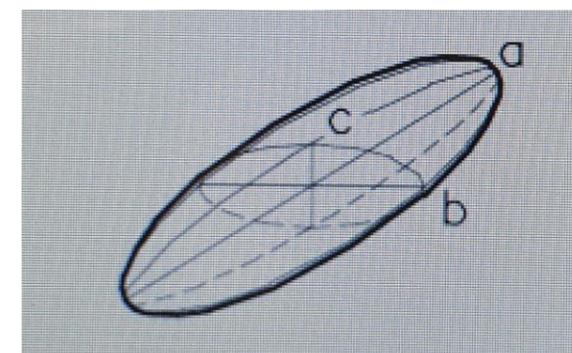
-  $g$  = aceleración de la gravedad (9,81 m/s²)

El coeficiente de valor 1,2 se corresponde con el factor de seguridad del diseño y el coeficiente de valor 0,3 se corresponde con la condición de inicio de movimiento de las partículas.

Teniendo en cuenta los resultados de las comprobaciones hidráulicas de los cauces, la fórmula de Maynard arroja los siguientes valores de  $D_{30}$ :

	Peso específico del agua $\gamma$ [kN/m³]	Peso específico de la escollera $\gamma_s$ [kN/m³]	Aceleración de la gravedad $g$ [m/s²]	Pendiente [%]	Calado $y$ [m]	Velocidad del agua $v$ [m/s]	Diámetro de la escollera $D_{30}$ [m]
Cauce aguas abajo de la ODT R1-0.84	1	2.65	9.81	2.00	0.45	1.74	0.054
	1	2.65	9.81	19.00	0.26	3.79	0.434
Cauce aguas abajo de la ODT VA-0.30	1	2.65	9.81	5.00	0.78	3.94	0.364

La forma de la escollera es un factor importante a tener en cuenta en su dimensionamiento, por lo que para obtener el peso característico "P" asociado al tamaño de escollera  $D_{30}$  se puede aproximar la forma de la misma a un elipsoide, intentando evitar siempre los elementos planos. Un criterio es que el índice de planaridad  $(a+b)/2c$ , siendo  $a$ ,  $b$  y  $c$  los tres ejes del elipsoide, debe ser menor o igual que 2.



$$\frac{a+b}{2 \cdot c} \leq 2$$

Siendo:

$(a + b)/(2c) =$  índice de planaridad,

a = eje mayor del elipsoide,

b y c = ejes menores, siendo  $c < b$ , y por lo tanto "b" es la dimensión del elemento de escollera que determina el paso por el tamiz.

Si consideramos que  $b = 0,54$  m,  $a = (3/2) \cdot b = 0,81$  m y  $c = (5/8) \cdot b = 0,34$  m, el índice de planaridad es de 1,98 por lo que no supera el valor de 2.

Así pues, el volumen del elipsoide sería:

$$V = \frac{4}{3} \times \pi \times \left(\frac{a}{2}\right) \times \left(\frac{b}{2}\right) \times \left(\frac{c}{2}\right)$$

Y el peso característico del tamaño  $D_{30}$  sería:

$$P = V \times \gamma_s$$

En la siguiente tabla se incluyen los valores tanto del volumen como del peso característico  $D_{30}$ .

	Diámetro de la escollera D30 [m]	Eje mayor del escollo a [m]	Eje intermedio del escollo b [m]	Eje menor del escollo c [m]	Volumen del escollo V [m³]	Peso característico D30 P [kg]
Cauce aguas abajo de la ODT R1-0.84	0.054	0.081	0.054	0.034	0.00008	0.207
	0.434	0.651	0.434	0.271	0.04007	106.197
Cauce aguas abajo de la ODT VA-0.30	0.364	0.546	0.364	0.228	0.02370	62.812

En función de los resultados obtenidos, con esta metodología se debería adoptar una escollera de 100 kg de peso mínimo para el primer tramo del cauce aguas abajo de la ODT R1-0.84 y para el cauce aguas abajo de la ODT VA-0.30. Para el segundo tramo de la ODT R1-0.84 debe ser escollera de 200 kg.

En cuanto al espesor, para garantizar el correcto funcionamiento de la escollera se recomienda que esté compuesta por dos capas, por lo que si adoptamos una escollera de 100 kg, el diámetro medio de los escollos sería de unos 0,42 m, lo que implica que el espesor de la protección de escollera debe ser de al menos 0,84 m y para la de 200 kg el diámetro aproximado es de 0,52 m y un espesor de 1,10 m.

#### Formulación de la publicación "Control de la erosión fluvial en puentes"

El tamaño de los elementos de escollera debe ser tal, que la corriente sea incapaz de arrastrarlos.

La condición de comienzo de arrastre del material del lecho en un tramo normal puede expresarse con la fórmula:

$$\frac{V_o}{\sqrt{\frac{\gamma_s - \gamma}{\gamma} \cdot g \cdot d}} = 1,5 \cdot K \cdot \left[\frac{R}{d}\right]^{1/6}$$

donde:

- $V_o$  = velocidad media de comienzo de arrastre en la vertical del punto. Se obtiene de la modelización.
- R = radio hidráulico, igual a la sección mojada dividida por el perímetro mojado. Se obtiene de la modelización.
- K = factor adimensional.
- d = diámetro de la esfera de igual volumen que el elemento representativo del material del fondo.
- $\gamma_s$  = peso específico del material.
- $\gamma$  = peso específico del fluido.
- g = aceleración de la gravedad.
- K = factor adimensional (se ha considerado 0,85).

Sustituyéndose todos estos valores tenemos lo siguiente:

	Vo [m/s]	R [m]	K	ys [t/m³]	γ [t/m³]	d [m]	Volumen escollera [m³]	Peso escollera [kg]
Cauce aguas abajo de la ODT R1-0.84	1.74	0.41	1.00	2.65	1.00	0.04	0.00003	0.07
	3.79	0.24	1.00	2.65	1.00	0.51	0.06985	185.09
Cauce aguas abajo de la ODT VA-0.30	3.94	0.71	1.00	2.65	1.00	0.33	0.01886	49.98

Para que los mantos de escollera puedan considerarse protecciones, es preciso que consten al menos de dos capas.

Se propone, con un cierto coeficiente de seguridad que supla los reajustes y deficiencias derivadas de los desplazamientos del manto, un valor para el espesor de las capas de escollera ( $\epsilon_0$ ) igual a dos veces el diámetro de la esfera equivalente ( $\epsilon_0 = 2d$ ).

Pero los elementos de escollera disponibles no tendrán todos la misma dimensión, sino que presentarán una curva granulométrica más o menos abierta. Los elementos más ligeros corren teóricamente el riesgo de ser arrastrados, pero ello no quiere decir que hayan de rechazarse todos, pues sería poco económico y una parte quedará sujeta o protegida por las piedras más gruesas. Es preferible admitir una cierta cantidad de ellos, tomando la precaución complementaria de aumentar el espesor antes calculado, para compensar las pérdidas de material, según la siguiente fórmula:

$$\epsilon_0 = \epsilon_o \cdot \left[ 1 + \frac{c}{100} \right]$$

siendo c el tanto por ciento de elementos con peso inferior al de cálculo P.

De esta forma el espesor mínimo para la escollera de 100 kg será el siguiente:

$$\epsilon_0 = 2 \cdot d = 2 \cdot 0,42 = 0,84 \text{ m.}$$

Suponiendo que existe un 30% de elementos con peso inferior al de cálculo, se compensa aumentando el espesor:

$$\epsilon_o = \epsilon_o \cdot \left[ 1 + \frac{c}{100} \right] = 0,84 \cdot [1 + 30/100] = 1,092 \text{ m.}$$

Para una escollera de 200 kg el diámetro medio de los escollos sería de unos 0,52 m

El espesor de los mantos será el siguiente:

$$\epsilon_0 = 2 \cdot d = 2 \cdot 0,52 = 1,04 \text{ m.}$$

Suponiendo que existe un 30% de elementos con peso inferior al de cálculo, se compensa aumentando el espesor:

$$\epsilon_o = \epsilon_o \cdot \left[ 1 + \frac{c}{100} \right] = 1,04 \cdot [1 + 30/100] = 1,352 \text{ m.}$$

En función de los resultados obtenidos mediante las dos metodologías, **se adopta finalmente una protección de escollera de 100 kg** de peso mínimo para el primer tramo de la ODT R1-0.84 y para el cauce aguas debajo de la ODT VA-0.30 (aproximadamente  $d=0,42$  m). Para el segundo tramo de la ODT R1-0.84 se adopta una protección de **escollera de 200 kg** (aproximadamente  $d=0,52$  m).

**Los espesores** finalmente adoptados son los mayores obtenidos mediante las dos metodologías, es decir **1,10 m para la escollera de 100 kg** y de **1,40 m para la escollera de 200 kg**.

La escollera necesita un filtro para impedir la migración y pérdida de material del sustrato bajo la acción hidrodinámica (o del agua intersticial). La pérdida del sustrato puede implicar que la escollera podría hundirse, perdiendo así su utilidad. Por consiguiente, y para evitarlo, se proyecta bajo la escollera un geotextil de cara a garantizar un correcto funcionamiento de la protección de escollera.

## 1.8. ESTUDIO DE EROSIONES Y ATERRAMIENTOS EN LAS ODT

### 1.8.1. Estudio de erosiones

Según la norma 5.2-IC "Drenaje superficial" de 2016 las protecciones frente a la erosión localizada pueden proyectarse en función de la velocidad a la salida de las ODT para la velocidad de proyecto, o estimarse mediante procedimientos simplificados a partir de las características del flujo en la ODT.

Teniendo en cuenta por un lado las características orográficas de la zona, por otro las visitas de campo realizadas y por otro las velocidades del agua resultantes de las comprobaciones hidráulicas, se deduce lo siguiente:

-Que las pendientes del terreno y los materiales permotriasicos (enlace AP-46 con MA-20) y los depósitos cuaternarios coluvio-aluviales (Enlace AP-46 con MA3404) propician que se puedan producir erosiones tanto a la salida como a la entrada de las obras de drenaje, salvo en la ODT R2-1.38 donde los materiales son rocosos y por consiguiente menos erosionables.

-Que en el interior de las obras de drenaje existentes no se aprecian síntomas de haberse producido erosión en algún momento.

-Que en el interior de las obras de drenaje proyectadas no se prevé que se puedan producir erosiones ya que las velocidades resultantes son admisibles para el hormigón.

Por todo ello se ha decidido proyectar una protección de escollera tanto en la entrada como en la salida de todas las obras de drenaje salvo en la ODT R2-1.38.

Para el cálculo de las protecciones de escollera en la embocadura de entrada se ha considerado una sección del cauce inmediatamente aguas arriba de dicha embocadura. Para la embocadura de salida no se ha considerado la sección de la propia ODT sino una sección de la propia embocadura e inmediatamente anterior al cauce.

Con estas premisas los principales valores hidráulicos a tener en cuenta en el dimensionamiento de la escollera son los siguientes:

Situación	Q 500 (m³/s)	Pendiente [%]	Manning n	Superficie mojada [m²]	Perímetro mojado [m]	Velocidad [m/s]	Calado medio [m]	Radio hidráulico [m]
<b>ENLACE AP-46 CON MA-20</b>								
Aguas arriba ODT R2-1.00	0.61	26	0.045	0.20	2.33	2.56	0.17	0.09
Aguas abajo ODT R2-1.00	0.61	8	0.035	0.40	5.26	1.48	0.08	0.08
Aguas arriba ODT R1-0.84	2.77	8.51	0.045	0.80	3.21	2.48	0.25	0.25
Aguas abajo ODT R1-0.84	2.77	1	0.035	1.40	4.18	1.56	0.53	0.33
<b>ENLACE AP-46 CON MA-3404</b>								
Aguas arriba ODT VA-0.30	18.77	5.26	0.045	5.60	10.47	3.36	0.55	0.53
Aguas abajo ODT VA-0.30	18.77	4.58	0.035	4.10	6.39	4.56	0.89	0.64

La metodología de cálculo ha sido la misma que la utilizada en el apartado 1.7. "Escollera de protección de taludes. Dimensionamiento".

#### Formulación propuesta por Maynard

En las siguientes tablas se incluyen las características de la escollera necesaria (diámetro, volumen y peso característico de los escollos) en función del calado y velocidad que se producen tanto en el cauce (protección aguas arriba de las ODT) como en el interior de las obras de drenaje (protección aguas abajo de las ODT).



	Peso específico del agua γ [kN/m³]	Peso específico de la escollera γs [kN/m³]	Aceleración de la gravedad g [m/s²]	Pendiente [%]	Calado y [m]	Velocidad del agua v [m/s]	Diámetro de la escollera D30 [m]
<b>ENLACE AP-46 CON MA-20</b>							
Aguas abajo ODT R2-1.00	1	2.65	9.81	8.000	0.080	1.480	0.056
Aguas arriba ODT R2-1.00	1	2.65	9.81	26.000	0.170	2.560	0.181
Aguas arriba ODT R1-0.84	1	2.65	9.81	8.510	0.250	2.480	0.152
Aguas abajo ODT R1-0.84	1	2.65	9.81	1.000	0.530	1.560	0.040
<b>ENLACE AP-46 CON MA-3404</b>							
Aguas arriba ODT VA-0.30	1	2.65	9.81	5.100	0.550	3.360	0.266
Aguas abajo ODT VA-0.30	1	2.65	9.81	4.580	0.890	4.560	0.507

	Diámetro de la escollera D30 [m]	Eje mayor del escollo a [m]	Eje intermedio del escollo b [m]	Eje menor del escollo c [m]	Volumen del escollo V [m³]	Peso característico D30 P [kg]
<b>ENLACE AP-46 CON MA-20</b>						
Aguas abajo ODT R2-1.00	0.056	0.083	0.056	0.035	0.00008	0.223
Aguas arriba ODT R2-1.00	0.181	0.272	0.181	0.113	0.00291	7.723
Aguas arriba ODT R1-0.84	0.152	0.228	0.152	0.095	0.00172	4.558
Aguas abajo ODT R1-0.84	0.040	0.059	0.040	0.025	0.00003	0.080
<b>ENLACE AP-46 CON MA-3404</b>						
Aguas arriba ODT VA-0.30	0.266	0.40	0.27	0.17	0.00929	24.61
Aguas abajo ODT VA-0.30	0.507	0.76	0.51	0.32	0.06394	169.43

En función de los resultados obtenidos, la protección de escollera a disponer en la entrada y salida de estas ODT es la siguiente:

**ESCOLLERA DE PROTECCIÓN DE 100 KG DE PESO:**

- ODT R2-1.00 (entrada y salida)
- ODT R1-0.84 (entrada y salida)
- ODT VA-0.30 (entrada)

**ESCOLLERA DE PROTECCIÓN DE 200 KG DE PESO:**

- ODT VA-0.30 (salida)

En cuanto al espesor, para garantizar el correcto funcionamiento de la escollera se recomienda que esté compuesta por dos capas, por lo que para una escollera de 100 kg de peso, el diámetro medio de los escollos sería de unos 0,4m, lo que implica que el espesor de la protección de escollera debe ser de al menos 0,8m. Para la escollera de 200 kg de peso el diámetro medio de los escollos sería de unos 0,5 m, lo que implica que el espesor de la protección de escollera debe ser de al menos 1,00 m. Así pues el espesor total de todas las protecciones de escollera en estas ODT es de 1,00 m.

**Formulación de la publicación "Control de la erosión fluvial en puentes"**

Mediante esta formulación se obtienen los siguientes resultados:

	Vo [m/s]	R [m]	K	γs [t/m³]	γ [t/m³]	d [m]	Volumen escollera [m³]	Peso escollera [kg]
<b>ENLACE AP-46 CON MA-20</b>								
Aguas abajo ODT R2-1.00	1.48	0.08	1.00	2.65	1.00	0.05	0.00008	0.21
Aguas arriba ODT R2-1.00	2.56	0.09	1.00	2.65	1.00	0.26	0.00923	24.47
Aguas arriba ODT R1-0.84	2.79	0.29	1.00	2.65	1.00	0.19	0.00332	8.80
Aguas abajo ODT R1-0.84	1.56	0.41	1.00	2.65	1.00	0.03	0.00001	0.03
<b>ENLACE AP-46 CON MA-3404</b>								
Aguas arriba ODT VA-0.30	3.36	0.54	1.00	2.65	1.00	0.24	0.00688	18.23
Aguas abajo ODT VA-0.30	4.56	0.64	1.00	2.65	1.00	0.54	0.08211	217.59

En función de los resultados obtenidos en ambas metodologías, la protección de escollera a disponer en la entrada y salida de estas ODT es la siguiente:

#### ESCOLLERA DE PROTECCIÓN DE 100 KG DE PESO:

- ODT R2-1.00 (entrada y salida)
- ODT R1-0.84 (entrada y salida)
- ODT VA-0.30 (entrada)

#### ESCOLLERA DE PROTECCIÓN DE 300 KG DE PESO:

- ODT VA-0.30 (salida)

Así pues para una escollera de 100 kg el diámetro medio de los escollos sería de unos 0,40 m y para una escollera de 300 kg sería de 0.60 m

El espesor de los mantos será el siguiente:

$$\varepsilon_o = 2 \cdot d = 2 \cdot 0,42 = 0,84 \text{ m.}$$

$$\varepsilon_o = 2 \cdot d = 2 \cdot 0,60 = 1,20 \text{ m.}$$

Suponiendo que existe un 30% de elementos con peso inferior al de cálculo, se compensa aumentando el espesor:

$$\varepsilon_o = \varepsilon_o \cdot \left[ 1 + \frac{c}{100} \right] = 0,84 \cdot [1 + 30/100] = 1,092 \text{ m.}$$

$$\varepsilon_o = \varepsilon_o \cdot \left[ 1 + \frac{c}{100} \right] = 1,20 \cdot [1 + 30/100] = 1,56 \text{ m.}$$

En función de los resultados obtenidos mediante las dos metodologías las protecciones de escollera a proyectar son finalmente las correspondientes a esta última metodología, siendo los **espesores finales adoptados de 1,10 m para la escollera de 100 kg y de 1,60 m para la escollera de 300 kg.**

Así pues las protecciones de escollera a disponer tanto en la entrada como en la salida de estas ODT, se ubicarán delante de la puntera de las embocaduras en toda su longitud, con un espesor de 1,10 m o 1,60 m y con una anchura de dos metros.

La escollera necesita un filtro para impedir la migración y pérdida de material del sustrato bajo la acción hidrodinámica (o del agua intersticial). La pérdida del sustrato puede implicar que la escollera podría hundirse, perdiendo así su utilidad. Por consiguiente, y para evitarlo, se proyecta bajo la escollera un geotextil de cara a garantizar un correcto funcionamiento de la protección de escollera.

#### 1.8.2. Estudio de aterramientos

Según la norma 5.2-IC "Drenaje superficial", en general las ODT que respetan la cota, pendiente del cauce y orden de magnitud de su anchura para avenidas cuyo período de retorno no supere los diez años ( $T \leq 10$  años), no suelen presentar problemas de aterramiento. Debe tenerse en cuenta que cuando el conducto tenga la solera deprimida el cauce tenderá a restituir la rasante original de su lecho.

En perfiles de escasa pendiente podrá estimarse el riesgo de aterramiento por medio del parámetro i:

$$i = \frac{L}{H} \times (J_0 \sqrt{b/B} - j)$$

donde:

L = Longitud del conducto

H = Altura del conducto

j = Pendiente del conducto

J<sub>0</sub> = Pendiente del cauce

B = Anchura del conducto. En el caso de sección circular se tomará el diámetro

b = Se tomará el mayor valor de entre B y la anchura del cauce natural

Si  $i < 0,1$  se puede considerar que el riesgo de aterramiento es bajo.

Teniendo en cuenta que la implantación en alzado de las obras de drenaje se ha ajustado al terreno natural (tal y como se puede observar en los perfiles longitudinales de las ODT), se han respetado en todo momento tanto las cotas como

las pendientes de los cauces, así como el orden de magnitud de su anchura, ya que se han proyectado unas embocaduras con un ancho mayor al que tienen los cauces para la avenida correspondiente a los 5 años de periodo de retorno de cara a evitar estrechamientos de sección, mejorando de esta manera el funcionamiento hidráulico.

En la siguiente tabla se incluyen los valores de las velocidades, pendientes, ancho de las embocaduras de entrada de las ODT y los anchos de los cauces para un periodo de retorno de 5 años.

Situación	Tipología	Dimensiones (m)		Pendiente (%)	Velocidad (m/s)	Anchura embocadura entrada (m)	Anchura del cauce (m)
<b>ENLACE AP-46 CON LA MA-20</b>							
ODT R2-1.38	Marco	3.00	2.50	13.95	2.98	10.29	3.05
ODT R2-1.00	Marco	3.00	2.50	13.92	2.13	6.38	1.19
ODT R2-1.00	Marco	3.00	2.50	8.00	1.80	6.38	1.19
ODT R1-0.84	T.H.A.	2.50		7.00	3.56	11.22	2.52
ODT R1-0.84	T.H.A.	2.50		1.00	1.78	11.22	2.52
ODT AV MA20 CA-0.30	T.A.C.	1.80		1.83	1.70	1.80	1.80
<b>ENLACE AP-46 CON LA MA-3404</b>							
ODT VA-0.30	Marco	3.00	2.50	4.58	4.81	9.48	8.13

Así pues, teniendo en cuenta los valores adoptados para las pendientes y los valores resultantes de las velocidades en el interior de las obras de drenaje, y la anchura de las embocaduras de entrada, se puede afirmar que las obras de drenaje no presentarán problemas de aterramientos. Es importante matizar también que en el interior de las obras de drenaje existentes no se aprecian síntomas de haberse producido aterramientos en ningún momento.

De cualquier forma las obras de drenaje transversal se han dimensionado con unos coeficientes de rugosidad de Manning muy altos (0,035) y con unos resguardos en el interior de los conductos que oscilan entre 1,16 y 2,98 m, por lo que están lo suficientemente sobredimensionadas como para seguir funcionando correctamente a pesar de que estuvieran algo aterradas.

## 1.9. CAUCE DEL ARROYO DEL CUARTO

En la zona del enlace de la AP-46 con la MA-20 a la altura del P.K. 1+200 se ha proyectado la ampliación de la estructura existente, para dar continuidad al Ramal 1 y al Ramal 2 así como al propio cauce del arroyo del Cuarto.

Después de varios ajustes tanto de trazado como de la implantación de dichas estructuras, se han aumentado finalmente la separación entre las pilas de estas, de cara a que dichas pilas no afecten a la llanura de inundación de la avenida de los 500 años. Para ello se ha utilizado la modelización hidráulica realizada en el "Proyecto de Construcción de la Nueva Ronda de Circunvalación Oeste de Málaga. Conexión carretera C-3310 - Autovía del Mediterráneo A-7" (Redactado por PROSER-NARVAL para el Ministerio de Fomento en julio de 2006; Clave 43-MA-4280).

Es importante resaltar que las pilas de estos dos nuevos viaductos se cimientan mediante zapatas, mientras que 3 de los 4 estribos son cimentados mediante pilotes.

De dicho proyecto se obtiene también el caudal de referencia para realizar las comprobaciones hidráulicas. Para el cálculo de los caudales se utilizó la metodología de la Instrucción 5.2-IC "Drenaje superficial", obteniendo los siguientes resultados para la cuenca 4.21 que es la correspondiente al arroyo del Cuarto:



Tabla 81: Caudales de referencia (m<sup>3</sup>/s) según la instrucción 5.2-IC

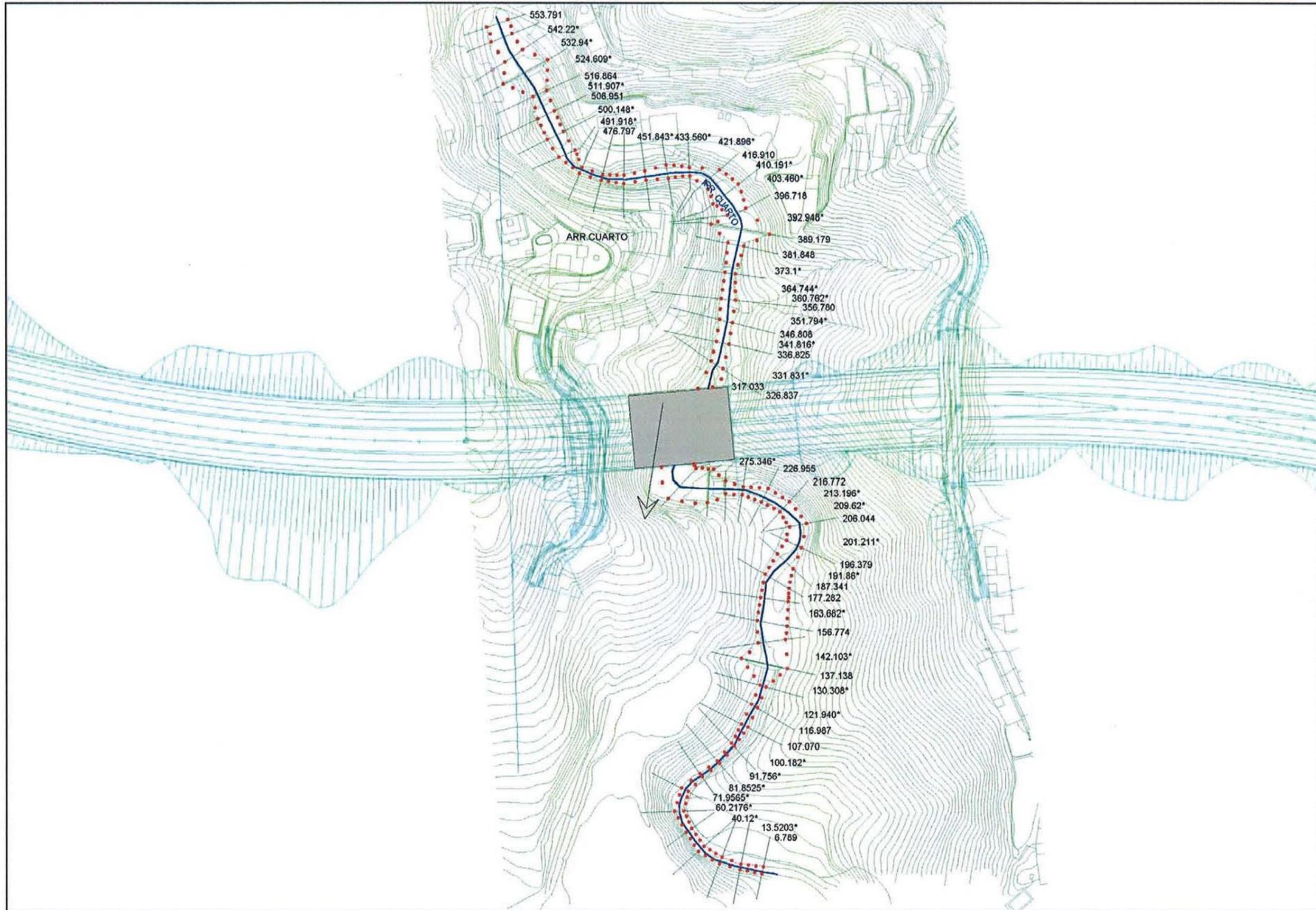
Cuenca	Periodo de retorno								
	2	5	10	25	50	100	200	500	1000
4.1	2,36	4,98	7,34	10,96	14,16	17,57	21,48	27,08	31,49
4.2	0,54	1,15	1,69	2,49	3,24	3,98	4,89	6,11	7,10
4.3	0,18	0,37	0,55	0,80	1,05	1,29	1,58	1,98	2,28
4.4	0,51	1,06	1,54	2,23	2,85	3,54	4,32	5,29	6,13
4.5	0,84	1,78	2,62	3,93	5,08	6,28	7,68	9,87	11,28
4.6	0,31	0,68	1,02	1,57	2,05	2,55	3,10	3,98	4,67
4.7	0,04	0,09	0,13	0,19	0,25	0,30	0,36	0,46	0,53
4.8	0,13	0,26	0,39	0,58	0,74	0,92	1,10	1,40	1,63
4.9	4,68	10,49	15,80	23,77	31,14	38,88	47,91	60,56	70,82
4.10	0,09	0,20	0,30	0,48	0,60	0,75	0,91	1,17	1,37
4.11	0,16	0,35	0,52	0,81	1,05	1,31	1,59	2,05	2,40
4.12	0,15	0,33	0,49	0,74	0,96	1,19	1,44	1,85	2,16
4.13	0,51	1,16	1,73	2,65	3,48	4,34	5,28	6,81	7,96
4.14	0,20	0,44	0,65	1,00	1,30	1,62	1,96	2,52	2,95
4.15	1,04	2,26	3,30	4,92	6,39	7,91	9,55	12,18	14,15
4.16	1,56	3,28	4,75	6,95	8,95	11,06	13,38	16,93	19,41
4.17	0,23	0,48	0,70	1,04	1,34	1,65	1,98	2,51	2,91
4.18	0,33	0,71	1,03	1,52	2,00	2,46	2,96	3,76	4,38
4.19	0,09	0,20	0,29	0,43	0,58	0,71	0,87	1,11	1,30
4.20	0,15	0,33	0,48	0,72	0,95	1,19	1,44	1,85	2,16
4.21	0,99	2,15	3,14	4,62	5,99	7,48	9,08	11,57	13,20
4.22	0,15	0,31	0,45	0,66	0,84	1,04	1,26	1,59	1,81
4.23	0,05	0,10	0,15	0,21	0,27	0,33	0,41	0,51	0,58
4.24	1,77	3,73	5,40	7,88	10,14	12,48	15,23	19,19	21,90
4.25	0,34	0,71	1,02	1,49	1,91	2,34	2,85	3,52	4,09
4.26	0,40	0,83	1,20	1,75	2,24	2,75	3,35	4,13	4,80
4.27	2,21	4,67	6,75	9,86	12,69	15,61	19,05	23,52	27,39
4.28	0,24	0,49	0,69	1,00	1,27	1,55	1,88	2,31	2,67

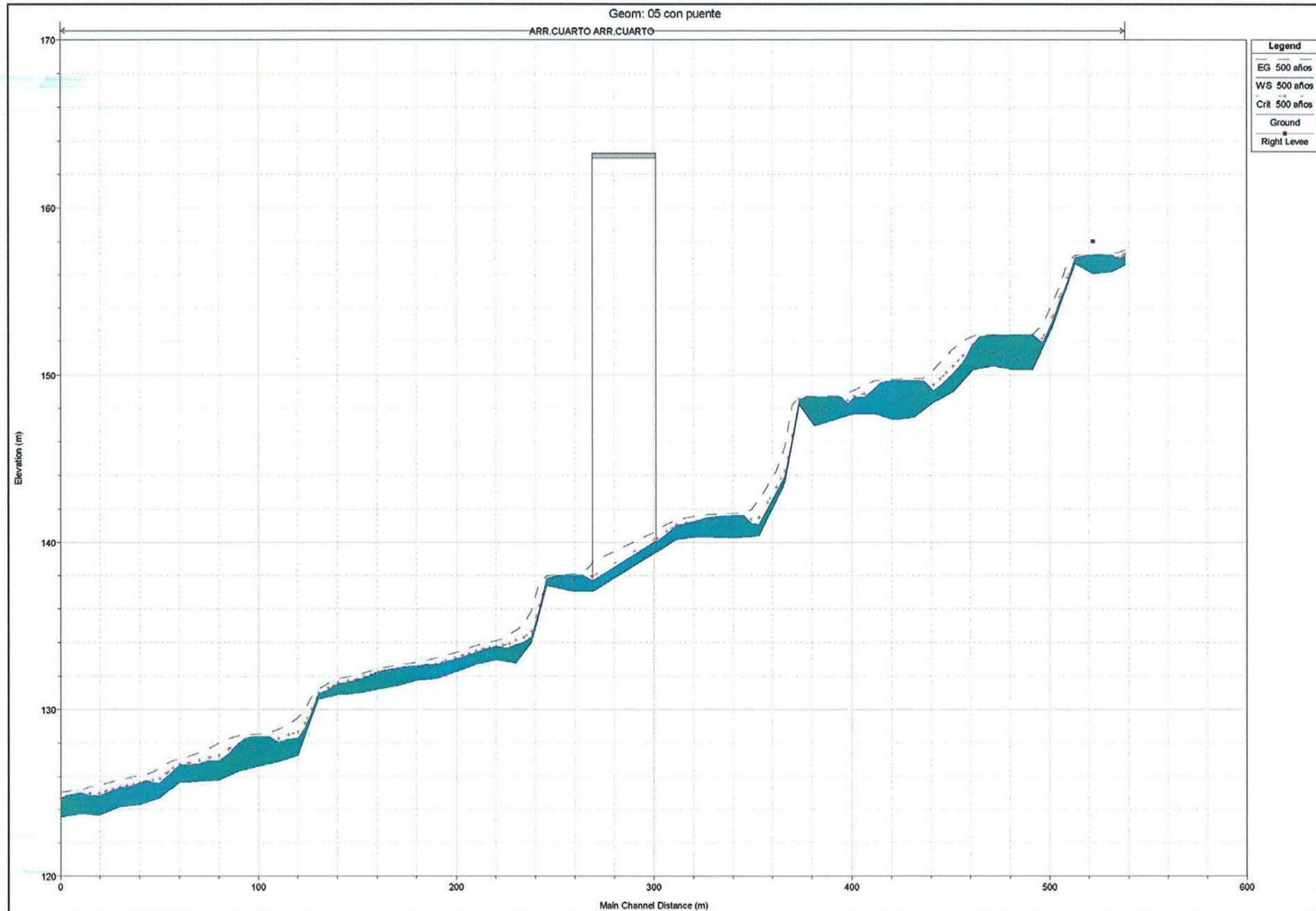
### AFECCIÓN A LA VÍA DE INTENSO DESAGÜE

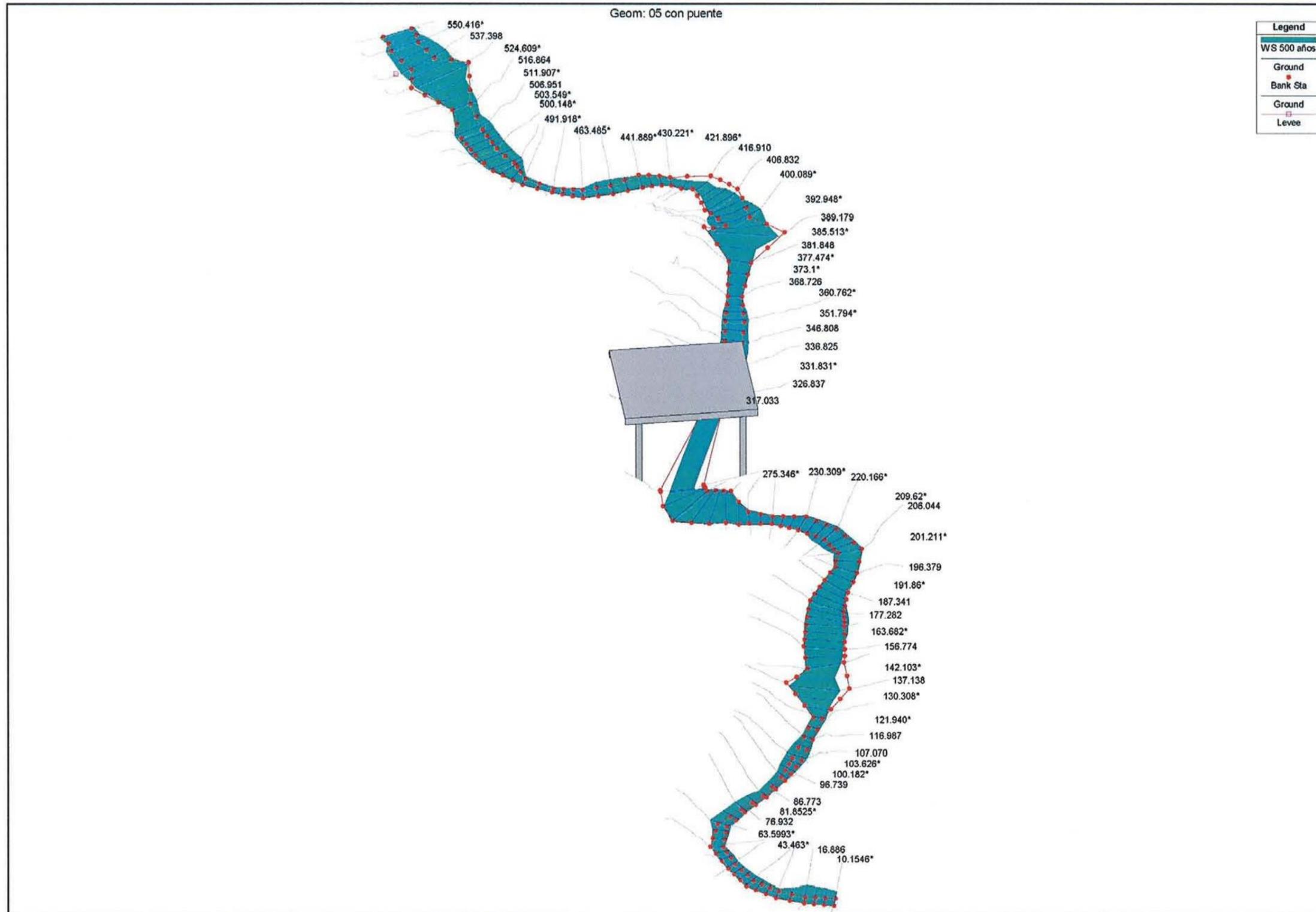
Se entiende por vía de intenso desagüe la zona por la que pasaría la avenida de 100 años de período de retorno sin producir una sobreelevación mayor que 0,3 m, respecto a la cota de la lámina de agua que se produciría con esa misma avenida considerando toda la llanura de inundación existente. La sobreelevación anterior podrá, a criterio del organismo de cuenca, reducirse hasta 0,1 m cuando el incremento de la inundación pueda producir graves perjuicios o aumentarse hasta 0,5 m en zonas rurales o cuando el incremento de la inundación produzca daños reducidos.

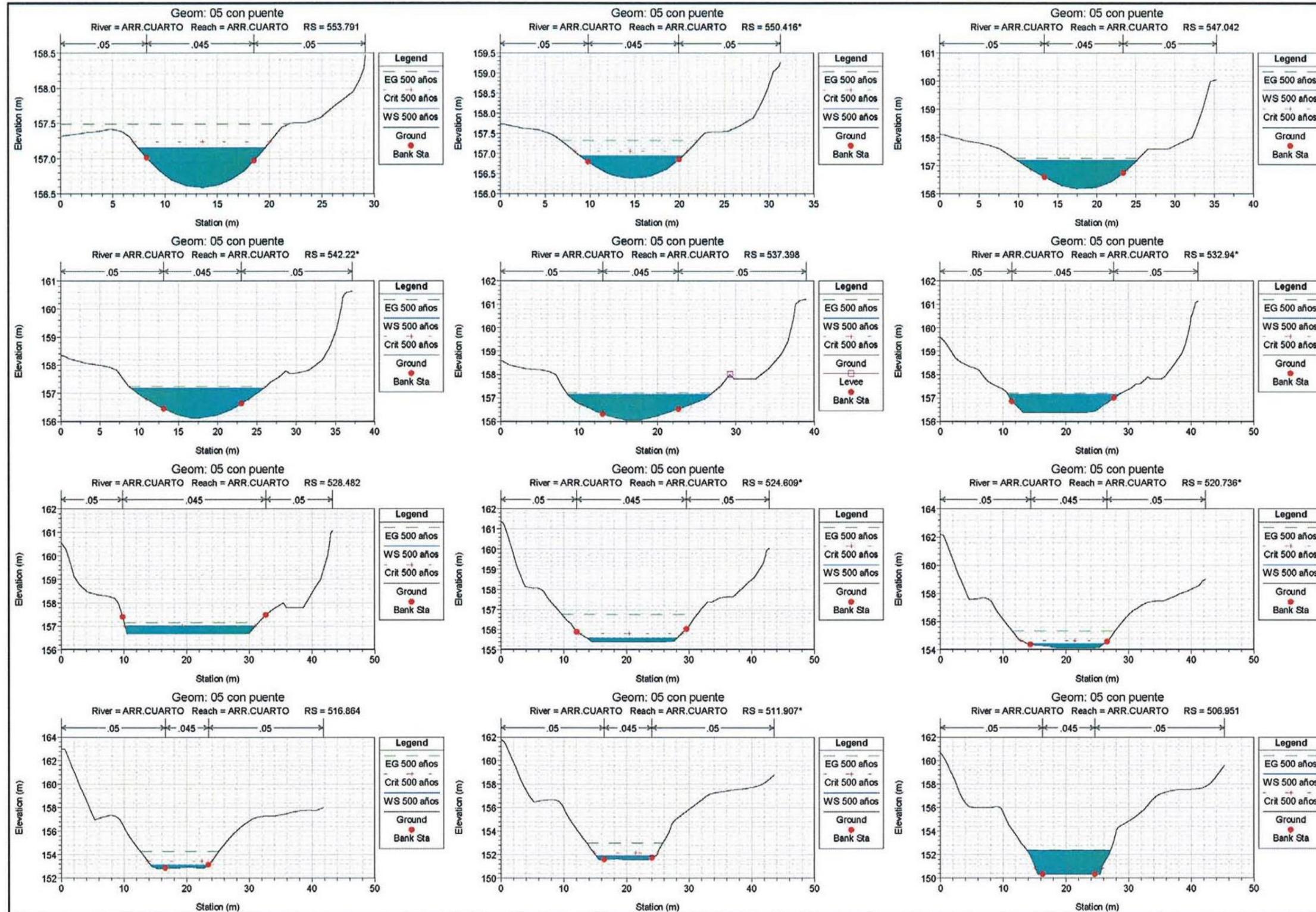
En el cauce del arroyo del Cuarto, la avenida de 500 años no afecta a las pilas de las estructuras proyectadas y en consecuencia no hay sobreelevaciones para dicha avenida, por lo que tampoco se producen sobreelevaciones con la avenida de 100 años, y por ende no hay afecciones a la vía de intenso desagüe.

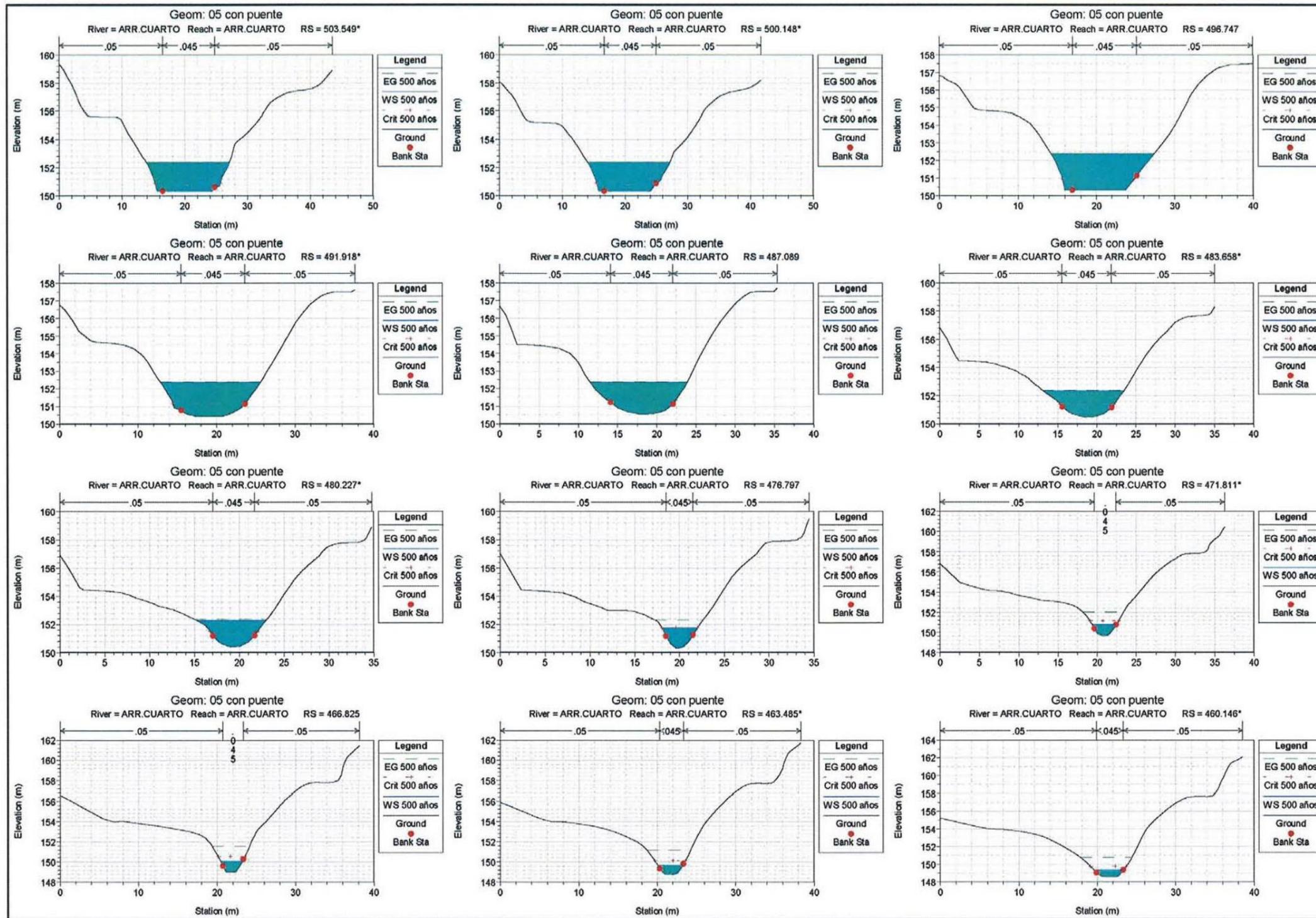
A continuación se incluyen los datos de la modelización del proyecto referenciado en el párrafo anterior, así como un plano donde se observa la no afectación a las pilas de la estructura proyectada.

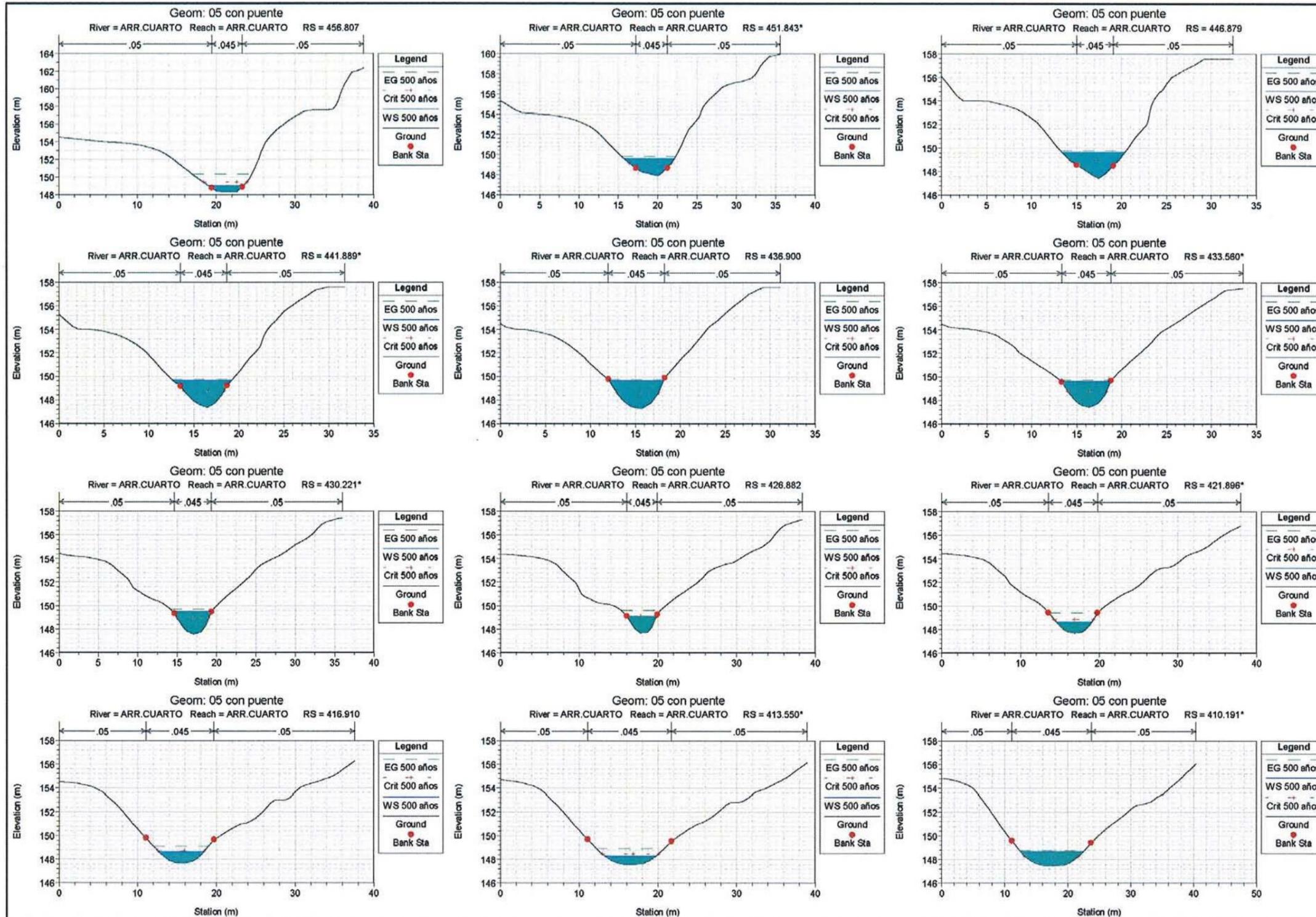


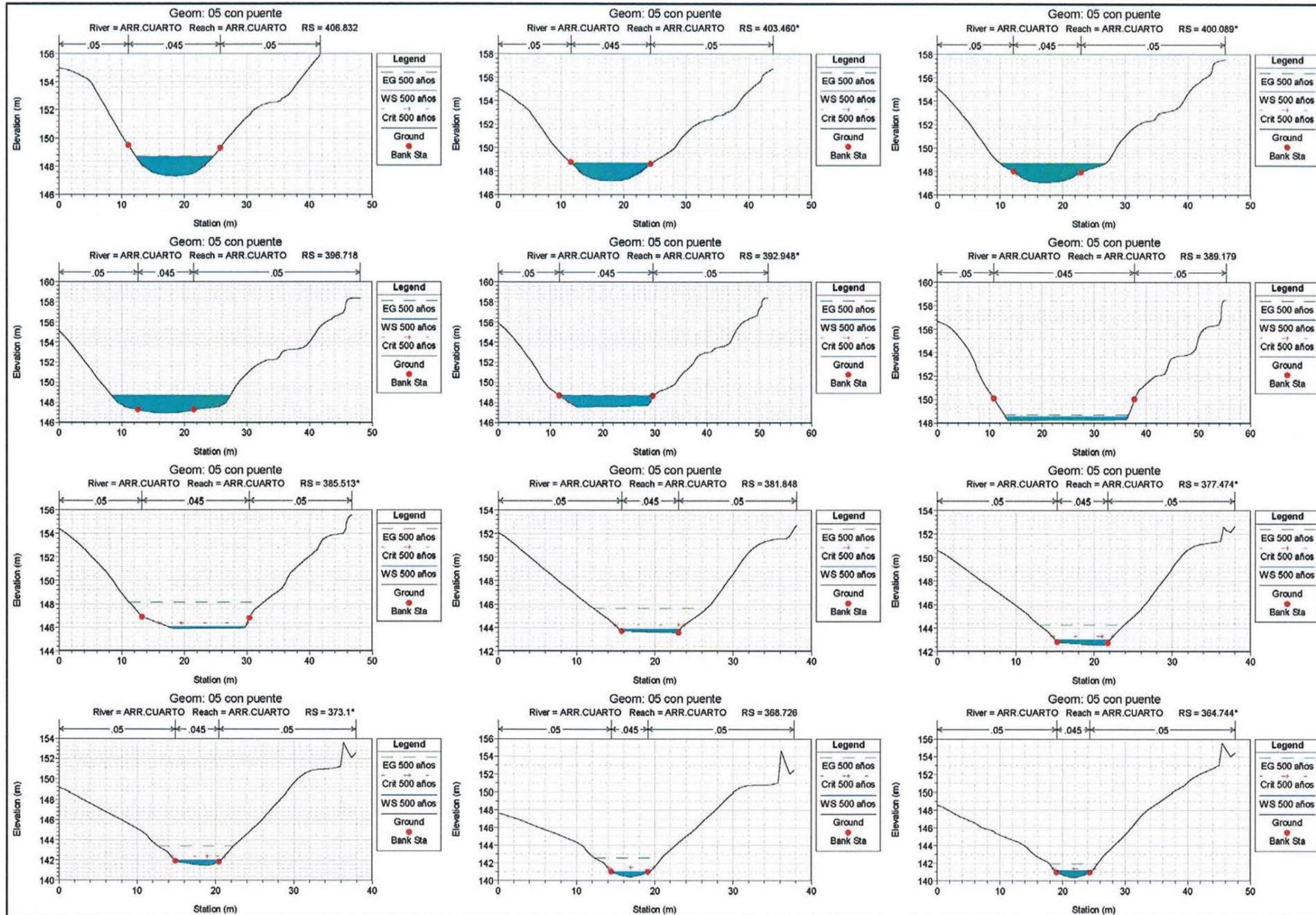


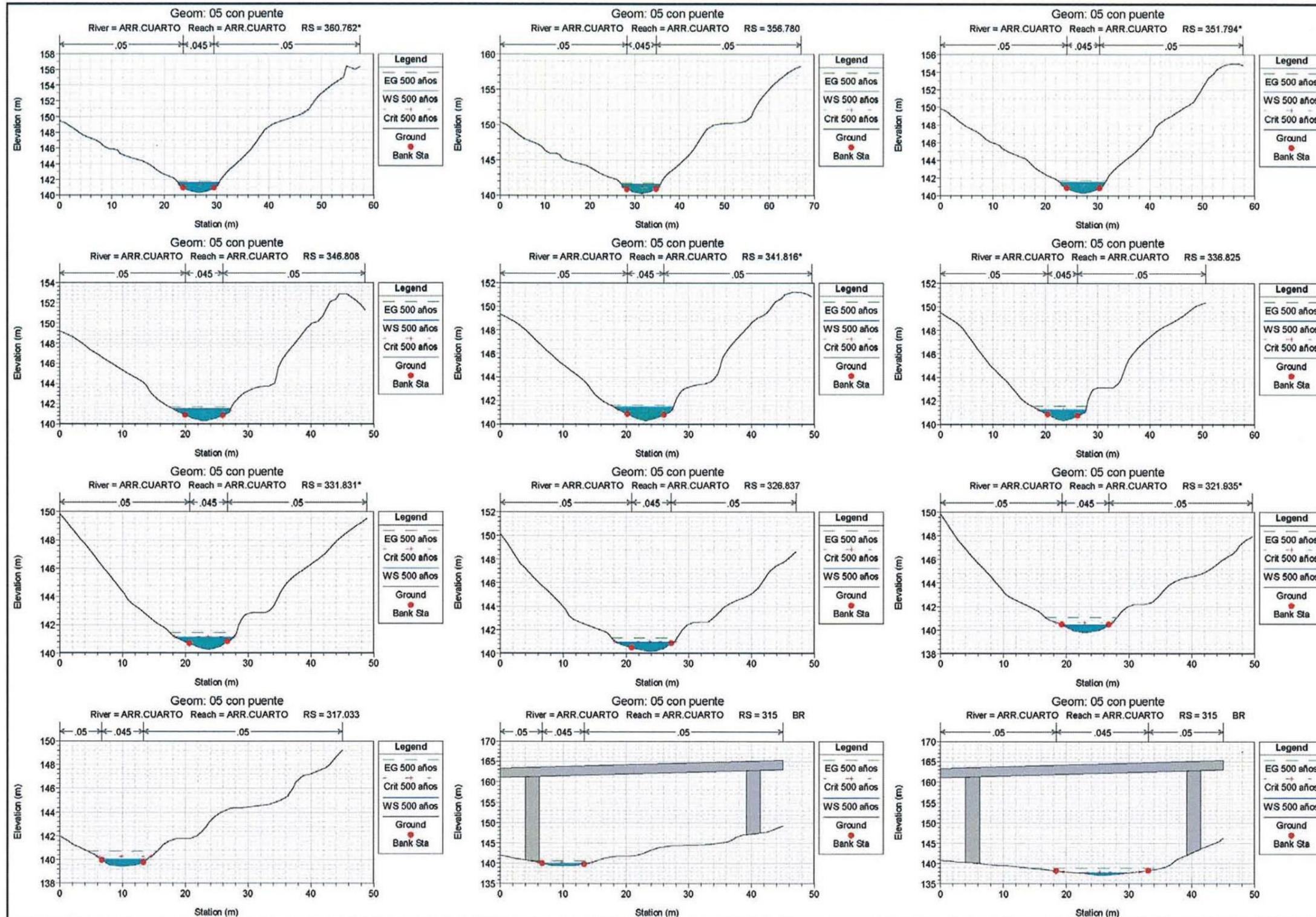


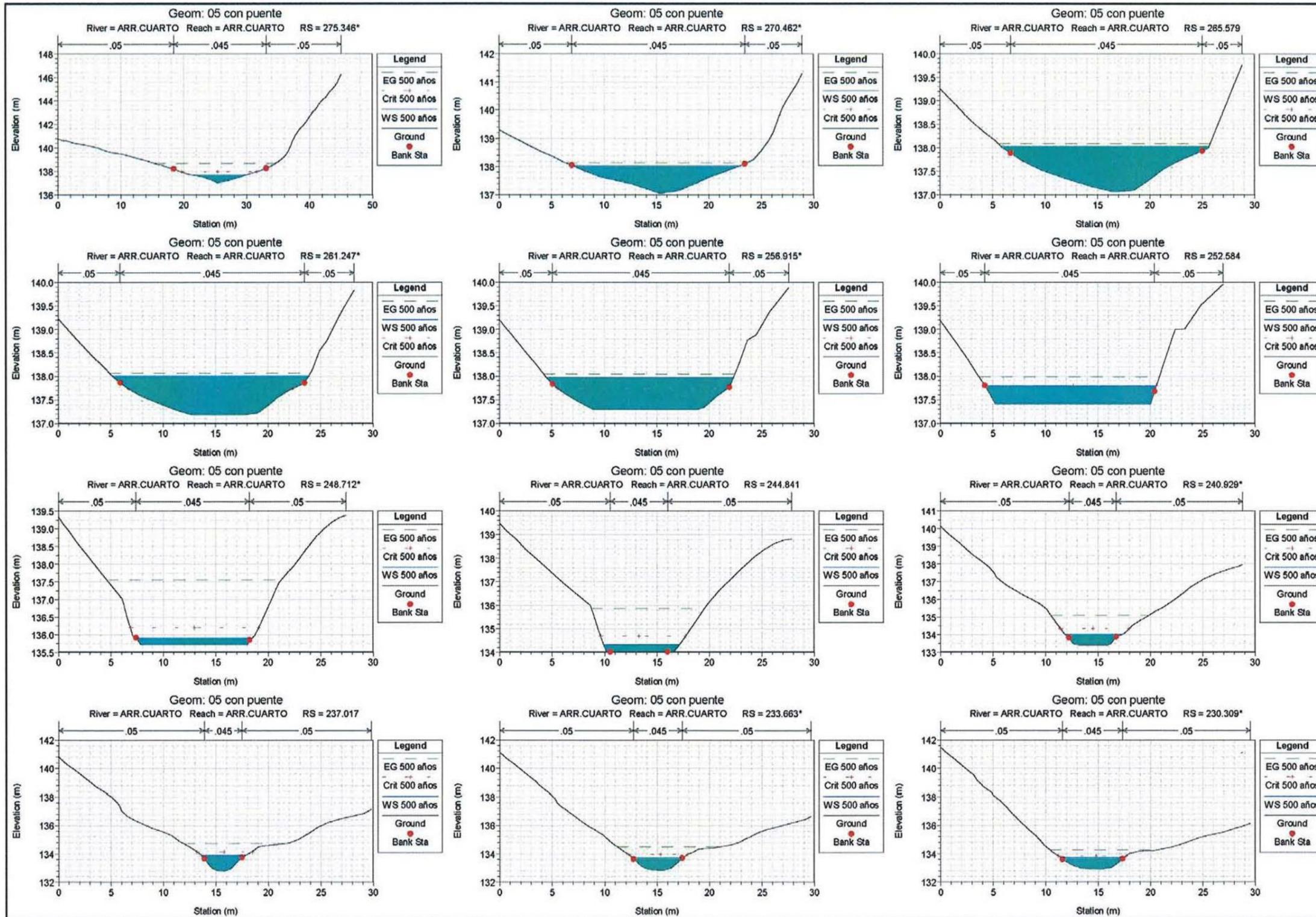


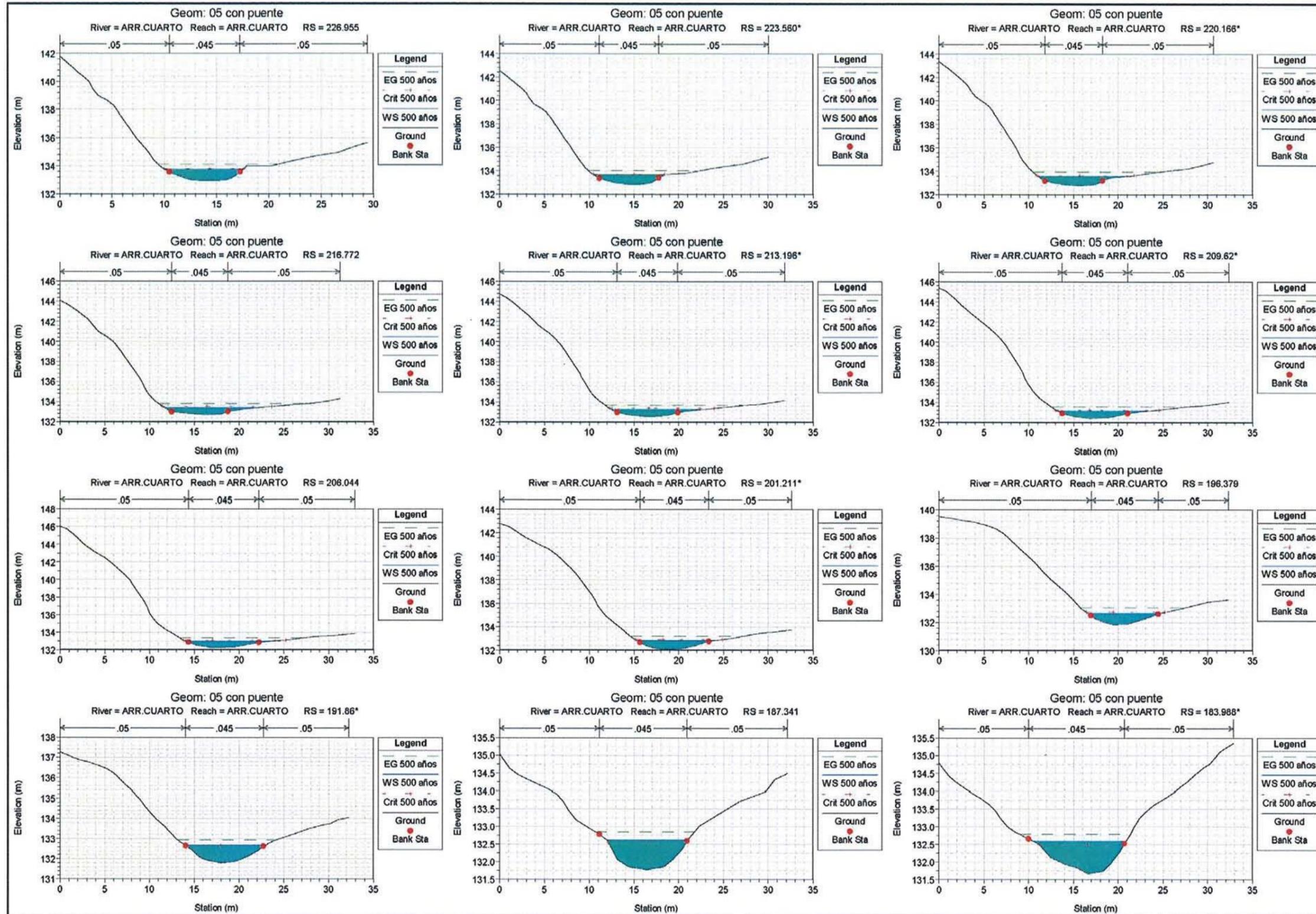


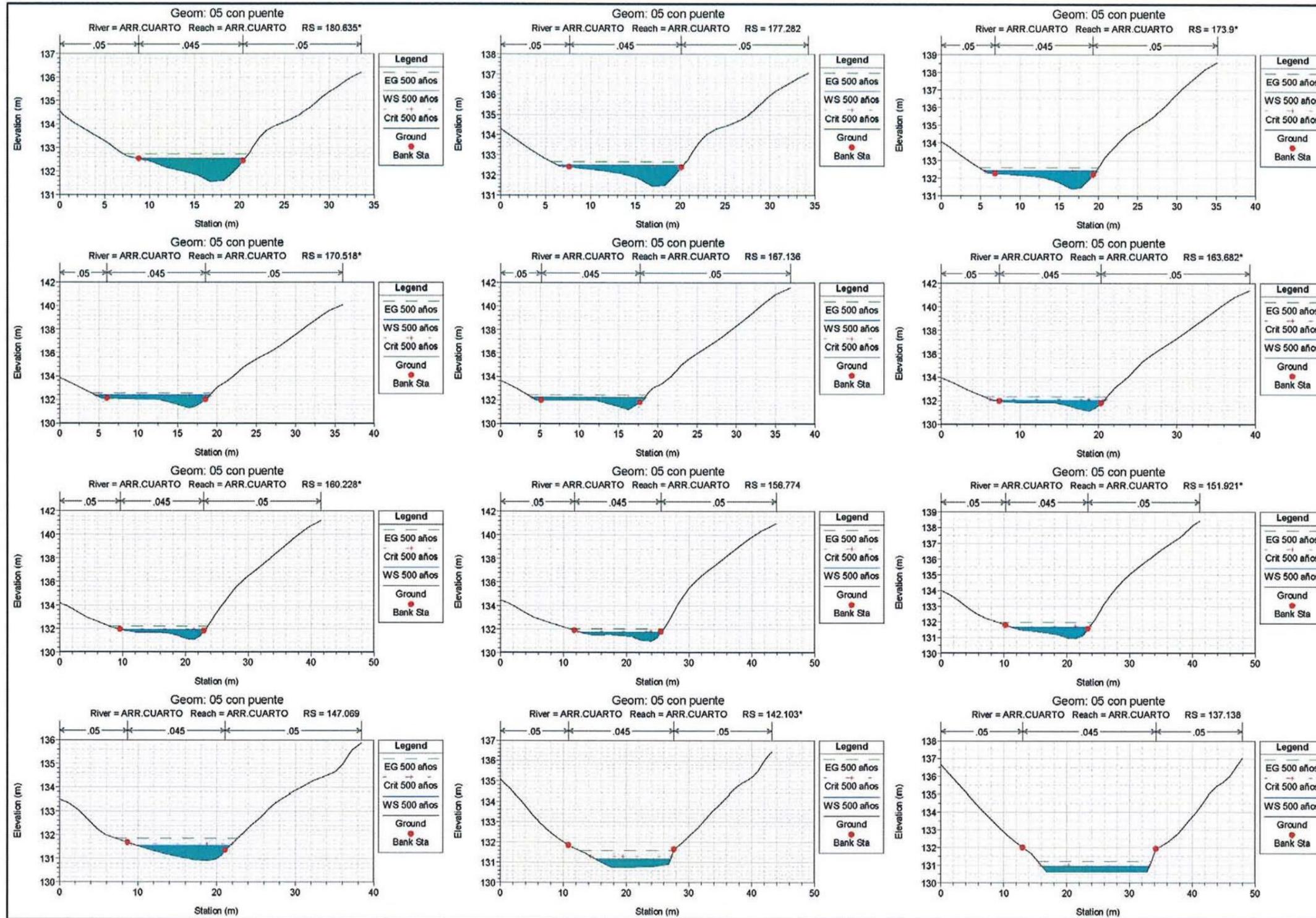


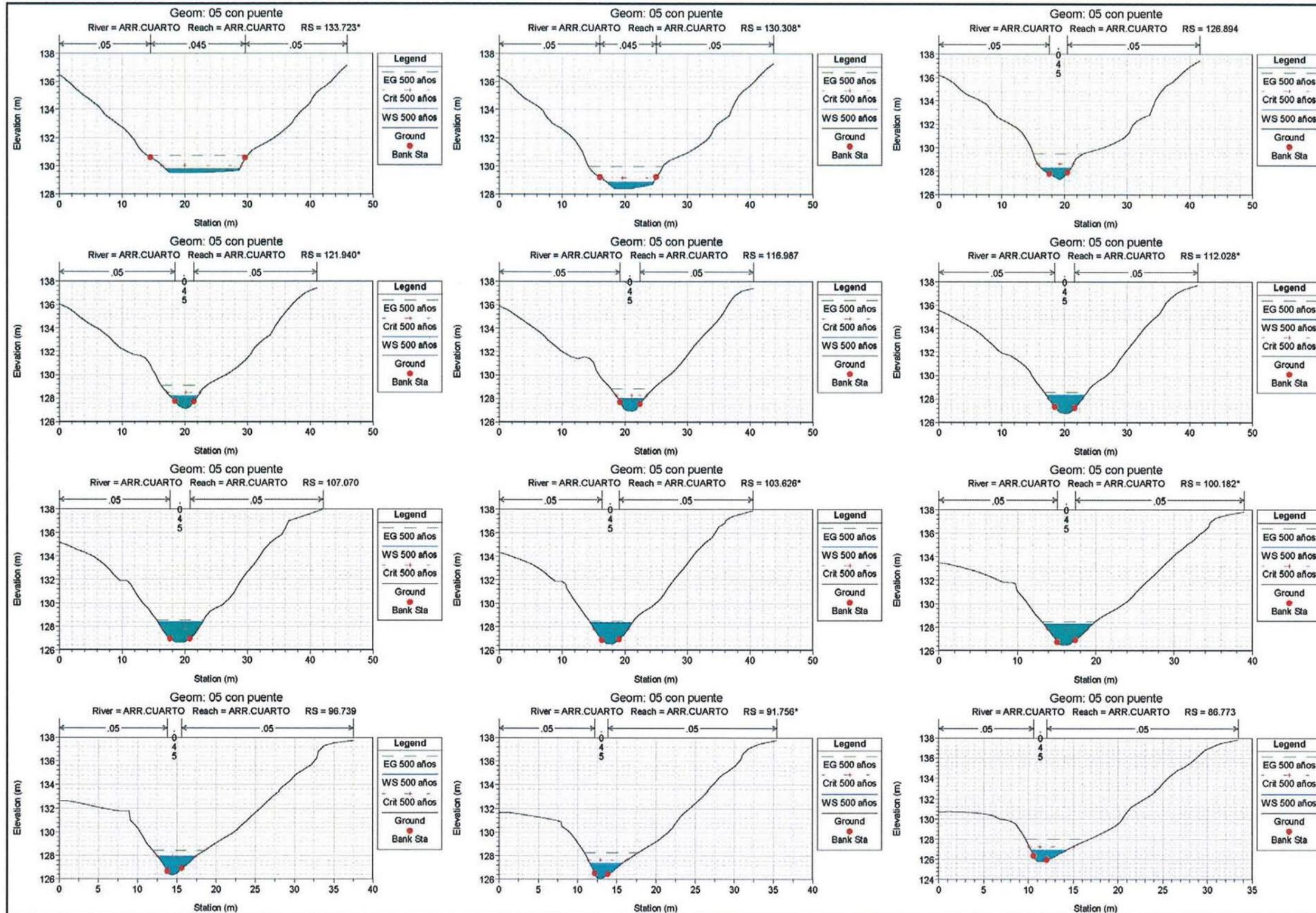


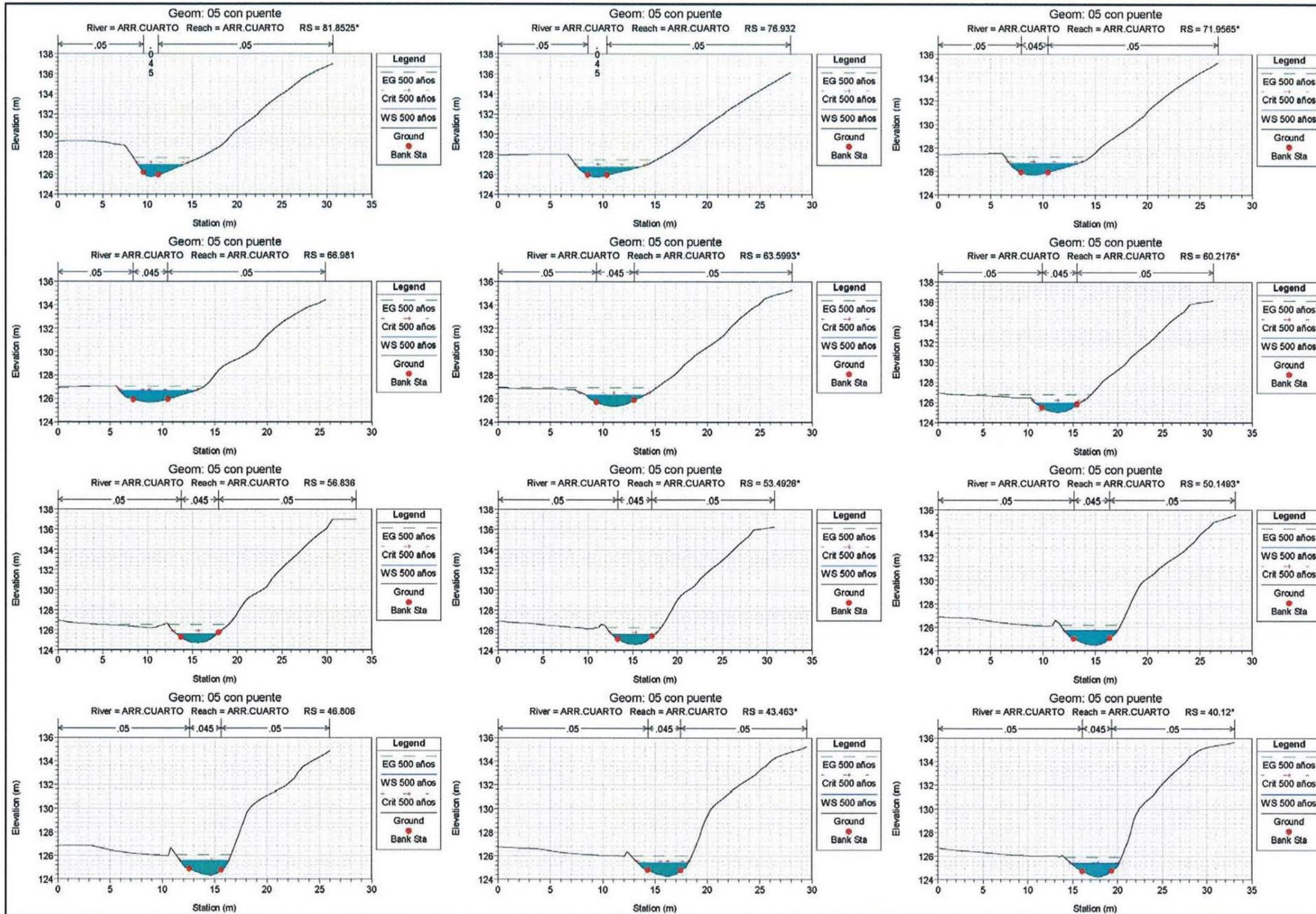


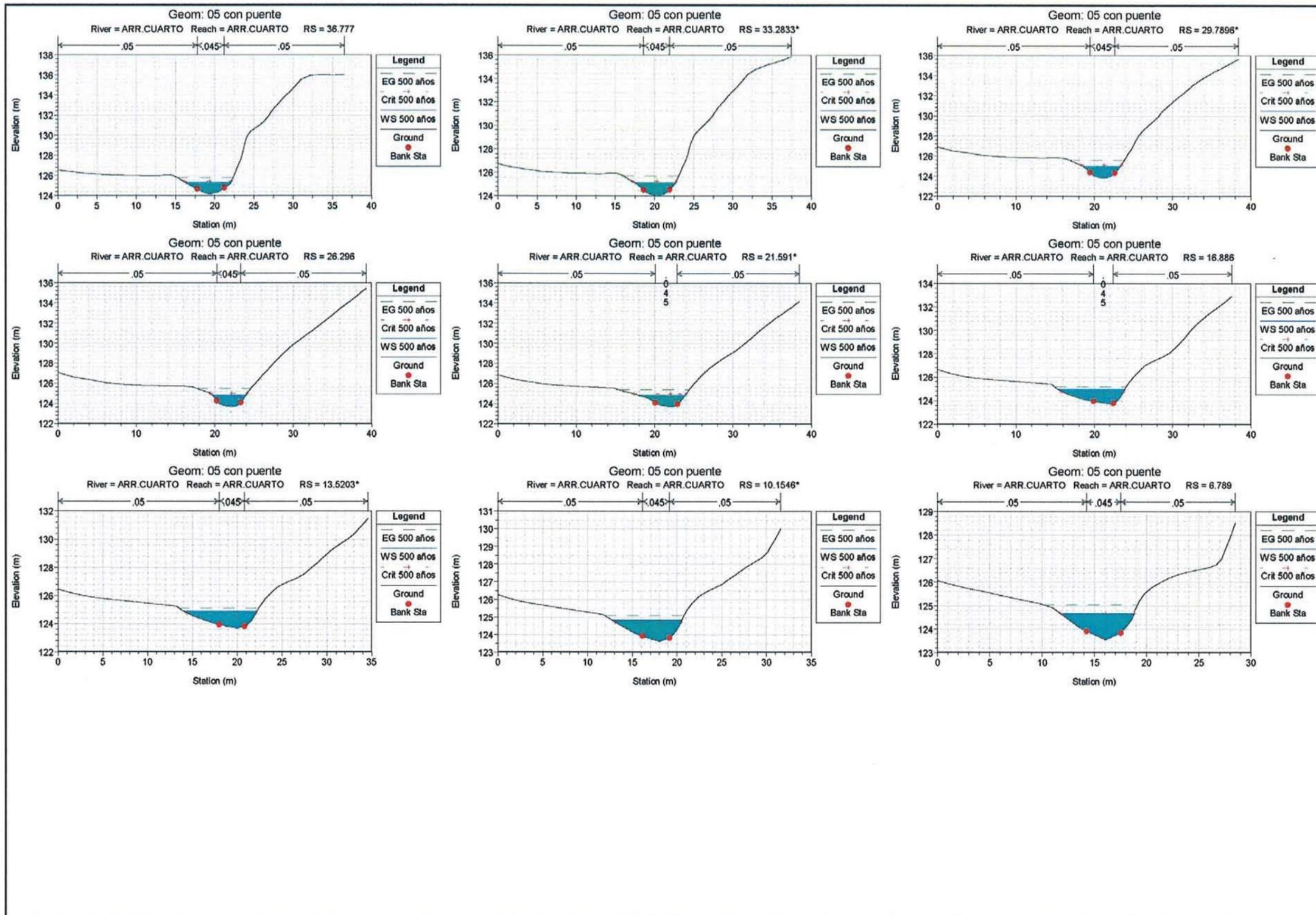














Reach	River Sta	Profile	Plan	Q Total (m3/s)	W.S. Elev (m)	Min Ch El (m)	Diff	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Hydr Depth (m)	Frctn	Loss (m)	Hydr Radius (m)	Vel Total (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude #	Chl
ARR. CUARTO	553.791	5 años	05 cp	2.15	156.86	156.59	0.27	156.87	156.96	0.040214	0.18			0.18	1.41	1.52	8.49	1.07	
ARR. CUARTO	553.791	5 años	05	2.15	156.86	156.59	0.27	156.87	156.96	0.040212	0.18			0.18	1.41	1.52	8.49	1.07	
ARR. CUARTO	553.791	500 años	05 cp	11.57	157.16	156.59	0.57	157.23	157.49	0.040210	0.38			0.38	2.49	4.64	12.22	1.24	
ARR. CUARTO	553.791	500 años	05	11.57	157.16	156.59	0.57	157.23	157.49	0.040210	0.38			0.38	2.49	4.64	12.22	1.24	
ARR. CUARTO	550.416*	5 años	05 cp	2.15	156.85	156.39	0.46	156.68	156.88	0.004109	0.31	0.01		0.31	0.66	3.25	10.47	0.37	
ARR. CUARTO	550.416*	5 años	05	2.15	156.85	156.39	0.46	156.68	156.88	0.004109	0.31	0.01		0.31	0.66	3.25	10.47	0.37	
ARR. CUARTO	550.416*	500 años	05 cp	11.57	156.95	156.39	0.56	157.05	157.33	0.050392	0.37	0.15		0.37	2.71	4.27	11.48	1.37	
ARR. CUARTO	550.416*	500 años	05	11.57	156.95	156.39	0.56	157.05	157.33	0.050392	0.37	0.15		0.37	2.71	4.27	11.48	1.37	
ARR. CUARTO	547.042	5 años	05 cp	2.15	156.86	156.19	0.67	156.48	156.87	0.000848	0.44	0.00		0.44	0.40	5.39	12.20	0.18	
ARR. CUARTO	547.042	5 años	05	2.15	156.86	156.19	0.67	156.48	156.87	0.000848	0.44	0.00		0.44	0.40	5.39	12.20	0.18	
ARR. CUARTO	547.042	500 años	05 cp	11.57	157.19	156.19	1.00	156.87	157.26	0.004207	0.65	0.02		0.64	1.17	9.89	15.26	0.44	
ARR. CUARTO	547.042	500 años	05	11.57	157.19	156.19	1.00	156.87	157.26	0.004207	0.65	0.02		0.64	1.17	9.89	15.26	0.44	
ARR. CUARTO	542.22*	5 años	05 cp	2.15	156.86	156.13	0.73	156.43	156.86	0.000557	0.46	0.00		0.46	0.34	6.32	13.60	0.15	
ARR. CUARTO	542.22*	5 años	05	2.15	156.86	156.13	0.73	156.43	156.86	0.000557	0.46	0.00		0.46	0.34	6.32	13.60	0.15	
ARR. CUARTO	542.22*	500 años	05 cp	11.57	157.18	156.13	1.05	156.80	157.24	0.003132	0.67	0.01		0.66	1.03	11.29	16.91	0.39	
ARR. CUARTO	542.22*	500 años	05	11.57	157.18	156.13	1.05	156.80	157.24	0.003132	0.67	0.01		0.66	1.03	11.29	16.91	0.39	
ARR. CUARTO	537.398	5 años	05 cp	2.15	156.86	156.07	0.79	156.37	156.86	0.000363	0.48	0.00		0.48	0.28	7.57	15.67	0.13	
ARR. CUARTO	537.398	5 años	05	2.15	156.86	156.07	0.79	156.37	156.86	0.000363	0.48	0.00		0.48	0.28	7.57	15.67	0.13	
ARR. CUARTO	537.398	500 años	05 cp	11.57	157.18	156.07	1.11	156.74	157.23	0.002220	0.71	0.01		0.71	0.88	13.13	18.41	0.33	
ARR. CUARTO	537.398	500 años	05	11.57	157.18	156.07	1.11	156.74	157.23	0.002220	0.71	0.01		0.71	0.88	13.13	18.41	0.33	
ARR. CUARTO	532.94*	5 años	05 cp	2.15	156.85	156.37	0.48	156.53	156.86	0.000788	0.41	0.01		0.41	0.34	6.28	15.37	0.17	
ARR. CUARTO	532.94*	5 años	05	2.15	156.85	156.37	0.48	156.53	156.86	0.000788	0.41	0.01		0.41	0.34	6.28	15.37	0.17	
ARR. CUARTO	532.94*	500 años	05 cp	11.57	157.16	156.37	0.79	156.83	157.21	0.003583	0.64	0.04		0.63	1.02	11.34	17.79	0.40	
ARR. CUARTO	532.94*	500 años	05	11.57	157.16	156.37	0.79	156.83	157.21	0.003583	0.64	0.04		0.63	1.02	11.34	17.79	0.40	
ARR. CUARTO	528.482	5 años	05 cp	2.15	156.78	156.68	0.10	156.78	156.84	0.051346	0.10	0.17		0.10	1.08	1.98	19.79	1.09	
ARR. CUARTO	528.482	5 años	05	2.15	156.78	156.68	0.10	156.78	156.84	0.051346	0.10	0.17		0.10	1.08	1.98	19.79	1.09	
ARR. CUARTO	528.482	500 años	05 cp	11.57	157.01	156.68	0.33	157.01	157.17	0.029367	0.32	0.11		0.31	1.76	6.57	20.73	1.00	
ARR. CUARTO	528.482	500 años	05	11.57	157.01	156.68	0.33	157.01	157.17	0.029367	0.32	0.11		0.31	1.76	6.57	20.73	1.00	
ARR. CUARTO	524.609*	5 años	05 cp	2.15	155.45	155.40	0.05	155.54	156.18	1.974682	0.04	0.59		0.04	3.80	0.57	13.34	5.88	
ARR. CUARTO	524.609*	5 años	05	2.15	155.45	155.40	0.05	155.54	156.18	1.974682	0.04	0.59		0.04	3.80	0.57	13.34	5.88	
ARR. CUARTO	524.609*	500 años	05 cp	11.57	155.58	155.40	0.18	155.82	156.77	0.513797	0.17	0.30		0.17	4.83	2.40	14.32	3.77	
ARR. CUARTO	524.609*	500 años	05	11.57	155.58	155.40	0.18	155.82	156.77	0.513797	0.17	0.30		0.17	4.83	2.40	14.32	3.77	
ARR. CUARTO	520.736*	5 años	05 cp	2.15	154.26	154.13	0.13	154.33	154.50	0.163348	0.12	1.53		0.12	2.15	1.00	8.56	2.00	
ARR. CUARTO	520.736*	5 años	05	2.15	154.26	154.13	0.13	154.33	154.50	0.163348	0.12	1.53		0.12	2.15	1.00	8.56	2.00	
ARR. CUARTO	520.736*	500 años	05 cp	11.57	154.43	154.13	0.30	154.65	155.33	0.251608	0.23	1.35		0.23	4.21	2.75	12.11	2.78	
ARR. CUARTO	520.736*	500 años	05	11.57	154.43	154.13	0.30	154.65	155.33	0.251608	0.23	1.35		0.23	4.21	2.75	12.11	2.78	
ARR. CUARTO	516.864	5 años	05 cp	2.15	152.96	152.85	0.11	153.07	153.44	0.513952	0.08	1.03		0.08	3.01	0.71	8.49	3.28	
ARR. CUARTO	516.864	5 años	05	2.15	152.96	152.85	0.11	153.07	153.44	0.513952	0.08	1.03		0.08	3.01	0.71	8.49	3.28	
ARR. CUARTO	516.864	500 años	05 cp	11.57	153.16	152.85	0.31	153.44	154.28	0.280961	0.26	1.03		0.26	4.69	2.47	9.35	2.99	
ARR. CUARTO	516.864	500 años	05	11.57	153.16	152.85	0.31	153.44	154.28	0.280961	0.26	1.03		0.26	4.69	2.47	9.35	2.99	
ARR. CUARTO	511.907*	5 años	05 cp	2.15	151.72	151.60	0.12	151.79	151.96	0.180051	0.11	1.41		0.11	2.18	0.98	8.59	2.09	
ARR. CUARTO	511.907*	5 años	05	2.15	151.72	151.60	0.12	151.79	151.96	0.180051	0.11	1.41		0.11	2.18	0.98	8.59	2.09	
ARR. CUARTO	511.907*	500 años	05 cp	11.57	151.89	151.60	0.29	152.16	152.99	0.244785	0.27	1.30		0.26	4.57	2.53	9.43	2.84	
ARR. CUARTO	511.907*	500 años	05	11.57	151.89	151.60	0.29	152.16	152.99	0.244785	0.27	1.30		0.26	4.57	2.53	9.43	2.84	
ARR. CUARTO	506.951	5 años	05 cp	2.15	151.24	150.34	0.90	150.51	151.25	0.000140	0.85	0.00		0.78	0.23	9.50	11.16	0.08	
ARR. CUARTO	506.951	5 años	05	2.15	151.24	150.34	0.90	150.51	151.25	0.000140	0.85	0.00		0.78	0.23	9.50	11.16	0.08	
ARR. CUARTO	506.951	500 años	05 cp	11.57	152.38	150.34	2.04	150.85	152.40	0.000251	1.76	0.00		1.53	0.49	23.44	13.33	0.13	
ARR. CUARTO	506.951	500 años	05	11.57	152.38	150.34	2.04	150.85	152.40	0.000251	1.76	0.00		1.53	0.49	23.44	13.33	0.13	
ARR. CUARTO	503.549*	5 años	05 cp	2.15	151.24	150.34	0.90	150.52	151.24	0.000158	0.83	0.00		0.77	0.24	8.97	10.84	0.09	
ARR. CUARTO	503.549*	5 años	05	2.15	151.24	150.34	0.90	150.52	151.24	0.000158	0.83	0.00		0.77	0.24	8.97	10.84	0.09	
ARR. CUARTO	503.549*	500 años	05 cp	11.57	152.38	150.34	2.04	150.89	152.40	0.000271	1.71	0.00		1.51	0.51	22.62	13.19	0.13	
ARR. CUARTO	503.549*	500 años	05	11.57	152.38	150.34	2.04	150.89	152.40	0.000271	1.71	0.00		1.51	0.51	22.62	13.19	0.13	



Reach	River Sta	Profile	Plan	Q Total (m3/s)	W.S. Elev (m)	Min Ch El (m)	Diff	Crit	W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Hydr (m)	Depth	Frctn (m)	Loss Hydr (m)	Radius (m)	Vel (m/s)	Total (m2)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude	# Chl
ARR. CUARTO	500.148*	5 años	05 cp	2.15	151.24	150.34	0.90		150.53	151.24	0.000183	0.80		0.00	0.75	0.26	8.42	10.51	0.09			
ARR. CUARTO	500.148*	5 años	05	2.15	151.24	150.34	0.90		150.53	151.24	0.000183	0.80		0.00	0.75	0.26	8.42	10.51	0.09			
ARR. CUARTO	500.148*	500 años	05 cp	11.57	152.38	150.34	2.04		150.91	152.39	0.000297	1.66		0.00	1.48	0.53	21.77	13.09	0.14			
ARR. CUARTO	500.148*	500 años	05	11.57	152.38	150.34	2.04		150.91	152.39	0.000297	1.66		0.00	1.48	0.53	21.77	13.09	0.14			
ARR. CUARTO	496.747	5 años	05 cp	2.15	151.24	150.34	0.90		150.54	151.24	0.000217	0.80		0.00	0.74	0.27	7.90	9.85	0.10			
ARR. CUARTO	496.747	5 años	05	2.15	151.24	150.34	0.90		150.54	151.24	0.000217	0.80		0.00	0.74	0.27	7.90	9.85	0.10			
ARR. CUARTO	496.747	500 años	05 cp	11.57	152.37	150.34	2.03		150.93	152.39	0.000331	1.59		0.00	1.43	0.55	20.91	13.14	0.14			
ARR. CUARTO	496.747	500 años	05	11.57	152.37	150.34	2.03		150.93	152.39	0.000331	1.59		0.00	1.43	0.55	20.91	13.14	0.14			
ARR. CUARTO	491.918*	5 años	05 cp	2.15	151.23	150.45	0.78		150.72	151.24	0.000526	0.62		0.00	0.59	0.37	5.79	9.41	0.15			
ARR. CUARTO	491.918*	5 años	05	2.15	151.23	150.45	0.78		150.72	151.24	0.000526	0.62		0.00	0.59	0.37	5.79	9.41	0.15			
ARR. CUARTO	491.918*	500 años	05 cp	11.57	152.37	150.45	1.92		151.15	152.39	0.000474	1.44		0.00	1.33	0.63	18.28	12.73	0.17			
ARR. CUARTO	491.918*	500 años	05	11.57	152.37	150.45	1.92		151.15	152.39	0.000474	1.44		0.00	1.33	0.63	18.28	12.73	0.17			
ARR. CUARTO	487.089	5 años	05 cp	2.15	151.22	150.55	0.67		150.89	151.24	0.001729	0.47		0.01	0.46	0.56	3.84	8.11	0.26			
ARR. CUARTO	487.089	5 años	05	2.15	151.22	150.55	0.67		150.89	151.24	0.001729	0.47		0.01	0.46	0.56	3.84	8.11	0.26			
ARR. CUARTO	487.089	500 años	05 cp	11.57	152.36	150.55	1.81		151.34	152.39	0.000732	1.27		0.00	1.19	0.74	15.70	12.36	0.21			
ARR. CUARTO	487.089	500 años	05	11.57	152.36	150.55	1.81		151.34	152.39	0.000732	1.27		0.00	1.19	0.74	15.70	12.36	0.21			
ARR. CUARTO	483.658*	5 años	05 cp	2.15	151.21	150.47	0.74		150.88	151.23	0.002412	0.50		0.01	0.48	0.68	3.18	6.37	0.30			
ARR. CUARTO	483.658*	5 años	05	2.15	151.21	150.47	0.74		150.88	151.23	0.002412	0.50		0.01	0.48	0.68	3.18	6.37	0.30			
ARR. CUARTO	483.658*	500 años	05 cp	11.57	152.33	150.47	1.86		151.40	152.38	0.001200	1.20		0.01	1.11	0.93	12.39	10.29	0.26			
ARR. CUARTO	483.658*	500 años	05	11.57	152.33	150.47	1.86		151.40	152.38	0.001200	1.20		0.01	1.11	0.93	12.39	10.29	0.26			
ARR. CUARTO	480.227*	5 años	05 cp	2.15	151.17	150.40	0.77		150.89	151.22	0.004368	0.52		0.03	0.48	0.90	2.38	4.59	0.40			
ARR. CUARTO	480.227*	5 años	05	2.15	151.17	150.40	0.77		150.89	151.22	0.004368	0.52		0.03	0.48	0.90	2.38	4.59	0.40			
ARR. CUARTO	480.227*	500 años	05 cp	11.57	152.27	150.40	1.87		151.52	152.37	0.002511	1.15		0.02	1.01	1.31	8.85	7.68	0.37			
ARR. CUARTO	480.227*	500 años	05	11.57	152.27	150.40	1.87		151.52	152.37	0.002511	1.15		0.02	1.01	1.31	8.85	7.68	0.37			
ARR. CUARTO	476.797	5 años	05 cp	2.15	150.95	150.32	0.63		150.95	151.17	0.032603	0.42		0.16	0.36	2.04	1.05	2.51	1.01			
ARR. CUARTO	476.797	5 años	05	2.15	150.95	150.32	0.63		150.95	151.17	0.032603	0.42		0.16	0.36	2.04	1.05	2.51	1.01			
ARR. CUARTO	476.797	500 años	05 cp	11.57	151.79	150.32	1.47		151.79	152.31	0.022190	0.94		0.11	0.73	3.06	3.78	4.03	0.96			
ARR. CUARTO	476.797	500 años	05	11.57	151.79	150.32	1.47		151.79	152.31	0.022190	0.94		0.11	0.73	3.06	3.78	4.03	0.96			
ARR. CUARTO	471.811*	5 años	05 cp	2.15	150.07	149.66	0.41		150.28	150.79	0.174551	0.30		0.32	0.26	3.78	0.57	1.91	2.21			
ARR. CUARTO	471.811*	5 años	05	2.15	150.07	149.66	0.41		150.28	150.79	0.174551	0.30		0.32	0.26	3.78	0.57	1.91	2.21			
ARR. CUARTO	471.811*	500 años	05 cp	11.57	150.77	149.66	1.11		151.17	152.04	0.090566	0.76		0.20	0.58	4.93	2.35	3.07	1.76			
ARR. CUARTO	471.811*	500 años	05	11.57	150.77	149.66	1.11		151.17	152.04	0.090566	0.76		0.20	0.58	4.93	2.35	3.07	1.76			
ARR. CUARTO	466.825	5 años	05 cp	2.15	149.41	148.99	0.42		149.60	150.01	0.129128	0.35		0.74	0.28	3.43	0.63	1.82	1.86			
ARR. CUARTO	466.825	5 años	05	2.15	149.41	148.99	0.42		149.60	150.01	0.129128	0.35		0.74	0.28	3.43	0.63	1.82	1.86			
ARR. CUARTO	466.825	500 años	05 cp	11.57	150.10	148.99	1.11		150.54	151.54	0.104503	0.79		0.48	0.56	5.21	2.22	2.81	1.84			
ARR. CUARTO	466.825	500 años	05	11.57	150.10	148.99	1.11		150.54	151.54	0.104503	0.79		0.48	0.56	5.21	2.22	2.81	1.84			
ARR. CUARTO	463.485*	5 años	05 cp	2.15	149.19	148.78	0.41		149.31	149.60	0.087613	0.32		0.35	0.29	2.85	0.75	2.35	1.61			
ARR. CUARTO	463.485*	5 años	05	2.15	149.19	148.78	0.41		149.31	149.60	0.087613	0.32		0.35	0.29	2.85	0.75	2.35	1.61			
ARR. CUARTO	463.485*	500 años	05 cp	11.57	149.69	148.78	0.91		150.14	151.17	0.115123	0.68		0.37	0.55	5.31	2.18	3.23	2.02			
ARR. CUARTO	463.485*	500 años	05	11.57	149.69	148.78	0.91		150.14	151.17	0.115123	0.68		0.37	0.55	5.31	2.18	3.23	2.02			
ARR. CUARTO	460.146*	5 años	05 cp	2.15	148.92	148.57	0.35		149.04	149.29	0.087463	0.28		0.29	0.26	2.69	0.80	2.85	1.62			
ARR. CUARTO	460.146*	5 años	05	2.15	148.92	148.57	0.35		149.04	149.29	0.087463	0.28		0.29	0.26	2.69	0.80	2.85	1.62			
ARR. CUARTO	460.146*	500 años	05 cp	11.57	149.35	148.57	0.78		149.77	150.76	0.121156	0.59		0.39	0.52	5.20	2.22	3.76	2.12			
ARR. CUARTO	460.146*	500 años	05	11.57	149.35	148.57	0.78		149.77	150.76	0.121156	0.59		0.39	0.52	5.20	2.22	3.76	2.12			
ARR. CUARTO	456.807	5 años	05 cp	2.15	148.66	148.36	0.30		148.76	148.99	0.088425	0.25		0.29	0.24	2.54	0.85	3.37	1.62			
ARR. CUARTO	456.807	5 años	05	2.15	148.66	148.36	0.30		148.76	148.99	0.088425	0.25		0.29	0.24	2.54	0.85	3.37	1.62			
ARR. CUARTO	456.807	500 años	05 cp	11.57	149.04	148.36	0.68		149.43	150.33	0.114878	0.53		0.39	0.48	4.94	2.34	4.46	2.10			
ARR. CUARTO	456.807	500 años	05	11.57	149.04	148.36	0.68		149.43	150.33	0.114878	0.53		0.39	0.48	4.94	2.34	4.46	2.10			
ARR. CUARTO	451.843*	5 años	05 cp	2.15	148.55	147.91	0.64		148.51	148.69	0.023341	0.37		0.04	0.34	1.66	1.30	3.53	0.87			
ARR. CUARTO	451.843*	5 años	05	2.15	148.55	147.91	0.64		148.51	148.69	0.023341	0.37		0.04	0.34	1.66	1.30	3.53	0.87			
ARR. CUARTO	451.843*	500 años	05 cp	11.57	149.65	147.91	1.74		149.19	149.82	0.005009	1.06		0.02	0.92	1.67	6.93	6.50	0.50			
ARR. CUARTO	451.843*	500 años	05	11.57	149.65	147.91	1.74		149.19	149.82	0.005009	1.06		0.02	0.92	1.67	6.93	6.50	0.50			
ARR. CUARTO	446.879	5 años	05 cp	2.15	148.58	147.46	1.12		148.19	148.62	0.003520	0.59		0.01	0.52	0.87	2.48	4.18	0.36			
ARR. CUARTO	446.879	5 años	05	2.15	148.58	147.46	1.12		148.19	148.62	0.003520	0.59		0.01	0.52	0.87	2.48	4.18	0.36			
ARR. CUARTO	446.879	500 años	05 cp	11.57	149.67	147.46	2.21		148.92	149.78	0.002672	1.24		0.01	1.04	1.32	8.74	7.05	0.37			
ARR. CUARTO	446.879	500 años	05	11.57	149.67	147.46	2.21		148.92	149.78	0.002672	1.24		0.01	1.04	1.32	8.74	7.05	0.37			
ARR. CUARTO	441.889*	5 años	05 cp	2.15	148.58	147.39	1.19		148.03	148.60	0.001958	0.73		0.01	0.62	0.72	3.00	4.09	0.27			
ARR. CUARTO	441.889*	5 años	05	2.15	148.58	147.39	1.19		148.03	148.60	0.001958	0.73		0.01	0.62	0.72	3.00	4.09	0.27			
ARR. CUARTO	441.889*	500 años	05 cp	11.57	149.67	147.39	2.28		148.79	149.76	0.002742	1.32		0.01	1.06	1.34	8.66	6.57	0.35			
ARR. CUARTO	441.889*	500 años	05	11.57	149.67	147.39	2.28		148.79	149.76	0.002742	1.32		0.01	1.06	1.34	8.66	6.57	0.35			



Reach	River Sta	Profile	Plan	Q Total (m3/s)	W.S. Elev (m)	Min Ch El (m)	Diff	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Hydr Depth (m)	Frctn Loss (m)	Hydr Radius (m)	Vel Total (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude #	Chl
ARR. CUARTO	430.221*	5 años	05 cp	2.15	148.52	147.56	0.96	148.17	148.57	0.004602	0.64	0.03	0.54	0.99	2.16	3.39	0.40	
ARR. CUARTO	430.221*	5 años	05	2.15	148.52	147.56	0.96	148.17	148.57	0.004602	0.64	0.03	0.54	0.99	2.16	3.39	0.40	
ARR. CUARTO	430.221*	500 años	05 cp	11.57	149.54	147.56	1.98	148.96	149.71	0.006570	1.27	0.04	0.96	1.81	6.38	5.02	0.50	
ARR. CUARTO	430.221*	500 años	05	11.57	149.54	147.56	1.98	148.96	149.71	0.006570	1.27	0.04	0.96	1.81	6.38	5.02	0.50	
ARR. CUARTO	426.882	5 años	05 cp	2.15	148.41	147.69	0.72	148.30	148.54	0.016292	0.50	0.05	0.42	1.60	1.35	2.67	0.72	
ARR. CUARTO	426.882	5 años	05	2.15	148.41	147.69	0.72	148.30	148.54	0.016292	0.50	0.05	0.42	1.60	1.35	2.67	0.72	
ARR. CUARTO	426.882	500 años	05 cp	11.57	149.14	147.69	1.45	149.14	149.64	0.029853	0.97	0.14	0.73	3.12	3.70	3.80	1.01	
ARR. CUARTO	426.882	500 años	05	11.57	149.14	147.69	1.45	149.14	149.64	0.029853	0.97	0.14	0.73	3.12	3.70	3.80	1.01	
ARR. CUARTO	421.896*	5 años	05 cp	2.15	148.40	147.69	0.71	148.20	148.47	0.007601	0.48	0.03	0.45	1.13	1.90	3.92	0.52	
ARR. CUARTO	421.896*	5 años	05	2.15	148.40	147.69	0.71	148.20	148.47	0.007601	0.48	0.03	0.45	1.13	1.90	3.92	0.52	
ARR. CUARTO	421.896*	500 años	05 cp	11.57	148.66	147.69	0.97	148.89	149.41	0.059800	0.67	0.20	0.59	3.84	3.01	4.53	1.50	
ARR. CUARTO	421.896*	500 años	05	11.57	148.67	147.69	0.98	148.89	149.41	0.058533	0.67	0.20	0.60	3.81	3.04	4.54	1.49	
ARR. CUARTO	416.910	5 años	05 cp	2.15	148.39	147.69	0.70	148.12	148.43	0.004214	0.50	0.01	0.47	0.87	2.47	4.99	0.39	
ARR. CUARTO	416.910	5 años	05	2.15	148.39	147.69	0.70	148.12	148.43	0.004214	0.50	0.01	0.47	0.87	2.47	4.99	0.39	
ARR. CUARTO	416.910	500 años	05 cp	11.57	148.66	147.69	0.97	148.73	149.10	0.032334	0.68	0.21	0.63	2.94	3.94	5.80	1.14	
ARR. CUARTO	416.910	500 años	05	11.57	148.67	147.69	0.98	148.73	149.10	0.031652	0.68	0.21	0.63	2.91	3.97	5.81	1.13	
ARR. CUARTO	413.550*	5 años	05 cp	2.15	148.40	147.57	0.83	147.95	148.42	0.001209	0.59	0.00	0.56	0.53	4.08	6.94	0.22	
ARR. CUARTO	413.550*	5 años	05	2.15	148.40	147.57	0.83	147.95	148.42	0.001209	0.59	0.00	0.56	0.53	4.08	6.94	0.22	
ARR. CUARTO	413.550*	500 años	05 cp	11.57	148.28	147.57	0.71	148.48	148.93	0.068394	0.50	0.15	0.48	3.58	3.23	6.45	1.61	
ARR. CUARTO	413.550*	500 años	05	11.57	148.28	147.57	0.71	148.48	148.93	0.068364	0.50	0.15	0.48	3.58	3.23	6.45	1.61	
ARR. CUARTO	410.191*	5 años	05 cp	2.15	148.41	147.44	0.97	147.78	148.41	0.000421	0.68	0.00	0.66	0.35	6.21	9.09	0.13	
ARR. CUARTO	410.191*	5 años	05	2.15	148.41	147.44	0.97	147.78	148.41	0.000421	0.68	0.00	0.66	0.35	6.21	9.09	0.13	
ARR. CUARTO	410.191*	500 años	05 cp	11.57	148.68	147.44	1.24	148.25	148.77	0.004362	0.88	0.01	0.84	1.31	8.84	10.02	0.45	
ARR. CUARTO	410.191*	500 años	05	11.57	148.68	147.44	1.24	148.25	148.77	0.004362	0.88	0.01	0.84	1.31	8.84	10.02	0.45	
ARR. CUARTO	406.832	5 años	05 cp	2.15	148.41	147.32	1.09	147.62	148.41	0.000167	0.79	0.00	0.77	0.24	8.94	11.30	0.09	
ARR. CUARTO	406.832	5 años	05	2.15	148.41	147.32	1.09	147.62	148.41	0.000167	0.79	0.00	0.77	0.24	8.94	11.30	0.09	
ARR. CUARTO	406.832	500 años	05 cp	11.57	148.70	147.32	1.38	148.04	148.75	0.001838	1.01	0.01	0.97	0.93	12.41	12.32	0.30	
ARR. CUARTO	406.832	500 años	05	11.57	148.70	147.32	1.38	148.04	148.75	0.001838	1.01	0.01	0.97	0.93	12.41	12.32	0.30	
ARR. CUARTO	403.460*	5 años	05 cp	2.15	148.41	147.20	1.21	147.50	148.41	0.000115	0.87	0.00	0.84	0.21	10.12	11.63	0.07	
ARR. CUARTO	403.460*	5 años	05	2.15	148.41	147.20	1.21	147.50	148.41	0.000115	0.87	0.00	0.84	0.21	10.12	11.63	0.07	
ARR. CUARTO	403.460*	500 años	05 cp	11.57	148.70	147.20	1.50	147.93	148.74	0.001364	1.07	0.00	1.02	0.84	13.72	12.86	0.26	
ARR. CUARTO	403.460*	500 años	05	11.57	148.70	147.20	1.50	147.93	148.74	0.001364	1.07	0.00	1.02	0.84	13.72	12.86	0.26	
ARR. CUARTO	400.089*	5 años	05 cp	2.15	148.41	147.07	1.34	147.38	148.41	0.000064	0.84	0.00	0.82	0.17	12.35	14.68	0.06	
ARR. CUARTO	400.089*	5 años	05	2.15	148.41	147.07	1.34	147.38	148.41	0.000064	0.84	0.00	0.82	0.17	12.35	14.68	0.06	
ARR. CUARTO	400.089*	500 años	05 cp	11.57	148.70	147.07	1.63	147.80	148.73	0.000754	1.02	0.00	0.99	0.68	17.05	16.76	0.20	
ARR. CUARTO	400.089*	500 años	05	11.57	148.70	147.07	1.63	147.80	148.73	0.000754	1.02	0.00	0.99	0.68	17.05	16.76	0.20	
ARR. CUARTO	396.718	5 años	05 cp	2.15	148.41	146.95	1.46	147.23	148.41	0.000022	1.07	0.00	1.04	0.11	19.70	18.40	0.04	
ARR. CUARTO	396.718	5 años	05	2.15	148.41	146.95	1.46	147.23	148.41	0.000022	1.07	0.00	1.04	0.11	19.70	18.40	0.04	
ARR. CUARTO	396.718	500 años	05 cp	11.57	148.71	146.95	1.76	147.61	148.73	0.000299	1.33	0.00	1.28	0.45	25.43	19.07	0.13	
ARR. CUARTO	396.718	500 años	05	11.57	148.71	146.95	1.76	147.61	148.73	0.000299	1.33	0.00	1.28	0.45	25.43	19.07	0.13	
ARR. CUARTO	392.948*	5 años	05 cp	2.15	148.41	147.59	0.82	147.77	148.41	0.000111	0.70	0.00	0.68	0.18	11.83	16.93	0.07	
ARR. CUARTO	392.948*	5 años	05	2.15	148.41	147.59	0.82	147.77	148.41	0.000111	0.70	0.00	0.68	0.18	11.83	16.93	0.07	
ARR. CUARTO	392.948*	500 años	05 cp	11.57	148.70	147.59	1.11	148.04	148.72	0.001061	0.94	0.01	0.91	0.68	16.94	18.09	0.22	
ARR. CUARTO	392.948*	500 años	05	11.57	148.70	147.59	1.11	148.04	148.72	0.001061	0.94	0.01	0.91	0.68	16.94	18.09	0.22	
ARR. CUARTO	389.179	5 años	05 cp	2.15	148.36	148.22	0.14	148.36	148.40	0.032044	0.11	0.13	0.11	0.89	2.42	22.96	0.87	
ARR. CUARTO	389.179	5 años	05	2.15	148.36	148.22	0.14	148.36	148.40	0.032044	0.11	0.13	0.11	0.89	2.42	22.96	0.87	
ARR. CUARTO	389.179	500 años	05 cp	11.57	148.55	148.22	0.33	148.55	148.70	0.030134	0.29	0.11	0.29	1.69	6.85	23.43	1.00	
ARR. CUARTO	389.179	500 años	05	11.57	148.55	148.22	0.33	148.55	148.70	0.030134	0.29	0.11	0.29	1.69	6.85	23.43	1.00	
ARR. CUARTO	385.513*	5 años	05 cp	2.15	145.95	145.90	0.05	146.07	147.81	7.723427	0.03	0.41	0.03	6.05	0.36	11.60	11.02	
ARR. CUARTO	385.513*	5 años	05	2.15	145.95	145.90	0.05	146.07	147.81	7.723427	0.03	0.41	0.03	6.05	0.36	11.60	11.02	
ARR. CUARTO	385.513*	500 años	05 cp	11.57	146.07	145.90	0.17	146.37	148.17	1.095766	0.15	0.33	0.15	6.43	1.80	12.33	5.37	
ARR. CUARTO	385.513*	500 años	05	11.57	146.07	145.90	0.17	146.37	148.17	1.095766	0.15	0.33	0.15	6.43	1.80	12.33	5.37	
ARR. CUARTO	381.848	5 años	05 cp	2.15	143.75	143.58	0.17	143.85	144.14	0.319414	0.10	3.23	0.10	2.76	0.78	7.61	2.75	
ARR. CUARTO	381.848	5 años	05	2.15	143.75	143.58	0.17	143.85	144.14	0.319414	0.10	3.23	0.10	2.76	0.78	7.61	2.75	
ARR. CUARTO	381.848	500 años	05 cp	11.57	143.90	143.58	0.32	144.26	145.68	0.434016	0.25	2.40	0.24	5.82	1.99	7.91	3.73	
ARR. CUARTO	381.848	500 años	05	11.57	143.90	143.58	0.32	144.26	145.68	0.434016	0.25	2.40	0.24	5.82	1.99	7.91	3.73	
ARR. CUARTO	377.474*	5 años	05 cp	2.15	142.77	142.52	0.25	142.86	143.10	0.179579	0.14	1.03	0.14	2.55	0.84	5.97	2.16	
ARR. CUARTO	377.474*	5 años	05	2.15	142.77	142.52	0.25	142.86	143.10	0.179579	0.14	1.03	0.14	2.55	0.84	5.97	2.16	
ARR. CUARTO	377.474*	500 años	05 cp	11.57	142.99	142.52	0.47	143.32	144.27	0.206568	0.33	1.27	0.33	4.93	2.34	7.00	2.70	
ARR. CUARTO	377.474*	500 años	05	11.57	142.99	142.52	0.47	143.32	144.27	0.206568	0.33	1.27	0.33	4.93	2.34	7.00	2.70	
ARR. CUARTO	373.1*	5 años	05 cp	2.15	141.74	141.47	0.27	141.88	142.23	0.219032	0.16	0.87	0.16	3.09	0.70	4.26	2.44	
ARR. CUARTO	373.1*	5 años	05	2.15	141.74	141.47	0.27	141.88	142.23	0.219032	0.16	0.87	0.16	3.09	0.70	4.26	2.44	
ARR. CUARTO	373.1*	500 años	05 cp	11.57	142.03	141.47	0.56	142.39	143.40	0.188761	0.38	0.86	0.36	5.12	2.26	6.01	2.62	
ARR. CUARTO	373.1*	500 años	05	11.57	142.03	141.47	0.56	142.39	143.40	0.188761	0.38	0.86	0.36	5.12	2.26	6.01	2.62</	



Reach	River Sta	Profile	Plan	Q Total (m3/s)	W.S. Elev (m)	Min Ch El (m)	Diff	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Hydr Depth (m)	Frctn Loss (m)	Hydr Radius (m)	Vel Total (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude #	Chl
ARR. CUARTO	364.744*	5 años	05 cp	2.15	141.03	140.36	0.67	140.84	141.08	0.005963	0.41	0.02	0.39	0.95	2.26	5.56	0.47	
ARR. CUARTO	364.744*	5 años	05	2.15	141.03	140.36	0.67	140.84	141.08	0.005963	0.41	0.02	0.39	0.95	2.26	5.56	0.47	
ARR. CUARTO	364.744*	500 años	05 cp	11.57	141.15	140.36	0.79	141.39	141.95	0.072979	0.50	0.43	0.48	3.89	2.98	6.00	1.70	
ARR. CUARTO	364.744*	500 años	05	11.57	141.15	140.36	0.79	141.39	141.95	0.072979	0.50	0.43	0.48	3.89	2.98	6.00	1.70	
ARR. CUARTO	360.762*	5 años	05 cp	2.15	141.02	140.32	0.70	140.78	141.05	0.003970	0.42	0.01	0.41	0.81	2.67	6.28	0.39	
ARR. CUARTO	360.762*	5 años	05	2.15	141.02	140.32	0.70	140.78	141.05	0.003970	0.42	0.01	0.41	0.81	2.67	6.28	0.39	
ARR. CUARTO	360.762*	500 años	05 cp	11.57	141.62	140.32	1.30	141.31	141.77	0.006161	0.89	0.02	0.82	1.65	7.00	7.87	0.55	
ARR. CUARTO	360.762*	500 años	05	11.57	141.62	140.32	1.30	141.31	141.77	0.006161	0.89	0.02	0.82	1.65	7.00	7.87	0.55	
ARR. CUARTO	356.780	5 años	05 cp	2.15	141.01	140.27	0.74	140.72	141.04	0.002655	0.44	0.02	0.43	0.69	3.14	7.08	0.32	
ARR. CUARTO	356.780	5 años	05	2.15	141.01	140.27	0.74	140.72	141.04	0.002655	0.44	0.02	0.43	0.69	3.14	7.08	0.32	
ARR. CUARTO	356.780	500 años	05 cp	11.57	141.62	140.27	1.35	141.23	141.74	0.004376	0.92	0.02	0.86	1.43	8.11	8.79	0.47	
ARR. CUARTO	356.780	500 años	05	11.57	141.62	140.27	1.35	141.23	141.74	0.004376	0.92	0.02	0.86	1.43	8.11	8.79	0.47	
ARR. CUARTO	351.794*	5 años	05 cp	2.15	140.99	140.29	0.70	140.74	141.02	0.003467	0.42	0.02	0.41	0.75	2.85	6.84	0.36	
ARR. CUARTO	351.794*	5 años	05	2.15	140.99	140.29	0.70	140.74	141.02	0.003467	0.42	0.02	0.41	0.75	2.85	6.84	0.36	
ARR. CUARTO	351.794*	500 años	05 cp	11.57	141.58	140.29	1.29	141.25	141.71	0.005482	0.86	0.03	0.81	1.54	7.52	8.77	0.52	
ARR. CUARTO	351.794*	500 años	05	11.57	141.58	140.29	1.29	141.25	141.71	0.005482	0.86	0.03	0.81	1.54	7.52	8.77	0.52	
ARR. CUARTO	346.808	5 años	05 cp	2.15	140.96	140.31	0.65	140.76	141.00	0.004915	0.38	0.03	0.38	0.85	2.53	6.59	0.42	
ARR. CUARTO	346.808	5 años	05	2.15	140.96	140.31	0.65	140.76	141.00	0.004915	0.38	0.03	0.38	0.85	2.53	6.59	0.42	
ARR. CUARTO	346.808	500 años	05 cp	11.57	141.53	140.31	1.22	141.27	141.68	0.006734	0.77	0.04	0.74	1.62	7.16	9.29	0.57	
ARR. CUARTO	346.808	500 años	05	11.57	141.53	140.31	1.22	141.27	141.68	0.006734	0.77	0.04	0.74	1.62	7.16	9.29	0.57	
ARR. CUARTO	341.816*	5 años	05 cp	2.15	140.92	140.32	0.60	140.77	140.97	0.006989	0.35	0.06	0.34	0.95	2.25	6.50	0.50	
ARR. CUARTO	341.816*	5 años	05	2.15	140.92	140.32	0.60	140.77	140.97	0.006989	0.35	0.06	0.34	0.95	2.25	6.50	0.50	
ARR. CUARTO	341.816*	500 años	05 cp	11.57	141.48	140.32	1.16	141.28	141.64	0.008201	0.71	0.06	0.69	1.70	6.80	9.55	0.63	
ARR. CUARTO	341.816*	500 años	05	11.57	141.48	140.32	1.16	141.28	141.64	0.008201	0.71	0.06	0.69	1.70	6.80	9.55	0.63	
ARR. CUARTO	336.825	5 años	05 cp	2.15	140.82	140.33	0.49	140.77	140.91	0.020083	0.28	0.09	0.27	1.35	1.59	5.75	0.81	
ARR. CUARTO	336.825	5 años	05	2.15	140.82	140.33	0.49	140.77	140.91	0.020083	0.28	0.09	0.27	1.35	1.59	5.75	0.81	
ARR. CUARTO	336.825	500 años	05 cp	11.57	141.27	140.33	0.94	141.27	141.57	0.019808	0.56	0.10	0.54	2.27	5.10	9.11	0.94	
ARR. CUARTO	336.825	500 años	05	11.57	141.27	140.33	0.94	141.27	141.57	0.019808	0.56	0.10	0.54	2.27	5.10	9.11	0.94	
ARR. CUARTO	331.831*	5 años	05 cp	2.15	140.73	140.25	0.48	140.67	140.81	0.017691	0.28	0.12	0.28	1.29	1.67	5.94	0.76	
ARR. CUARTO	331.831*	5 años	05	2.15	140.73	140.25	0.48	140.67	140.81	0.017691	0.28	0.12	0.28	1.29	1.67	5.94	0.76	
ARR. CUARTO	331.831*	500 años	05 cp	11.57	141.14	140.25	0.89	141.17	141.46	0.023381	0.52	0.11	0.51	2.38	4.86	9.29	1.01	
ARR. CUARTO	331.831*	500 años	05	11.57	141.14	140.25	0.89	141.17	141.46	0.023381	0.52	0.11	0.51	2.38	4.86	9.29	1.01	
ARR. CUARTO	326.837	5 años	05 cp	2.15	140.57	140.18	0.39	140.57	140.69	0.031949	0.23	0.16	0.23	1.55	1.38	5.92	1.00	
ARR. CUARTO	326.837	5 años	05	2.15	140.57	140.18	0.39	140.57	140.69	0.031949	0.23	0.16	0.23	1.55	1.38	5.92	1.00	
ARR. CUARTO	326.837	500 años	05 cp	11.57	140.99	140.18	0.81	141.05	141.34	0.029287	0.49	0.13	0.48	2.51	4.62	9.36	1.11	
ARR. CUARTO	326.837	500 años	05	11.57	140.99	140.18	0.81	141.05	141.34	0.029287	0.49	0.13	0.48	2.51	4.62	9.36	1.11	
ARR. CUARTO	321.935*	5 años	05 cp	2.15	140.09	139.81	0.28	140.18	140.39	0.122710	0.18	0.27	0.18	2.45	0.88	4.95	1.85	
ARR. CUARTO	321.935*	5 años	05	2.15	140.09	139.81	0.28	140.18	140.39	0.122710	0.18	0.27	0.18	2.45	0.88	4.95	1.85	
ARR. CUARTO	321.935*	500 años	05 cp	11.57	140.48	139.81	0.67	140.67	141.09	0.072266	0.45	0.21	0.44	3.46	3.35	7.43	1.64	
ARR. CUARTO	321.935*	500 años	05	11.57	140.48	139.81	0.67	140.67	141.09	0.072266	0.45	0.21	0.44	3.46	3.35	7.43	1.64	
ARR. CUARTO	317.033	5 años	05 cp	2.15	139.74	139.43	0.31	139.79	139.92	0.065059	0.20	0.43	0.19	1.90	1.13	5.76	1.37	
ARR. CUARTO	317.033	5 años	05	2.15	139.74	139.43	0.31	139.79	139.92	0.065059	0.20	0.43	0.19	1.90	1.13	5.76	1.37	
ARR. CUARTO	317.033	500 años	05 cp	11.57	140.05	139.43	0.62	140.26	140.72	0.075162	0.19	0.36	0.42	3.58	3.23	7.52	1.70	
ARR. CUARTO	317.033	500 años	05	11.57	140.05	139.43	0.62	140.26	140.72	0.075162	0.19	0.36	0.42	3.58	3.23	7.52	1.70	
ARR. CUARTO	315																	
ARR. CUARTO	312.164*	5 años	05	2.15	139.53	139.18	0.35	139.54	139.66	0.040261	0.22	0.25	0.22	1.63	1.32	5.89	1.10	
ARR. CUARTO	312.164*	500 años	05	11.57	139.88	139.18	0.70	140.00	140.33	0.051070	0.47	0.31	0.46	2.99	3.87	8.27	1.39	
ARR. CUARTO	307.296	5 años	05	2.15	139.36	138.92	0.44	139.28	139.42	0.013290	0.29	0.04	0.29	1.12	1.92	6.60	0.66	
ARR. CUARTO	307.296	500 años	05	11.57	139.91	138.92	0.99	139.74	140.07	0.010916	0.64	0.04	0.63	1.74	6.64	10.33	0.68	
ARR. CUARTO	303.925*	5 años	05	2.15	139.32	138.79	0.53	139.21	139.38	0.011173	0.32	0.06	0.31	1.08	2.00	6.33	0.61	
ARR. CUARTO	303.925*	500 años	05	11.57	139.87	138.79	1.08	139.70	140.03	0.011127	0.65	0.05	0.63	1.77	6.52	10.06	0.69	
ARR. CUARTO	300.555*	5 años	05	2.15	139.18	138.71	0.47	139.18	139.31	0.031601	0.26	0.11	0.26	1.59	1.35	5.18	1.00	
ARR. CUARTO	300.555*	500 años	05	11.57	139.68	138.71	0.97	139.68	139.96	0.024986	0.55	0.08	0.54	2.34	4.94	8.95	1.00	
ARR. CUARTO	297.185	5 años	05	2.15	138.86	138.38	0.48	138.94	139.14	0.077457	0.24	0.16	0.23	2.35	0.92	3.79	1.53	
ARR. CUARTO	297.185	500 años	05	11.57	139.43	138.38	1.05	139.51	139.84	0.037621	0.56	0.10	0.53	2.84	4.08	7.33	1.21	
ARR. CUARTO	294.313*	5 años	05	2.15	138.48	138.16	0.32	138.59	138.85	0.121155	0.21	0.27	0.21	2.71	0.79	3.76	1.88	
ARR. CUARTO	294.313*	500 años	05	11.57	138.89	138.16	0.73	139.13	139.64	0.089374	0.45	0.16	0.44	3.82	3.03	6.74	1.82	
ARR. CUARTO	291.442	5 años	05	2.15	137.97	137.62	0.35	138.10	138.41	0.195067	0.17	0.44	0.17	2.96	0.73	4.34	2.31	
ARR. CUARTO	291.442	500 años	05	11.57	138.28	137.62	0.66	138.56	139.27	0.165911	0.34	0.34	0.34	4.40	2.63	7.64	2.39	
ARR. CUARTO	286.864	5 años	05	2.15	137.78	137.18	0.60	137.64	137.84	0.008914	0.36	0.03	0.35	1.04	2.07	5.84	0.55	
ARR. CUARTO	286.864	500 años	05	11.57	137.94	137.18	0.76	138.17	138.66	0.084219	0.46	0.53	0.44	3.75	3.08	6.75	1.77	
ARR. CUARTO	283.547*	5 años	05	2.15	137.75	137.11	0.64	137.62	137.80	0.010434	0.33	0.04	0.32	1.06	2.03	6.23	0.59	
ARR. CUARTO	283.547*	500 años	05	11.57	138.23	137.11	1.12	138.12	138.42	0.015546	0.60	0.06	0.58	1.94	5.97	9.96	0.80	



Reach	River Sta	Profile	Plan	Q Total (m3/s)	W.S. Elev (m)	Min Ch El (m)	Diff	Crit	W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Hydr (m)	Depth Frctn	Loss Hydr (m)	Radius (m)	Vel Total (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude #	Chl
ARR. CUARTO	280.230	5 años	05	2.15	137.70	137.04	0.66		137.59	137.76	0.012177	0.33		0.05	0.32	1.14	1.89	5.79		0.64
ARR. CUARTO	280.230	500 años	05	11.57	138.10	137.04	1.06		138.09	138.35	0.025295	0.50		0.10	0.49	2.20	5.26	10.49		0.99
ARR. CUARTO	275.346*	5 años	05 cp	2.15	137.67	137.05	0.62		137.52	137.71	0.008650	0.30		0.03	0.30	0.92	2.34	7.78		0.54
ARR. CUARTO	275.346*	5 años	05	2.15	137.67	137.05	0.62		137.52	137.71	0.008649	0.30		0.03	0.30	0.92	2.34	7.78		0.54
ARR. CUARTO	275.346*	500 años	05 cp	11.57	137.70	137.05	0.65		137.97	138.70	0.189149	0.31		0.04	0.31	4.42	2.62	8.34		2.52
ARR. CUARTO	275.346*	500 años	05	11.57	138.05	137.05	1.00		137.97	138.22	0.017368	0.50		0.06	0.49	1.82	6.34	12.72		0.83
ARR. CUARTO	270.462*	5 años	05 cp	2.15	137.65	137.06	0.59		137.45	137.67	0.004388	0.31		0.01	0.30	0.67	3.23	10.54		0.38
ARR. CUARTO	270.462*	5 años	05	2.15	137.65	137.06	0.59		137.45	137.67	0.004388	0.31		0.01	0.30	0.67	3.23	10.54		0.38
ARR. CUARTO	270.462*	500 años	05 cp	11.57	138.03	137.06	0.97		137.85	138.13	0.009401	0.52		0.03	0.52	1.39	8.32	15.91		0.61
ARR. CUARTO	270.462*	500 años	05	11.57	138.03	137.06	0.97		137.85	138.13	0.009401	0.52		0.03	0.52	1.39	8.32	15.91		0.61
ARR. CUARTO	265.579	5 años	05 cp	2.15	137.65	137.07	0.58		137.37	137.66	0.001818	0.34		0.01	0.34	0.46	4.64	13.53		0.25
ARR. CUARTO	265.579	5 años	05	2.15	137.65	137.07	0.58		137.37	137.66	0.001818	0.34		0.01	0.34	0.46	4.64	13.53		0.25
ARR. CUARTO	265.579	500 años	05 cp	11.57	138.03	137.07	0.96		137.73	138.09	0.004359	0.56		0.02	0.56	1.04	11.15	19.85		0.43
ARR. CUARTO	265.579	500 años	05	11.57	138.03	137.07	0.96		137.73	138.09	0.004359	0.56		0.02	0.56	1.04	11.15	19.85		0.43
ARR. CUARTO	261.247*	5 años	05 cp	2.15	137.64	137.18	0.46		137.39	137.65	0.001919	0.33		0.01	0.33	0.46	4.64	14.11		0.26
ARR. CUARTO	261.247*	5 años	05	2.15	137.64	137.18	0.46		137.39	137.65	0.001919	0.33		0.01	0.33	0.46	4.64	14.11		0.26
ARR. CUARTO	261.247*	500 años	05 cp	11.57	138.01	137.18	0.83		137.73	138.07	0.004431	0.58		0.02	0.58	1.06	10.91	18.78		0.43
ARR. CUARTO	261.247*	500 años	05	11.57	138.01	137.18	0.83		137.73	138.07	0.004431	0.58		0.02	0.58	1.06	10.91	18.78		0.43
ARR. CUARTO	256.915*	5 años	05 cp	2.15	137.62	137.30	0.32		137.45	137.64	0.003114	0.28		0.03	0.28	0.53	4.08	14.68		0.32
ARR. CUARTO	256.915*	5 años	05	2.15	137.62	137.30	0.32		137.45	137.64	0.003114	0.28		0.03	0.28	0.53	4.08	14.68		0.32
ARR. CUARTO	256.915*	500 años	05 cp	11.57	137.97	137.30	0.67		137.75	138.04	0.005831	0.55		0.05	0.55	1.17	9.88	17.84		0.49
ARR. CUARTO	256.915*	500 años	05	11.57	137.97	137.30	0.67		137.75	138.04	0.005831	0.55		0.05	0.55	1.17	9.88	17.84		0.49
ARR. CUARTO	252.584	5 años	05 cp	2.15	137.55	137.41	0.14		137.55	137.60	0.027938	0.14		0.11	0.14	1.00	2.15	15.36		0.85
ARR. CUARTO	252.584	5 años	05	2.15	137.55	137.41	0.14		137.55	137.60	0.027938	0.14		0.11	0.14	1.00	2.15	15.36		0.85
ARR. CUARTO	252.584	500 años	05 cp	11.57	137.80	137.41	0.39		137.80	137.99	0.027772	0.37		0.10	0.37	1.91	6.06	16.34		1.00
ARR. CUARTO	252.584	500 años	05	11.57	137.80	137.41	0.39		137.80	137.99	0.027772	0.37		0.10	0.37	1.91	6.06	16.34		1.00
ARR. CUARTO	248.712*	5 años	05 cp	2.15	135.76	135.72	0.04		135.89	137.10	3.836414	0.04		0.37	0.04	5.14	0.42	10.31		8.13
ARR. CUARTO	248.712*	5 años	05	2.15	135.76	135.72	0.04		135.89	137.10	3.836414	0.04		0.37	0.04	5.14	0.42	10.31		8.13
ARR. CUARTO	248.712*	500 años	05 cp	11.57	135.91	135.72	0.19		136.21	137.55	0.610792	0.18		0.29	0.18	5.66	2.04	11.07		4.18
ARR. CUARTO	248.712*	500 años	05	11.57	135.91	135.72	0.19		136.21	137.55	0.610792	0.18		0.29	0.18	5.66	2.04	11.07		4.18
ARR. CUARTO	244.841	5 años	05 cp	2.15	134.15	134.02	0.13		134.24	134.49	0.231260	0.12		2.31	0.12	2.59	0.83	6.76		2.41
ARR. CUARTO	244.841	5 años	05	2.15	134.15	134.02	0.13		134.24	134.49	0.231260	0.12		2.31	0.12	2.59	0.83	6.76		2.41
ARR. CUARTO	244.841	500 años	05 cp	11.57	134.33	134.02	0.31		134.69	135.88	0.312107	0.30		1.64	0.29	5.39	2.15	7.25		3.27
ARR. CUARTO	244.841	500 años	05	11.57	134.33	134.02	0.31		134.69	135.88	0.312107	0.30		1.64	0.29	5.39	2.15	7.25		3.27
ARR. CUARTO	240.929*	5 años	05 cp	2.15	133.66	133.41	0.25		133.74	133.95	0.089794	0.22		0.53	0.22	2.39	0.90	4.03		1.62
ARR. CUARTO	240.929*	5 años	05	2.15	133.66	133.41	0.25		133.74	133.95	0.089794	0.22		0.53	0.22	2.39	0.90	4.03		1.62
ARR. CUARTO	240.929*	500 años	05 cp	11.57	134.02	133.41	0.61		134.34	135.09	0.102626	0.46		0.65	0.44	4.49	2.58	5.54		1.98
ARR. CUARTO	240.929*	500 años	05	11.57	134.02	133.41	0.61		134.34	135.09	0.102626	0.46		0.65	0.44	4.49	2.58	5.54		1.98
ARR. CUARTO	237.017	5 años	05 cp	2.15	133.26	132.80	0.46		133.37	133.62	0.074310	0.32		0.32	0.29	2.68	0.80	2.49		1.50
ARR. CUARTO	237.017	5 años	05	2.15	133.26	132.80	0.46		133.37	133.62	0.074310	0.32		0.32	0.29	2.68	0.80	2.49		1.50
ARR. CUARTO	237.017	500 años	05 cp	11.57	133.90	132.80	1.10		134.16	134.74	0.055498	0.69		0.29	0.59	4.00	2.89	4.20		1.46
ARR. CUARTO	237.017	500 años	05	11.57	133.90	132.80	1.10		134.16	134.74	0.055498	0.69		0.29	0.59	4.00	2.89	4.20		1.46
ARR. CUARTO	233.663*	5 años	05 cp	2.15	133.44	132.86	0.58		133.31	133.52	0.011095	0.43		0.04	0.40	1.27	1.70	3.98		0.62
ARR. CUARTO	233.663*	5 años	05	2.15	133.44	132.86	0.58		133.31	133.52	0.011095	0.43		0.04	0.40	1.27	1.70	3.98		0.62
ARR. CUARTO	233.663*	500 años	05 cp	11.57	133.72	132.86	0.86		133.96	134.52	0.065059	0.61		0.20	0.56	3.94	2.94	4.82		1.58
ARR. CUARTO	233.663*	500 años	05	11.57	133.72	132.86	0.86		133.96	134.52	0.065059	0.61		0.20	0.56	3.94	2.94	4.82		1.58
ARR. CUARTO	230.309*	5 años	05 cp	2.15	133.41	132.91	0.50		133.29	133.48	0.010541	0.37		0.05	0.36	1.16	1.86	4.95		0.60
ARR. CUARTO	230.309*	5 años	05	2.15	133.41	132.91	0.50		133.29	133.48	0.010541	0.37		0.05	0.36	1.16	1.86	4.95		0.60
ARR. CUARTO	230.309*	500 años	05 cp	11.57	133.72	132.91	0.81		133.86	134.26	0.042933	0.59		0.18	0.56	3.24	3.57	6.05		1.31
ARR. CUARTO	230.309*	500 años	05	11.57	133.72	132.91	0.81		133.86	134.26	0.042933	0.59		0.18	0.56	3.24	3.57	6.05		1.31
ARR. CUARTO	226.955	5 años	05 cp	2.15	133.34	132.97	0.37		133.29	133.43	0.020809	0.28		0.07	0.28	1.36	1.58	5.61		0.82
ARR. CUARTO	226.955	5 años	05	2.15	133.34	132.97	0.37		133.29	133.43	0.020809	0.28		0.07	0.28	1.36	1.58	5.61		0.82
ARR. CUARTO	226.955	500 años	05 cp	11.57	133.77	132.97	0.80		133.80	134.12	0.026163	0.59		0.10	0.57	2.60	4.44	7.49		1.05
ARR. CUARTO	226.955	500 años	05	11.57	133.77	132.97	0.80		133.80	134.12	0.026163	0.59		0.10	0.57	2.60	4.44	7.49		1.05
ARR. CUARTO	223.560*	5 años	05 cp	2.15	133.26	132.89	0.37		133.22	133.36	0.023270	0.27		0.08	0.26	1.39	1.54	5.76		0.86
ARR. CUARTO	223.560*	5 años	05	2.15	133.26	132.89	0.37		133.22	133.36	0.023270	0.27		0.08	0.26	1.39	1.54	5.76		0.86
ARR. CUARTO	223.560*	500 años	05 cp	11.57	133.69	132.89	0.80		133.70	134.04	0.024873	0.58		0.09	0.56	2.55	4.55	7.87		1.03
ARR. CUARTO	223.560*	500 años	05	11.57	133.69	132.89	0.80		133.70	134.04	0.024873	0.58		0.09	0.56	2.55	4.55	7.87		1.03
ARR. CUARTO	220.166*	5 años	05 cp	2.15	133.17	132.81	0.36		133.15	133.27	0.025510	0.25		0.10	0.25	1.39	1.54	6.20		0.89
ARR. CUARTO	220.166*	5 años	05	2.15	133.17	132.81	0.36		133.15	133.27	0.025510	0.25		0.10	0.25	1.39	1.54	6.20		0.89
ARR. CUARTO	220.166*	500 años	05 cp	11.57	133.57	132.81	0.76		133.65	133.94	0.028764	0.46		0.09	0.45	2.57	4.50	9.77		1.10
ARR. CUARTO	220.166*	500 años	05	11.57	1															



Reach	River Sta	Profile	Plan	Q Total (m3/s)	W.S. Elev (m)	Min Ch El (m)	Diff	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Hydr Depth (m)	Frctn Loss (m)	Hydr Radius (m)	Vel Total (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude #	Chl
ARR. CUARTO	213.196*	5 años	05 cp	2.15	132.89	132.57	0.32	132.92	133.04	0.045970	0.21	0.14	0.21	1.68	1.28	6.06	1.17	
ARR. CUARTO	213.196*	5 años	05	2.15	132.89	132.57	0.32	132.92	133.04	0.045970	0.21	0.14	0.21	1.68	1.28	6.06	1.17	
ARR. CUARTO	213.196*	500 años	05 cp	11.57	133.27	132.57	0.70	133.38	133.68	0.037144	0.42	0.13	0.41	2.69	4.30	10.21	1.23	
ARR. CUARTO	213.196*	500 años	05	11.57	133.27	132.57	0.70	133.38	133.68	0.037144	0.42	0.13	0.41	2.69	4.30	10.21	1.23	
ARR. CUARTO	209.62*	5 años	05 cp	2.15	132.76	132.40	0.36	132.77	132.89	0.039684	0.22	0.15	0.22	1.62	1.32	5.91	1.09	
ARR. CUARTO	209.62*	5 años	05	2.15	132.76	132.40	0.36	132.77	132.89	0.039684	0.22	0.15	0.22	1.62	1.32	5.91	1.09	
ARR. CUARTO	209.62*	500 años	05 cp	11.57	133.13	132.40	0.73	133.25	133.54	0.038503	0.42	0.14	0.42	2.74	4.22	9.98	1.25	
ARR. CUARTO	209.62*	500 años	05	11.57	133.13	132.40	0.73	133.25	133.54	0.038503	0.42	0.14	0.42	2.74	4.22	9.98	1.25	
ARR. CUARTO	206.044	5 años	05 cp	2.15	132.60	132.24	0.36	132.62	132.74	0.039156	0.23	0.14	0.23	1.63	1.32	5.76	1.09	
ARR. CUARTO	206.044	5 años	05	2.15	132.60	132.24	0.36	132.62	132.74	0.039156	0.23	0.14	0.23	1.63	1.32	5.76	1.09	
ARR. CUARTO	206.044	500 años	05 cp	11.57	133.00	132.24	0.76	133.10	133.39	0.038289	0.44	0.14	0.43	2.74	4.23	9.66	1.23	
ARR. CUARTO	206.044	500 años	05	11.57	133.00	132.24	0.76	133.10	133.39	0.038289	0.44	0.14	0.43	2.74	4.23	9.66	1.23	
ARR. CUARTO	201.211*	5 años	05 cp	2.15	132.42	132.04	0.38	132.43	132.56	0.036907	0.24	0.18	0.24	1.64	1.31	5.46	1.07	
ARR. CUARTO	201.211*	5 años	05	2.15	132.42	132.04	0.38	132.43	132.56	0.036907	0.24	0.18	0.24	1.64	1.31	5.46	1.07	
ARR. CUARTO	201.211*	500 años	05 cp	11.57	132.85	132.04	0.81	132.92	133.22	0.033415	0.49	0.17	0.48	2.67	4.33	8.91	1.16	
ARR. CUARTO	201.211*	500 años	05	11.57	132.85	132.04	0.81	132.92	133.22	0.033415	0.49	0.17	0.48	2.67	4.33	8.91	1.16	
ARR. CUARTO	196.379	5 años	05 cp	2.15	132.30	131.84	0.46	132.24	132.39	0.017082	0.29	0.07	0.29	1.27	1.69	5.74	0.75	
ARR. CUARTO	196.379	5 años	05	2.15	132.30	131.84	0.46	132.24	132.39	0.017082	0.29	0.07	0.29	1.27	1.69	5.74	0.75	
ARR. CUARTO	196.379	500 años	05 cp	11.57	132.68	131.84	0.84	132.74	133.06	0.034218	0.52	0.16	0.51	2.73	4.24	8.14	1.17	
ARR. CUARTO	196.379	500 años	05	11.57	132.68	131.84	0.84	132.74	133.06	0.034218	0.52	0.16	0.51	2.73	4.24	8.14	1.17	
ARR. CUARTO	191.86*	5 años	05 cp	2.15	132.24	131.81	0.43	132.17	132.31	0.015572	0.29	0.06	0.28	1.20	1.79	6.21	0.71	
ARR. CUARTO	191.86*	5 años	05	2.15	132.24	131.81	0.43	132.17	132.31	0.015572	0.29	0.06	0.28	1.20	1.79	6.21	0.71	
ARR. CUARTO	191.86*	500 años	05 cp	11.57	132.70	131.81	0.89	132.65	132.94	0.019461	0.58	0.08	0.56	2.19	5.29	9.16	0.90	
ARR. CUARTO	191.86*	500 años	05	11.57	132.70	131.81	0.89	132.65	132.94	0.019461	0.58	0.08	0.56	2.19	5.29	9.16	0.90	
ARR. CUARTO	187.341	5 años	05 cp	2.15	132.18	131.78	0.40	132.11	132.24	0.013160	0.28	0.04	0.28	1.09	1.96	6.90	0.65	
ARR. CUARTO	187.341	5 años	05	2.15	132.18	131.78	0.40	132.11	132.24	0.013160	0.28	0.04	0.28	1.09	1.96	6.90	0.65	
ARR. CUARTO	187.341	500 años	05 cp	11.57	132.63	131.78	0.85	132.55	132.85	0.017574	0.61	0.06	0.59	2.09	5.54	9.13	0.85	
ARR. CUARTO	187.341	500 años	05	11.57	132.63	131.78	0.85	132.55	132.85	0.017574	0.61	0.06	0.59	2.09	5.54	9.13	0.85	
ARR. CUARTO	183.988*	5 años	05 cp	2.15	132.14	131.67	0.47	132.06	132.20	0.012703	0.28	0.04	0.27	1.06	2.03	7.33	0.64	
ARR. CUARTO	183.988*	5 años	05	2.15	132.14	131.67	0.47	132.06	132.20	0.012703	0.28	0.04	0.27	1.06	2.03	7.33	0.64	
ARR. CUARTO	183.988*	500 años	05 cp	11.57	132.60	131.67	0.93	132.49	132.79	0.015557	0.58	0.05	0.56	1.92	6.04	10.46	0.80	
ARR. CUARTO	183.988*	500 años	05	11.57	132.60	131.67	0.93	132.49	132.79	0.015557	0.58	0.05	0.56	1.92	6.04	10.46	0.80	
ARR. CUARTO	180.635*	5 años	05 cp	2.15	132.09	131.56	0.53	132.00	132.15	0.013834	0.28	0.04	0.28	1.12	1.93	6.79	0.67	
ARR. CUARTO	180.635*	5 años	05	2.15	132.09	131.56	0.53	132.00	132.15	0.013834	0.28	0.04	0.28	1.12	1.93	6.79	0.67	
ARR. CUARTO	180.635*	500 años	05 cp	11.57	132.56	131.56	1.00	132.47	132.73	0.015554	0.52	0.06	0.51	1.82	6.34	12.15	0.79	
ARR. CUARTO	180.635*	500 años	05	11.57	132.56	131.56	1.00	132.47	132.73	0.015554	0.52	0.06	0.51	1.82	6.34	12.15	0.79	
ARR. CUARTO	177.282	5 años	05 cp	2.15	132.04	131.45	0.59	131.92	132.11	0.012257	0.33	0.04	0.32	1.14	1.88	5.75	0.64	
ARR. CUARTO	177.282	5 años	05	2.15	132.04	131.45	0.59	131.92	132.11	0.012257	0.33	0.04	0.32	1.14	1.88	5.75	0.64	
ARR. CUARTO	177.282	500 años	05 cp	11.57	132.50	131.45	1.05	132.44	132.67	0.018181	0.45	0.06	0.44	1.84	6.30	13.99	0.84	
ARR. CUARTO	177.282	500 años	05	11.57	132.50	131.45	1.05	132.44	132.67	0.018181	0.45	0.06	0.44	1.84	6.30	13.99	0.84	
ARR. CUARTO	173.9*	5 años	05 cp	2.15	132.00	131.37	0.63	131.89	132.07	0.012721	0.33	0.04	0.32	1.17	1.83	5.53	0.65	
ARR. CUARTO	173.9*	5 años	05	2.15	132.00	131.37	0.63	131.89	132.07	0.012721	0.33	0.04	0.32	1.17	1.83	5.53	0.65	
ARR. CUARTO	173.9*	500 años	05 cp	11.57	132.43	131.37	1.06	132.38	132.60	0.018822	0.44	0.06	0.43	1.83	6.33	14.33	0.85	
ARR. CUARTO	173.9*	500 años	05	11.57	132.43	131.37	1.06	132.38	132.60	0.018822	0.44	0.06	0.43	1.83	6.33	14.33	0.85	
ARR. CUARTO	170.518*	5 años	05 cp	2.15	131.94	131.30	0.64	131.84	132.02	0.013768	0.33	0.07	0.32	1.22	1.76	5.31	0.68	
ARR. CUARTO	170.518*	5 años	05	2.15	131.94	131.30	0.64	131.84	132.02	0.013768	0.33	0.07	0.32	1.22	1.76	5.31	0.68	
ARR. CUARTO	170.518*	500 años	05 cp	11.57	132.37	131.30	1.07	132.32	132.54	0.017805	0.45	0.07	0.44	1.77	6.53	14.56	0.83	
ARR. CUARTO	170.518*	500 años	05	11.57	132.37	131.30	1.07	132.32	132.54	0.017805	0.45	0.07	0.44	1.77	6.53	14.56	0.83	
ARR. CUARTO	167.136	5 años	05 cp	2.15	131.80	131.22	0.58	131.80	131.94	0.032412	0.29	0.11	0.28	1.70	1.27	4.42	1.01	
ARR. CUARTO	167.136	5 años	05	2.15	131.80	131.22	0.58	131.80	131.94	0.032412	0.29	0.11	0.28	1.70	1.27	4.42	1.01	
ARR. CUARTO	167.136	500 años	05 cp	11.57	132.24	131.22	1.02	132.24	132.46	0.028045	0.40	0.09	0.39	2.02	5.73	14.45	1.02	
ARR. CUARTO	167.136	500 años	05	11.57	132.24	131.22	1.02	132.24	132.46	0.028045	0.40	0.09	0.39	2.02	5.73	14.45	1.02	
ARR. CUARTO	163.682*	5 años	05 cp	2.15	131.65	131.14	0.51	131.67	131.82	0.040557	0.27	0.12	0.26	1.83	1.17	4.32	1.12	
ARR. CUARTO	163.682*	5 años	05	2.15	131.65	131.14	0.51	131.67	131.82	0.040557	0.27	0.12	0.26	1.83	1.17	4.32	1.12	
ARR. CUARTO	163.682*	500 años	05 cp	11.57	132.06	131.14	0.92	132.12	132.34	0.040610	0.35	0.12	0.34	2.29	5.05	14.41	1.20	
ARR. CUARTO	163.682*	500 años	05	11.57	132.06	131.14	0.92	132.12	132.34	0.040610	0.35	0.12	0.34	2.29	5.05	14.41	1.20	
ARR. CUARTO	160.228*	5 años	05 cp	2.15	131.53	131.06	0.47	131.55	131.69	0.037894	0.27	0.14	0.26	1.75	1.23	4.60	1.09	
ARR. CUARTO	160.228*	5 años	05	2.15	131.53	131.06	0.47	131.55	131.69	0.037894	0.27	0.14	0.26	1.75	1.23	4.60	1.09	
ARR. CUARTO	160.228*	500 años	05 cp	11.57	131.91	131.06	0.85	131.97	132.20	0.043661	0.37	0.15	0.36	2.36	4.89	13.39	1.24	
ARR. CUARTO	160.228*	500 años	05	11.57	131.91	131.06	0.85	131.97	132.20	0.043661	0.37	0.15	0.36	2.36	4.89	13.39	1.24	
ARR. CUARTO	156.774	5 años	05 cp	2.15	131.47	130.98	0.49	131.42	131.56	0.021775	0.27	0.10	0.26	1.34	1.61	6.01	0.83	
ARR. CUARTO	156.774	5 años	05	2.15	131.47	130.98	0.49	131.42	131.56	0.021775	0.27	0.10	0.26	1.34	1.61	6.01	0.83	
ARR. CUARTO	156.774	500 años	05 cp	11.57	131.76	130.98	0.78	131.82	132.05	0.043597	0.38	0.15	0.37	2.38	4.86	12.92	1.24	
ARR. CUARTO	156.774	500 años	05	11.57	131.76	130.98	0.78	131.82	132.05	0.043597	0.38	0.15	0.37	2.38	4.86	12.92	1.24	
ARR. CUARTO	151.921*	5 años																



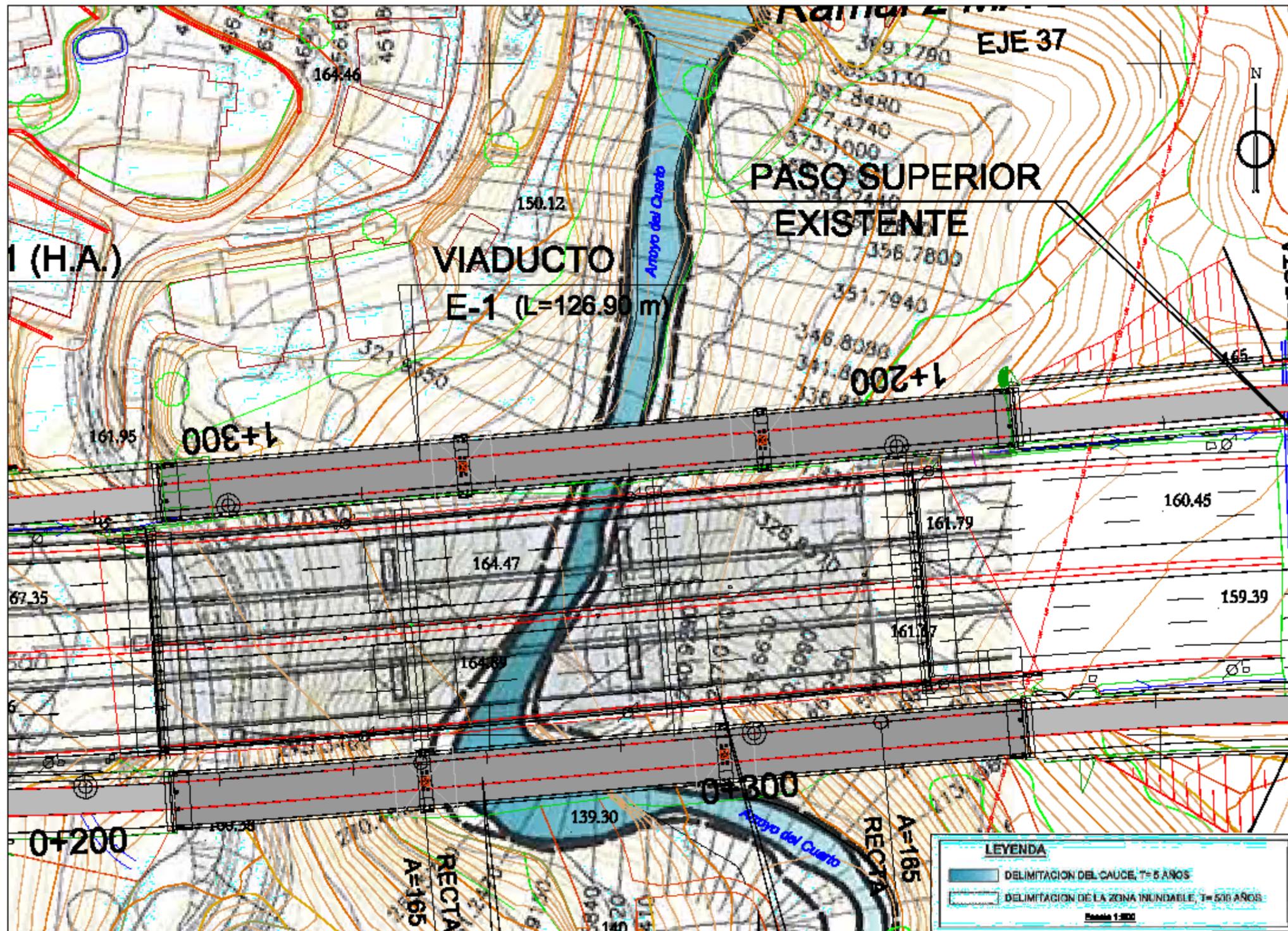
Reach	River Sta	Profile	Plan	Q Total (m3/s)	W.S. Elev (m)	Min Ch El (m)	Diff	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Hydr Depth (m)	Frctn Loss (m)	Hydr Radius (m)	Vel Total (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude #	Chl
ARR. CUARTO	147.069	5 años	05 cp	2.15	131.22	130.90	0.32	131.22	131.32	0.034017	0.20	0.18	0.20	1.40	1.54	7.64	1.00	
ARR. CUARTO	147.069	5 años	05	2.15	131.22	130.90	0.32	131.22	131.32	0.034017	0.20	0.18	0.20	1.40	1.54	7.64	1.00	
ARR. CUARTO	147.069	500 años	05 cp	11.57	131.55	130.90	0.65	131.62	131.86	0.040123	0.40	0.16	0.39	2.44	4.75	11.95	1.22	
ARR. CUARTO	147.069	500 años	05	11.57	131.55	130.90	0.65	131.62	131.86	0.040123	0.40	0.16	0.39	2.44	4.75	11.95	1.22	
ARR. CUARTO	142.103*	5 años	05 cp	2.15	130.93	130.77	0.16	130.97	131.07	0.082955	0.13	0.25	0.13	1.63	1.32	10.21	1.45	
ARR. CUARTO	142.103*	5 años	05	2.15	130.93	130.77	0.16	130.97	131.07	0.082955	0.13	0.25	0.13	1.63	1.32	10.21	1.45	
ARR. CUARTO	142.103*	500 años	05 cp	11.57	131.18	130.77	0.41	131.30	131.59	0.069537	0.34	0.26	0.34	2.83	4.09	12.05	1.55	
ARR. CUARTO	142.103*	500 años	05	11.57	131.18	130.77	0.41	131.30	131.59	0.069537	0.34	0.26	0.34	2.83	4.09	12.05	1.55	
ARR. CUARTO	137.138	5 años	05 cp	2.15	130.68	130.63	0.05	130.75	131.18	1.350994	0.04	0.30	0.04	3.14	0.68	16.15	4.86	
ARR. CUARTO	137.138	5 años	05	2.15	130.68	130.63	0.05	130.75	131.18	1.350994	0.04	0.30	0.04	3.14	0.68	16.15	4.86	
ARR. CUARTO	137.138	500 años	05 cp	11.57	130.93	130.63	0.30	131.01	131.22	0.063000	0.28	0.33	0.28	2.39	4.84	17.04	1.43	
ARR. CUARTO	137.138	500 años	05	11.57	130.93	130.63	0.30	131.01	131.22	0.063000	0.28	0.33	0.28	2.39	4.84	17.04	1.43	
ARR. CUARTO	133.723*	5 años	05 cp	2.15	129.66	129.52	0.14	129.72	129.86	0.162811	0.10	1.22	0.10	1.98	1.09	10.48	1.96	
ARR. CUARTO	133.723*	5 años	05	2.15	129.66	129.52	0.14	129.72	129.86	0.162811	0.10	1.22	0.10	1.98	1.09	10.48	1.96	
ARR. CUARTO	133.723*	500 años	05 cp	11.57	129.80	129.52	0.28	130.03	130.76	0.282772	0.22	0.40	0.22	4.35	2.66	11.83	2.93	
ARR. CUARTO	133.723*	500 años	05	11.57	129.80	129.52	0.28	130.03	130.76	0.282772	0.22	0.40	0.22	4.35	2.66	11.83	2.93	
ARR. CUARTO	130.308*	5 años	05 cp	2.15	128.59	128.41	0.18	128.72	129.09	0.301465	0.13	0.74	0.13	3.14	0.69	5.23	2.76	
ARR. CUARTO	130.308*	5 años	05	2.15	128.59	128.41	0.18	128.72	129.09	0.301465	0.13	0.74	0.13	3.14	0.69	5.23	2.76	
ARR. CUARTO	130.308*	500 años	05 cp	11.57	128.87	128.41	0.46	129.16	129.96	0.191641	0.34	0.79	0.33	4.64	2.49	7.42	2.56	
ARR. CUARTO	130.308*	500 años	05	11.57	128.87	128.41	0.46	129.16	129.96	0.191641	0.34	0.79	0.33	4.64	2.49	7.42	2.56	
ARR. CUARTO	126.894	5 años	05 cp	2.15	127.77	127.30	0.47	127.95	128.36	0.160403	0.25	0.73	0.23	3.38	0.64	2.53	2.15	
ARR. CUARTO	126.894	5 años	05	2.15	127.77	127.30	0.47	127.95	128.36	0.160403	0.25	0.73	0.23	3.38	0.64	2.53	2.15	
ARR. CUARTO	126.894	500 años	05 cp	11.57	128.28	127.30	0.98	128.65	129.52	0.090260	0.54	0.43	0.49	4.59	2.52	4.69	1.92	
ARR. CUARTO	126.894	500 años	05	11.57	128.28	127.30	0.98	128.65	129.52	0.090260	0.54	0.43	0.49	4.59	2.52	4.69	1.92	
ARR. CUARTO	121.940*	5 años	05 cp	2.15	127.68	127.11	0.57	127.71	127.91	0.039353	0.36	0.35	0.33	2.10	1.02	2.84	1.12	
ARR. CUARTO	121.940*	5 años	05	2.15	127.68	127.11	0.57	127.71	127.91	0.039353	0.36	0.35	0.33	2.10	1.02	2.84	1.12	
ARR. CUARTO	121.940*	500 años	05 cp	11.57	128.22	127.11	1.11	128.48	129.08	0.048523	0.66	0.32	0.59	3.87	2.99	4.51	1.43	
ARR. CUARTO	121.940*	500 años	05	11.57	128.22	127.11	1.11	128.48	129.08	0.048523	0.66	0.32	0.59	3.87	2.99	4.51	1.43	
ARR. CUARTO	116.987	5 años	05 cp	2.15	127.41	126.92	0.49	127.47	127.68	0.048503	0.35	0.22	0.32	2.28	0.94	2.67	1.23	
ARR. CUARTO	116.987	5 años	05	2.15	127.41	126.92	0.49	127.47	127.68	0.048503	0.35	0.22	0.32	2.28	0.94	2.67	1.23	
ARR. CUARTO	116.987	500 años	05 cp	11.57	128.03	126.92	1.11	128.26	128.82	0.044288	0.73	0.23	0.62	3.80	3.05	4.19	1.35	
ARR. CUARTO	116.987	500 años	05	11.57	128.03	126.92	1.11	128.26	128.82	0.044288	0.73	0.23	0.62	3.80	3.05	4.19	1.35	
ARR. CUARTO	112.028*	5 años	05 cp	2.15	127.28	126.78	0.50	127.30	127.48	0.034326	0.35	0.19	0.32	1.97	1.09	3.15	1.06	
ARR. CUARTO	112.028*	5 años	05	2.15	127.28	126.78	0.50	127.30	127.48	0.034326	0.35	0.19	0.32	1.97	1.09	3.15	1.06	
ARR. CUARTO	112.028*	500 años	05 cp	11.57	128.35	126.78	1.57	128.03	128.57	0.006911	0.99	0.02	0.86	1.88	6.16	6.25	0.60	
ARR. CUARTO	112.028*	500 años	05	11.57	128.35	126.78	1.57	128.03	128.57	0.006911	0.99	0.02	0.86	1.88	6.16	6.25	0.60	
ARR. CUARTO	107.070	5 años	05 cp	2.15	127.32	126.64	0.68	127.10	127.38	0.005287	0.46	0.02	0.44	1.02	2.10	4.54	0.46	
ARR. CUARTO	107.070	5 años	05	2.15	127.32	126.64	0.68	127.10	127.38	0.005287	0.46	0.02	0.44	1.02	2.10	4.54	0.46	
ARR. CUARTO	107.070	500 años	05 cp	11.57	128.40	126.64	1.76	127.78	128.52	0.003074	1.18	0.01	1.03	1.37	8.48	7.18	0.42	
ARR. CUARTO	107.070	500 años	05	11.57	128.40	126.64	1.76	127.78	128.52	0.003074	1.18	0.01	1.03	1.37	8.48	7.18	0.42	
ARR. CUARTO	103.626*	5 años	05 cp	2.15	127.30	126.54	0.76	127.06	127.36	0.005380	0.50	0.02	0.45	1.08	2.00	4.03	0.47	
ARR. CUARTO	103.626*	5 años	05	2.15	127.30	126.54	0.76	127.06	127.36	0.005380	0.50	0.02	0.45	1.08	2.00	4.03	0.47	
ARR. CUARTO	103.626*	500 años	05 cp	11.57	128.36	126.54	1.82	127.81	128.51	0.003816	1.15	0.02	0.99	1.50	7.73	6.72	0.46	
ARR. CUARTO	103.626*	500 años	05	11.57	128.36	126.54	1.82	127.81	128.51	0.003816	1.15	0.02	0.99	1.50	7.73	6.72	0.46	
ARR. CUARTO	100.182*	5 años	05 cp	2.15	127.25	126.44	0.81	127.04	127.34	0.006721	0.51	0.04	0.45	1.22	1.77	3.47	0.52	
ARR. CUARTO	100.182*	5 años	05	2.15	127.25	126.44	0.81	127.04	127.34	0.006721	0.51	0.04	0.45	1.22	1.77	3.47	0.52	
ARR. CUARTO	100.182*	500 años	05 cp	11.57	128.28	126.44	1.84	127.86	128.48	0.005464	1.08	0.03	0.92	1.72	6.74	6.22	0.55	
ARR. CUARTO	100.182*	500 años	05	11.57	128.28	126.44	1.84	127.86	128.48	0.005464	1.08	0.03	0.92	1.72	6.74	6.22	0.55	
ARR. CUARTO	96.739	5 años	05 cp	2.15	127.04	126.34	0.70	127.04	127.28	0.027440	0.43	0.13	0.36	2.08	1.03	2.41	0.97	
ARR. CUARTO	96.739	5 años	05	2.15	127.04	126.34	0.70	127.04	127.28	0.027440	0.43	0.13	0.36	2.08	1.03	2.41	0.97	
ARR. CUARTO	96.739	500 años	05 cp	11.57	127.95	126.34	1.61	127.95	128.42	0.017029	0.90	0.09	0.73	2.64	4.38	4.89	0.91	
ARR. CUARTO	96.739	500 años	05	11.57	127.95	126.34	1.61	127.95	128.42	0.017029	0.90	0.09	0.73	2.64	4.38	4.89	0.91	
ARR. CUARTO	91.756*	5 años	05 cp	2.15	126.63	126.07	0.56	126.76	127.07	0.065750	0.34	0.20	0.30	2.82	0.76	2.21	1.44	
ARR. CUARTO	91.756*	5 años	05	2.15	126.63	126.07	0.56	126.76	127.07	0.065750	0.34	0.20	0.30	2.82	0.76	2.21	1.44	
ARR. CUARTO	91.756*	500 años	05 cp	11.57	127.38	126.07	1.31	127.65	128.26	0.041045	0.76	0.13	0.62	3.67	3.15	4.13	1.34	
ARR. CUARTO	91.756*	500 años	05	11.57	127.38	126.07	1.31	127.65	128.26	0.041045	0.76	0.13	0.62	3.67	3.15	4.13	1.34	
ARR. CUARTO	86.773	5 años	05 cp	2.15	126.31	125.80	0.51	126.43	126.72	0.070099	0.34	0.34	0.29	2.68	0.80	2.39	1.45	
ARR. CUARTO	86.773	5 años	05	2.15	126.31	125.80	0.51	126.43	126.72	0.070099	0.34	0.34	0.29	2.68	0.80	2.39	1.45	
ARR. CUARTO	86.773	500 años	05 cp	11.57	126.94	125.80	1.14	127.28	127.99	0.063738	0.70	0.25	0.58	4.15	2.79	3.98	1.59	
ARR. CUARTO	86.773	500 años	05	11.57	126.94	125.80	1.14	127.28	127.99	0.063738	0.70	0.25	0.58	4.15	2.79	3.98	1.59	
ARR. CUARTO	81.8525*	5 años	05 cp	2.15	126.26	125.77	0.49	126.38	126.65	0.064475	0.31	0.19	0.28	2.62	0.82	2.65	1.46	
ARR. CUARTO	81.8525*	5 años	05	2.15	126.26	125.77	0.49	126.38	126.65	0.064475	0.31	0.19	0.28	2.62	0.82	2.65	1.46	
ARR. CUARTO	81.8525*	500 años	05 cp	11.57	126.97	125.77	1.20	127.16	127.66	0.035001	0.70	0.23	0.61	3.24	3.57	5.10	1.27	
ARR. CUARTO	81.8525*	500 años	05	11.57	126.97	125.77	1.20	127.16	127.66	0.035001	0.70	0.23	0.61	3.24	3.57	5.10	1.27	
ARR. CUARTO	76.932	5 años	05 cp	2.15	126.24													



Reach	River Sta	Profile	Plan	Q Total (m3/s)	W.S. Elev (m)	Min Ch El (m)	Diff	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Hydr Depth (m)	Frctn Loss (m)	Hydr Radius (m)	Vel Total (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude #	Chl
ARR. CUARTO	71.9565*	5 años	05 cp	2.15	126.27	125.71	0.56	126.22	126.39	0.014556	0.34	0.09	0.33	1.41	1.52	4.48	0.75	
ARR. CUARTO	71.9565*	5 años	05	2.15	126.27	125.71	0.56	126.22	126.39	0.014556	0.34	0.09	0.33	1.41	1.52	4.48	0.75	
ARR. CUARTO	71.9565*	500 años	05 cp	11.57	126.73	125.71	1.02	126.85	127.25	0.029442	0.62	0.17	0.58	2.84	4.07	6.61	1.19	
ARR. CUARTO	71.9565*	500 años	05	11.57	126.73	125.71	1.02	126.85	127.25	0.029442	0.62	0.17	0.58	2.84	4.07	6.61	1.19	
ARR. CUARTO	66.981	5 años	05 cp	2.15	126.15	125.68	0.47	126.15	126.29	0.024701	0.28	0.09	0.27	1.62	1.32	4.74	0.93	
ARR. CUARTO	66.981	5 años	05	2.15	126.15	125.68	0.47	126.15	126.29	0.024701	0.28	0.09	0.27	1.62	1.32	4.74	0.93	
ARR. CUARTO	66.981	500 años	05 cp	11.57	126.70	125.68	1.02	126.73	127.08	0.020393	0.64	0.12	0.61	2.44	4.74	7.39	0.99	
ARR. CUARTO	66.981	500 años	05	11.57	126.70	125.68	1.02	126.73	127.08	0.020393	0.64	0.12	0.61	2.44	4.74	7.39	0.99	
ARR. CUARTO	63.5993*	5 años	05 cp	2.15	125.73	125.36	0.37	125.85	126.11	0.105528	0.24	0.15	0.23	2.74	0.78	3.28	1.78	
ARR. CUARTO	63.5993*	5 años	05	2.15	125.73	125.36	0.37	125.85	126.11	0.105528	0.24	0.15	0.23	2.74	0.78	3.28	1.78	
ARR. CUARTO	63.5993*	500 años	05 cp	11.57	126.34	125.36	0.98	126.52	126.96	0.036417	0.62	0.09	0.58	3.26	3.55	5.71	1.28	
ARR. CUARTO	63.5993*	500 años	05	11.57	126.34	125.36	0.98	126.52	126.96	0.036417	0.62	0.09	0.58	3.26	3.55	5.71	1.28	
ARR. CUARTO	60.2176*	5 años	05 cp	2.15	125.43	125.03	0.40	125.54	125.78	0.090309	0.26	0.33	0.25	2.64	0.82	3.16	1.66	
ARR. CUARTO	60.2176*	5 años	05	2.15	125.43	125.03	0.40	125.54	125.78	0.090309	0.26	0.33	0.25	2.64	0.82	3.16	1.66	
ARR. CUARTO	60.2176*	500 años	05 cp	11.57	125.97	125.03	0.94	126.21	126.78	0.056278	0.61	0.15	0.56	3.87	2.99	4.93	1.52	
ARR. CUARTO	60.2176*	500 años	05	11.57	125.97	125.03	0.94	126.21	126.78	0.056278	0.61	0.15	0.56	3.87	2.99	4.93	1.52	
ARR. CUARTO	56.836	5 años	05 cp	2.15	125.11	124.71	0.40	125.22	125.47	0.092362	0.26	0.31	0.25	2.69	0.80	3.04	1.67	
ARR. CUARTO	56.836	5 años	05	2.15	125.11	124.71	0.40	125.22	125.47	0.092362	0.26	0.31	0.25	2.69	0.80	3.04	1.67	
ARR. CUARTO	56.836	500 años	05 cp	11.57	125.61	124.71	0.90	125.90	126.55	0.073179	0.61	0.22	0.55	4.22	2.74	4.53	1.69	
ARR. CUARTO	56.836	500 años	05	11.57	125.61	124.71	0.90	125.90	126.55	0.073179	0.61	0.22	0.55	4.22	2.74	4.53	1.69	
ARR. CUARTO	53.4926*	5 años	05 cp	2.15	125.07	124.58	0.49	125.11	125.29	0.042249	0.32	0.17	0.30	2.06	1.04	3.24	1.16	
ARR. CUARTO	53.4926*	5 años	05	2.15	125.07	124.58	0.49	125.11	125.29	0.042249	0.32	0.17	0.30	2.06	1.04	3.24	1.16	
ARR. CUARTO	53.4926*	500 años	05 cp	11.57	125.64	124.58	1.06	125.80	126.29	0.038253	0.69	0.17	0.62	3.45	3.36	4.86	1.27	
ARR. CUARTO	53.4926*	500 años	05	11.57	125.64	124.58	1.06	125.80	126.29	0.038253	0.69	0.17	0.62	3.45	3.36	4.86	1.27	
ARR. CUARTO	50.1493*	5 años	05 cp	2.15	124.98	124.44	0.54	125.00	125.18	0.038066	0.34	0.12	0.31	2.00	1.07	3.21	1.10	
ARR. CUARTO	50.1493*	5 años	05	2.15	124.98	124.44	0.54	125.00	125.18	0.038066	0.34	0.12	0.31	2.00	1.07	3.21	1.10	
ARR. CUARTO	50.1493*	500 años	05 cp	11.57	125.77	124.44	1.33	125.70	126.16	0.016029	0.87	0.06	0.75	2.58	4.48	5.14	0.87	
ARR. CUARTO	50.1493*	500 años	05	11.57	125.77	124.44	1.33	125.70	126.16	0.016029	0.87	0.06	0.75	2.58	4.48	5.14	0.87	
ARR. CUARTO	46.806	5 años	05 cp	2.15	124.96	124.31	0.65	124.90	125.10	0.017591	0.38	0.06	0.35	1.58	1.36	3.62	0.78	
ARR. CUARTO	46.806	5 años	05	2.15	124.96	124.31	0.65	124.90	125.10	0.017591	0.38	0.06	0.35	1.58	1.36	3.62	0.78	
ARR. CUARTO	46.806	500 años	05 cp	11.57	125.61	124.31	1.30	125.61	126.09	0.019963	0.88	0.07	0.73	2.82	4.10	4.67	0.97	
ARR. CUARTO	46.806	500 años	05	11.57	125.61	124.31	1.30	125.61	126.09	0.019963	0.88	0.07	0.73	2.82	4.10	4.67	0.97	
ARR. CUARTO	43.463*	5 años	05 cp	2.15	124.91	124.26	0.65	124.84	125.04	0.015994	0.38	0.05	0.35	1.52	1.41	3.73	0.75	
ARR. CUARTO	43.463*	5 años	05	2.15	124.91	124.26	0.65	124.84	125.04	0.015994	0.38	0.05	0.35	1.52	1.41	3.73	0.75	
ARR. CUARTO	43.463*	500 años	05 cp	11.57	125.44	124.26	1.18	125.54	126.01	0.027366	0.77	0.08	0.67	3.09	3.74	4.89	1.12	
ARR. CUARTO	43.463*	500 años	05	11.57	125.44	124.26	1.18	125.54	126.01	0.027366	0.77	0.08	0.67	3.09	3.74	4.89	1.12	
ARR. CUARTO	40.12*	5 años	05 cp	2.15	124.87	124.22	0.65	124.78	124.98	0.014968	0.38	0.07	0.36	1.47	1.46	3.82	0.73	
ARR. CUARTO	40.12*	5 años	05	2.15	124.87	124.22	0.65	124.78	124.98	0.014968	0.38	0.07	0.36	1.47	1.46	3.82	0.73	
ARR. CUARTO	40.12*	500 años	05 cp	11.57	125.40	124.22	1.18	125.47	125.90	0.024782	0.74	0.09	0.66	2.93	3.95	5.33	1.07	
ARR. CUARTO	40.12*	500 años	05	11.57	125.40	124.22	1.18	125.47	125.90	0.024782	0.74	0.09	0.66	2.93	3.95	5.33	1.07	
ARR. CUARTO	36.777	5 años	05 cp	2.15	124.73	124.17	0.56	124.73	124.90	0.030507	0.33	0.11	0.31	1.84	1.17	3.51	1.00	
ARR. CUARTO	36.777	5 años	05	2.15	124.73	124.17	0.56	124.73	124.90	0.030507	0.33	0.11	0.31	1.84	1.17	3.51	1.00	
ARR. CUARTO	36.777	500 años	05 cp	11.57	125.35	124.17	1.18	125.41	125.81	0.022924	0.71	0.08	0.65	2.79	4.15	5.87	1.03	
ARR. CUARTO	36.777	500 años	05	11.57	125.35	124.17	1.18	125.41	125.81	0.022924	0.71	0.08	0.65	2.79	4.15	5.87	1.03	
ARR. CUARTO	33.2833*	5 años	05 cp	2.15	124.48	124.01	0.47	124.55	124.76	0.057697	0.30	0.14	0.28	2.31	0.93	3.10	1.34	
ARR. CUARTO	33.2833*	5 años	05	2.15	124.48	124.01	0.47	124.55	124.76	0.057697	0.30	0.14	0.28	2.31	0.93	3.10	1.34	
ARR. CUARTO	33.2833*	500 años	05 cp	11.57	125.16	124.01	1.15	125.27	125.72	0.027506	0.70	0.09	0.64	3.09	3.75	5.32	1.12	
ARR. CUARTO	33.2833*	500 años	05	11.57	125.16	124.01	1.15	125.27	125.72	0.027506	0.70	0.09	0.64	3.09	3.75	5.32	1.12	
ARR. CUARTO	29.7896*	5 años	05 cp	2.15	124.34	123.84	0.50	124.38	124.56	0.041534	0.33	0.17	0.31	2.09	1.03	3.10	1.15	
ARR. CUARTO	29.7896*	5 años	05	2.15	124.34	123.84	0.50	124.38	124.56	0.041534	0.33	0.17	0.31	2.09	1.03	3.10	1.15	
ARR. CUARTO	29.7896*	500 años	05 cp	11.57	124.98	123.84	1.14	125.12	125.61	0.029986	0.75	0.10	0.65	3.29	3.52	4.71	1.17	
ARR. CUARTO	29.7896*	500 años	05	11.57	124.98	123.84	1.14	125.12	125.61	0.029986	0.75	0.10	0.65	3.29	3.52	4.71	1.17	
ARR. CUARTO	26.296	5 años	05 cp	2.15	124.41	123.68	0.73	124.20	124.49	0.006874	0.52	0.04	0.46	1.19	1.81	3.49	0.51	
ARR. CUARTO	26.296	5 años	05	2.15	124.41	123.68	0.73	124.20	124.49	0.006874	0.52	0.04	0.46	1.19	1.81	3.49	0.51	
ARR. CUARTO	26.296	500 años	05 cp	11.57	124.81	123.68	1.13	124.97	125.49	0.031806	0.79	0.11	0.67	3.43	3.37	4.27	1.19	
ARR. CUARTO	26.296	500 años	05	11.57	124.81	123.68	1.13	124.97	125.49	0.031806	0.79	0.11	0.67	3.43	3.37	4.27	1.19	
ARR. CUARTO	21.591*	5 años	05 cp	2.15	124.34	123.72	0.62	124.22	124.44	0.011394	0.42	0.05	0.39	1.38	1.55	3.70	0.66	
ARR. CUARTO	21.591*	5 años	05	2.15	124.34	123.72	0.62	124.22	124.44	0.011394	0.42	0.05	0.39	1.38	1.55	3.70	0.66	
ARR. CUARTO	21.591*	500 años	05 cp	11.57	124.85	123.72	1.13	124.98	125.39	0.025025	0.66	0.10	0.60	2.90	4.00	6.03	1.10	
ARR. CUARTO	21.591*	500 años	05	11.57	124.85	123.72	1.13	124.98	125.39	0.025025	0.66	0.10	0.60	2.90	4.00	6.03	1.10	
ARR. CUARTO	16.886	5 años	05 cp	2.15	124.30	123.75	0.55	124.21	124.38	0.011429	0.33	0.04	0.32	1.18	1.82	5.56	0.66	
ARR. CUARTO	16.886	5 años	05	2.15	124.30	123.75	0.55	124.21	124.38	0.011429	0.33	0.04	0.32	1.18	1.82	5.56	0.66	
ARR. CUARTO	16.886	500 años	05 cp	11.57	124.98	123.75	1.23	124.78	125.16	0.008587	0.79	0.03	0.74	1.71	6.78	8.55	0.67	
ARR. CUARTO	16.886	500 años	05	11.57	124.98	123.75	1.23	124.78	125.16	0.008587	0.79	0.03	0.74	1.71	6.78	8.55	0.67	
ARR. CUARTO	13.5203*	5 años	05 cp	2.15	124.25	123.68	0.57	124.17										



Reach	River Sta	Profile	Plan	Q Total (m3/s)	W.S. Elev (m)	Min Ch El (m)	Diff	Crit	W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. (m/m)	Slope Hydr (m)	Depth (m)	Frctn (m)	Loss Hydr (m)	Radius (m)	Vel Total (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude #	Chl
ARR. CUARTO	10.1546*	5 años	05 cp	2.15	124.20	123.62	0.58		124.12	124.29	0.012615	0.34	0.06	0.06	0.32	1.29	1.67	4.98	0.69		
ARR. CUARTO	10.1546*	5 años	05	2.15	124.20	123.62	0.58		124.12	124.29	0.012615	0.34	0.06	0.06	0.32	1.29	1.67	4.98	0.69		
ARR. CUARTO	10.1546*	500 años	05 cp	11.57	124.85	123.62	1.23		124.72	125.09	0.011254	0.75	0.05	0.05	0.70	1.97	5.88	7.84	0.76		
ARR. CUARTO	10.1546*	500 años	05	11.57	124.85	123.62	1.23		124.72	125.09	0.011254	0.75	0.05	0.05	0.70	1.97	5.88	7.84	0.76		
ARR. CUARTO	6.789	5 años	05 cp	2.15	124.07	123.55	0.52		124.07	124.23	0.026239	0.29	0.28	0.28	1.69	1.28	4.42	0.95			
ARR. CUARTO	6.789	5 años	05	2.15	124.07	123.55	0.52		124.07	124.23	0.026239	0.29	0.28	0.28	1.69	1.28	4.42	0.95			
ARR. CUARTO	6.789	500 años	05 cp	11.57	124.68	123.55	1.13		124.68	125.04	0.018407	0.68	0.64	0.64	2.41	4.80	7.02	0.94			
ARR. CUARTO	6.789	500 años	05	11.57	124.68	123.55	1.13		124.68	125.04	0.018407	0.68	0.64	0.64	2.41	4.80	7.02	0.94			



### 1.10. CAUCE DEL ARROYO DE LOS ÁNGELES

En el enlace de la AP-46 con la MA-20 se ha realizado la comprobación hidráulica del arroyo de los Ángeles para verificar que los límites de la llanura de inundación correspondiente al período de retorno de los 500 años no afectan a la infraestructura proyectada.

En la reposición del Camino 1 es necesario proyectar un badén que permita dar continuidad al agua a su través. Dicho badén se diseñó en primera instancia como una losa de hormigón con la anchura del vial, ubicada sobre dos tubos de 1,00 m de diámetro que permiten la evacuación del caudal correspondiente a un periodo de retorno de 10 años, tal y como se establece en la Norma 5.2.-IC “Drenaje superficial”. La dimensión de estos tubos se estableció de acuerdo con lo especificado en el epígrafe 4.4.3. de la Norma anterior.

Sin embargo según las indicaciones realizadas por el Servicio del Dominio Público Hidráulico y Calidad de las Aguas de la Delegación Territorial en Málaga de la Consejería de Agricultura, Ganadería, Pesca y Desarrollo Sostenible, e incluidas en el “DOCUMENTO COMPLEMENTARIO PARA EVALUACIÓN AMBIENTAL SIMPLIFICADA”, dichos tubos deben sustituirse por un por un badén rebasable mediante losa de hormigón embebida en el lecho del cauce, de la misma anchura que el camino, es decir 5 metros. Así pues se decide cumplir con la recomendación del Servicio del DPH como Autoridad competente en la materia, aunque ello suponga no cumplir las indicaciones que la Norma 5.2-IC “Drenaje superficial” establece para el diseño de un badén.

Dicha losa de hormigón irá apoyada sobre una base de zahorra natural de 40 cm de espesor. Aguas arriba y aguas abajo del badén se colocará un manto de escollera con el objetivo de proteger el camino frente al paso a su través de la avenida de 500 años. El dimensionamiento de esta escollera se incluye a continuación.

La metodología de cálculo ha sido la misma que la utilizada en el apartado 1.7. “Escollera de protección de taludes. Dimensionamiento”, contrastando las dos formulaciones incluidas en dicho apartado.

A continuación se aportan estos cálculos.

#### Formulación de Maynard

En las siguientes tablas se incluyen las características de la escollera necesaria en función del calado y velocidad que se producen en la sección del cauce que se corresponde con el badén. Los valores del calado y de la velocidad del agua se obtienen de la modelización hidráulica incluida al final del presente apartado.

	Peso específico del agua $\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	Peso específico de la escollera $\gamma_s$ [kN/m <sup>3</sup> ]	Aceleración de la gravedad $g$ [m/s <sup>2</sup> ]	Pendiente [%]	Calado $y$ [m]	Velocidad del agua $v$ [m/s]	Diámetro de la escollera D30 [m]
<b>Badén</b>	1	2.65	9.81	3.6	0.8	4.31	0.45

	Diámetro de la escollera D30 [m]	Eje mayor del escollo $a$ [m]	Eje intermedio del escollo $b$ [m]	Eje menor del escollo $c$ [m]	Volumen del escollo $V$ [m <sup>3</sup> ]	Peso característico D30 $P$ [kg]
<b>Badén</b>	0.45	0.68	0.45	0.28	0.045	120.24

En función de los resultados obtenidos, la escollera para proteger el badén debe tener un peso mínimo de 200 kg.

En cuanto al espesor, para garantizar el correcto funcionamiento de la escollera se recomienda que esté compuesta por dos capas, por lo que si adoptamos una escollera de 200 kg, el diámetro medio de los escollos sería de unos 0,52 m, lo que implica que el espesor de la protección de escollera debe ser de al menos 1,04 m. Se fija pues un espesor total de 1,00 m.

**Formulación de la publicación "Control de la erosión fluvial en puentes"**

A continuación se incluye una tabla con las características de la escollera según esta metodología.

	Vo [m/s]	R [m]	K	γs [t/m³]	γ [t/m³]	d [m]	Volumen escollera [m³]	Peso escollera [kg]
Badén	4.31	0.67	1.00	2.65	1.00	0.45	0.04615	122.30

Así pues para una escollera de 200 kg el diámetro medio de los escollos sería de unos 0,52 m

El espesor de los mantos será el siguiente:

$$\varepsilon_o = 2 \cdot d = 2 \cdot 0,52 = 1,04 \text{ m.}$$

Suponiendo que existe un 30% de elementos con peso inferior al de cálculo, se compensa aumentando el espesor:

$$\varepsilon_o = \varepsilon_o \cdot \left[ 1 + \frac{c}{100} \right] = 1,04 \cdot [1 + 30/100] = 1,352 \text{ m.}$$

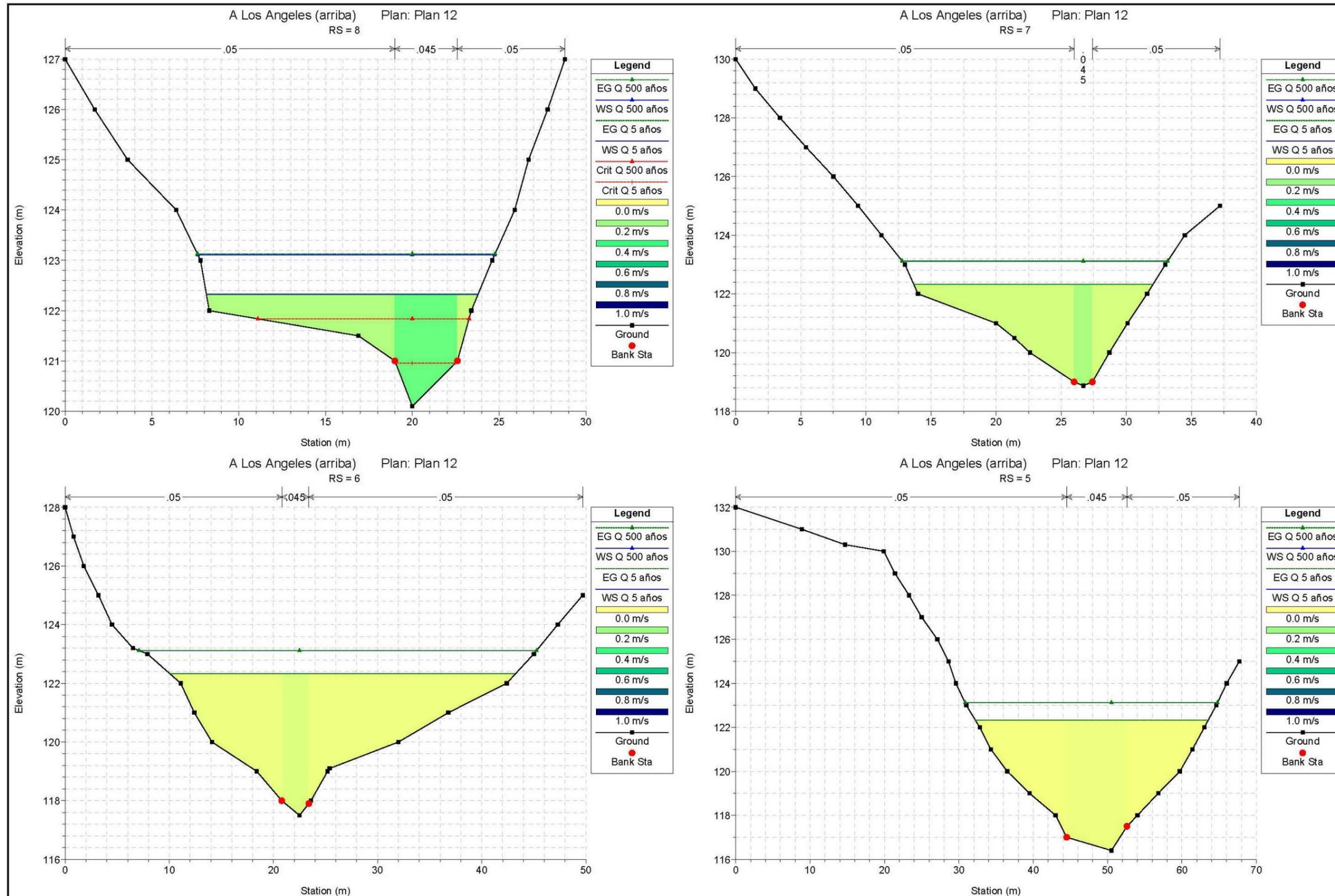
En función de los resultados obtenidos mediante las dos metodologías **la protección de escollera a proyectar es finalmente de 200 kg con un espesor final de 1,40 m.**

La escollera necesita un filtro para impedir la migración y pérdida de material del sustrato bajo la acción hidrodinámica (o del agua intersticial). La pérdida del sustrato puede implicar que la escollera podría hundirse, perdiendo así su utilidad. Por consiguiente, y para evitarlo, se proyecta bajo la escollera un geotextil de cara a garantizar un correcto funcionamiento de la protección de escollera. En los planos de detalle se incluye el perfil longitudinal del camino, así como las características tanto geométricas como de los materiales a utilizar en dicho badén. El camino, debido a las pendientes que se alcanzan, irá hormigonado, de cara a asegurar su conservación y las características funcionales.

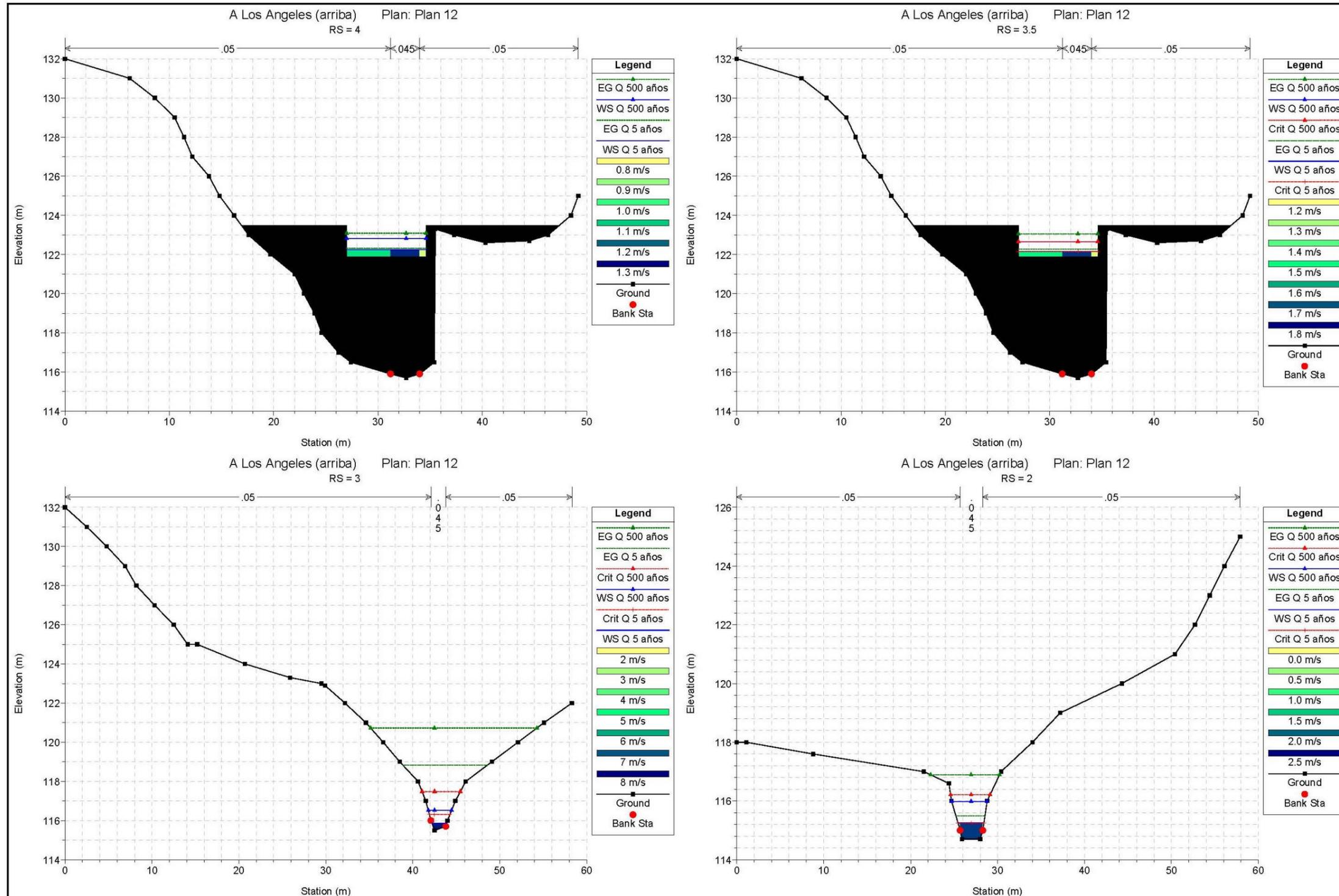
A continuación se incluyen las modelizaciones hidráulicas del arroyo de Los Ángeles tanto en la zona de la reposición del Camino 1 como en la zona del Ramal 2, con los resultados, así como un plano con las llanuras de inundación para las avenidas de los 5 y 500 años de periodo de retorno, donde se observa que esta última no afecta a la infraestructura proyectada.



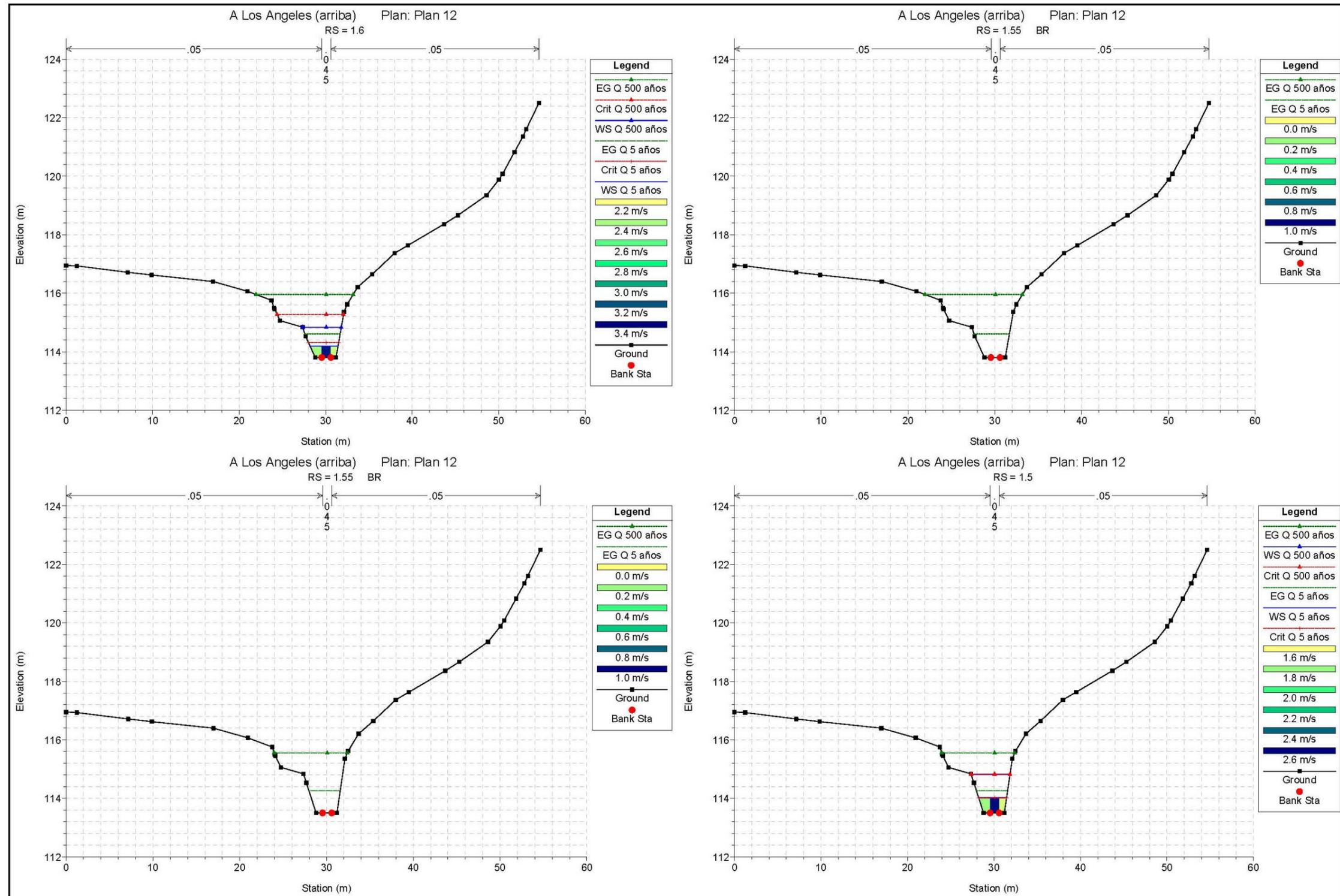
## MODELIZACIÓN ARROYO DE LOS ÁNGELES: REPOSICIÓN CAMINO 1



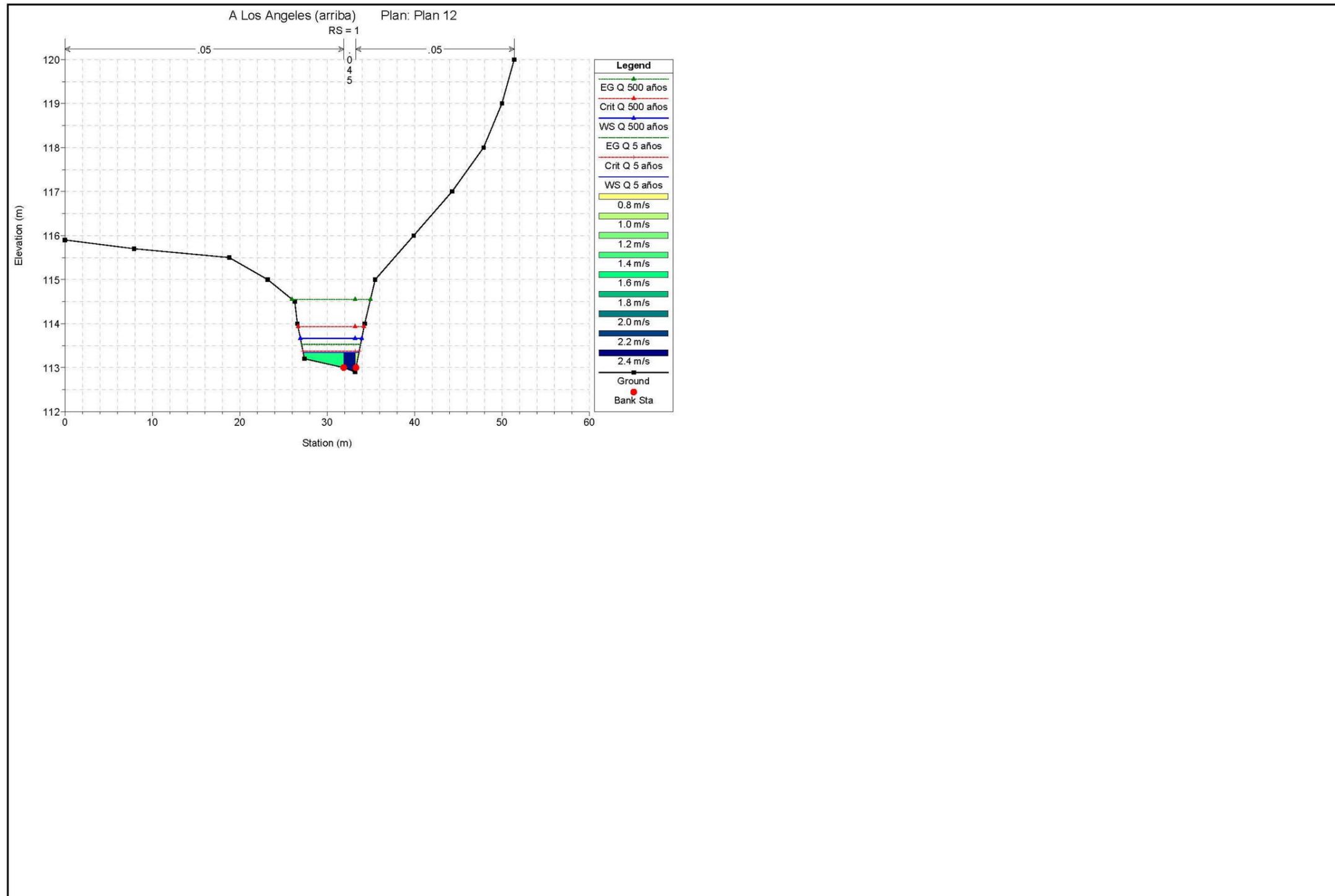
1



2



3





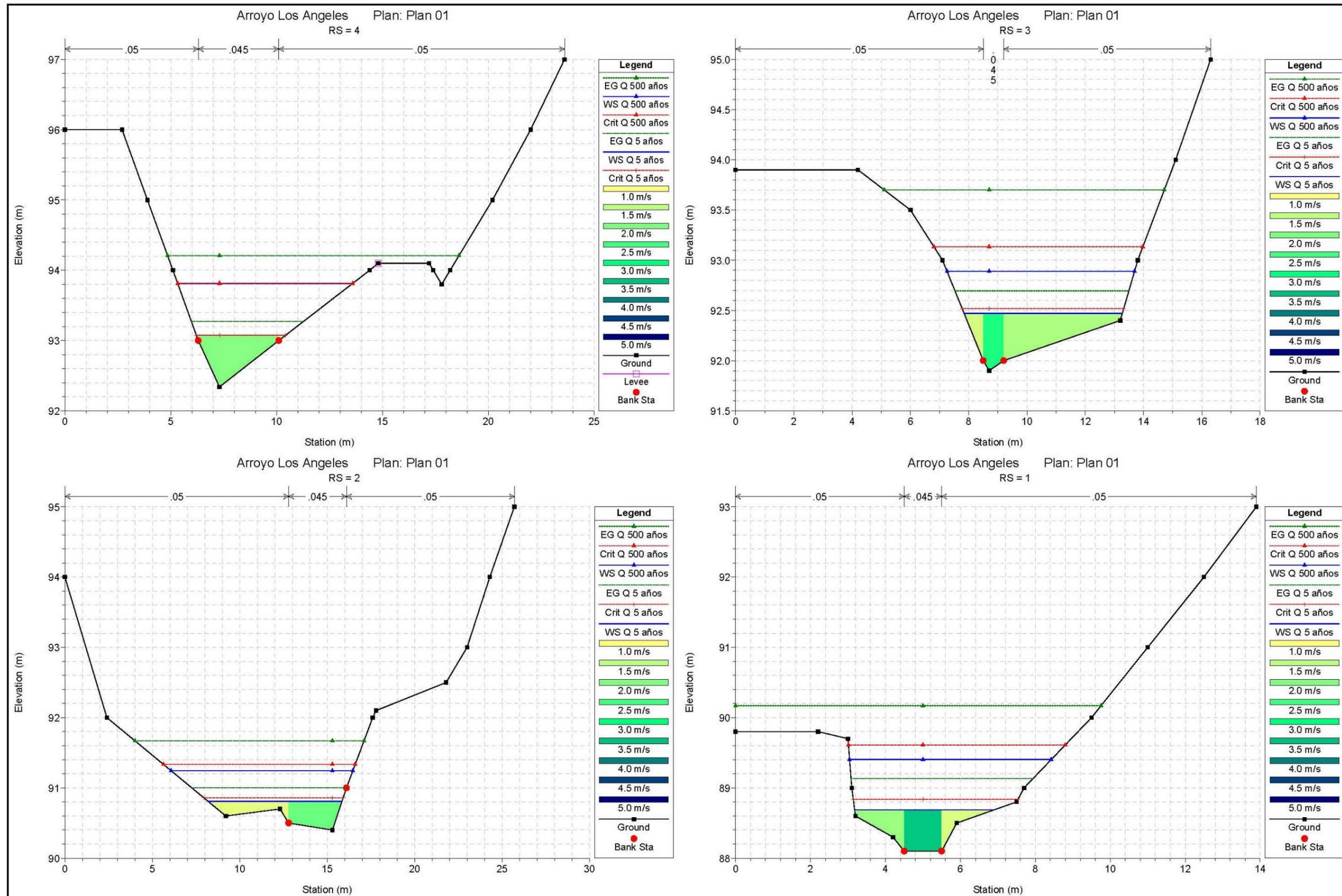
HEC-RAS Plan: Plan 11 River: A Los Angeles Reach: A Los Angeles

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl	Hydr Depth (m)	Vel Total (m/s)	Hydr Radius (m)
A Los Angeles	8	Q 5 años	3.02	120.10	122.33	120.96	122.33	0.000097	0.29	14.34	15.65	0.07	0.92	0.21	0.84
A Los Angeles	8	Q 500 años	15.40	120.10	123.11	121.84	123.13	0.000406	0.77	27.14	17.09	0.15	1.59	0.57	1.41
A Los Angeles	7	Q 5 años	3.02	118.87	122.33		122.33	0.000011	0.16	31.61	18.38	0.03	1.72	0.10	1.58
A Los Angeles	7	Q 500 años	15.40	118.87	123.11		123.12	0.000091	0.54	46.82	20.37	0.08	2.30	0.33	2.07
A Los Angeles	6	Q 5 años	3.02	117.50	122.33		122.33	0.000001	0.06	77.14	33.19	0.01	2.32	0.04	2.21
A Los Angeles	6	Q 500 años	15.40	117.50	123.12		123.12	0.000013	0.24	105.17	38.18	0.03	2.75	0.15	2.61
A Los Angeles	5	Q 5 años	3.02	116.40	122.33		122.33	0.000000	0.04	109.34	31.31	0.01	3.49	0.03	3.23
A Los Angeles	5	Q 500 años	15.40	116.40	123.12		123.12	0.000005	0.16	135.12	33.92	0.02	3.98	0.11	3.66
A Los Angeles	4	Q 5 años	3.02	121.90	122.25		122.32	0.012918	1.26	2.68	7.60	0.68	0.35	1.13	0.32
A Los Angeles	4	Q 500 años	15.40	121.90	122.82		123.09	0.015263	2.60	7.02	7.60	0.86	0.92	2.19	0.74
A Los Angeles	3.5	Q 5 años	3.02	121.90	122.15	122.15	122.28	0.038387	1.74	1.92	7.60	1.11	0.25	1.57	0.24
A Los Angeles	3.5	Q 500 años	15.40	121.90	122.65	122.65	123.05	0.029020	3.14	5.74	7.60	1.15	0.75	2.68	0.63
A Los Angeles	3	Q 5 años	3.02	115.50	115.86	116.31	118.84	0.895407	7.67	0.40	1.70	4.93	0.24	7.55	0.20
A Los Angeles	3	Q 500 años	15.40	115.50	116.52	117.48	120.72	0.253040	9.40	1.85	2.68	3.19	0.69	8.34	0.51
A Los Angeles	2	Q 5 años	3.02	114.70	115.25	115.25	115.50	0.027550	2.22	1.39	2.97	0.98	0.47	2.17	0.40
A Los Angeles	2	Q 500 años	15.40	114.70	115.98	116.21	116.89	0.032939	4.37	3.98	4.07	1.25	0.98	3.87	0.74
A Los Angeles	1.6	Q 5 años	3.02	113.80	114.19	114.31	114.61	0.079236	3.35	1.10	3.24	1.71	0.34	2.74	0.31
A Los Angeles	1.6	Q 500 años	15.40	113.80	114.83	115.27	115.95	0.067669	5.89	3.58	4.46	1.85	0.80	4.31	0.67
A Los Angeles	1.55		Bridge												
A Los Angeles	1.5	Q 5 años	3.02	113.50	114.02	114.02	114.26	0.031953	2.57	1.47	3.23	1.14	0.46	2.05	0.39
A Los Angeles	1.5	Q 500 años	15.40	113.50	114.82	114.82	115.55	0.032426	4.82	4.56	4.49	1.34	1.01	3.38	0.78
A Los Angeles	1	Q 5 años	3.02	112.90	113.34	113.38	113.53	0.040776	2.35	1.70	6.38	1.20	0.27	1.77	0.26
A Los Angeles	1	Q 500 años	15.40	112.90	113.66	113.93	114.55	0.084376	5.05	3.87	7.03	1.91	0.55	3.98	0.51





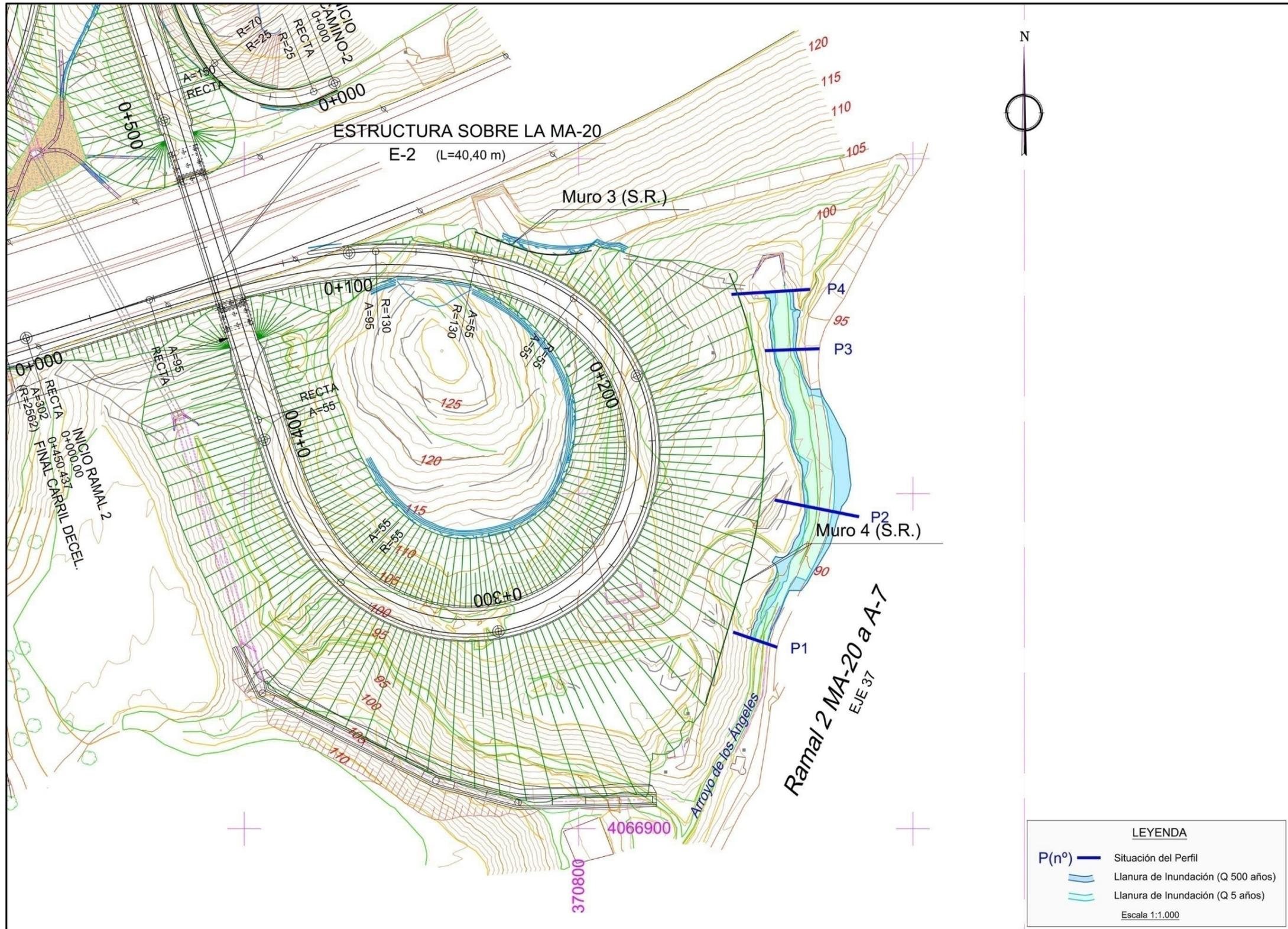
## MODELIZACIÓN HIDRÁULICA ARROYO DE LOS ÁNGELES: RAMAL 2





HEC-RAS Plan: Plan 01 River: Arroyo Los Angel Reach: Aº Los Angeles

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Aº Los Angeles	4	Q 5 años	3.02	92.34	93.08	93.08	93.27	0.028454	1.96	1.55	4.21	0.98
Aº Los Angeles	4	Q 500 años	15.40	92.34	93.81	93.81	94.21	0.016568	2.98	6.16	8.27	0.89
Aº Los Angeles	3	Q 5 años	3.02	91.90	92.47	92.52	92.69	0.040372	2.80	1.60	5.43	1.24
Aº Los Angeles	3	Q 500 años	15.40	91.90	92.89	93.13	93.70	0.064564	5.25	4.09	6.43	1.73
Aº Los Angeles	2	Q 5 años	3.02	90.40	90.81	90.86	91.00	0.043923	2.17	1.71	7.66	1.20
Aº Los Angeles	2	Q 500 años	15.40	90.40	91.24	91.33	91.67	0.036977	3.34	5.63	10.39	1.24
Aº Los Angeles	1	Q 5 años	3.02	88.10	88.69	88.84	89.13	0.048418	3.43	1.22	3.72	1.43
Aº Los Angeles	1	Q 500 años	15.40	88.10	89.40	89.61	90.17	0.036269	5.05	4.58	5.38	1.41



## 2. DRENAJE LONGITUDINAL

### 2.1. ELEMENTOS DE DRENAJE LONGITUDINAL

En este apartado se incluye el diseño de los elementos de drenaje longitudinal tanto de los ramales de enlaces, vía transversal, vía de servicio y caminos incluidos en el proyecto.

### 2.2. CONDICIONES GENERALES

Para proyectar el drenaje longitudinal del presente proyecto, se ha diseñado una red que permita evacuar la escorrentía superficial de la plataforma así como de los taludes y márgenes que hacia ella viertan. Para ello se tiene un sistema de cunetas de desagüe en régimen libre.

Se han utilizado preferentemente cunetas, y se ha procurado tipificar los dispositivos de drenaje con vistas a que la uniformidad en su diseño constructivo propicie una cierta prefabricación con la consiguiente economía.

El periodo de retorno a emplear en el dimensionamiento del drenaje longitudinal es de 25 años.

### 2.3. CAUDAL DE DISEÑO

El método empleado para determinar los caudales de diseño es el indicado en la Norma 5.2.-I.C. "Drenaje Superficial" de la Instrucción de Carreteras de 2016.

Los caudales calculados mediante esta metodología son los incluidos en el anejo de "Climatología e Hidrología"

### 2.4. DRENAJE DE LA PLATAFORMA

La calzada, sus arcenes y sus bermas han sido considerados como elementos drenantes primarios del drenaje longitudinal, por lo que en su diseño se han tenido en cuenta criterios de desagüe. A tal efecto cabe destacar:

- La calzada y arcenes han sido proyectados con peraltes mínimos del 2%.
- Las bermas laterales de los arcenes exteriores, se han dispuesto con una pendiente mínima del 4% hacia el exterior de la plataforma para evitar su vertido hacia la calzada.
- Longitudinalmente la pendiente mínima adoptada ha sido del 0,50%.
- La línea de máxima pendiente proyectada es igual o superior al 0,50%.

En los bordes exteriores de la plataforma se ha facilitado la evacuación del agua a través del terraplén o de cunetas dispuestos longitudinalmente junto a la calzada.

### 2.5. ELEMENTOS PROYECTADOS PARA EL DRENAJE LONGITUDINAL

Los elementos proyectados han sido:

- Cunetas.
- Tubos de desagüe.
- Pozos y boquillas de desagüe.
- Bordillos y bajantes prefabricados.

### 2.6. CÁLCULO HIDRÁULICO

Para el cálculo hidráulico de la capacidad de desagüe de las cunetas se ha empleado la fórmula de Manning, tal y como recomienda la norma de drenaje:

$$Q = v s = \frac{1}{n} R_H^{2/3} j^{1/2} S$$

siendo:

- Q: caudal de cálculo, en m<sup>3</sup>/s  
v: velocidad media, en m/s  
S: sección mojada, en m<sup>2</sup>  
R<sub>H</sub>: radio hidráulico, en m. Este se define como:

$$R_H = \frac{S}{P_m},$$

donde: S: sección mojada, en m<sup>2</sup>

P<sub>m</sub>: perímetro mojado, en m

j: pérdida de carga unitaria, en m/m; se toma la pendiente longitudinal de la cuneta, en tanto por uno.

n: coeficiente de rugosidad de Manning. Se ha empleado un valor de 0,015 para el hormigón..

Se ha realizado la comprobación hidráulica de cada uno de los elementos proyectados.

## 2.7. DRENAJE DE TERRAPLENES

### 2.7.1. Bordillo y bajantes

En los terraplenes de altura superior a 2 m, en la margen que reciba la escorrentía superficial de la calzada se protege el talud del terraplén mediante la colocación de un bordillo que provoque la formación de un caz de coronación. Se evita así la erosión del talud y la formación de cárcavas en el mismo.

El bordillo se desaguará por medio de bajantes prefabricadas de hormigón; éstas no tendrán quiebros e irán ancladas al talud. La separación entre bajantes estará en función de las pendientes y de los caudales de aportación.

Una vez calculados los caudales de aportación, se realiza la comprobación hidráulica tanto del bordillo de coronación como de las bajantes prefabricadas.

Para el cálculo del bordillo de coronación, se debe tener en cuenta que la sección a considerar está constituida por el bordillo y por la berma, y por consiguiente se trata de una sección triangular con un talud vertical en el lado del bordillo y en el lado opuesto el talud correspondiente a la berma. Así pues, es necesario especificar las pendientes de las bermas dentro de la sección transversal.

El criterio fundamental para dimensionar el bordillo de coronación es que la lámina de agua no llegue hasta el arcén. Teniendo en cuenta que la berma es de 1,00 m de ancho y considerando un ancho de bordillo de 20 cm, quedan 80 cm libres para desaguar los caudales de aportación.

Para realizar la comprobación hidráulica de las bajantes prefabricadas, se considera la dimensión menor de las mismas que es de 42 cm con una altura de 20 cm.

A continuación se incluyen las tablas con los caudales de aportación y con las comprobaciones hidráulicas por aplicación directa de Manning, tanto de los bordillos como de las bajantes prefabricadas.



**CÁLCULO DE CAUDALES DE APORTACIÓN. BORDILLOS Y BAJANTES. ENLACE AP-46 CON MA-20**

Características				Características de la Cuenca			Precipitación Máxima Pd [mm/24h]	Umbral de Escorrentía Po [mm]	Relación I1/Id [adim.]	Tiempo de Concentración Tc [horas]	Coef. de Uniformidad K [adim.]	Corrección por área KA (A.R.F.) [adim.]	Intensidad media I [mm/h]	Coeficiente Escorrentía C [adim.]	Caudal Total [m³/s]	
P.K.		Calzada	Margen	Longitud [m]	Área A [km²]	Longitud L [km]										Pendiente J [%]
Inicial	Final															
0+250	1+420	Carril de aceleración A7 / Ramal 2	I / D	30	0.00057	0.049	4.990	150.93	4.40	9.00	0.083	1.00	1.00	193.22	0.93	0.029
0+810	0+930	Ramal 1	Derecha	30	0.00023	0.040	6.850	150.93	4.40	9.00	0.083	1.00	1.00	193.22	0.93	0.011
0+495	0+510	Ramal 2	Derecha	15	0.00011	0.023	1.500	150.93	4.40	9.00	0.083	1.00	1.00	193.22	0.93	0.006
0+160	0+430	Ramal 2	Derecha	30	0.00023	0.040	3.100	150.93	4.40	9.00	0.083	1.00	1.00	193.22	0.93	0.011
0+000	0+108	Ramal 2	Derecha	10	0.00008	0.018	0.960	150.93	4.40	9.00	0.083	1.00	1.00	193.22	0.93	0.004

**CÁLCULO DE CAUDALES DE APORTACIÓN. BORDILLOS Y BAJANTES. ENLACE AP-46 CON MA-3404**

Características				Características de la Cuenca			Precipitación Máxima Pd [mm/24h]	Umbral de Escorrentía Po [mm]	Relación I1/Id [adim.]	Tiempo de Concentración Tc [horas]	Coef. de Uniformidad K [adim.]	Corrección por área KA (A.R.F.) [adim.]	Intensidad media I [mm/h]	Coeficiente Escorrentía C [adim.]	Caudal Total [m³/s]	
P.K.		Calzada	Margen	Longitud [m]	Área A [km²]	Longitud L [km]										Pendiente J [%]
Inicial	Final															
0+120	0+310	Vial de Acceso	Derecha	30	0.00048	0.041	7.35	150.93	4.40	9.00	0.083	1.00	1.00	193.22	0.93	0.024
0+060	0+218	Ramal 1	Derecha	15	0.00010	0.041	1.13	150.93	4.40	9.00	0.083	1.00	1.00	193.22	0.93	0.005
0+310	0+390	Vial de Acceso	Izquierda	20	0.00013	0.041	2.00	150.93	4.40	9.00	0.083	1.00	1.00	193.22	0.93	0.007
0+015	0+025	Ramal 2	Izquierda	10	0.00007	0.041	0.50	150.93	4.40	9.00	0.083	1.00	1.00	193.22	0.93	0.003



**COMPROBACIÓN HIDRÁULICA BORDILLO DE CORONACIÓN DE TERRAPLÉN. SEPARACIÓN ENTRE BAJANTES. ENLACE AP-46 CON MA-20**

P.K.		Calzada	Margen	Separación bajantes [m]	Pendiente transversal [%]	Pendiente longitudinal [%]	Manning n	Caudal [m³/s]	Velocidad [m/s]	Calado [m]	Tirante [m]
Inicial	Final										
0+250	1+420	Carril de aceleración A7 / Ramal 2	I/D	30	7.78	4.99	0.015	0.029	1.34	0.06	0.75
0+810	0+930	Ramal 1	Derecha	30	7.00	6.85	0.015	0.011	1.23	0.04	0.57
0+495	0+510	Ramal 2	Derecha	15	4.00	1.50	0.015	0.006	0.50	0.03	0.78
0+160	0+430	Ramal 2	Derecha	30	7.00	3.10	0.015	0.011	0.91	0.05	0.66
0+000	0+108	Ramal 2	Derecha	10	4.00	0.96	0.015	0.004	0.38	0.03	0.73

**COMPROBACIÓN HIDRÁULICA BORDILLO DE CORONACIÓN DE TERRAPLÉN. SEPARACIÓN ENTRE BAJANTES. ENLACE AP-46 CON MA-3404**

P.K.		Calzada	Margen	Separación bajantes [m]	Pendiente berma [%]	Pendiente longitudinal [%]	Manning n	Caudal [m³/s]	Velocidad [m/s]	Calado [m]	Tirante [m]
Inicial	Final										
0+120	0+310	Vial de Acceso	Derecha	30	7.00	7.35	0.015	0.024	1.44	0.05	0.69
0+060	0+218	Ramal 1	Derecha	15	4.00	1.13	0.015	0.005	0.43	0.03	0.77
0+310	0+390	Vial de Acceso	Izquierda	20	4.00	2.00	0.015	0.007	0.57	0.03	0.78
0+015	0+025	Ramal 2	Izquierda	10	4.00	0.50	0.015	0.003	0.28	0.03	0.74

**COMPROBACIÓN HIDRÁULICA DE LAS BAJANTES PREFABRICADAS**

	Anchura [m]	Altura [m]	Pendiente [%]	Manning n	Velocidad [m/s]	Calado [m]
Bajantes prefabricadas	0.60	0.20	66.66	0.02	3.61	0.02

Como se puede observar en las tablas de la comprobación hidráulica de los bordillos, la separación entre las bajantes va desde los 10 metros hasta los 30 metros dependiendo de los tramos. Con estas separaciones se consigue que el tirante de la lámina de agua sea inferior a 80 cm, con lo cual se evita que el agua alcance el arcén.

Con respecto a las bajantes prefabricadas, se observa que tienen capacidad más que de sobra para desaguar los caudales de aportación.

A continuación se incluyen para cada uno de los enlaces, unas tablas con la situación de los bordillos y de las bajantes, así como las longitudes de los mismos y el número de anclajes de las bajantes prefabricadas.

#### ENLACE DE LA AP-46 CON LA MA-20

Localización			Características					
P.K.		Calzada	Margen	Longitud de bordillo (m)	Separación bajantes (m)	Número de bajantes	Longi. Bajantes	Nº Anclajes
Inicial	Final							
0+250	1+420	Carril de aceleración A-7 / Ramal 2	Izquierda / Derecha	100	30	4.00	67.2	16
0+810	0+930	Ramal 1	Derecha	120	30	4.00	61.2	15
0+495	0+520	Ramal 2	Derecha	25	15	1.00	12	3
0+160	0+430	Ramal 2	Derecha	270	30	9.00	182.4	45
0+000	0+108	Ramal 2	Derecha	108	10	7.00	61.2	15

#### ENLACE DE LA AP-46 CON LA MA-3404

Localización			Características					
P.K.		Calzada	Margen	Longitud de bordillo (m)	Separación bajantes (m)	Número de bajantes	Longi. Bajantes	Nº Anclajes
Inicial	Final							
0+120	0+310	Vial de Acceso	Derecha	190	30	7	103.2	25
0+060	0+218	Ramal 1	Derecha	158	15	10	126	31
0+310	0+390	Vial de Acceso	Izquierda	80	20	4	48	12
0+015	0+025	Ramal 2	Izquierda	10	10	1	8	2

### 2.7.2. Tipos de cunetas en el enlace de la AP-46 con la MA-3404

#### Cuneta triangular tipo 1, de pie de terraplén y pie de desmonte

En aquellas zonas donde los caudales procedentes de la plataforma y del terraplén no puedan evacuarse directamente al terreno sin daños a los colindantes se ha dispuesto una cuneta de pie de terraplén a una distancia mínima de 1,00 m del pie del talud. Igualmente, también se ha proyectado cuneta de pie de terraplén en

aquellas zonas en las que sea necesario para la conducción de las aguas, hacia sus desagües naturales.

En las secciones en desmonte, con el fin de evitar que el agua de los taludes acceda a la calzada se ha proyectado una cuneta de borde, o pie de desmonte entre la berma y la base del talud.

Se trata de una cuneta de sección triangular de 0,50 m de calado y taludes 1H:1V.

Como norma general, esta cuneta tendrá igual pendiente que la rasante. No obstante, ésta se podrá modificar en el caso hipotético de la existencia de puntos bajos, pudiendo llevar pendiente contraria a la de la rasante en tramos cortos para evitar así la formación de los mismos.

Para evitar erosiones esta cuneta irá siempre revestida de hormigón y cuando la pendiente supere el 7% se dispondrán obstáculos.

#### Cuneta triangular tipo 2, de pie de desmonte

Este tipo de cuneta es de sección triangular de 0,5 m de calado y taludes 2H:1V y revestida de hormigón. Su situación es en el pie de desmonte del área de peaje para dar continuidad a la cuneta existente.

#### Cuneta trapezoidal tipo 3

Se ha diseñado este tipo de cunetas para dar continuidad a las cunetas trapezoidales existentes y en aquellas zonas donde el caudal de aportación es mayor.

Es de sección trapezoidal de 0,40 m de base, 0,50 m de calado, taludes 1H:1V y revestida de hormigón.

### 2.7.3. Tipos de cunetas en el enlace de la AP-46 con la MA-20

#### Cuneta triangular tipo 1, de pie de terraplén y pie de desmonte

Es de sección triangular, de 50 cm de calado y taludes en ambos lados 1V:1H, y como ya se ha dicho su localización es a pie de terraplén, a pie de desmonte y en caminos e irá siempre revestida

Para evitar erosiones esta cuneta irá siempre revestida de hormigón y cuando la pendiente supere el 7% se dispondrán obstáculos.

#### Cuneta trapecial tipo 4, de coronación de desmonte

En los taludes que reciban escorrentías importantes por su coronación, y cuando la pendiente del terreno se dirija hacia el talud del desmonte, se dispondrá una cuneta de guarda o coronación de desmonte. Siempre que sea posible se da a estas cunetas una pendiente uniforme para que el desagüe se realice hacia los extremos del desmonte. Deberá tenerse en cuenta que las infiltraciones por la cuneta de guarda pueden comprometer la estabilidad del talud, por lo que deberá ir revestida. La cuneta de guarda deberá distar entre 1 y 2 m de la coronación del talud.

La cuneta de guarda será trapecial de 0,30 m de base, 0,30 de calado y taludes 1H:2V.

Su localización es en la coronación de los desmontes que alcancen mayor desarrollo y en aquellos excavados en materiales muy susceptibles a la erosión, de cara a interceptar la escorrentía superficial de las laderas hacia la superficie de los taludes de los mismos, evitando de esta manera la saturación de los materiales excavados, así como su erosión. En los planos de planta de drenaje se puede observar las zonas donde se ha proyectado esta cuneta de coronación de desmonte.

## 2.8. TUBOS DE DESAGÜE

Dentro de este apartado se incluyen los tubos dispuestos bajo la calzada, cuya función es reconducir el agua para desaguar los caudales de aportación.

En el enlace de la AP-46 con la MA-20, estos tubos son de hormigón armado de diámetro 0,40 m y 0,60 m.

En el enlace de la AP-46 con la MA-3404, estos tubos son de hormigón armado de diámetro 0,40 m, 0,60 m y 0,80 m.

## 2.9. COMPROBACIONES HIDRÁULICAS

### ENLACE DE LA AP-46 CON LA MA-20

A continuación se incluyen la comprobaciones hidráulicas de todos los elementos proyectados en este enlace.

CÁLCULO HIDRÁULICO DE CUNETA TRAPEZIAL

P.K.		Características			Datos de Cálculo			Resultados del Cálculo		Comprobación		Número de obstáculos
Inicial	Final	Calzada	Margen	Longitud [m]	Pendiente [%]	Caudal [l/s]	Calado [m]	Velocidad [m/s]	Calado máx. [m]	Capacidad [l/s]		
0+060	0+184	Carril de aceleración A-7	Izquierda	190	4.48	175.57	0.16	3.00	0.300	572.40	---	
0+184	0+250	Carril de aceleración A-7	Izquierda	38	35.70	229.13	0.10	6.76	0.300	1615.82	54.00	
0+980	0+930	Ramal 1	Derecha	50	22.00	34.12	0.04	3.05	0.300	1268.44	31.00	
0+980	1+040	Ramal 1	Derecha	60	17.10	73.79	0.06	3.67	0.300	1118.30	32.00	
0+400	0+340	MA-20 Carril de Deceleración	Derecha	60	12.22	2.28	0.01	0.92	0.300	945.44	18.00	
0+400	0+450	MA-20 Carril de Deceleración	Derecha	50	12.50	2.31	0.01	0.93	0.300	956.12	15.00	



**CÁLCULO HIDRÁULICO DE LA CUNETA TRIANGULAR**

P.K.		Características		Datos de Cálculo			Resultados del Cálculo		Comprobación		Número de obstáculos
Inicial	Final	Calzada	Margen	Longitud [m]	Pendiente [%]	Caudal [l/s]	Calado [m]	Velocidad [m/s]	Calado máx. [m]	Capacidad [l/s]	
0+250	1+430	Carril de aceleración A-7 / Ramal 2	Izquierda	90	14.44	464.49	0.29	5.54	0.50	1994.87	34.00
1+406	1+420	Ramal 2	Izquierda	24	37.50	20.49	0.08	3.63	0.50	3214.75	27.00
0+060	0+250	Carril de aceleración A-7	Izquierda	190	4.45	77.65	0.18	2.28	0.50	1107.42	---
1+142	1+180	Ramal 2	Derecha	38	3.17	27.65	0.13	1.55	0.50	934.68	---
1+130	1+054	Ramal 2	Derecha	76	6.90	74.60	0.17	2.66	0.50	1378.98	---
1+054	1+040	Ramal 2	Derecha	14	30.00	85.13	0.13	4.77	0.50	2875.36	9.00
1+040	1+026	Ramal 2	Derecha	14	30.00	8.67	0.06	2.70	0.50	2875.36	9.00
1+026	0+928	Ramal 2	Derecha	98	6.90	57.90	0.15	2.50	0.50	1378.98	---
1+026	0+870	Ramal 2	Izquierda	156	6.90	65.41	0.16	2.57	0.50	1378.98	---
0+870	0+730	Ramal 2	Izquierda	140	2.66	253.51	0.32	2.53	0.50	856.20	---
0+725	0+705	Ramal 2	Izquierda	20	20.00	17.49	0.08	2.76	0.50	2347.72	11.00
0+705	0+590	Ramal 2	Izquierda	115	1.50	13.89	0.12	0.99	0.50	642.95	---
0+590	0+500	Ramal 2	Izquierda	90	19.00	213.16	0.21	5.06	0.50	2288.28	47.00
0+700	0+530	Ramal 2	Derecha	170	1.50	52.70	0.20	1.38	0.50	642.95	---
0+060	0+000	Rep. Camino 2	Izquierda	60	10.00	81.46	0.16	3.13	0.50	1660.09	14.00
0+000	0+140	Rep. Camino 2	Derecha	140	10.00	138.84	0.20	3.57	0.50	1660.09	11.00
0+170	0+263	Carril de deceleración A-7	Derecha	93	4.35	45.37	0.15	1.98	0.50	1094.91	---
0+000	0+030	Ramal 1	Derecha	30	42.10	58.14	0.11	4.92	0.50	3406.22	24.00
0+030	0+100	Ramal 1	Derecha	100	31.42	116.52	0.15	5.25	0.50	2942.63	66.00
0+120	0+160	Ramal 1	Derecha	60	31.42	78.62	0.13	4.76	0.50	2942.63	66.00
0+000	0+120	Rep. Camino-3	Derecha	120	20.00	56.54	0.12	3.70	0.50	2347.72	20.00
0+145	0+130	Rep. Camino-3	Derecha	15	40.60	6.95	0.05	2.86	0.50	3344.99	80.00
0+350	0+440	Ramal 1	Izquierda	90	4.44	71.59	0.18	2.23	0.50	1106.17	---
0+440	0+520	Ramal 1	Izquierda	80	7.50	244.21	0.26	3.69	0.50	1437.68	12.00
0+520	0+550	Ramal 1	Izquierda	30	6.54	98.15	0.19	2.79	0.50	1342.52	---
0+550	0+810	Ramal 1	Izquierda	260	6.54	161.50	0.23	3.16	0.50	1342.52	---
0+810	0+820	Ramal 1	Izquierda	10	40.00	163.18	0.16	6.25	0.50	3320.18	12.00
0+934	0+920	Ramal 1	Izquierda	35	28.57	33.79	0.10	3.72	0.50	2806.00	29.00
0+960	0+934	Ramal 1	Izquierda	26	6.54	8.40	0.07	1.51	0.50	1342.52	---
0+980	0+910	Ramal 1	Izquierda	70	8.57	60.97	0.15	2.74	0.50	1536.82	13.00
0+350	0+380	Ramal 1	Derecha	30	5.62	16.83	0.10	1.70	0.50	1244.52	---
0+400	0+440	Ramal 1	Derecha	40	6.54	42.22	0.14	2.26	0.50	1342.52	---
0+440	0+580	Ramal 1	Derecha	140	22.00	68.65	0.13	4.02	0.50	2462.31	32.00
0+600	0+805	Ramal 1	Derecha	205	6.54	163.87	0.23	3.17	0.50	1342.52	---
0+805	0+840	Ramal 1	Derecha	35	42.80	189.21	0.17	6.66	0.50	3434.42	46.00
0+930	0+805	Ramal 1	Derecha	125	7.50	126.21	0.20	3.13	0.50	1437.68	12.00
0+930	1+040	Ramal 1	Derecha	110	0.53	117.38	0.32	1.14	0.50	382.18	---
0+355	0+300	Carril de aceleración MA-20	Izquierda	55	0.81	349.11	0.45	1.75	0.50	472.47	---
0+222	0+290	Carril de aceleración MA-20	Izquierda	68	1.00	266.14	0.39	1.77	0.50	524.97	---
0+222	0+116	Carril de aceleración MA-20	Izquierda	106	1.00	15.19	0.13	0.87	0.50	524.97	---
0+140	0+280	Ramal 2	Derecha	140	6.20	118.41	0.20	2.87	0.50	1307.16	---
0+430	0+283	Ramal 2	Derecha	147	4.13	151.93	0.24	2.62	0.50	1066.86	---
0+110	0+090	Ramal 2	Derecha	20	20.00	28.93	0.10	3.13	0.50	2347.72	12.00
0+140	0+110	Ramal 2	Derecha	30	0.63	13.51	0.14	0.71	0.50	416.68	---
0+348	0+280	Rep. Camino 1	Izquierda	68	16.97	31.68	0.10	3.01	0.50	2162.58	40.00
0+280	0+260	Rep. Camino 1	Izquierda	20	35.00	37.47	0.10	4.12	0.50	3105.75	21.00
0+450	0+290	MA-20 Carril de Deceleración	Derecha	160	1.30	166.54	0.31	1.74	0.50	598.55	---
1+406	1+310	Ramal 2	Derecha	96	10.34	106.26	0.18	3.38	0.50	1688.47	23.00
0+000	0+155	Rep. Camino-4	Izquierda	155	11.21	95.68	0.17	3.40	0.50	1757.66	43.00
0+430	0+330	Ramal 2	Izquierda	100	6.00	169.66	0.23	3.10	0.50	1285.90	---
0+000	0+040	Rep. Camino 5	Derecha	40	2.63	11.16	0.10	1.15	0.50	851.35	---
0+080	0+095	Ramal 2	Derecha	15	26.50	21.66	0.08	3.23	0.50	2702.43	---

**COMPROBACIÓN HIDRÁULICA DE TUBERÍAS**

Características			Datos de Cálculo			Resultados del Cálculo		Comprobación		Entrada	Salida
Situación	P.K.	Longitud [m]	Pendiente [%]	Caudal [m³/s]	Diámetro [m]	Velocidad [m/s]	Calado [m]	Sección Llena [m²/s]			
<b>Tubos de desagüe (Tubos de hormigón armado)</b>											
Rep. Camino 1	0+255	8.00	2.00	0.058	0.40	1.64	0.13	0.26	Pozo	Boquilla	
Ramal 2	0+730	20.00	2.00	0.515	0.60	2.87	0.36	0.75	Boquilla	Boquilla	
Ramal 2	0+285	40.00	2.00	0.270	0.60	2.44	0.25	0.75	Boquilla	Boquilla	
Rep. Camino 3	0+187	10.00	2.00	0.069	0.40	1.72	0.14	0.26	Pozo	Boquilla	

**ENLACE DE LA AP-46 CON LA MA-3404**

A continuación se incluyen la comprobaciones hidráulicas de todos los elementos proyectados en este enlace.

**CÁLCULO HIDRÁULICO DE CUNETA TRIANGULAR**

P.K.		Características		Datos de Cálculo			Resultados del Cálculo		Comprobación		Número de obstáculos
Inicial	Final	Calzada	Margen	Longitud [m]	Pendiente [%]	Caudal [l/s]	Calado [m]	Velocidad [m/s]	Calado máx. [m]	Capacidad [l/s]	
0+000	0+030	Vía de servicio	Derecha	30	0.70	208.00	0.27	1.38	0.50	1027.43	---
0+315	0+390	Vía de servicio	Izquierda	75	6.66	159.37	0.22	3.17	0.50	1354.78	---
0+335	0+448	Vía de servicio	Derecha	113	11.42	82.66	0.16	3.30	0.50	1774.05	31.00
0+060	0+397	Ramal 2 / Vial de acceso	Derecha	70	12.40	87.99	0.16	3.45	0.50	1848.60	21.00
0+397	0+284	Vial de Acceso	Derecha	113	13.56	157.37	0.20	4.13	0.50	1933.13	39.00
0+284	0+316	Vial de Acceso	Izquierda	32	6.50	15.21	0.09	1.75	0.50	1338.41	---
0+284	0+224	Vial de Acceso	Izquierda	60	6.50	21.25	0.11	1.90	0.50	1338.41	---
0+210	0+140	Vial de Acceso	Izquierda	70	7.20	97.87	0.18	2.89	0.50	1408.63	9.00
0+080	0+000	Vial de Acceso / Intersección 1	Izquierda	130	0.90	135.67	0.31	1.44	0.50	498.03	---
0+090	0+000	Vial de Acceso / Intersección 2	Derecha	80	1.46	23.44	0.15	1.11	0.50	634.32	---

**CÁLCULO HIDRÁULICO DE CUNETA TRAPEZIAL**

P.K.		Características		Datos de Cálculo			Resultados del Cálculo		Comprobación	
Inicial	Final	Calzada	Margen	Longitud [m]	Pendiente [%]	Caudal [l/s]	Calado [m]	Velocidad [m/s]	Calado máx. [m]	Capacidad [l/s]
0+030	0+260	Vía de servicio	Izquierda	230,00	0.70	275,444	0.26	1,59	0,500	990,88
0+140	0+110	Vial de Acceso	Izquierda	30,00	4,00	159,360	0,12	2,56	0,500	2368,65
0+080	0+110	Vial de Acceso	Izquierda	30,00	5,40	215,598	0,13	3,11	0,500	2752,12

**COMPROBACIÓN HIDRÁULICA DE TUBERÍAS**

Características			Datos de Cálculo			Resultados del Cálculo		Comprobación		Entrada	Salida
Situación	P.K.	Longitud [m]	Pendiente [%]	Caudal [m³/s]	Diámetro [m]	Velocidad [m/s]	Calado [m]	Sección Llena [m²/s]			
<b>Tubos de desagüe (Tubos de hormigón armado)</b>											
Vía de servicio	0+030	8.00	2.00	0.21	0.60	2.27	0.22	0.75	Pozo	Pozo	
Vía de servicio	0+310	15.00	2.00	0.43	0.80	2.73	0.28	1.62	Pozo	Boquilla	
Vial de Acceso	0+110	60.00	2.00	0.37	0.80	2.62	0.26	1.62	Pozo	Pozo	
Vial de Acceso	0+040	60.00	2.00	0.45	0.80	2.76	0.29	1.62	---	Pozo	
Inter. MA 3404	0+010	15.00	2.00	0.51	0.80	2.86	0.31	1.62	---	Boquilla	
Vial de Acceso	0+220	6.00	2.00	0.02	0.40	1.23	0.08	0.26	Boquilla	Boquilla	
Rep. Vía Pecuaría	0+005	6.00	2.00	0.02	0.40	1.27	0.08	0.26	Pozo	Boquilla	



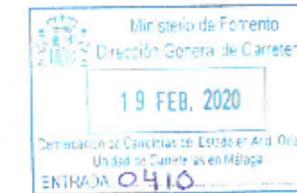


### 3. DRENAJE PROFUNDO

No se contempla la necesidad de adoptar medidas de drenaje profundo debido a que no se prevé que las excavaciones contempladas en el presente proyecto afecten al nivel freático.

### 4. CONTACTOS MANTENIDOS CON LA SECRETARÍA GENERAL DE MEDIO AMBIENTE, AGUA Y CAMBIO CLIMÁTICO

A continuación se incluye la copia del escrito remitido a la Subdirección General del Dominio Público Hidráulico y Calidad de las Aguas, de la Secretaría General de Medio Ambiente, Agua y Cambio Climático, solicitando el informe correspondiente sobre los anejos de Hidrología y Drenaje.



**DESTINATARIO:**  
 Secretaría General de Medio Ambiente, Agua y Cambio Climático  
 Subdirección General del Dominio Público Hidráulico y Calidad de las Aguas  
 A/A: D. Fernando Ferragut Aguilar  
 Paseo de la Farola, 12  
 29016 Málaga

FECHA: 18 de febrero de 2020

**ASUNTO:**

SOLICITUD DE INFORME SOBRE LOS ANEJOS DE HIDROLOGÍA Y DRENAJE DEL PROYECTO "ACTUACIONES DE MEJORA EN LOS ENLACES AP-46 CON MA-20 Y AP-46 CON MA-3404. PROVINCIA DE MÁLAGA. CLAVE: T5-MA-4950", cuyos trabajos se realizan por ARCS, S.L. bajo encargo de Autopista del Guadalquivir, Concesionaria Española, S.A. (Guadalquivir).

Se encuentra actualmente en fase de redacción, el Proyecto "ACTUACIONES DE MEJORA EN LOS ENLACES AP-46 CON MA-20 Y AP-46 CON MA-3404. PROVINCIA DE MÁLAGA. CLAVE: T5-MA-4950", cuyos trabajos se realizan por ARCS, S.L. bajo encargo de Autopista del Guadalquivir, Concesionaria Española, S.A. (Guadalquivir).

Por tal motivo se solicita el informe correspondiente sobre los anejos de Hidrología y Drenaje del presente Proyecto.

Para ello se incluye la siguiente información:

- Anejo de Hidrología
- Anejo de Drenaje
- Planos de planta del drenaje transversal y longitudinal
- Encaje de las CDT: Situación en planta y perfiles longitudinales
- Planos de detalle de drenaje

Una vez evacuado el informe correspondiente, les agradeceríamos lo remitieran a la siguiente dirección:

ARCS Estudios y Servicios Técnicos S.L.  
 A/A: Alfonso Alba Ripoll  
 C/ Maestranza nº 4, planta 1ª  
 29016 MÁLAGA (Tel: 952 06 11 00)  
 (e-mail: [alfonsualba@arcs.com.es](mailto:alfonsualba@arcs.com.es))

Sin otro particular y agradeciéndoles su colaboración, les saluda atentamente,



Fdo: Alfonso Alba Ripoll.  
 Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos.