

ESTUDIO HIDROLÓGICO-HIDRÁULICO DE LA RAMBLA DE LOS ÁLAMOS A SU PASO POR LA U.E MOT-8 DE MOTRIL



Sonia García Moreno

Ingeniera de Caminos, Canales y Puertos



PROMOTOR: INMOBILIARIA SOLENCO S.L, INVERSIONES JIMENEZ DEL RIO S.L Y DÑA.
MARIA SOLEDAD CASTILLA IGLESIAS

ÍNDICE

1. OBJETO E IDENTIFICACIÓN DE CAUCES	1
1.1. CRITERIOS DE IDENTIFICACIÓN DE CAUCES Y AFECCIONES	
1.1.1. Introducción	
1.1.2. Cauces objeto de estudio	
1.2. LOCALIZACIÓN DE LOS CAUCES IDENTIFICADOS	
2. CÁLCULOS HIDROLÓGICOS. ESTIMACIÓN DE CAUDALES DE AVENIDA.....	6
2.1. METODOLOGÍA	
2.1.1. Planimetría de la cuenca	
2.1.2. Pluviometría de la cuenca	
2.1.3. Cálculo de caudales	
2.2. CARACTERIZACIÓN DE LA CUENCA DE LOS CAUCES IDENTIFICADOS	
2.2.1. Geometría de la cuenca	
2.2.2. Características geológicas de la cuenca	
2.2.3. Usos del suelo	
2.3. CÁLCULOS PLUVIOMÉTRICOS DE LA CUENCA	
2.4. RESULTADOS DEL CÁLCULO DE CAUDALES DE LA CUENCA	
2.4.1. Tiempo de concentración	
2.4.2. Intensidad media de precipitación	
2.4.3. Determinación del umbral de escorrentía	
2.4.4. Coeficiente de escorrentía	
2.4.5. Cálculo de caudal. Método Racional	
3. CÁLCULOS HIDRÁULICOS. DETERMINACIÓN DE ZONAS INUNDABLES.	20
3.1. OBJETO DEL ESTUDIO DE HIDRÁULICO	
3.2. RESULTADO CÁLCULO	
3.2.1.-Geometría	
3.2.2.-Condiciones hidráulicas de contorno	
3.2.3.-Coeficiente de rugosidad de Manning	
3.2.4.-Proceso de cálculo	



3.3.-MODELIZACIÓN DE CAUCE

3.4.-RESULTADOS DE CÁLCULO

3.4.1.-Resultados numéricos

3.4.2.-Resultados gráficos

4. CONCLUSIÓN 50

5. PLANOS 50

1.-Situación y emplazamiento

2.-Delimitación de cuenca

3.-Usos del suelo

4.-Topográfico actual

5.-Modelización hidráulica

6.-Zona ocupada por avenida T10 años. Zona servidumbre y zona de policía.

7.- Zona ocupada por avenida T500 años



1. OBJETO E IDENTIFICACIÓN DE CAUCES

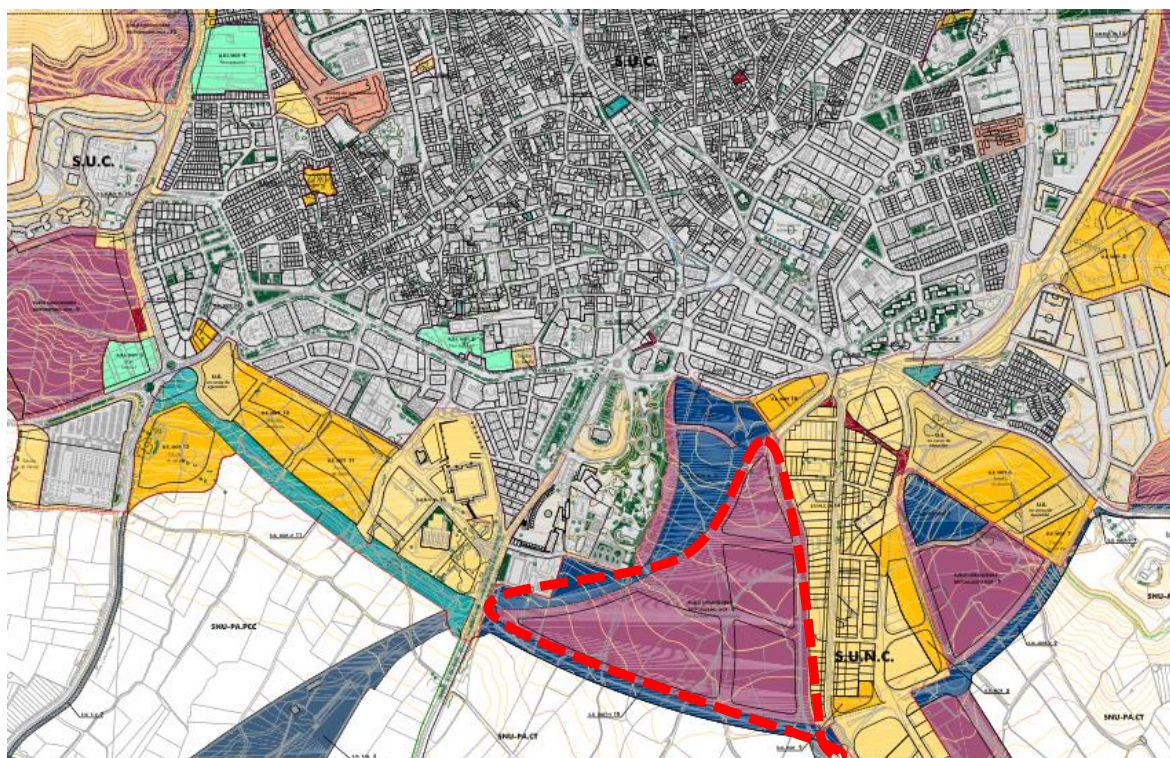
Se redacta el presente estudio hidrológico-hidráulico a petición de Inmobiliaria Solenco S.L, Inversiones Jimenez del Rio S.L y Dña. Maria Soledad Castilla Iglesias, propietarios mayoritarios de la U.E MOT-8 de Motril, al objeto de determinar la afección de la Rambla de los Álamos a su paso por la U.E MOT-8 de Motril .

1.1. CRITERIOS DE IDENTIFICACIÓN DE CAUCES Y AFECCIONES

1.1.1 Introducción

La U.E MOT-8 es un sector de suelo urbanizable sectorizado residencial en el sureste de la localidad. (Véase plano nº 1). Actualmente se encuentra en rústico, con algunas plantaciones en aprovechamiento. Según la cartografía 1:10.000 de la Junta de Andalucía, aparece identificado como cauce la Rambla de los Álamos, no observándose en visita a campo cauce alguno más.

Imagen nº 1.-Clasificación U.E MOT-8



1.1.2 Cauces objeto de estudio

La Rambla de los Álamos discurre de norte a sur por la totalidad del extremo este de la U.E MOT-8 de Motril, estando incluida en el sector la propia Rambla y la zona de servidumbre de la margen derecha, no así la de la margen izquierda.

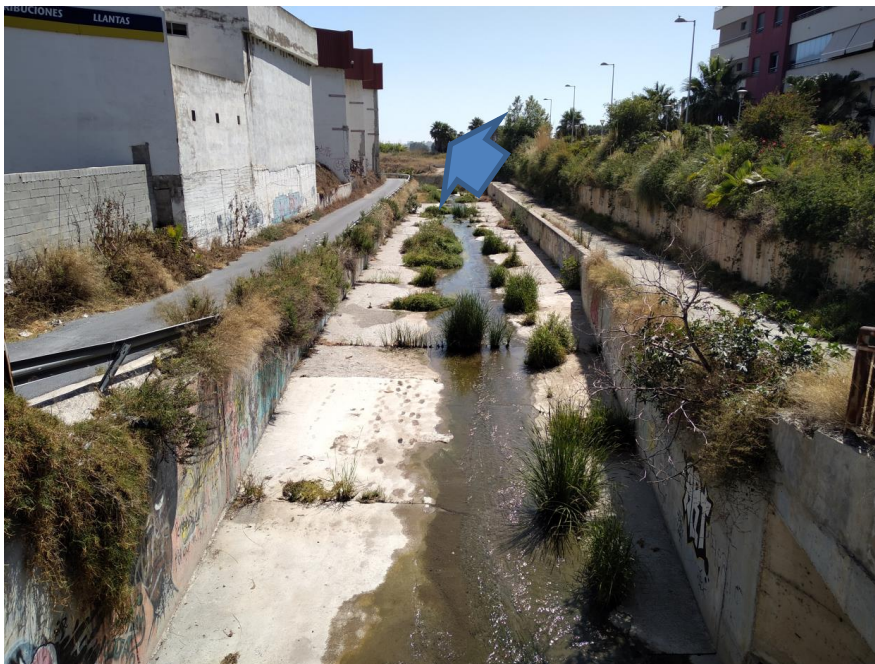
Se encuentra soterrada aguas arriba del ámbito, saliendo a cielo abierto encauzada en el extremo noreste de la U.E mediante sección rectangular de hormigón de 11.90 de ancho y 2 m de alto. Discurre paralela al perímetro del ámbito, presentando en ambas márgenes caminos de acceso. El camino de la margen derecha, incluido en el sector está en tierra mientras que el de la margen izquierda se encuentra pavimentado al discurrir colindante a naves de un polígono industrial cercano.

A continuación se muestran fotografías del estado actual de la Rambla.

Fotografía 1: Vista salida soterramiento Rambla a cielo abierto



Fotografía 2: Vista salida soterramiento Rambla a cielo abierto



Fotografía 3: Vista encauzamiento Rambla



Fotografía 4: Vista encauzamiento Rambla



Fotografía 5: Vista encauzamiento Rambla



Fotografía 6: Vista encauzamiento Rambla



Fotografía 7: Vista encauzamiento Rambla. Zona futuro construcción puente



Fotografía 8: Vista encauzamiento Rambla. Aguas abajo ubicación puente



2. CÁLCULOS HIDROLÓGICOS. ESTIMACIÓN DE CAUDALES DE AVENIDA.

2.1. METODOLOGÍA.

El cálculo hidrológico para la determinación de caudales, tiene su fundamento en métodos hidrometeorológicos que proporcionan el caudal máximo para pequeñas cuencas una vez conocida la escorrentía superficial. Lo que equivale a admitir que la única componente de la precipitación que interviene en la generación de caudales máximos es la que ocurre superficialmente.

Se distinguen las siguientes fases de estudio:

- Planimetría de la cuenca del cauce.
- Estimación del valor de precipitación máxima en 24 h para periodos de retorno de 10 y 500 años, mediante el método recogido en la publicación "Máximas lluvias diarias en la España Peninsular" del Ministerio de Fomento.
- Cálculo de caudales por aplicación del método Racional Modificado de la Instrucción 5.2.-I.C, de 11 de Marzo de 2016.

2.1.1. Planimetría de la cuenca

Para la delimitación de la cuenca vertiente se ha tomado como base la cartografía a escala 1:10.000 de la Junta de Andalucía. Además, para la obtención de la superficie de cuenca urbana, se ha consultado la cartografía GIS de la concesionaria del agua, la empresa Aguas y Servicios debido a la detección de vertidos de aguas pluviales a la rambla mediante tuberías de PVC.

Los datos geométricos obtenidos de la cuenca hidrográfica del cauce son:

- Cuenca general hasta el límite del punto de estudio.
- Área en el punto de estudio.
- Coordenadas UTM del centro de la cuenca.
- Longitud del cauce principal en toda la cuenca.
- Cotas máximas y mínimas del cauce en la cuenca.
- Pendiente media del cauce.



2.1.2 Pluviometría de la cuenca

Se obtienen los valores de precipitación máxima en 24 horas para los periodos de retorno de 10 y 500 años.

El cálculo puede realizarse mediante la aplicación informática MAXPLUWIN, incluida en la publicación "Máximas Lluvias diarias en la España Peninsular", o de forma manual a través de tablas y mapas recogidos en el anejo nº 1 de la citada publicación.

La aplicación informática requiere como dato de partida las coordenadas UTM referidas al huso 30 del centro de la cuenca. Los resultados de la aplicación son:

- el valor medio P de la máxima precipitación diaria anual.
- el valor del coeficiente de variación Cv.
- valor de la precipitación en el periodo de retorno considerado. (Xt- P24).

La consulta de los mapas, requiere la interpolación gráfica de los valores de P y Cv, por lo que se empleará la aplicación informática como método de cálculo al arrojar valores más exactos.

2.1.3. Cálculo de caudales

Para el cálculo de los caudales de la cuenca se ha aplicado la Instrucción de Drenaje Superficial 5.2.- I.C. de Marzo de 2016, en concreto el método que se detalla para cuencas de la zona del levante y sureste peninsular.

- Si el período de retorno es inferior a o igual a veinticinco años ($T \leq 25$ años) el caudal máximo anual correspondiente QT, se debe determinar según el método racional
- Si el período de retorno es superior a veinticinco años ($T > 25$ años) el caudal máximo anual correspondiente QT, se debe determinar como se indica a continuación:

A partir de un estudio específico, mediante métodos estadísticos o modelos hidrológicos, que tenga en cuenta la información sobre avenidas históricas o grandes eventos de precipitación, en la zona de estudio o en zonas próximas similares suficientemente representativas, bien para determinar directamente los caudales o bien para calibrar el modelo hidrológico.

Si no se efectúa el análisis anterior se utilizará el siguiente modelo regional que proporciona valores aproximados y generalmente conservadores:

$$Q_T = \varphi \cdot Q_{10}^{\lambda}$$

donde:

-QT (m3/s) Caudal máximo anual correspondiente al período de retorno T, en el punto de desagüe de la cuenca

-Q10 (m3/s) Caudal máximo anual correspondiente al período de retorno de diez años en el punto de desagüe de la cuenca, calculado mediante el método racional



Salvo justificación del proyecto, el valor del coeficiente corrector del umbral de escorrentía a adoptar en el cálculo se debe corresponder con el valor medio β_m recogido en la tabla 2.5, sin efectuar correcciones asociadas al nivel de confianza del ajuste estadístico utilizado.

Ψ (adimensional) Coeficiente propio de la región y del período de retorno considerado.-Para la región 72 , donde nos encontramos, el valor es de 6,9135 para T500

λ (adimensional) Exponente propio de la región y del período de retorno considerado: para la región 72 y T500 el valor es de 1.2631

Cálculo caudal para T10.-Método racional

Tiempo de concentración

Se obtiene con la fórmula que propone la Instrucción de drenaje:

$$T_c = 0.3 \times \left(\frac{L}{J^{1/4}} \right)^{0.76}$$

siendo:

L (Km) = longitud del cauce principal.

J (m/m)= pendiente media del cauce principal.

Tc (h)= tiempo de concentración.

Intensidad media de precipitación

El valor de intensidad adoptado es el correspondiente a las curvas IDF para municipios de la Costa Tropical, según estudio efectuado por la Universidad de Granada.

La formulación expuesta en dicho estudio es:

$$I(T, D) = \frac{60 \cdot \bar{I} A q_1(T) \left[0.226 - 0.101 \ln(D) + 0.05 \ln(D)^2 \right]}{D}$$



siendo,

T: periodo de retorno

IA: índice de avenida medio, valor según tabla adjunta

q (T): cuantil regional, según tabla adjunta

D: duración en minutos

Tabla 1. Cuantiles regionales

<i>T</i>	2	5	10	25	50	100	200	500
<i>q_r(T)</i>	0.8994	1.3118	1.6087	2.0132	2.3361	2.6772	3.0388	3.5514

Tabla 2. Valor IA

Código	Descripción	XUTM	YUTM	IA
X44	TORROX	416887	4067779	31.353
X47	LÚJAR	464258	4075267	31.217
X48	LA CABRA MONTÉS	437390	4076662	37.102
X49	RÍO VERDE	438474	4074298	41.784
X50	VÉLEZ DE BENAUDALLA	453555	4078522	25.444
X52	AZUD DE VÉLEZ	453451	4075849	30.297
X53	PARTIDOR DE CAÑIZARES	451728	4071014	26.434
X54	AZUD DEL VINCULO	451365	4070955	27.938
X58	BENÍNAR	497419	4081400	25.676
X59	MURTAS	489438	4081395	29.826
X60	MOTRIL	453614	4067322	30.067
X61	LOS GUAJARES	444061	4078966	46.025
X62	CERRO CAÑUELO	435250	4082736	40.046
X63	ALBUÑUELAS	443027	4087105	28.722
X64	BEZNAR	452242	4085648	28.160
X66	CAPILEIRA	468428	4093369	37.292
X67	TREVÉLEZ	476103	4093196	34.706
X70	CONTRAVIESA	481364	4079035	25.741
X72	ALBUÑOL	484959	4070128	23.546



Figura 1.-Curvas IDF

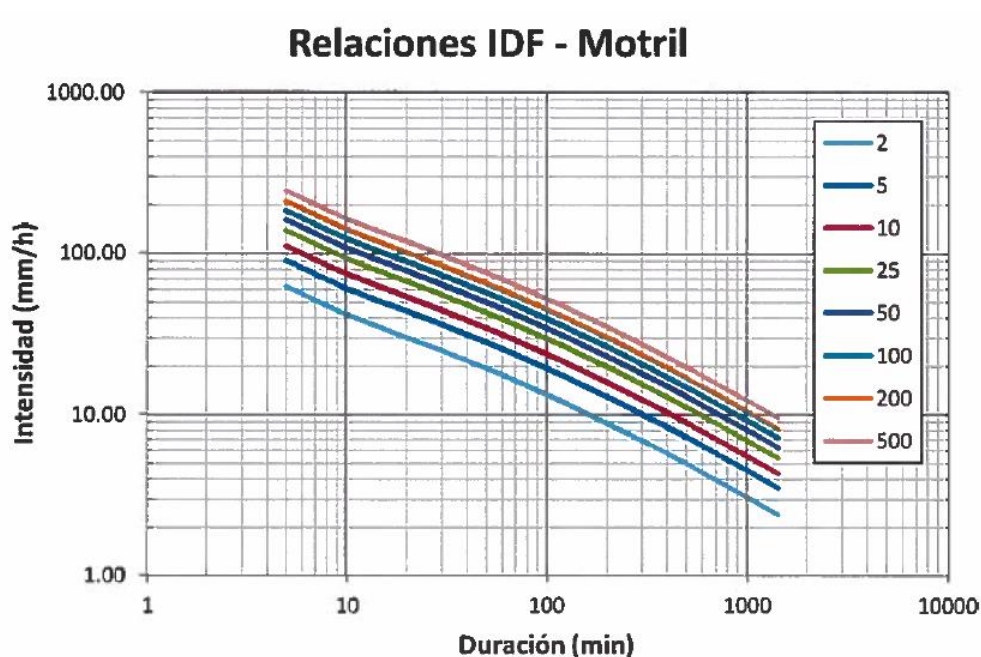


Figura 1. Relaciones IDF para Motril.

Factor reductor de la precipitación por área de cuenca

El factor reductor de la precipitación por área de la cuenca KA, tiene en cuenta la no simultaneidad de la lluvia en toda su superficie. Se obtiene a partir de la siguiente fórmula:

Si $A < 1 \text{ km}^2$, $K=1$

Si $A \geq 1 \text{ km}^2$; $K= 1 - ((\log A)/15)$

siendo A, el área de la cuenca en Km^2

Determinación del umbral de escorrentía

El umbral de escorrentía P0, representa la precipitación mínima que debe caer sobre la cuenca para que se inicie la generación de escorrentía. Se determinará mediante la siguiente fórmula:

$$P0 = P0i \times \beta$$

donde:

Po= Umbral de escorrentía (mm)

P0i= Valor inicial del umbral de escorrentía (mm). Se obtiene de la tabla 2.3 y 2.4 de la instrucción.



B= corrector del umbral ; para obras de drenaje en carreteras, toma el valor

$$B = (\beta_m - \Delta_{50}) F_T$$

- β_m ; factor depende de la región (cuencas del levante y sureste (región 72))= 2.10
- $\Delta_{50}=0.3$
- $F_T=0.895$ (para T= 10 años)

No se adoptarán valores de umbral de escorrentía corregido, mayores de 25 mm para T500.

Coeficiente de escorrentía

El coeficiente de escorrentía (C) define la proporción de la intensidad de lluvia I que genera escorrentía superficial. El método racional que propone la instrucción obtiene la expresión de C en función de la precipitación Pt y el umbral de escorrentía Po.

$$\begin{aligned} \text{Si } P_d \cdot K_A > P_0 & \quad C = \frac{\left(\frac{P_d \cdot K_A}{P_0} - 1\right) \left(\frac{P_d \cdot K_A}{P_0} + 23\right)}{\left(\frac{P_d \cdot K_A}{P_0} + 11\right)^2} \\ \text{Si } P_d \cdot K_A \leq P_0 & \quad C = 0 \end{aligned}$$

siendo:

C= coeficiente de escorrentía

Pd= precipitación de diseño para el T considerado

Ka = coeficiente reductor de precipitación por área de cuenca

P0 = umbral de escorrentía

No se adoptarán coeficientes de escorrentía menores de 0,60 para T500.

Formulación del caudal

La hipótesis de lluvia neta constante admitida en la fórmula racional no es real y en la práctica existen variaciones en su reparto temporal, que favorecen el desarrollo de los caudales punta.

Sin embargo, esta influencia de la variación de la lluvia neta dentro de la duración de su tiempo de concentración se puede reflejar globalmente refiriendo los caudales punta de estos casos al homólogo en la hipótesis de intensidad de lluvia neta constante. Si se denomina K al cociente entre ambos, resulta la ley:



$$Q = \frac{C \cdot I \cdot A}{3.6} \cdot K$$

en la que:

Q(m³/s): Caudal punta.

I (mm/h): Máxima intensidad media en el intervalo de duración T_c.

A(km²): Superficie de la cuenca.

C: Coeficiente de escorrentía del intervalo donde se produce.

K: Coeficiente de uniformidad.

El coeficiente de uniformidad K_t varía de unos episodios a otros, pero su valor medio en una cuenca concreta depende fundamentalmente del valor de su tiempo de concentración y de forma tan prevalente que a efectos prácticos puede desprejiciarse la influencia de otras variables tales como la torrencialidad del clima.

Para su estimación, en valores medios, se establece la siguiente expresión:

$$K_t = 1 + \frac{T_c^{1.25}}{T_c^{1.25} + 14}$$

obtenida a partir de comprobaciones empíricas realizadas en diversas estaciones de aforos nacionales y de acuerdo con las conclusiones deducidas de los análisis teóricos desarrollados mediante el hidrograma unitario.

2.2. CARACTERIZACIÓN DE LA CUENCA DE LOS CAUCES IDENTIFICADOS

2.2.1. Geometría de la cuenca

La cuenca **la Rambla de los Álamos** se ha delimitado utilizando la cartografía a escala 1: 10.000 de la Junta de Andalucía. Se ha determinado el centro de la misma, su superficie, su cota máxima y mínima, la longitud del cauce y la pendiente correspondiente.

Los resultados numéricos se muestran en la tabla siguiente.



Tabla 2. Geometría de la cuenca

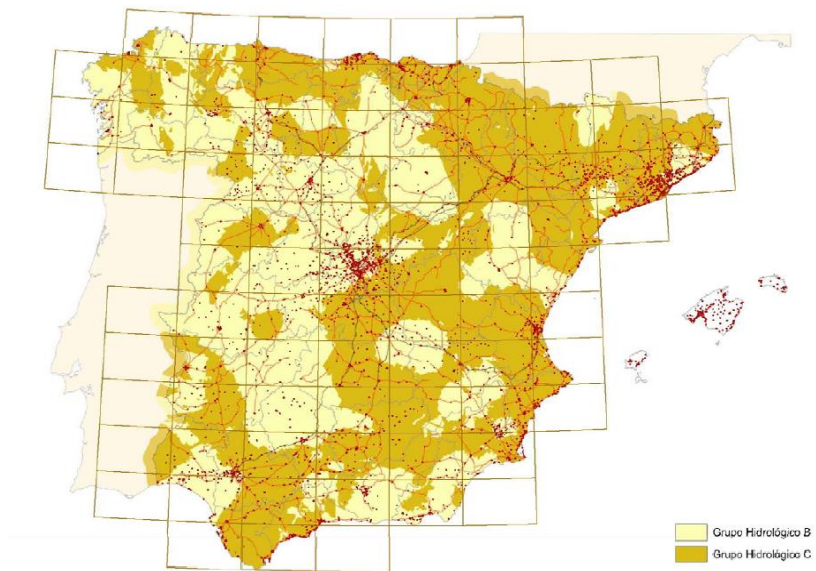
Parámetros	Valores
Coordenada X centro	455379
Coordenada Y centro	4068805
Superficie (km ²)	13.26
Cota máxima	320
Cota mínima	18.40
Longitud cauce (m)	7611
Pendiente (%)	3.96

En el plano nº 2, se delimita la cuenca descrita.

2.2.2. Características geológicas de la cuenca

Para poder identificar los suelos de las cuencas se ha utilizado la figura 2.7 de la Instrucción.

Figura 2.-Grupos hidrogeológicos instrucción 5.2



Se observa que la zona de estudio se identifica como grupo B, es decir, suelos con infiltración moderada de textura franco-arenosa-arcillosa.



2.2.3. Usos del suelo

Para el cálculo del umbral de escorrentía se han subdividido la cuenca en áreas parciales, en base a su uso según el mapa de usos y coberturas vegetales de la Junta de Andalucía y a la información obtenida en visita a campo.

En el plano nº 3, se recoge la caracterización de los usos del suelo según el mapa empleado y en la tabla adjunta se detalla la información extraída en cuanto a uso, superficie y correspondencia con la clasificación según la tabla 2.3. de la Instrucción 5.2.-I.C.

Tabla 3. Clasificación del suelo

USOS DEL SUELO			
Uso suelo mapa	Sup (km2)	%	Clasificación de Instrucción
111.-urbano	2,554	19,26	11100-Tejido urbano continuo
214.-otros leñosos en secano	0.083	0.63	22110.-Viñedos de secano
222.-Cultivos bajo plástico	1.184	8.93	11100-Tejido urbano continuo
224.-Leñosos de regadío	1.958	14.77	22220-Frutales de regadío
231.-Cultivos herbáceos y leñosos	0.127	0.96	21210.-Cultivos herbáceos de regadío
232.-Vegetación natural con mosaicos de cultivo	0.313	2.36	24320.-Mosaico cultivos con espacios de vegetación natural
312.-Arbolado denso con coníferas	0.939	7.08	32430.-matorral boscoso con coníferas
322.-Matorral con coníferas	2.128	16.05	32430.-matorral boscoso con coníferas
341.-Matorral denso	0.417	3.14	32311.-matorral denso
342.-Matorral disperso	0.625	4.71	32312.-matorral poco denso
353.-Vegetación escasa	2.932	22.11	32312.-matorral poco denso



2.3. CÁLCULOS PLUVIOMÉTRICOS DE LA CUENCA

Los parámetros pluviométricos se calculan en base a las coordenadas UTM del centro de la cuenca mediante la consulta de mapas recogidos en la publicación "Máximas lluvias diarias en la España Peninsular".

Datos obtenidos de los mapas:

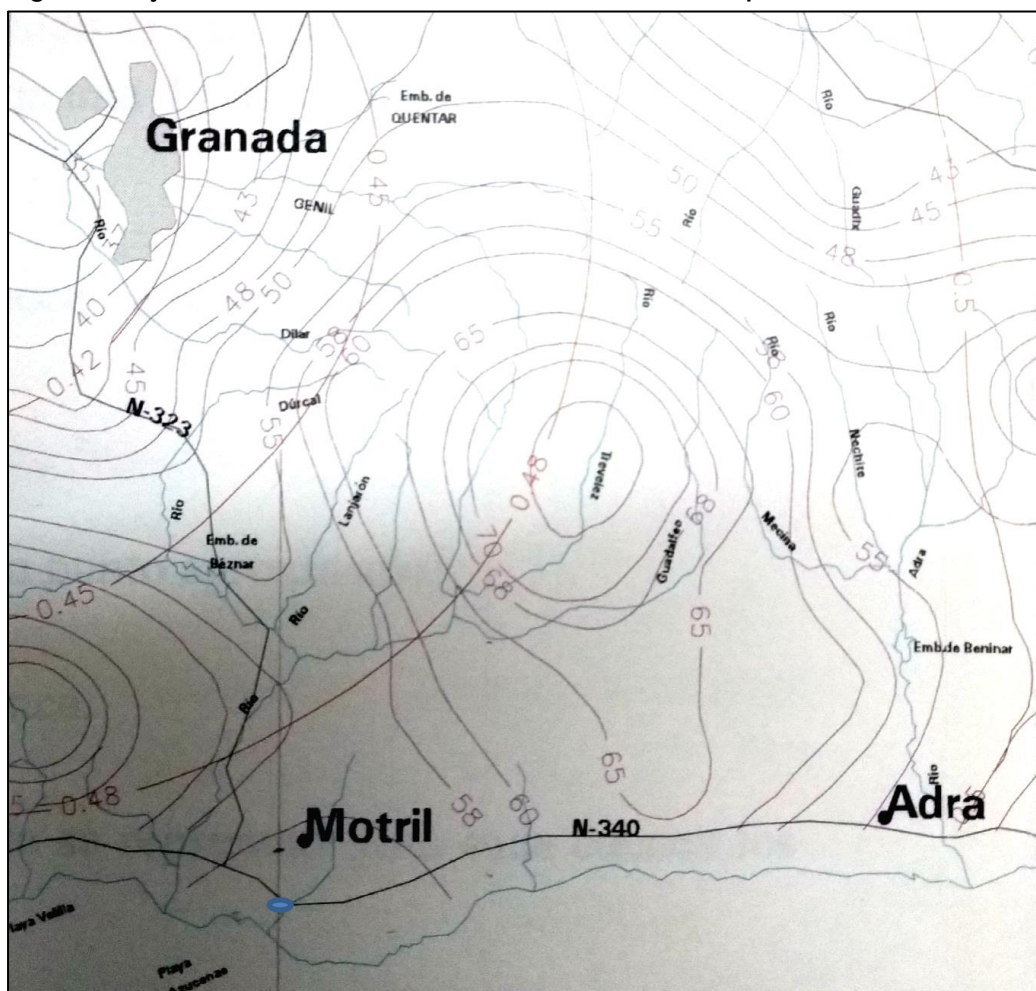
$C_v = 0.485$

$Y_t = 1.599$ para $T = 10$ años

$P(\text{mm/día}) = 55$

$P_{\text{max}} = 55 \times 1.599 = 87,95 \text{ mm}$

Figura 3.-Hoja 3.6 Granada de "Máximas lluvias diarias en la España Peninsular".



2.4. RESULTADOS DEL CÁLCULO DE CAUDALES DE LA CUENCA.

2.4.1. Tiempo de concentración

Mediante aplicación de la fórmula:

$$T_c = 0.3 \times \left(\frac{L}{J^{1/4}} \right)^{0.76}$$

siendo:

L

(Km) = longitud del cauce principal.

J (m/m)= pendiente media del cauce principal.

Tabla 4. Tiempo de concentración

Parámetros	Valor
Tc (h)	2.59

2.4.2. Intensidad media de precipitación

En base al tiempo de concentración estimado, y con la formulación de Mancomunidad de Municipios de la Costa Tropical expuesta en apartados anteriores, se obtiene el siguiente valor de intensidad, para T10:

Tabla 5. Intensidad media (mm/h)

Parámetros	Valor
Intensidad (mm/h)	18.48

2.4.3. Determinación del umbral de escorrentía

La estimación del umbral de escorrentía P_o , se realiza estableciendo una división de la cuenca en función de los tipos de usos de suelo y haciendo una equivalencia de dichos tipos con los recogidos en la Instrucción 5.2-I.C, como se indicó en la tabla nº 3 del apartado anterior. Además se tiene en cuenta que el suelo pertenece al grupo B de la Instrucción.



En la siguiente tabla se resumen los valores contemplados, a lo que habrá que aplicar el factor de corrección expuesto en el apartados anteriores.

Tabla 6. Umbral de escorrentía inicial

Uso suelo	Sup (km2)	%	Clasificación de Instrucción	Poi
111.-urbano	2.554	19,26	11100-Tejido urbano continuo	1
214.-otros leñosos en secano	0.083	0.63	22110.-Viñedos de secano	28
222.-Cultivos bajo plastico	1.184	8.93	11100-Tejido urbano continuo	1
224.-Leñosos de regadio	1.958	14.77	22220-Frutales de regadío	34
231.-Cultivos herbáceos y leñosos	0.127	0.96	21210.-Cultivos herbáceos de regadio	20
232.-Vegetación natural con mosaicos de cultivo	0.313	2.36	24320.-Mosaico cultivos con espacios de vegetación natural	20
312.-Arbolado denso con coníferas	0.939	7.08	32430.-matorral boscoso con coníferas	34
322.-Matorral con coníferas	2.128	16.05	32430.-matorral boscoso con coníferas	34
341.-Matorral denso	0.417	3.14	32311.-matorral denso	34
342.-Matorral disperso	0.625	4.71	32312.-matorral poco denso	24
353.-Vegetación escasa	2.932	22.11	32312.-matorral poco denso	24

2.4.4. Coeficiente de escorrentía

Aplicando la fórmula expuesta en el apartado 2.1.3, y puesto que $P_{dxKa} > P_0$, se obtienen los siguientes valores.

Tabla 7. Coeficiente de escorrentía

Superficie	Poi	Po	C
3.738	1	1,61	0,96
5.422	34	54.17	0.08
3.577	24	38.66	0.16
0.083	28	45.11	0.12
0.44	20	32.22	0.21



2.4.5. Cálculo de caudal. Método Racional

El caudal para T10 años se obtiene finalmente aplicando la fórmula:

$$Q = \frac{C \cdot I \cdot A}{3.6} \cdot K$$

en la que:

Q (m3/s): Caudal punta para T10 años.

I (mm/h): Máxima intensidad media en el intervalo de duración Tc.

A (Km2): Superficie de la cuenca.

C: Coeficiente de escorrentía del intervalo donde se produce.

K: Coeficiente de uniformidad, calculado según la fórmula de Temez,

$$K = 1 + \frac{Tc^{1.25}}{Tc^{1.25} + 14}$$

Los resultados se muestran en la tabla siguiente:

Tabla 8. Caudal T10 años

RAMBLA DE LOS ÁLAMOS								
Superficie	Precipitación máxima	Umbral de escorrentía	Umbral de escorrentía corregido	Tiempo de concentración	Coef. uniformidad	Intensidad media	Coeficiente de escorrentía	Caudal
	Pd (mm/día)	Po(mm)	Po*(mm)	Tc (h)	Kt	I (mm/h)	C	Q (m3/s)
3.738	87.95	1	1.61	2.59	1,19	18.48	0.96	21.96
5.422	87.95	34	54.17	2.59	1,19	18.48	0.08	2.55
3.577	87.95	24	38.66	2.59	1,19	18.48	0.16	3.52
0.083	87.95	28	45.11	2.59	1,19	18.48	0.12	0.06
0.44	87.95	20	32.22	2.59	1,19	18.48	0.21	0.57
								28.64



El caudal para T 500 años para cuencas del levante y sureste, resultaba de la expresión

$$Q_T = \varphi \cdot Q_{10}^\lambda$$

Siendo

$Q_{10}=28.64 \text{ m}^3/\text{s}$

$-\Psi= 6,9135$ para T500 (apartado 2.1.3)

$\lambda =1.2631$ para T500 (apartado 2.1.3)

Sustituyendo resulta :

$Q_{500} = 478,59 \text{ m}^3/\text{s}$

No obstante, como dice la propia Instrucción se trata de **un cálculo muy conservador**, por lo que se procede a realizar el cálculo directamente para T500 años siguiendo el método racional expuesto anteriormente.

Comentar, que el factor de corrección del umbral de escorrentía para T500 años en cuencas del levante español no se puede estimar según la formulación del apartado 2.4.3, al no estar definido Ft. Por tanto, y para seguir con la metodología expuesta, se toma del valor de Ft de la región 61 (Parte de Granada, Málaga..) al ser la más próxima y similar a la estudiada (Ft= 1.17) .

Los datos obtenidos se resumen en la tabla adjunta:

Tabla 9. Caudal T500 años

RAMBLA DE LOS ÁLAMOS								
Superficie	Precipitación máxima	Umbral de escorrentía	Umbral de escorrentía corregido	Tiempo de concentración	Coef. uniformidad	Intensidad media	Coefficiente de escorrentía	Caudal
	Pd (mm/día)	Po(mm)	Po*(mm)	Tc (h)	Kt	I (mm/h)	C	Q ₅₀₀ (m ³ /s)
3.738	200.75	1	1.61	2.59	1,19	40.79	0.99	49.67
5.422	200.75	34	25	2.59	1,19	40.79	0.60	44.03
3.577	200.75	24	25	2.59	1,19	40.79	0.60	28.78
0.083	200.75	28	25	2.59	1,19	40.79	0.60	0.67
0.44	200.75	20	25	2.59	1,19	40.79	0.60	3.56
								126.70

Po*: No se admiten valores corregidos superiores a 25 mm, ni coeficiente de escorrentía C < 0.6.

Como se puede observar, el valor obtenido 126.70 m³/s es tres veces inferior al obtenido por cálculo a partir de la QT10, valor que parece ser más adecuado a la sección que presenta el encauzamiento de la Rambla. Por tanto, es con este valor con el que se realiza la modelización hidráulica.



3. CÁLCULOS HIDRÁULICOS. DETERMINACIÓN DE ZONAS INUNDABLES.

3.1. OBJETO DEL ESTUDIO DE HIDRÁULICO

Con el presente estudio hidráulico se pretende analizar las condiciones hidráulicas de flujo del cauce estudiado que afectan al suelo previsto desarrollar según el P.G.O.U.

El análisis se hace para los caudales correspondientes a los periodos de periodo de retorno de 10 y 500 años. Se determinará las cotas en cada sección del cauce. El presente estudio nos permitirá determinar las zonas de riesgo de inundación, si es que las hubiera, al estar la Rambla encauzada en toda la longitud de estudio.

3.2. MODELO DE CÁLCULO

La simulación matemática del flujo requiere de un trabajo intenso preliminar que determine de la forma más real posible las condiciones geométricas del cauce, las condiciones de contorno y afinen al máximo las variables hidráulicas que determinen la cota absoluta de la lámina de agua. Seguidamente se analiza la información de la que parte:

3.2.1.-Geometría

La cartografía 1:1.000 disponible para los cálculos hidráulicos la aportó el Ayuntamiento de Motril. Dicha cartografía aporta las cotas de los puntos en el encauzamiento y en el entorno del cauce, estos datos se han utilizado para realizar la modelización de cauce. (Véase plano nº 4)

Con los datos anteriores y utilizando el programa Arcview 3.2 se ha realizado la conversión de los puntos 3D a un modelo en formato GIS (TIN), modelizando el terreno en tres dimensiones, para después, aplicando el programa GEO-RAS, obtener los perfiles transversales de las cauces. Tales secciones se han importado posteriormente al programa de modelización HEC-RAS.

Los perfiles transversales se han obtenido cada 20 metros al ser una zona afectada por las actuaciones urbanísticas del planeamiento. Pero en algunos tramos la distancia entre las secciones es menor, para reflejar en el modelo los cambios en el trazado del encauzamiento y las singularidades en el entorno del cauce.

3.2.2.-Condiciones hidráulicas de contorno

El cálculo hidráulico se realiza en régimen permanente no uniforme, con el que se obtiene la altura alcanzada por la lámina de agua en cada sección. Se emplea el programa HEC-RAS v 3.1.2. (Hydrologic



Engineering Center, s River Analysis System) y se calcula la llanura de inundación en régimen mixto, para comprobar si existen tramos en las que el flujo se produce en régimen rápido y otros en régimen lento.

Por lo que, que es necesario introducir dos condiciones de contorno una aguas arriba y otra aguas abajo. En la sección inicial se ha impuesto el calado crítico y en la sección final se ha empleado el calado normal dando el valor de la pendiente del cauce aguas abajo de dicha sección, que tiene un valor de 0.0075 m/m.

3.2.3.-Coeficientes de rugosidad de Manning

Para la elección de los coeficientes de rugosidad de Manning se aplica la metodología propuesta de Chow, en la que se tiene en cuenta entre otros aspectos la sinuosidad del cauce, obstrucciones y la presencia de vegetación. Los coeficientes de Manning que se ajustan a las distintas situaciones presentes en el cauce son:

- En el encauzamiento se ha considerado un valor de 0.017, para tener en cuenta las zonas en las que existe vegetación.
- El camino de servicio en las margen izquierda en los primeros 600 metros está asfaltado, por lo que entre las secciones 758.474 y 611.980, se ha puesto un valor de 0.013.
- Para el resto de las secciones se ha considerado un coeficiente de Manning de 0.03 en ambas márgenes, dicho valor se puede asimilar a planicies de pastizal con pasto corto. Con él se puede simular la vegetación existe en el camino de servicio de tierra y el terreno colindante con el camino en la margen derecha.

3.2.4.-Proceso de cálculo

Un vez definidas las secciones transversales para el cálculo con el programa HEC-RAS v 3.1.2 se han seguido el siguiente proceso:

1. Introducción de datos geométricos.
2. Establecimiento de las condiciones de contorno aguas arriba y agua abajo.
3. Introducción de caudales obtenidos con la modelización hidrológica para los periodos de retorno de 10 y 500 años.
4. Exportación de resultados de HEC-RAS al ARC-VIEW para obtener las líneas de las llanuras de inundación para cada periodo de retorno.

3.3-MODELIZACIÓN DEL CAUCE

Se ha modelizado una longitud total 778 m, siendo la longitud del tramo necesario estudiar de 618 m, por lo tanto, se ha prolongado el cauce aguas arriba 80 m y aguas abajo 80 m, de esta forma se garantiza que el modelo se ha estabilizado en el tramo de estudio y los resultados son correctos. El número de secciones introducidas han sido 56, se han obtenido siguiendo los criterios mencionados en el apartado anterior, y la pendiente media del cauce total estudiado es 1,10 %. (Véase plano nº 5)



3.4.-RESULTADOS DE CÁLCULO

Una vez introducidos los datos geométricos y de flujo, se lleva a cabo el cálculo de perfiles de lámina de agua en flujo estacionario. El programa ofrece el conjunto de resultados de forma gráfica y numérica.

La salida gráfica comprende secciones transversales y perfiles longitudinales, mientras que la numérica, proporciona un sumario de las principales variables, tales como, caudal total, mínima cota del cauce, cota de lámina de agua calculada, altura de energía, velocidad media en el cauce, anchura de la superficie libre y nº de Froude correspondiente.

En las páginas siguientes se recopilan los resultados obtenidos para los cauces estudiados en las zonas afectadas, consistentes en:

Salida numérica

- Tablas de resultados, con indicación de cota de agua alcanzada, velocidad, línea de energía, ancho ocupado por agua y número de Froude.

Salida gráfica

- Planos de planta de la zona ocupada por la avenida de periodo de retorno 10 y 500 años, obtenidos a partir de las secciones transversales aportadas por el programa.
- Perfiles transversales del cauce con indicación de la zona ocupada para los periodos de retorno indicados.
- Perfil longitudinal con altura de lámina de agua para cada uno de los periodos de retorno considerados en el cálculo.

3.4.1.-Resultados numéricos

A continuación se adjuntan los resultados numéricos obtenidos del programa.



Tabla 10.Resultados numéricos para Rambla de los Álamos para periodos de retorno de T10 y T500 años.

HEC-RAS Plan: T10 y T500 River: Rambla de los Al Reach: rambla de los Al

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m³/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Max Chl Dpth (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
rambla de los Al	778.507	T10	28.64	25.01	25.84	0.84	25.84	26.26	0.003581	2.86	10.00	11.95	1.00
rambla de los Al	778.507	T500	126.70	25.01	27.44	2.43	27.44	28.25	0.002189	4.10	34.58	22.42	0.84
rambla de los Al	770.994	T10	28.64	24.93	25.65	0.72	25.77	26.21	0.005689	3.31	8.64	11.95	1.24
rambla de los Al	770.994	T500	126.70	24.93	27.17	2.24	27.35	28.21	0.003032	4.58	30.24	21.90	0.98
rambla de los Al	758.474	T10	28.64	24.81	25.49	0.68	25.65	26.13	0.006990	3.53	8.10	11.94	1.37
rambla de los Al	758.474	T500	126.70	24.81	26.93	2.12	27.23	28.15	0.003807	4.93	27.48	21.91	1.08
rambla de los Al	754.041	T10	28.64	24.78	25.46	0.68	25.62	26.09	0.006901	3.52	8.14	11.95	1.36
rambla de los Al	754.041	T500	126.70	24.78	26.87	2.09	27.21	28.13	0.003968	5.00	27.04	22.39	1.10
rambla de los Al	747.498	T10	28.64	24.70	25.35	0.65	25.53	26.04	0.008034	3.69	7.76	11.95	1.46
rambla de los Al	747.498	T500	126.70	24.70	26.72	2.02	27.12	28.09	0.004487	5.20	25.51	21.85	1.17
rambla de los Al	740.677	T10	28.64	24.61	25.24	0.63	25.45	25.98	0.008787	3.80	7.55	11.95	1.52
rambla de los Al	740.677	T500	126.70	24.61	26.59	1.98	27.04	28.05	0.004850	5.34	23.71	11.96	1.21
rambla de los Al	727.052	T10	28.64	24.44	25.05	0.61	25.28	25.84	0.009945	3.94	7.26	11.95	1.62
rambla de los Al	727.052	T500	126.70	24.44	26.30	1.86	26.86	27.96	0.005909	5.71	22.20	11.95	1.34
rambla de los Al	717.691	T10	28.64	24.35	24.97	0.62	25.19	25.75	0.009609	3.91	7.32	11.88	1.59
rambla de los Al	717.691	T500	126.70	24.35	26.19	1.84	26.89	27.90	0.006132	5.78	21.90	11.90	1.36
rambla de los Al	706.743	T10	28.64	24.25	24.87	0.62	25.09	25.64	0.009472	3.90	7.35	11.87	1.58
rambla de los Al	706.743	T500	126.70	24.25	26.07	1.82	26.61	27.82	0.006412	5.87	21.57	11.90	1.39
rambla de los Al	698.484	T10	28.64	24.13	24.72	0.60	24.97	25.55	0.010676	4.04	7.09	11.90	1.67
rambla de los Al	698.484	T500	126.70	24.13	25.88	1.75	26.62	27.76	0.007113	6.07	20.86	11.91	1.46
rambla de los Al	688.404	T10	28.64	24.01	24.60	0.59	24.85	25.44	0.010840	4.06	7.06	11.90	1.68
rambla de los Al	688.404	T500	126.70	24.01	25.73	1.72	26.61	27.68	0.007486	6.18	20.51	11.90	1.50
rambla de los Al	675.431	T10	28.64	23.86	24.45	0.59	24.70	25.30	0.011072	4.08	7.01	11.91	1.70
rambla de los Al	675.431	T500	126.70	23.86	25.55	1.69	26.37	27.57	0.007938	6.30	20.13	11.91	1.55
rambla de los Al	668.504	T10	28.64	23.78	24.37	0.59	24.62	25.22	0.011084	4.09	7.01	11.90	1.70
rambla de los Al	668.504	T500	126.70	23.78	25.46	1.68	26.13	27.51	0.008122	6.34	19.97	11.90	1.56
rambla de los Al	664.515	T10	28.64	23.76	24.37	0.61	24.60	25.16	0.009777	3.93	7.29	11.90	1.60
rambla de los Al	664.515	T500	126.70	23.76	25.46	1.70	26.11	27.46	0.007867	6.28	20.18	11.90	1.54
rambla de los Al	644.519	T10	28.64	23.48	24.06	0.58	24.32	24.94	0.011657	4.15	6.90	11.90	1.74
rambla de los Al	644.519	T500	126.70	23.48	25.11	1.63	25.92	27.28	0.008841	6.52	19.42	11.90	1.63
rambla de los Al	626.458	T10	28.64	23.28	23.87	0.59	24.12	24.73	0.011114	4.09	7.00	11.90	1.70
rambla de los Al	626.458	T500	126.70	23.28	24.90	1.62	25.70	27.11	0.009132	6.59	19.22	11.90	1.66
rambla de los Al	620.689	T10	28.64	23.20	23.79	0.58	24.04	24.66	0.011440	4.13	6.94	11.89	1.73
rambla de los Al	620.689	T500	126.70	23.20	24.81	1.60	25.79	27.06	0.009325	6.64	19.08	11.90	1.67
rambla de los Al	611.980	T10	28.64	23.09	23.67	0.58	23.93	24.55	0.011719	4.16	6.88	11.89	1.74
rambla de los Al	611.980	T500	126.70	23.09	24.68	1.59	25.64	26.97	0.009584	6.70	18.91	11.90	1.70
rambla de los Al	598.484	T10	28.64	22.92	23.50	0.57	23.76	24.39	0.012004	4.19	6.84	11.90	1.76
rambla de los Al	598.484	T500	126.70	22.92	24.49	1.57	25.37	26.83	0.009952	6.78	18.68	11.90	1.73
rambla de los Al	586.617	T10	28.64	22.83	23.44	0.61	23.67	24.23	0.009812	3.93	7.28	11.90	1.61
rambla de los Al	586.617	T500	126.70	22.83	24.42	1.59	25.36	26.70	0.009507	6.68	18.96	11.90	1.69
rambla de los Al	566.668	T10	28.64	22.59	23.18	0.59	23.43	24.02	0.010852	4.06	7.05	11.90	1.68
rambla de los Al	566.668	T500	126.70	22.59	24.16	1.57	25.04	26.50	0.009949	6.78	18.68	11.90	1.73
rambla de los Al	546.671	T10	28.64	22.35	22.93	0.59	23.19	23.80	0.011305	4.11	6.97	11.90	1.72
rambla de los Al	546.671	T500	126.70	22.35	23.90	1.55	24.82	26.29	0.010259	6.85	18.50	11.90	1.75
rambla de los Al	528.275	T10	28.64	22.11	22.68	0.57	22.95	23.58	0.011989	4.19	6.84	11.90	1.76
rambla de los Al	528.275	T500	126.70	22.11	23.64	1.53	24.58	26.10	0.010665	6.94	18.26	11.90	1.79
rambla de los Al	521.493	T10	28.64	22.06	22.65	0.60	22.90	23.48	0.010628	4.03	7.10	11.90	1.67
rambla de los Al	521.493	T500	126.70	22.06	23.61	1.55	24.52	26.01	0.010354	6.87	18.44	11.91	1.76
rambla de los Al	506.530	T10	28.64	21.85	22.43	0.58	22.69	23.31	0.011740	4.16	6.88	11.90	1.75
rambla de los Al	506.530	T500	126.70	21.85	23.38	1.53	24.33	25.85	0.010769	6.96	18.20	11.90	1.80
rambla de los Al	492.327	T10	28.64	21.63	22.19	0.56	22.47	23.13	0.013003	4.29	6.67	11.92	1.83
rambla de los Al	492.327	T500	126.70	21.63	23.13	1.50	24.04	25.68	0.011326	7.07	17.92	11.92	1.84
rambla de los Al	484.344	T10	28.64	21.56	22.14	0.58	22.39	23.01	0.011556	4.14	6.91	11.89	1.73
rambla de los Al	484.344	T500	126.70	21.56	23.08	1.52	23.92	25.58	0.010987	7.01	18.08	11.90	1.81
rambla de los Al	472.301	T10	28.64	21.40	21.97	0.57	22.24	22.87	0.011982	4.19	6.84	11.90	1.76
rambla de los Al	472.301	T500	126.70	21.40	22.91	1.51	23.89	25.44	0.011196	7.05	17.98	11.90	1.83
rambla de los Al	452.702	T10	28.64	21.22	21.83	0.61	22.06	22.63	0.009990	3.95	7.24	11.93	1.62
rambla de los Al	452.702	T500	126.70	21.22	22.75	1.53	23.59	25.20	0.010661	6.93	18.28	11.93	1.79
rambla de los Al	446.623	T10	28.64	21.10	21.68	0.58	21.94	22.55	0.011443	4.13	6.94	11.89	1.73
rambla de los Al	446.623	T500	126.70	21.10	22.62	1.52	23.49	25.13	0.011061	7.02	18.04	11.90	1.82
rambla de los Al	426.701	T10	28.64	20.86	21.44	0.58	21.70	22.32	0.011695	4.15	6.89	11.90	1.74
rambla de los Al	426.701	T500	126.70	20.86	22.37	1.51	23.26	24.91	0.011225	7.05	17.86	11.90	1.83
rambla de los Al	406.658	T10	28.64	20.61	21.19	0.58	21.45	22.08	0.011985	4.19	6.84	11.89	1.76
rambla de los Al	406.658	T500	126.70	20.61	22.11	1.50	22.97	24.68	0.011407	7.09	17.86	11.90	1.85
rambla de los Al	386.636	T10	28.64	20.38	20.97	0.58	21.22	21.84	0.011569	4.14	6.92	11.90	1.73
rambla de los Al	386.636	T500	126.70	20.38	21.89	1.50	22.79	24.45	0.011395	7.09	17.87	11.90	1.85



Estudio hidrológico-hidráulico de la Rambla de los Álamos a su paso por la U.E MOT-8.-Motril

HEC-RAS Plan: T10 y T500 River: Rambla de los Al Reach: rambla de los Al (Continued)

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W S Elev (m)	Max Chl Dpth (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
rambla de los Al	366.621	T10	28.64	20.25	20.91	0.66	21.10	21.59	0.007605	3.66	7.82	11.92	1.44
rambla de los Al	366.621	T500	126.70	20.25	21.82	1.56	22.64	24.17	0.010023	6.79	18.65	11.92	1.73
rambla de los Al	346.699	T10	28.64	19.94	20.52	0.58	20.78	21.39	0.011376	4.12	6.96	11.92	1.72
rambla de los Al	346.699	T500	126.70	19.94	21.46	1.52	22.32	23.95	0.010897	6.98	18.15	11.92	1.81
rambla de los Al	326.639	T10	28.64	19.70	20.28	0.58	20.54	21.16	0.011607	4.15	6.91	11.90	1.74
rambla de los Al	326.639	T500	126.70	19.70	21.22	1.52	22.09	23.72	0.011031	7.01	18.06	11.90	1.82
rambla de los Al	306.598	T10	28.64	19.45	20.03	0.58	20.29	20.92	0.011877	4.17	6.86	11.90	1.76
rambla de los Al	306.598	T500	126.70	19.45	20.96	1.51	21.85	23.50	0.011223	7.05	17.96	11.90	1.83
rambla de los Al	286.674	T10	28.64	19.22	19.80	0.58	20.06	20.68	0.011747	4.16	6.88	11.90	1.75
rambla de los Al	286.674	T500	126.70	19.22	20.73	1.51	21.81	23.27	0.011276	7.06	17.93	11.90	1.84
rambla de los Al	266.631	T10	28.64	19.01	19.60	0.59	19.85	20.45	0.010847	4.07	7.04	11.92	1.69
rambla de los Al	266.631	T500	126.70	19.01	20.52	1.51	21.53	23.04	0.011153	7.04	18.01	11.92	1.83
rambla de los Al	246.628	T10	28.64	18.78	19.36	0.59	19.61	20.22	0.011257	4.11	6.88	11.91	1.71
rambla de los Al	246.628	T500	126.70	18.78	20.29	1.51	21.23	22.82	0.011223	7.05	17.97	11.91	1.83
rambla de los Al	226.589	T10	28.64	18.56	19.16	0.59	19.40	20.00	0.010874	4.06	7.05	11.90	1.68
rambla de los Al	226.589	T500	126.70	18.56	20.08	1.52	21.02	22.59	0.011071	7.02	18.04	11.90	1.82
rambla de los Al	206.558	T10	28.64	18.44	19.11	0.67	19.27	19.76	0.007305	3.59	7.98	11.90	1.40
rambla de los Al	206.558	T500	126.70	18.44	20.02	1.59	20.86	22.32	0.009669	6.72	18.86	11.90	1.70
rambla de los Al	195.758	T10	28.64	18.18	18.76	0.58	19.02	19.64	0.011823	4.17	6.87	11.91	1.75
rambla de los Al	195.758	T500	126.70	18.18	19.70	1.52	20.61	22.19	0.010925	6.99	18.12	11.92	1.81
rambla de los Al	185.995	T10	28.64	18.12	18.74	0.62	18.96	19.51	0.009342	3.87	7.39	11.90	1.57
rambla de los Al	185.995	T500	126.70	18.12	19.68	1.56	20.55	22.06	0.010172	6.83	18.55	11.90	1.75
rambla de los Al	182.101*	T10	28.64	18.11	18.77	0.66	18.95	19.45	0.007780	3.67	7.81	11.83	1.44
rambla de los Al	182.101*	T500	126.70	18.11	19.70	1.60	20.55	21.99	0.009558	6.70	18.91	11.83	1.69
rambla de los Al	178.208*	T10	28.64	18.09	18.80	0.71	18.93	19.40	0.006301	3.44	8.33	11.77	1.30
rambla de los Al	178.208*	T500	126.70	18.09	19.73	1.64	20.54	21.93	0.008979	6.57	19.27	11.77	1.64
rambla de los Al	174.314*	T10	28.64	18.07	18.83	0.75	18.92	19.37	0.005222	3.25	8.82	11.70	1.19
rambla de los Al	174.314*	T500	126.70	18.07	19.76	1.68	20.53	21.87	0.008402	6.44	19.67	11.70	1.59
rambla de los Al	170.421	T10	28.64	18.06	18.82	0.76	18.91	19.36	0.005209	3.25	8.81	11.64	1.19
rambla de los Al	170.421	T500	126.70	18.06	19.79	1.73	20.52	21.81	0.007635	6.30	20.10	11.64	1.53
rambla de los Al	166.695*	T10	28.64	18.03	18.78	0.74	18.88	19.33	0.005512	3.31	8.66	11.64	1.22
rambla de los Al	166.695*	T500	126.70	18.03	19.76	1.73	20.50	21.78	0.007629	6.30	20.11	11.64	1.53
rambla de los Al	162.969*	T10	28.64	18.01	18.74	0.74	18.86	19.31	0.005639	3.33	8.59	11.64	1.24
rambla de los Al	162.969*	T500	126.70	18.01	19.73	1.73	20.47	21.75	0.007626	6.30	20.11	11.64	1.53
rambla de los Al	159.243*	T10	28.64	17.98	18.71	0.73	18.83	19.28	0.005766	3.36	8.54	11.65	1.25
rambla de los Al	159.243*	T500	126.70	17.98	19.71	1.73	20.45	21.73	0.007821	6.30	20.12	11.65	1.53
rambla de los Al	155.518	T10	28.64	17.95	18.67	0.72	18.80	19.26	0.005982	3.39	8.44	11.65	1.27
rambla de los Al	155.518	T500	126.70	17.95	19.68	1.73	20.42	21.70	0.007815	6.30	20.12	11.65	1.53
rambla de los Al	139.897	T10	28.64	17.84	18.55	0.71	18.69	19.16	0.006313	3.46	8.29	11.60	1.31
rambla de los Al	139.897	T500	126.70	17.84	19.60	1.76	20.32	21.56	0.007435	6.20	20.44	11.60	1.49
rambla de los Al	127.246	T10	28.64	17.69	18.35	0.66	18.54	19.06	0.008106	3.74	7.66	11.60	1.47
rambla de los Al	127.246	T500	126.70	17.69	19.42	1.73	20.18	21.45	0.007898	6.32	20.03	11.61	1.54
rambla de los Al	121.764	T10	28.64	17.64	18.30	0.66	18.49	19.02	0.008234	3.76	7.63	11.62	1.48
rambla de los Al	121.764	T500	126.70	17.64	19.36	1.72	20.23	21.41	0.007982	6.35	19.96	11.64	1.55
rambla de los Al	119.081	T10	28.64	17.61	18.26	0.65	18.46	18.99	0.008512	3.79	7.56	11.67	1.50
rambla de los Al	119.081	T500	126.70	17.61	19.31	1.70	20.08	21.39	0.008139	6.38	19.86	11.67	1.56
rambla de los Al	99.079	T10	28.64	17.39	18.02	0.62	18.24	18.80	0.009604	3.93	7.29	11.70	1.59
rambla de los Al	99.079	T500	126.70	17.39	19.06	1.67	19.85	21.21	0.008603	6.49	19.52	11.70	1.60
rambla de los Al	80.323	T10	28.64	17.20	17.81	0.61	18.05	18.62	0.010024	3.98	7.20	11.76	1.62
rambla de los Al	80.323	T500	126.70	17.20	18.84	1.64	19.65	21.04	0.008973	6.57	19.27	11.76	1.64
rambla de los Al	60.302	T10	28.64	17.01	17.62	0.61	17.85	18.42	0.009922	3.96	7.24	11.82	1.61
rambla de los Al	60.302	T500	126.70	17.01	18.63	1.62	19.46	20.86	0.009165	6.61	19.16	11.82	1.66
rambla de los Al	40.288	T10	28.64	16.82	17.43	0.61	17.66	18.22	0.009782	3.94	7.27	11.83	1.60
rambla de los Al	40.288	T500	126.70	16.82	18.43	1.62	19.26	20.67	0.009251	6.63	19.11	11.83	1.67
rambla de los Al	20.311	T10	28.64	16.60	17.21	0.61	17.45	18.02	0.010122	3.98	7.19	11.83	1.63
rambla de los Al	20.311	T500	126.70	16.60	18.21	1.60	19.05	20.48	0.009459	6.68	18.97	11.84	1.69
rambla de los Al	0.172	T10	28.64	16.41	17.02	0.61	17.25	17.82	0.009904	3.95	7.25	11.87	1.61
rambla de los Al	0.172	T500	126.70	16.41	18.00	1.59	18.68	20.29	0.009544	6.69	18.93	11.87	1.69

De los resultados obtenidos se puede concluir que para el periodo de retorno de T500, el resguardo mínimo se alcanza en la sección 139.897, situada en el tramo final, y tiene un valor de 0.24 m. Y el resguardo máximo se obtiene en varias secciones situadas en la parte central del tramo estudiado y es de 0.50 m. Como resumen se puede indicar que el calado aumenta al principio y final del tramo de estudio, obteniéndose un resguardo medio de 0.30 m en dichas zonas, y en la parte central el resguardo medio es de 0.50 m.



3.4.2.-Resultados gráficos

Con los resultados del programa se han realizado los planos de inundación para los periodos de retorno de 10 y 500 años. (Véase planos nº 6 y7)

En este apartado se recogen los gráficos obtenidos del programa HEC-RAS: modelo hidráulico, planta de inundación, perfil longitudinal y perfiles transversales.



Figura 4: Modelo hidráulico.

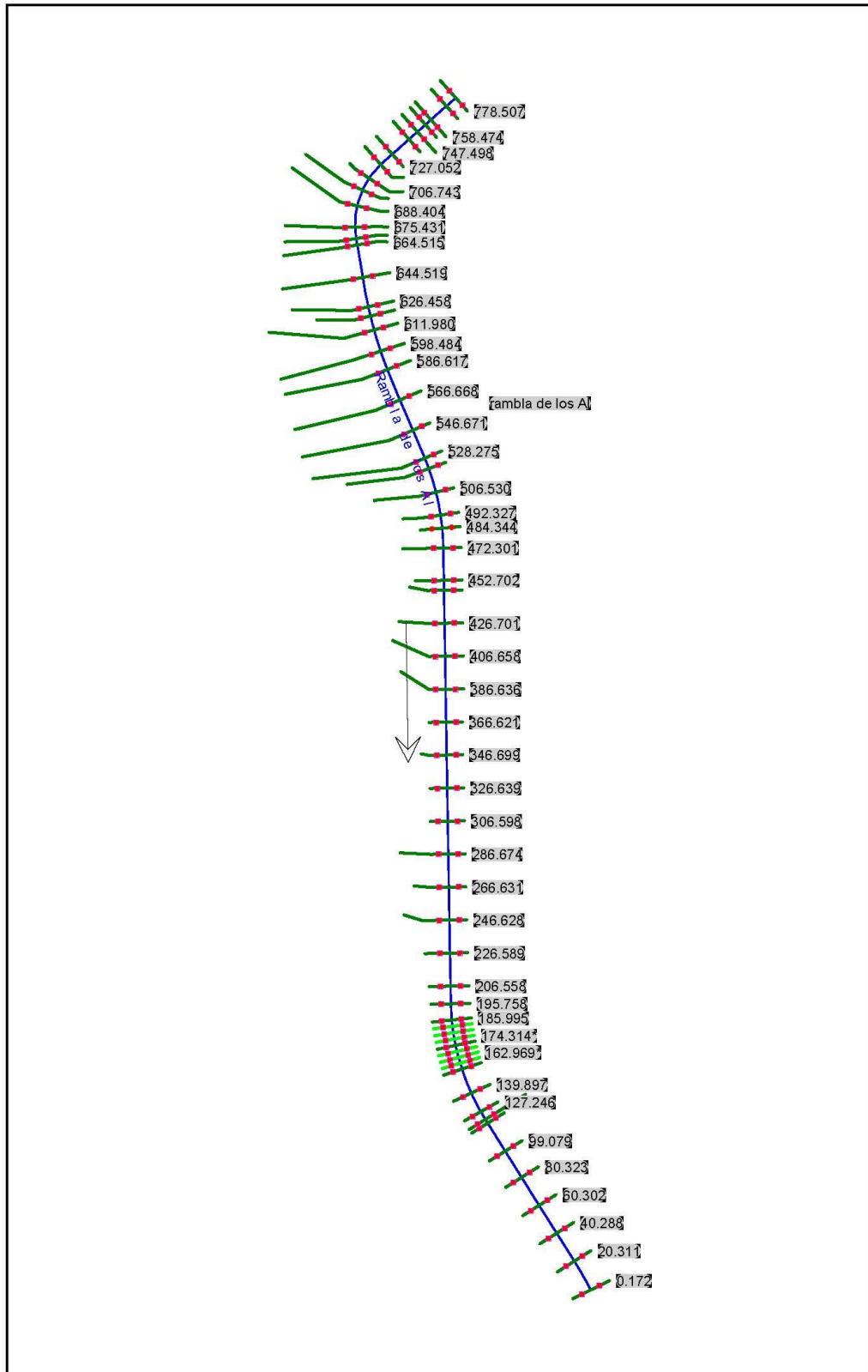


Figura 5: Planta de inundación.

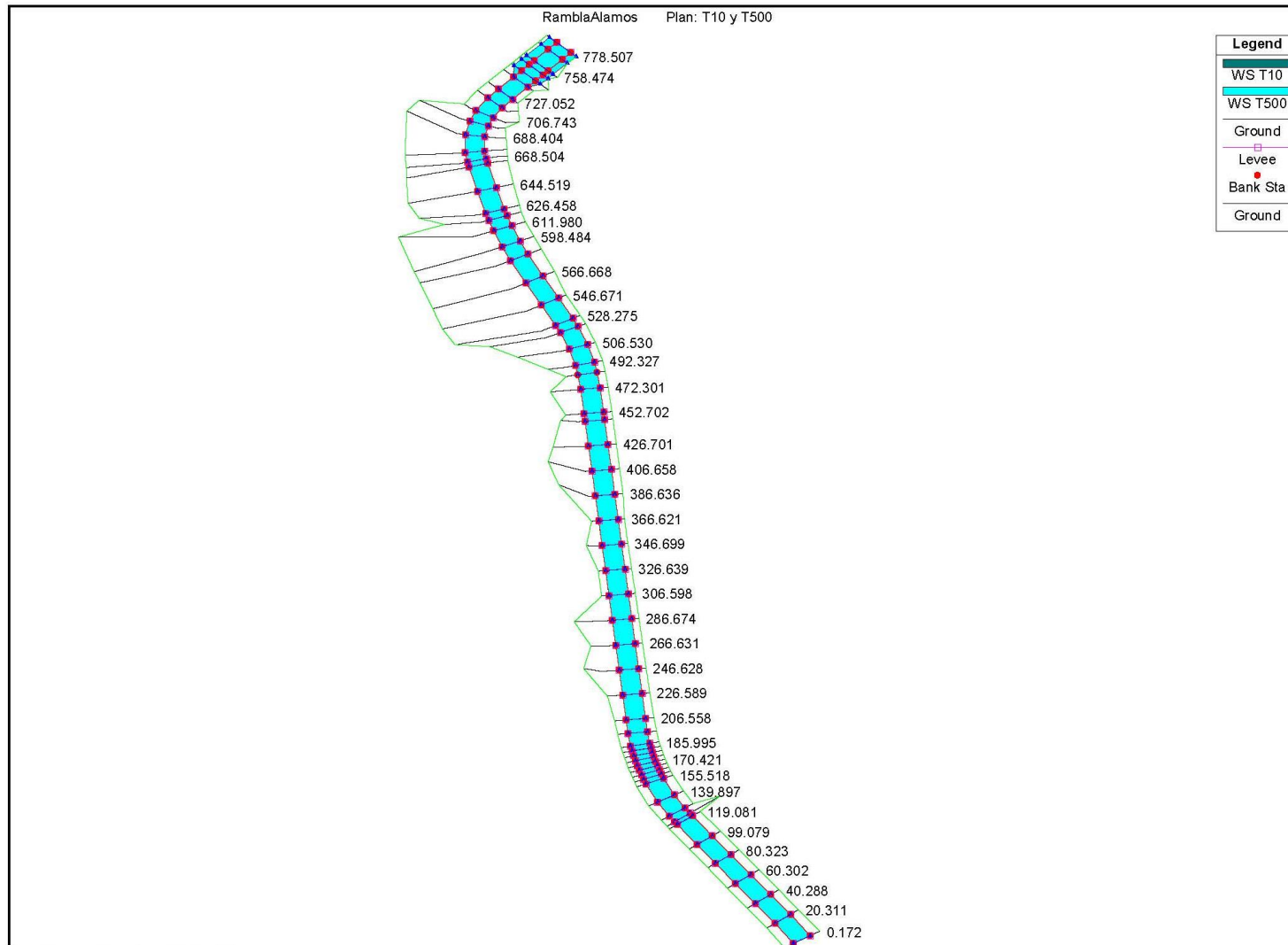


Figura 6: Perfil longitudinal.

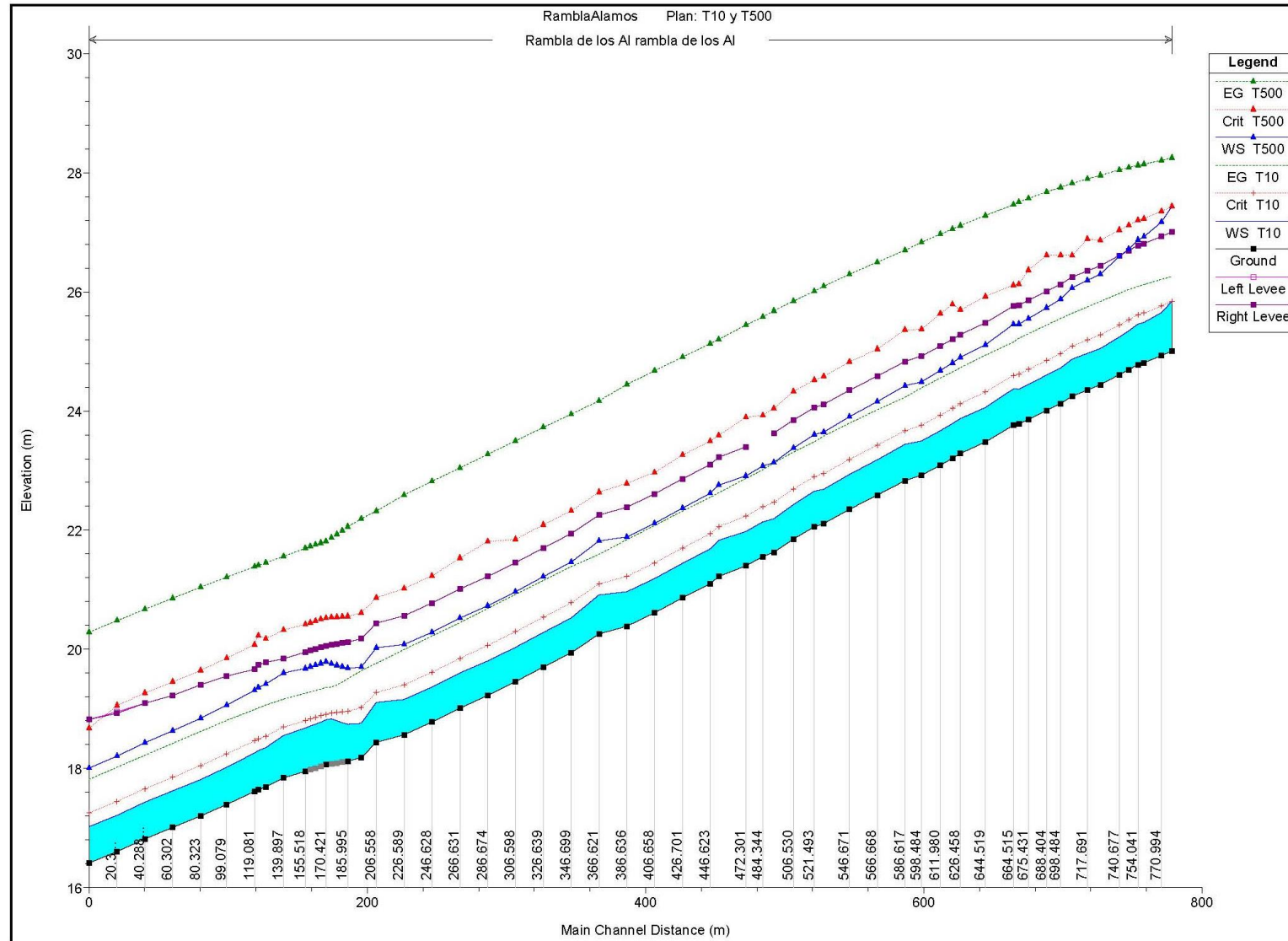
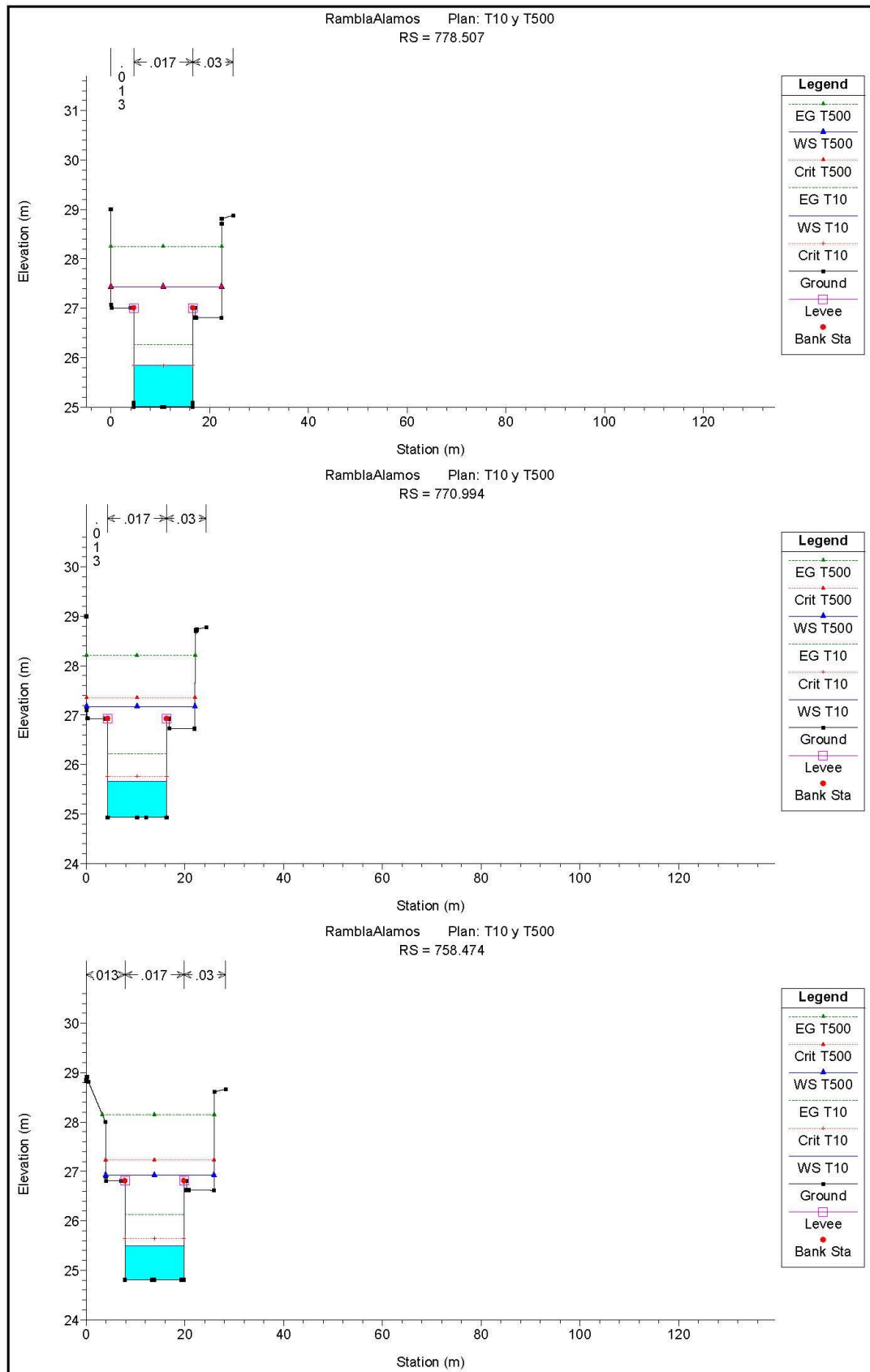
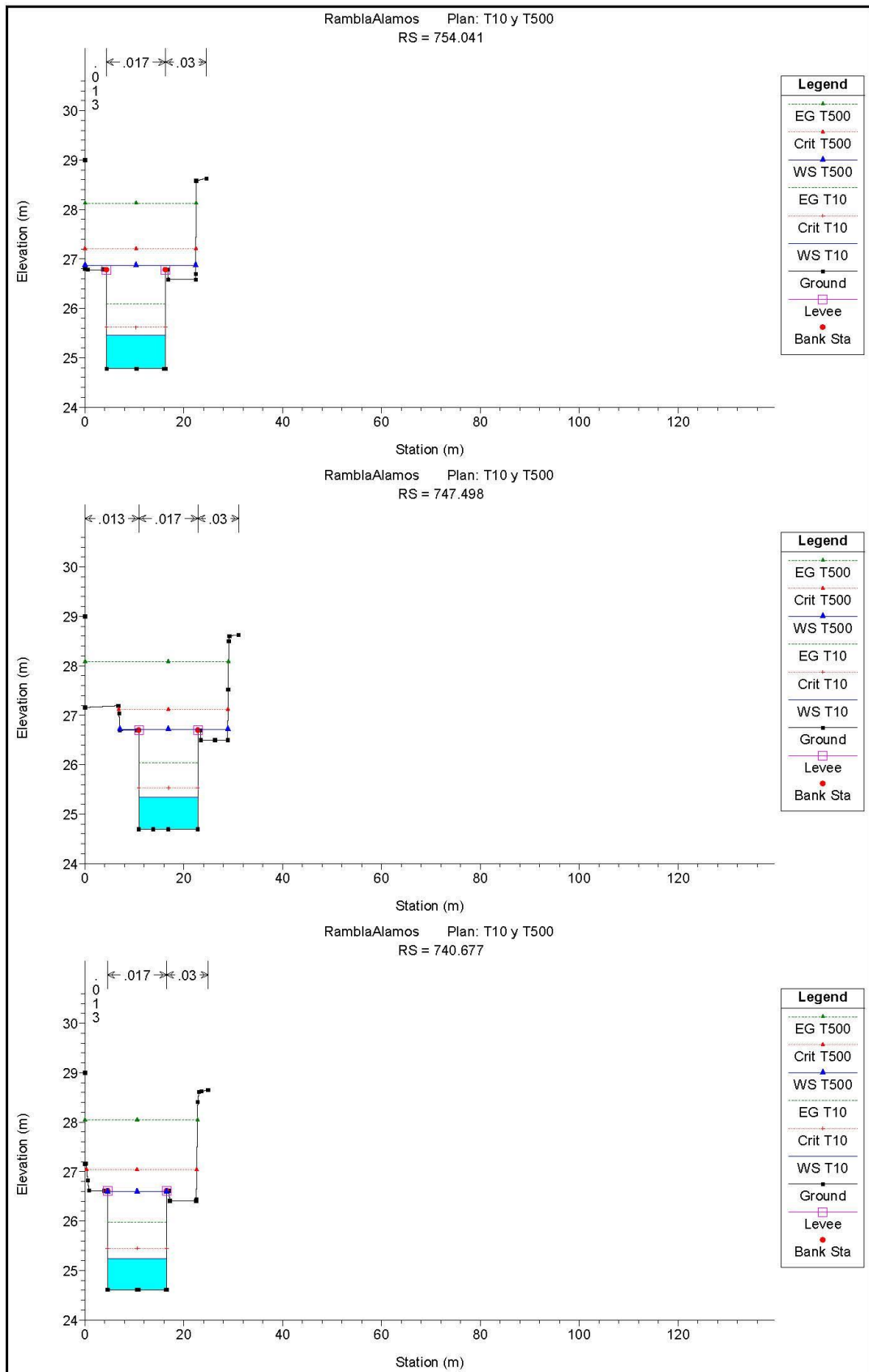
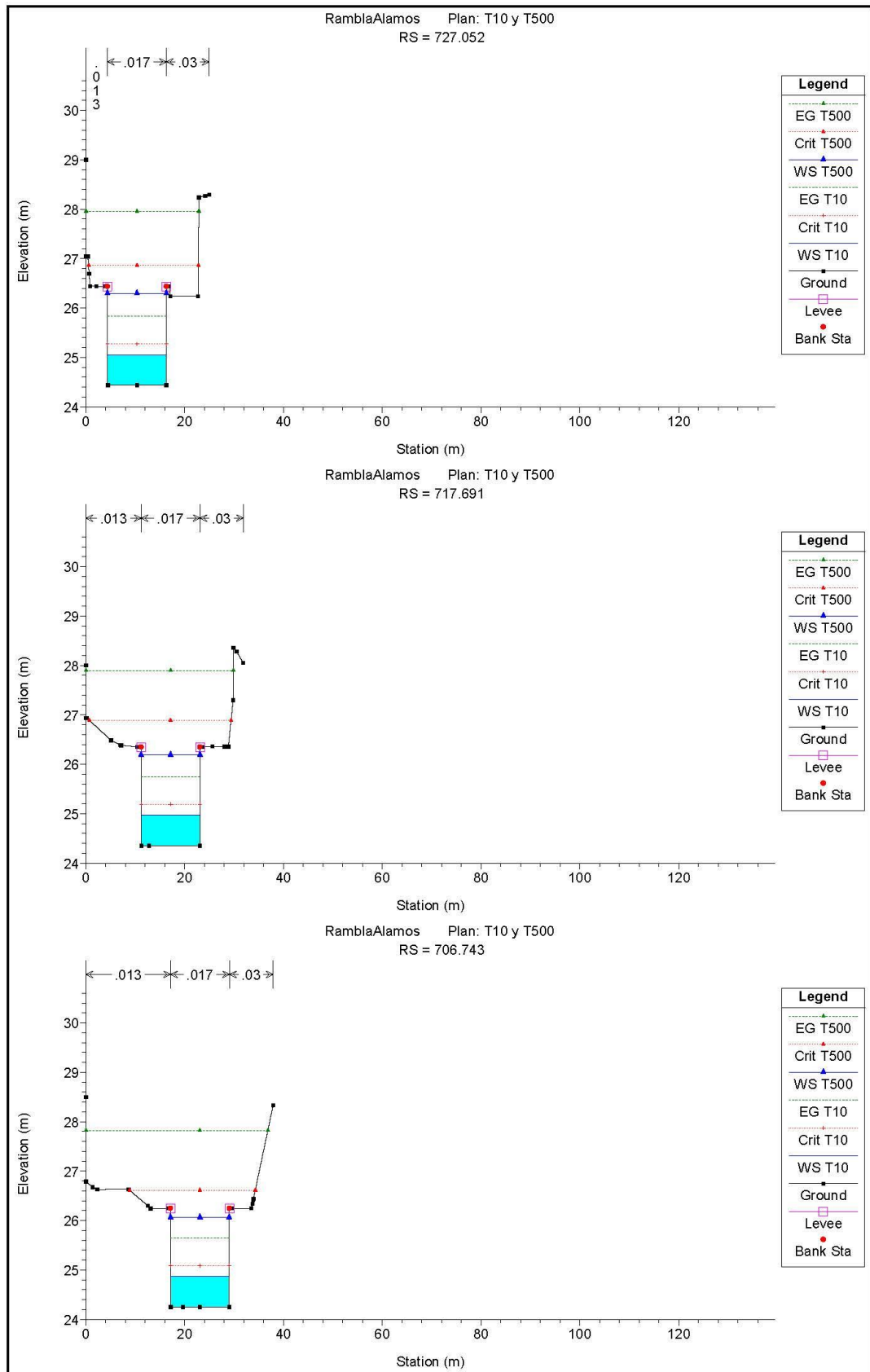
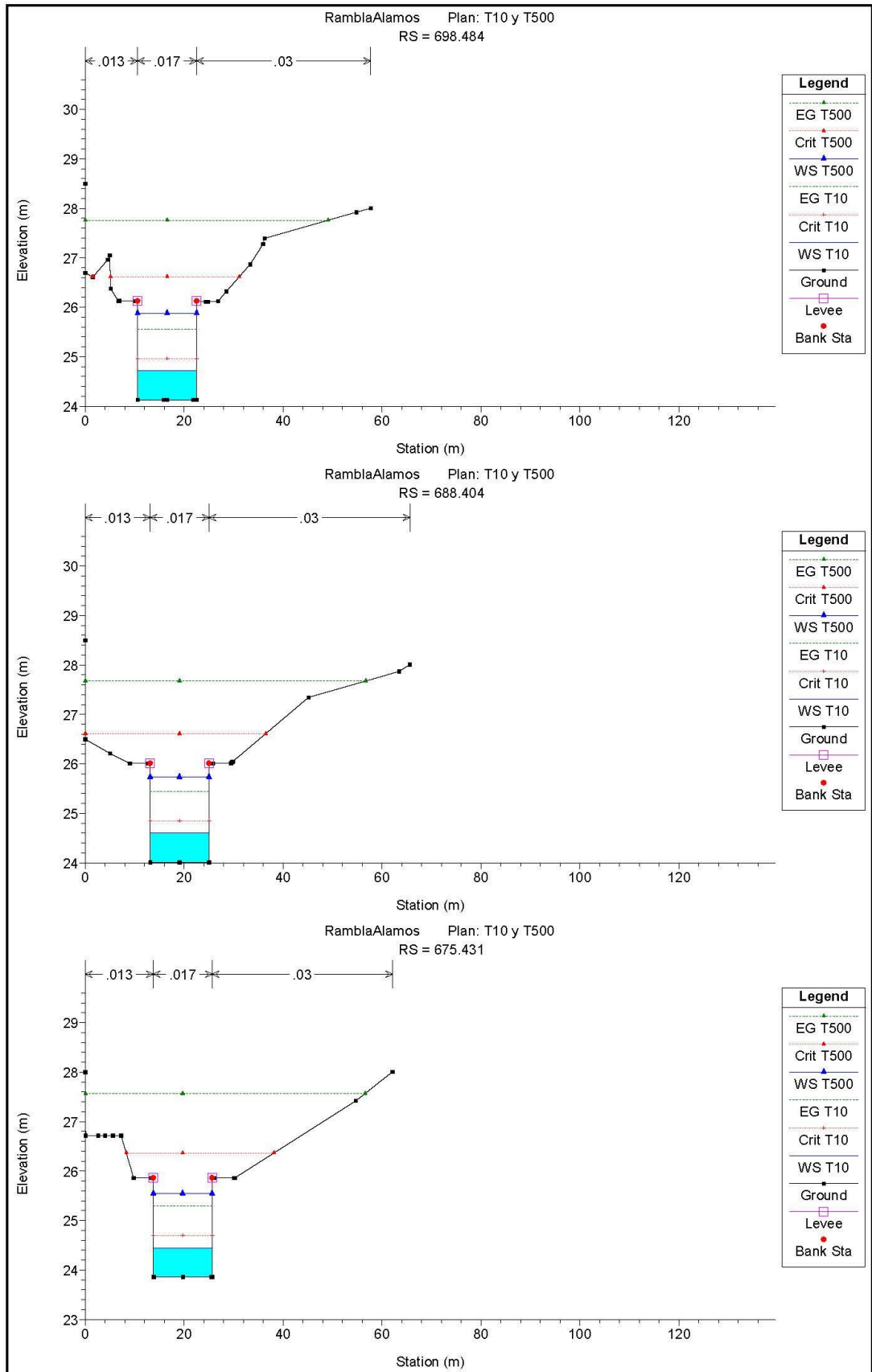


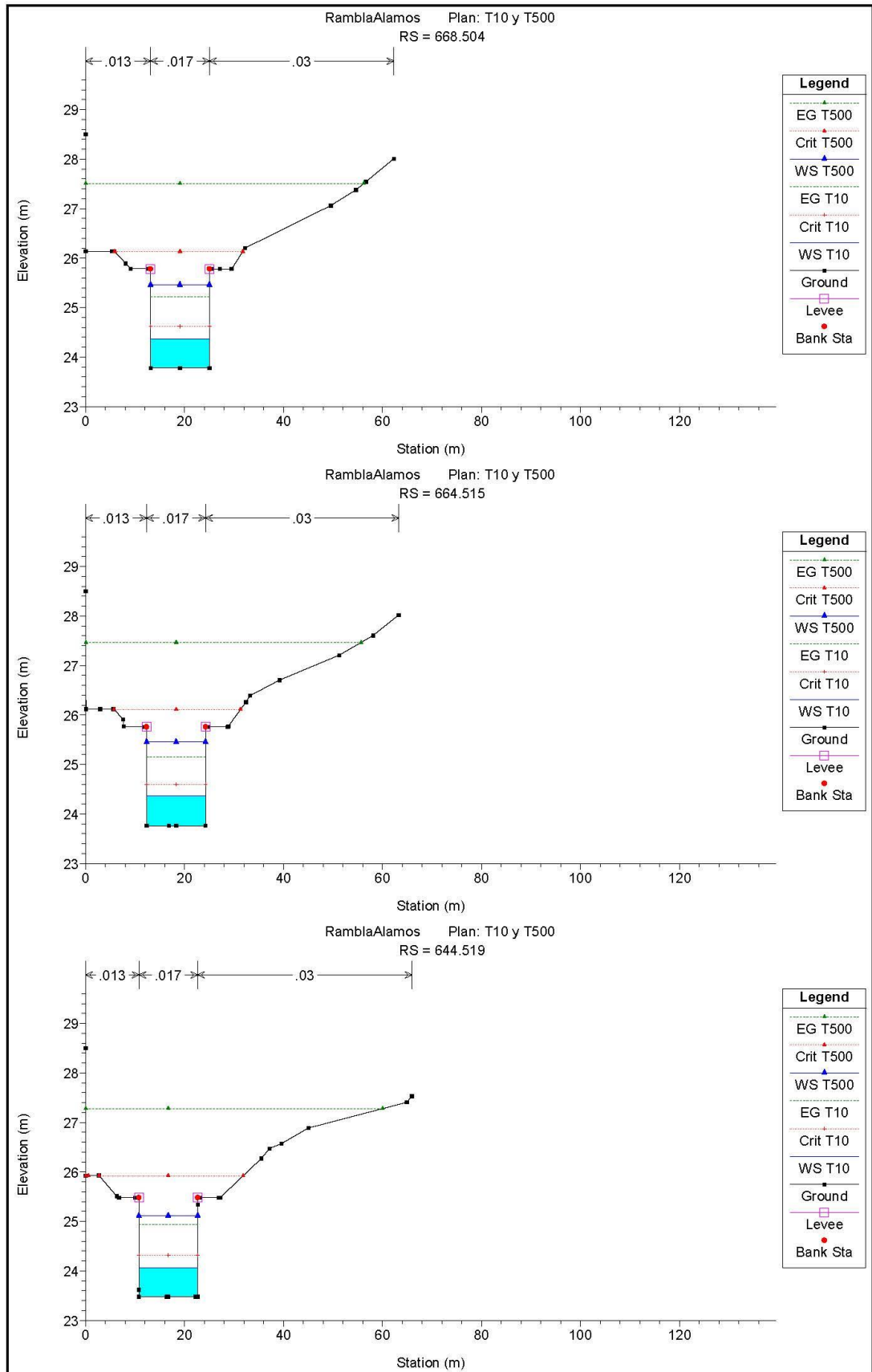
Figura 6: Perfil transversales.

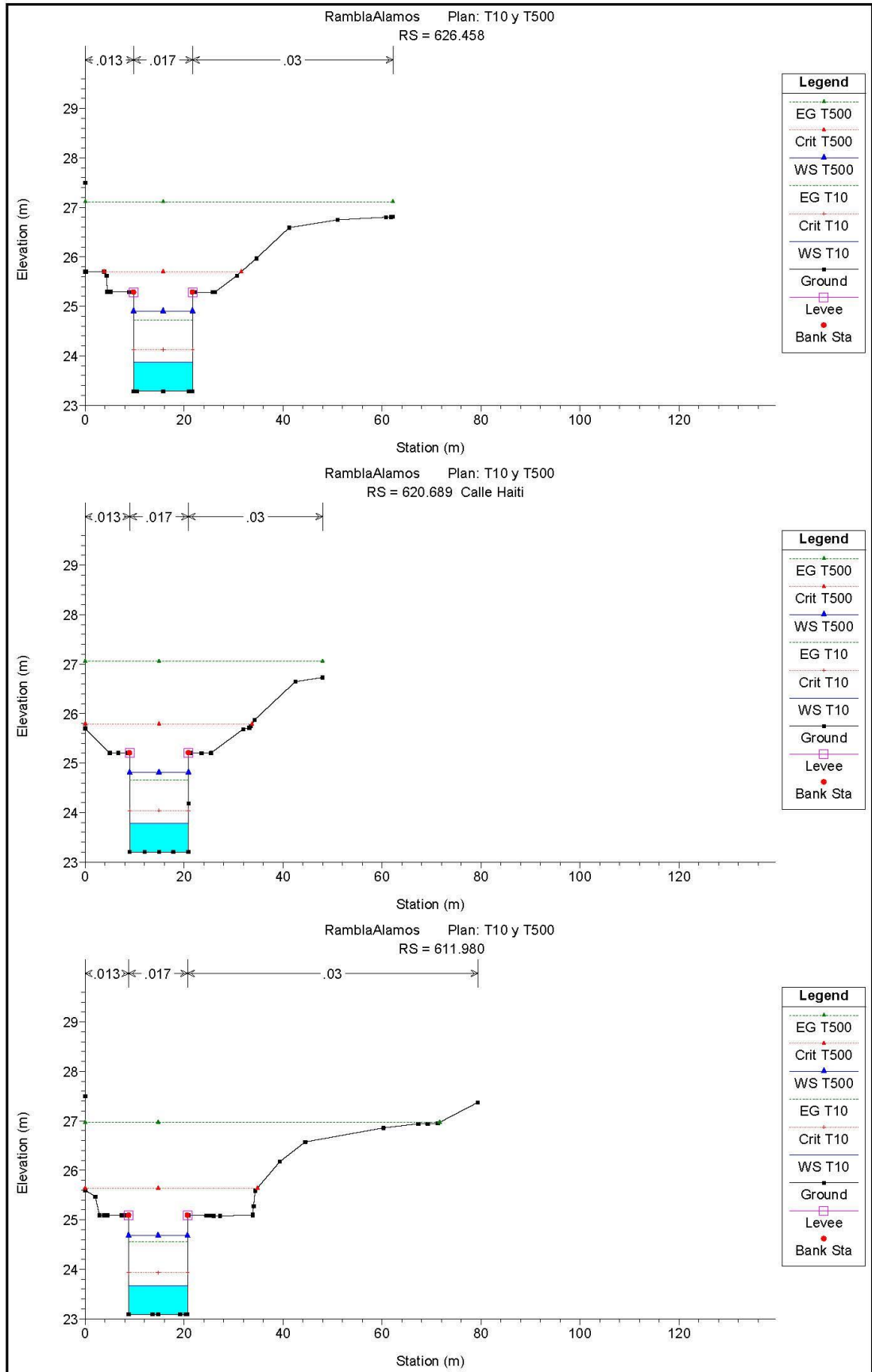


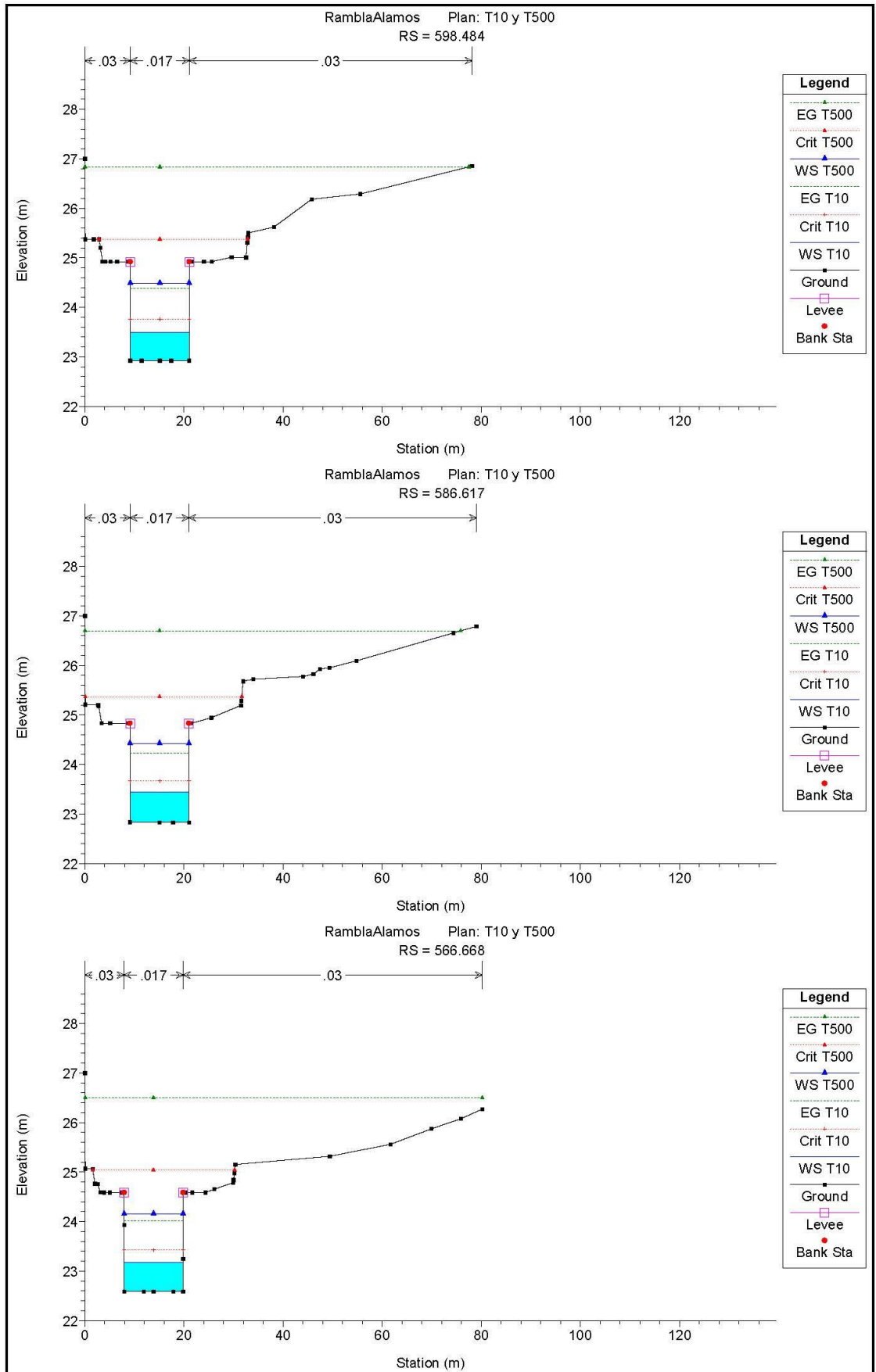


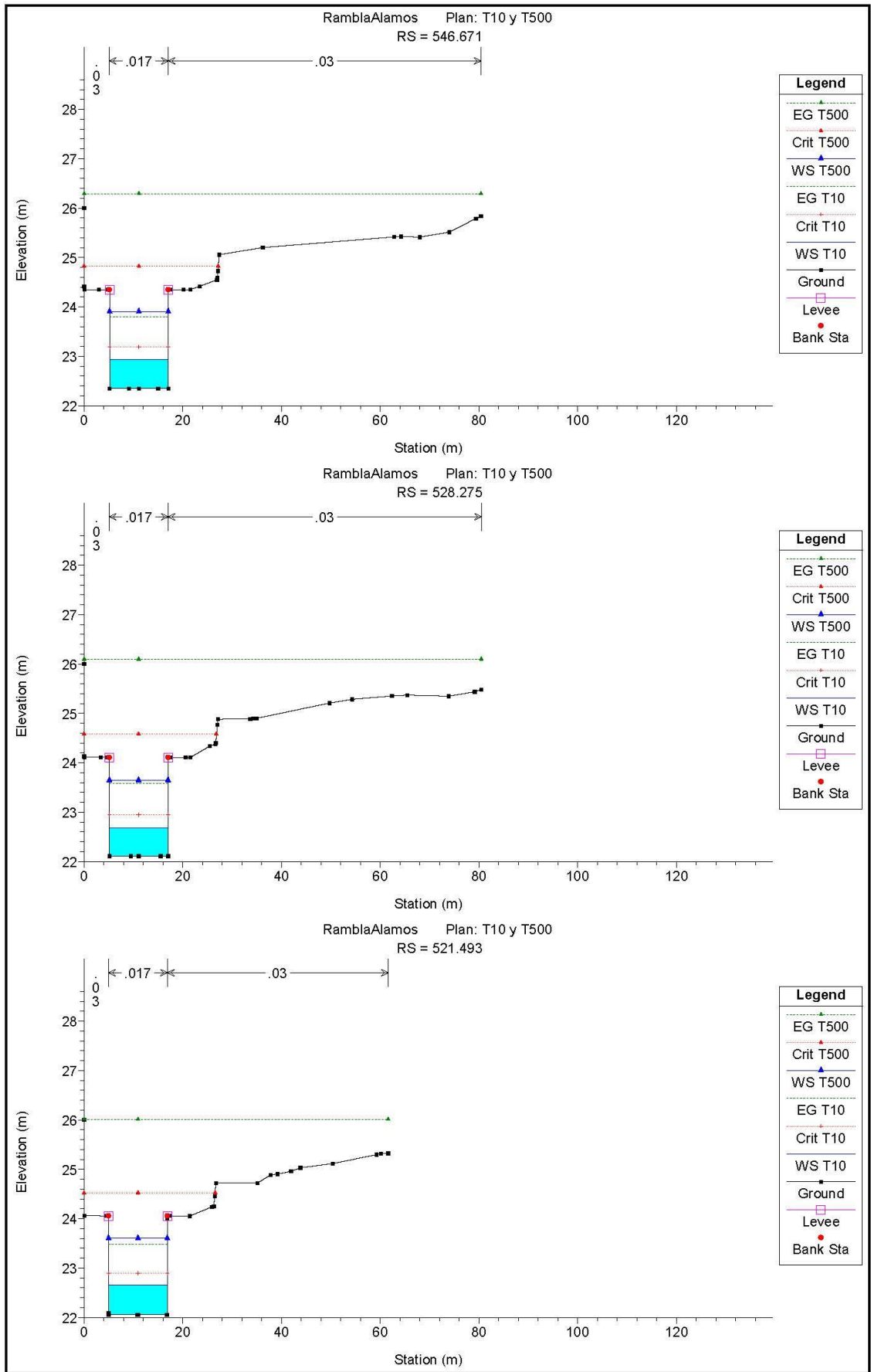


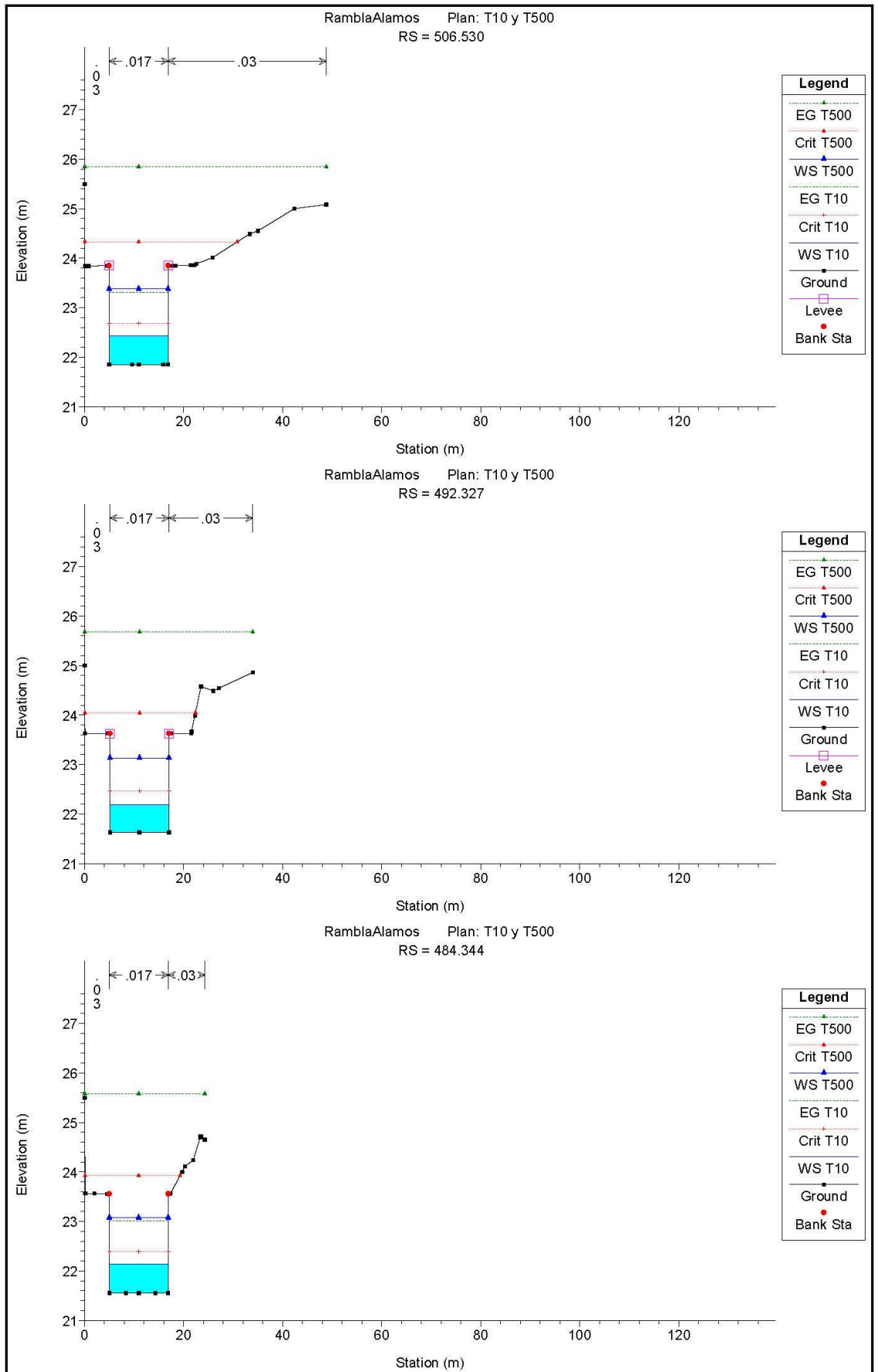


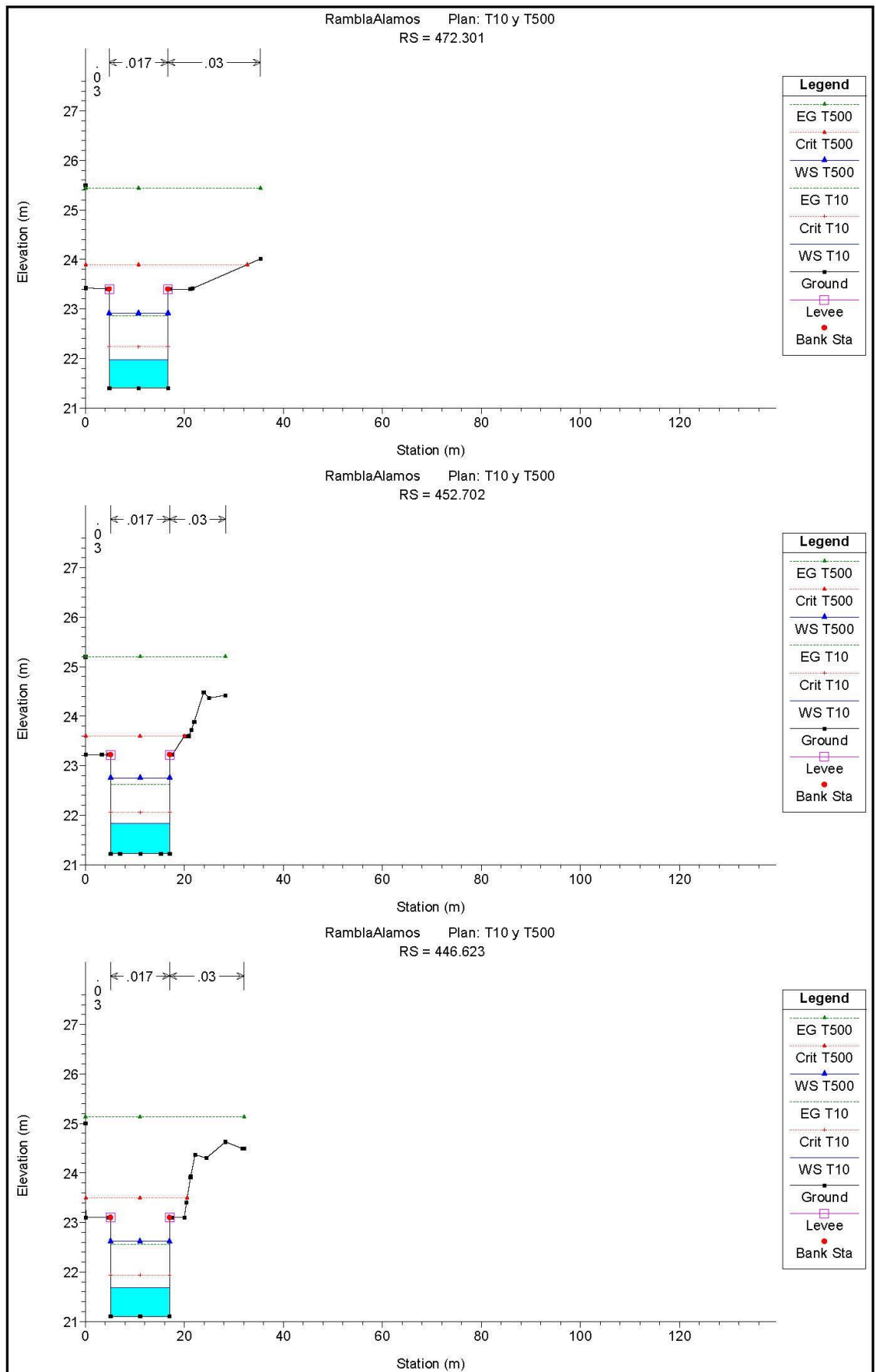


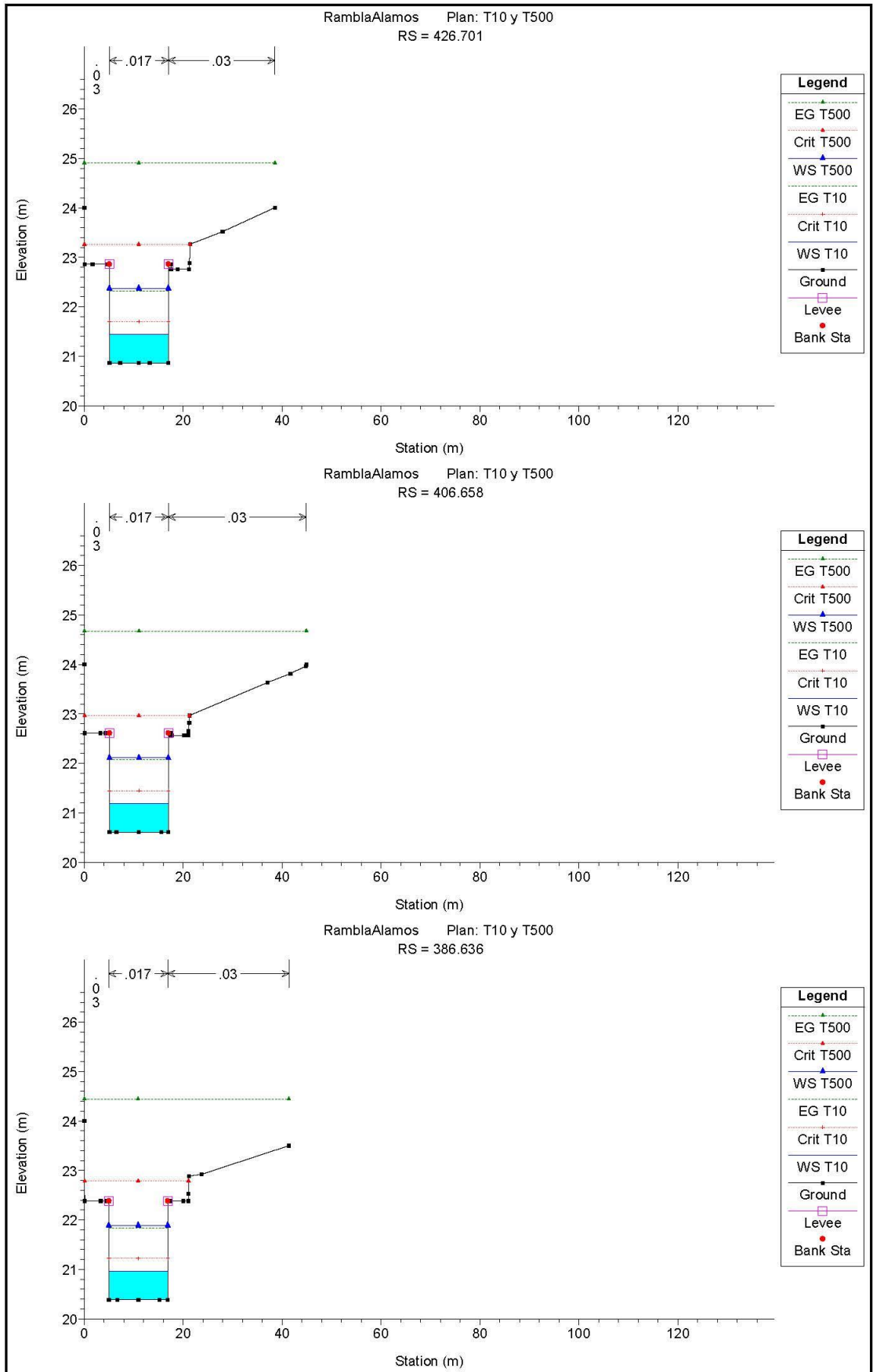


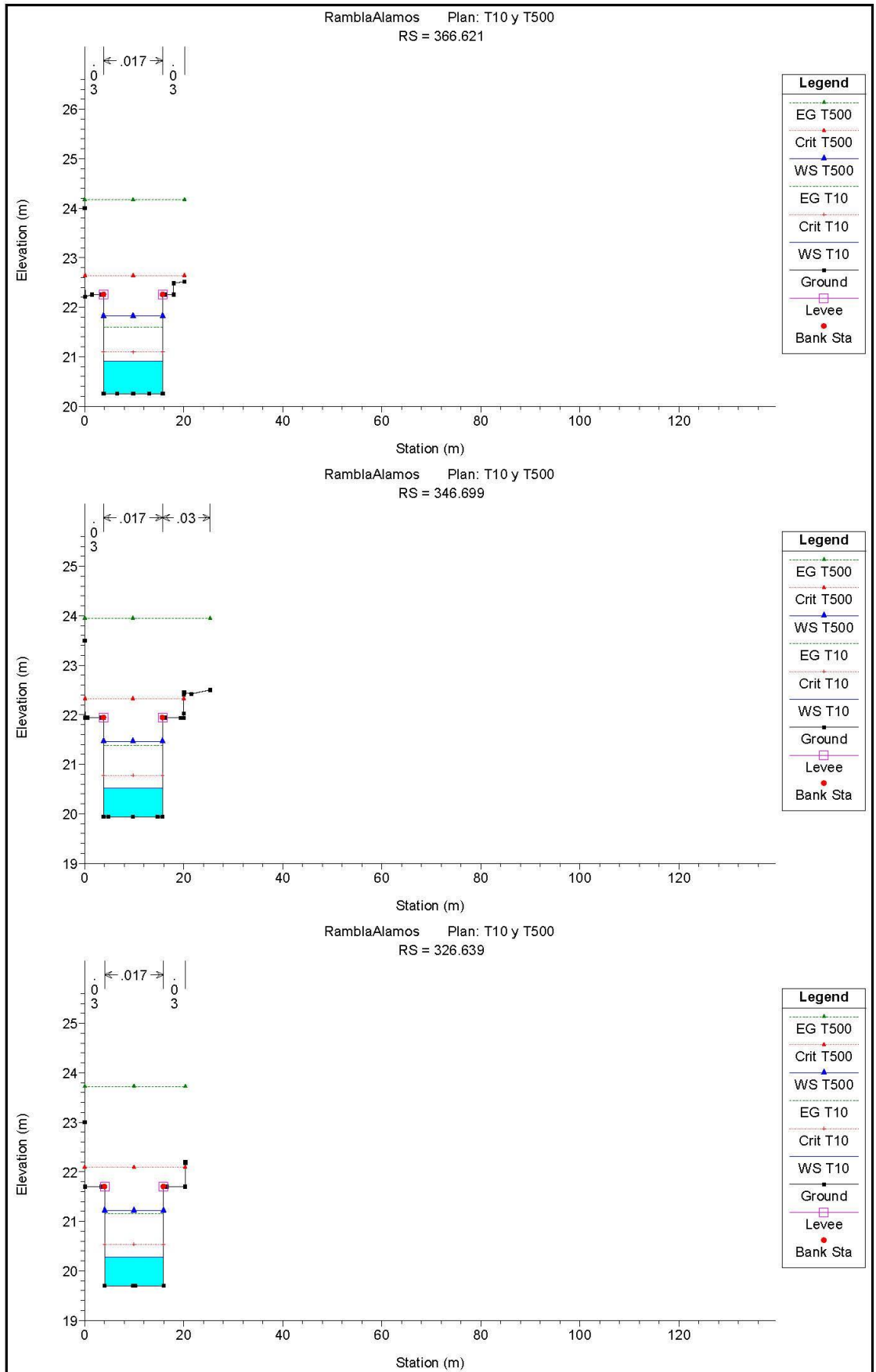


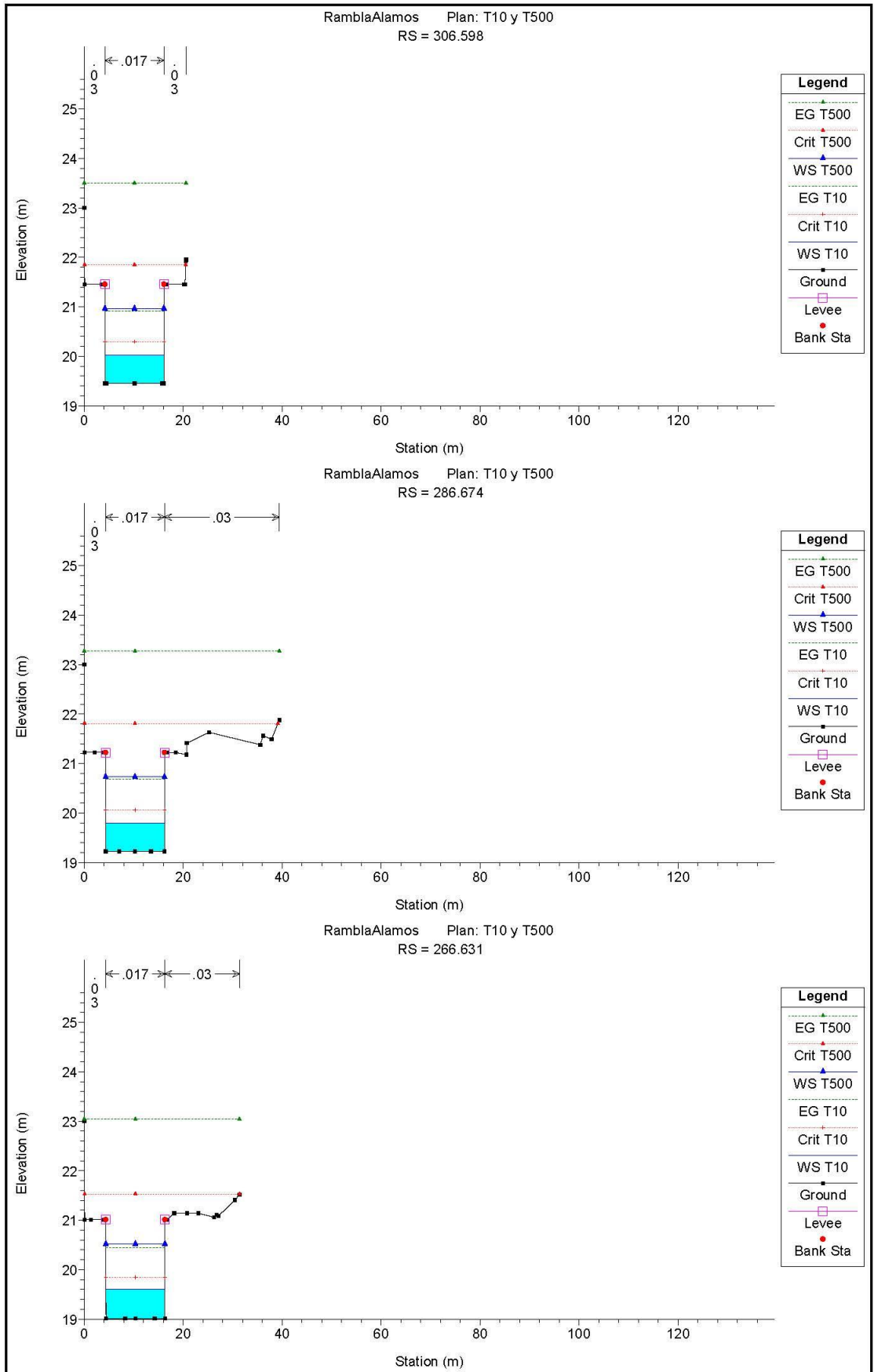


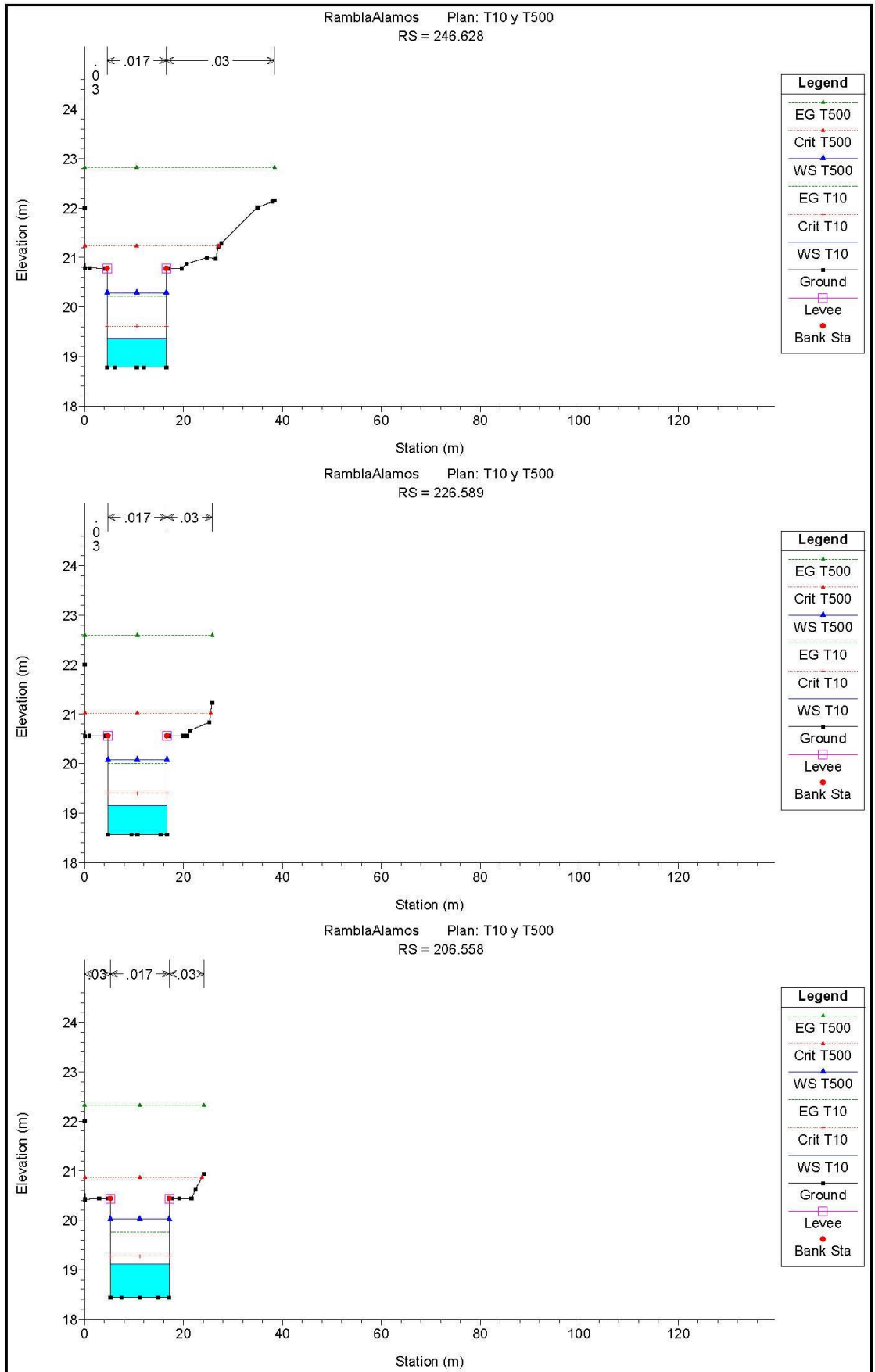


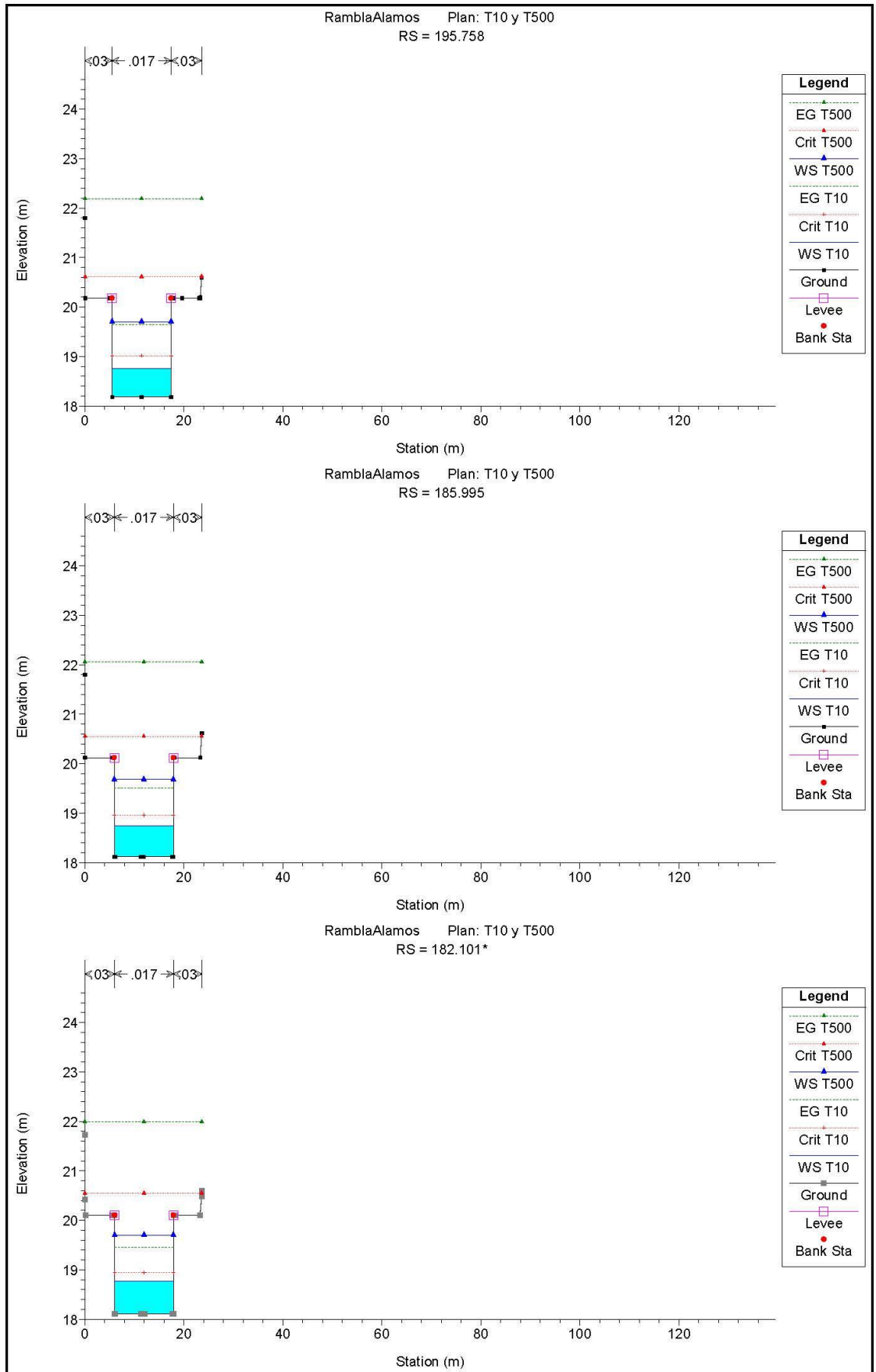


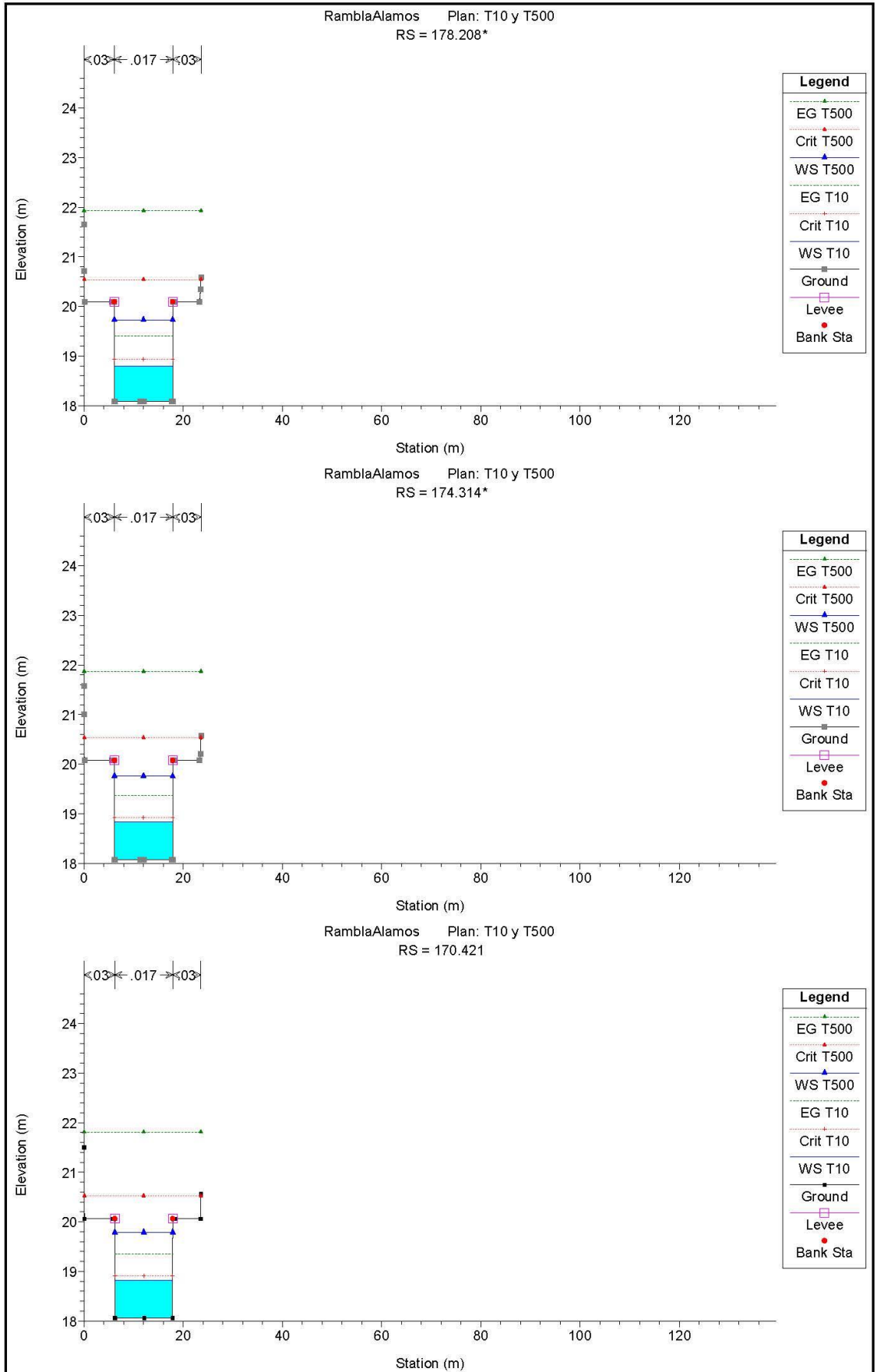


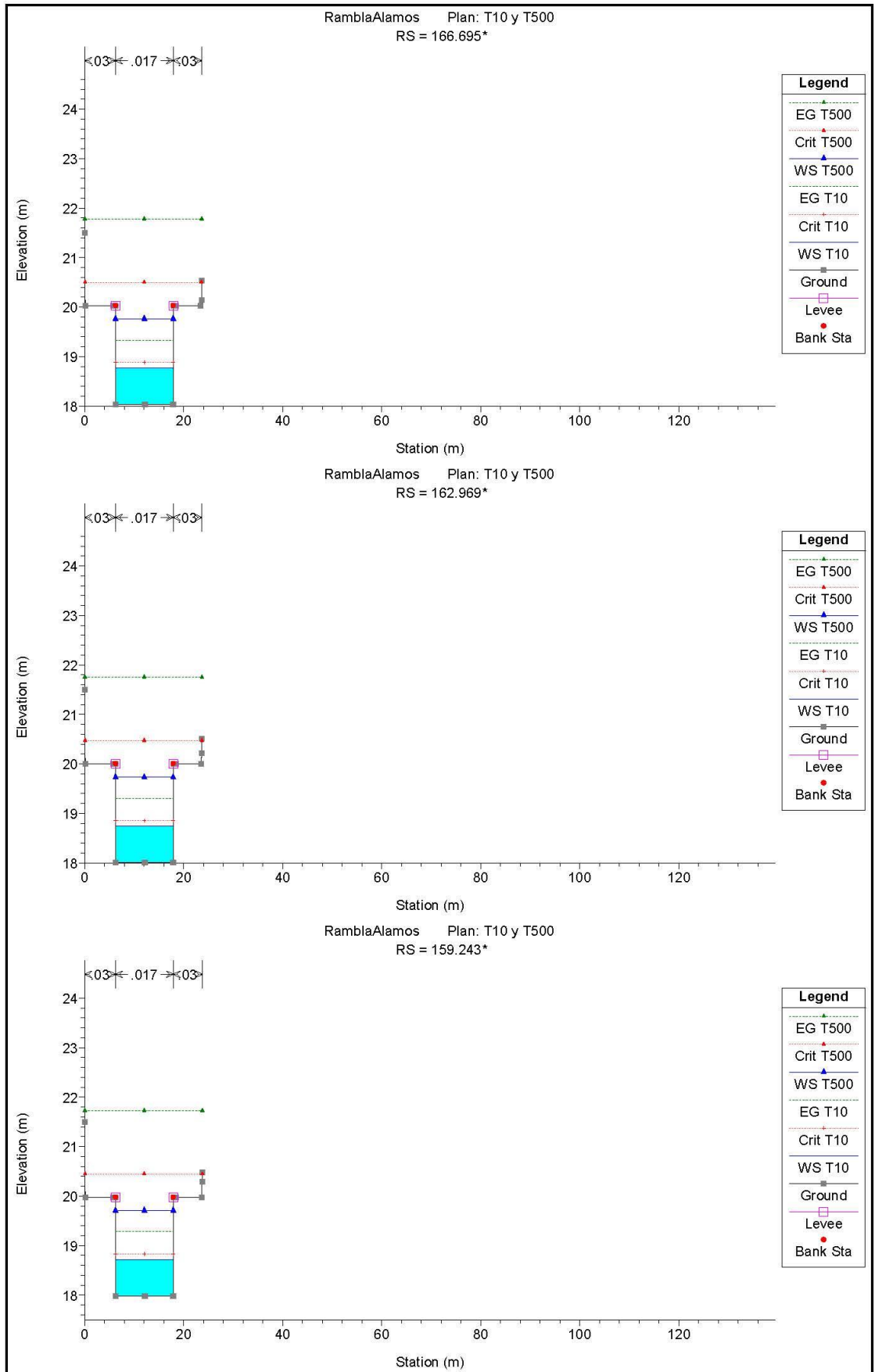


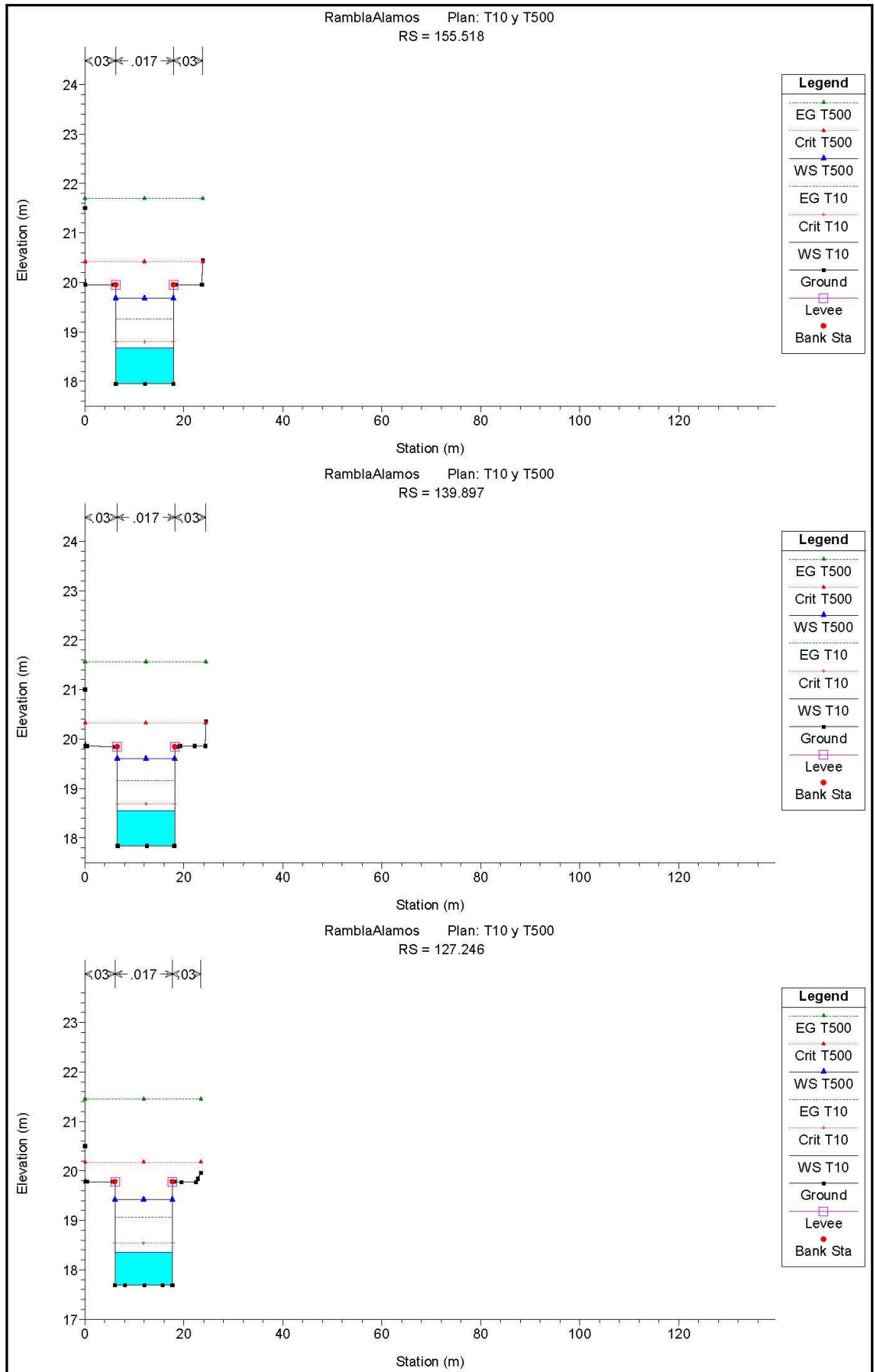


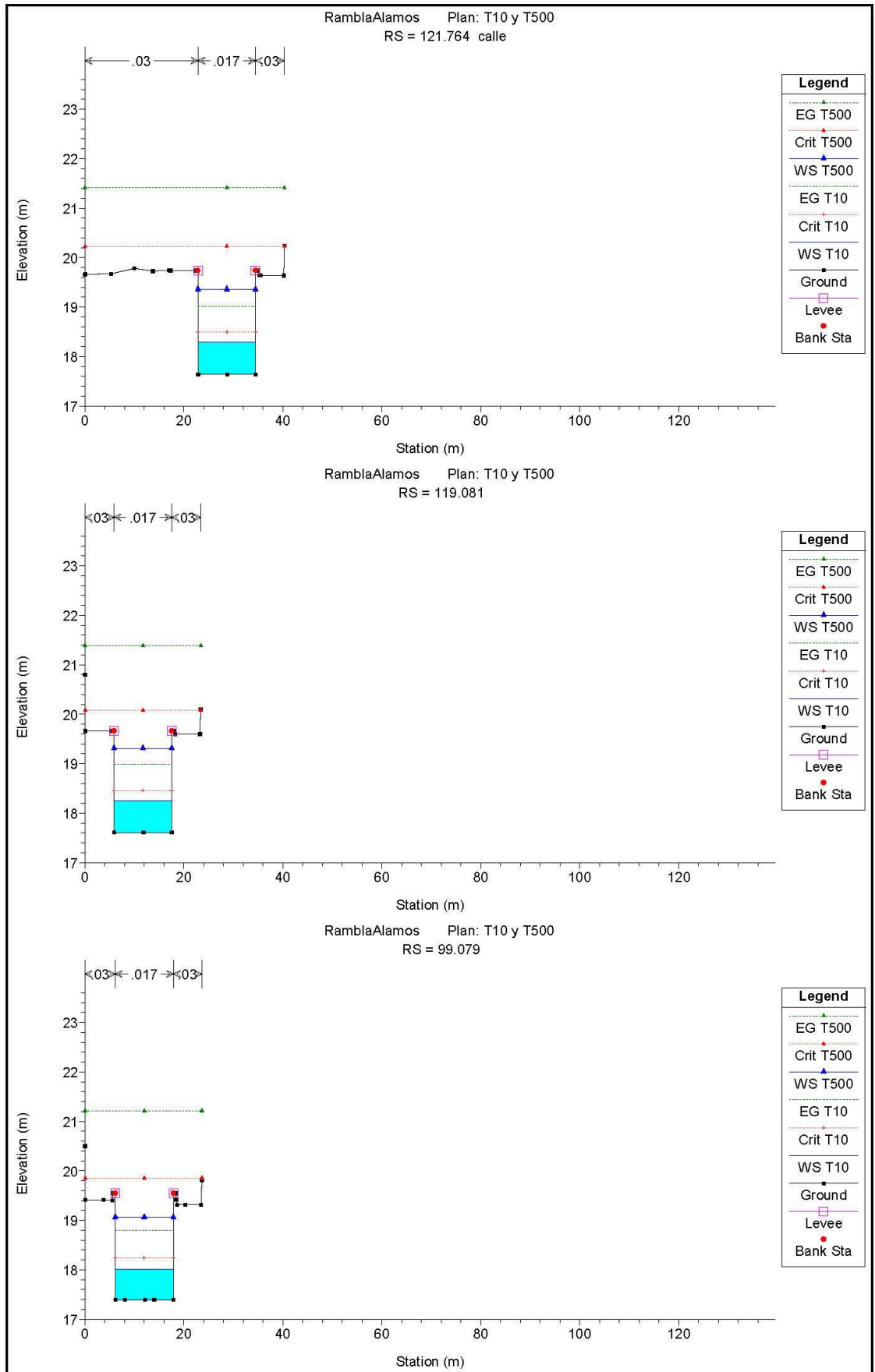


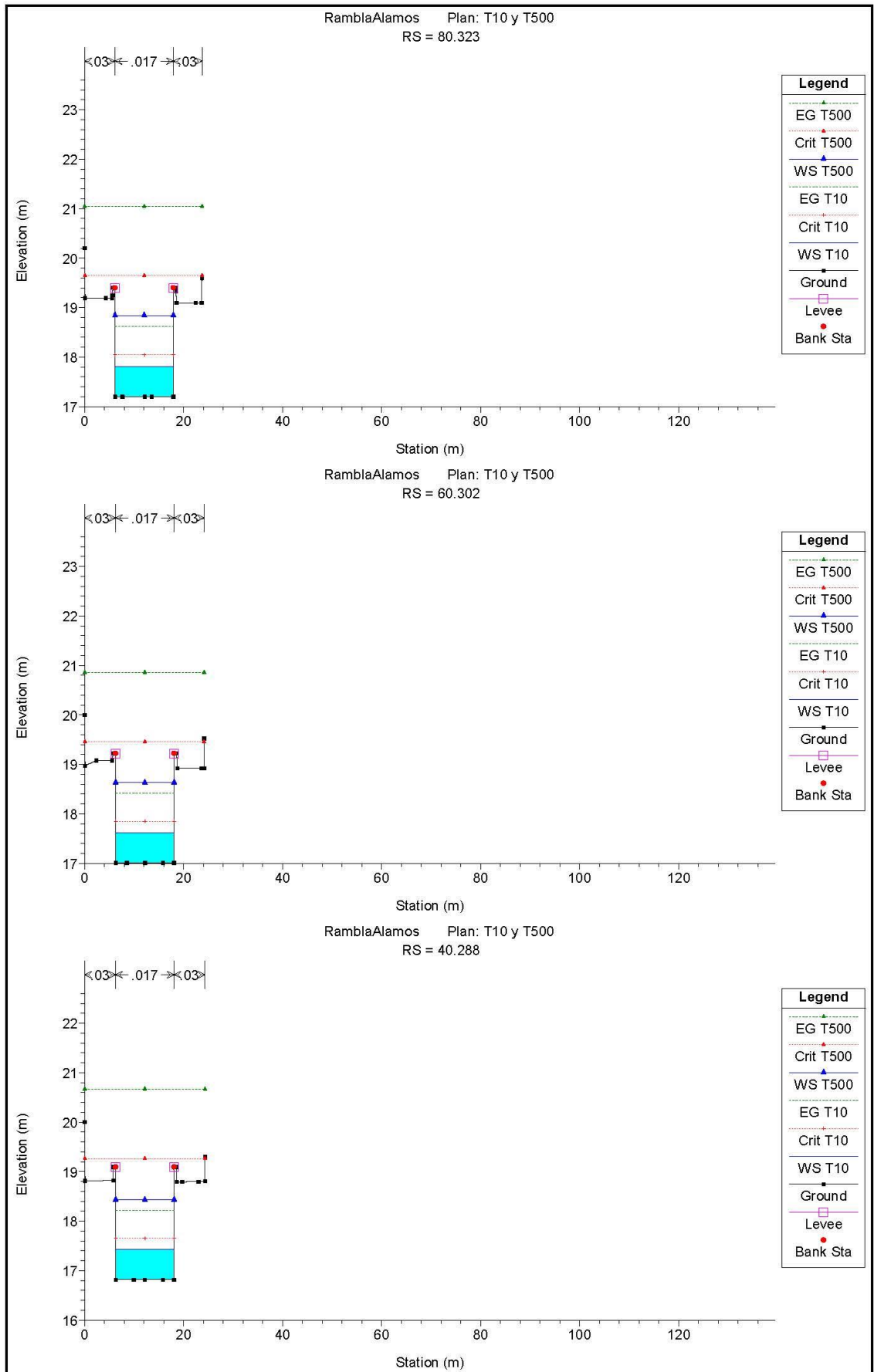


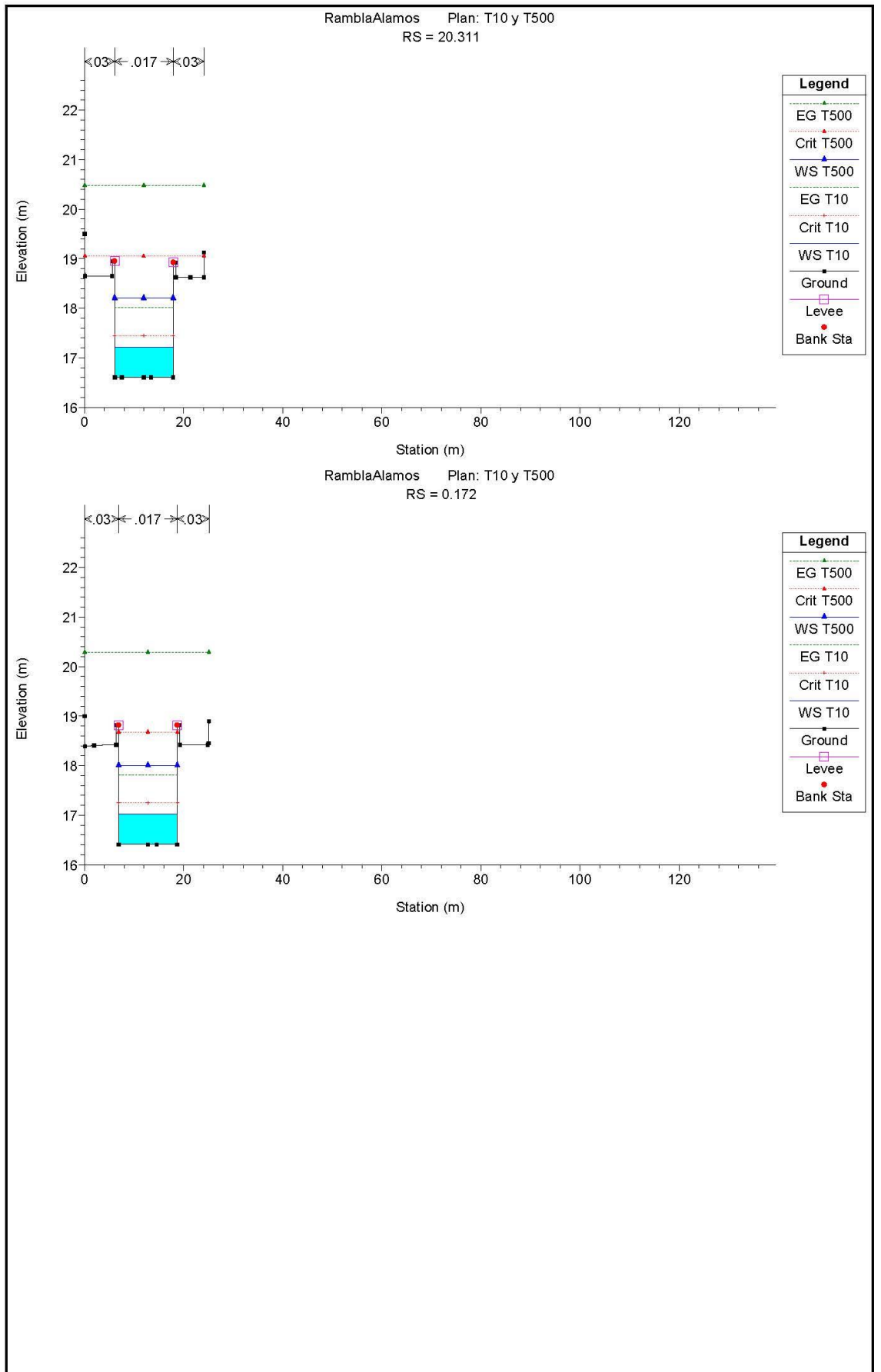












4. CONCLUSIÓN

Se concluye pues, considerando que la información contemplada en este estudio hidrológico e hidráulico está suficientemente detallada y completa para determinar que **no existe afección de la Rambla de los Álamos a su paso por la MOT-8 de Motril, teniendo capacidad el encauzamiento para la avenida con un periodo de retorno de 500 años**, quedando un resguardo mínimo en el tramo final de 0.24 m y un resguardo máximo en la parte central del tramo estudiado de 0.50 m

Motril Junio 2019.



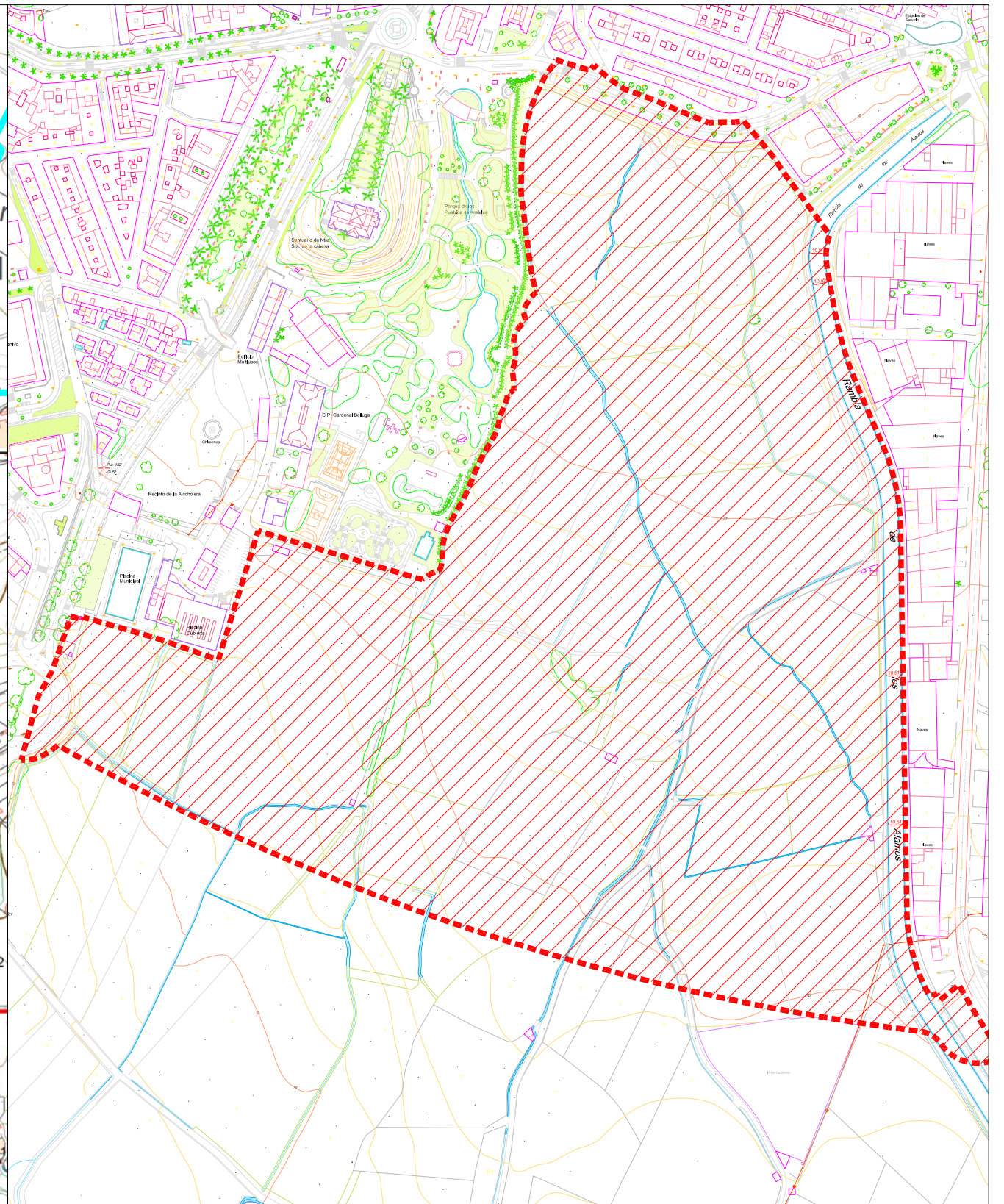
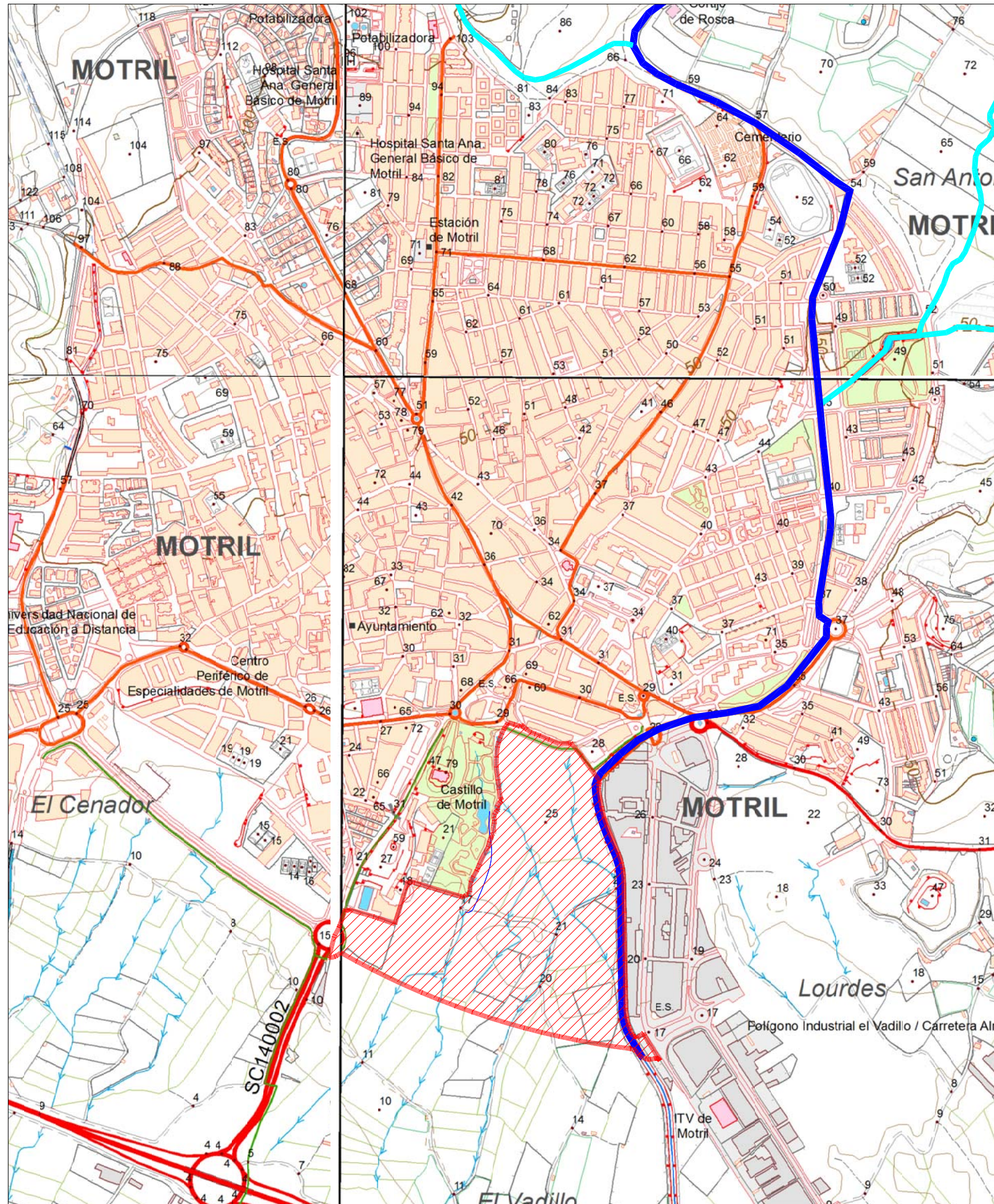
Sonia García Moreno

Ingeniera de Caminos Canales y Puertos

5. PLANOS

- 1.-Situación y emplazamiento
- 2.-Delimitación de cuenca
- 3.-Usos del suelo
- 4.-Topográfico actual
- 5.-Modelización hidráulica
- 6.-Zona ocupada por avenida T10 años. Zona servidumbre y zona de policía.
- 7.- Zona ocupada por avenida T500 años





LEYENDA	
	Limite SUS MOT-8
	Ámbito SUS MOT-8
	Rambla de los Álamos

PROMOTOR:
INMOBILIARIA SOLENCO Y OTROS

AUTOR:
Sonia García Moreno
 Ingeniera de Caminos

FIRMA:

Tfno: 636 08 66 39
 email: garcia.estudioingenieria@gmail.com

DESCRIPCIÓN:
**ESTUDIO HIDROLÓGICO-HIDRÁULICO DE LA RAMBLA DE LOS ÁLAMOS
 A SU PASO POR LA U.E MOT-8 DE MOTRIL**

FECHA:
 Junio 2019

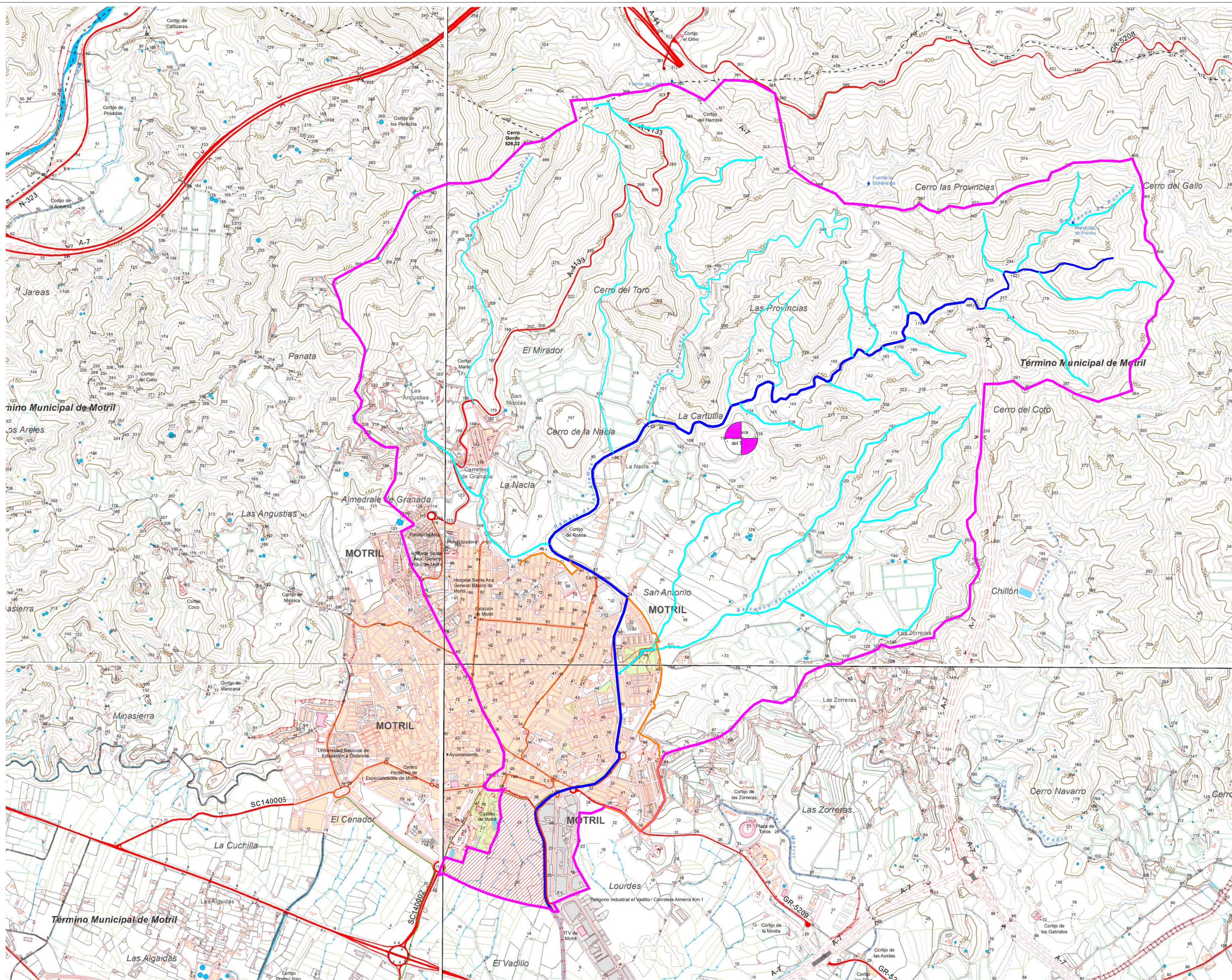
Expediente:
 EI0119

ESCALA:
 Varias

PLANO:
 Situación y emplazamiento

PLANO Nº:
 1

HOJA:
 1



LEYENDA	
	Rambla de los Álamos
	Afluentes de la rambla
	Delimitación cuenca
	Centro de cuenca
	U.E MOT-8

CARACTERÍSTICAS CUENCA	
Parámetros	Valores
Coordenada X centro	455379.89
Coordenada Y centro	4.068.805,40
Superficie (km2)	13,26
Cota máxima (m)	320
Cota mínima (m)	18,40
Longitud (m)	7611
Pendiente (%)	3,96%

PROMOTOR:
INMOBILIARIA SOLENCO Y OTROS

AUTOR:
Sonia García Moreno
Ingeniera de Caminos
Tfno: 636 08 66 39
email: garcia.estudiolingenieria@gmail.com

FIRMA:

DESCRIPCIÓN:
ESTUDIO HIDROLÓGICO-HIDRÁULICO DE LA RAMBLA DE LOS ÁLAMOS
A SU PASO POR LA U.E MOT-8 DE MOTRIL

FECHA:
Junio 2019

REFERENCIA:
EI0119

ESCALA:
1/15.000

PLANO:
Delimitación de cuenca

PLANO Nº:
2
HOJA:
1



LEYENDA	
	Rambla de los Álamos
	Delimitación cuenca
	Centro de cuenca
	U.E MOT-8

USOS DEL SUELO	
Código	Superficie (Km2)
111.-Núcleo urbano	2.554
214.-Otros leñosos en secano	0.083
222.-Cultivos bajo plástico	1.184
224.-Leñosos de regadío	1.958
231.-Cultivos herbáceos y leñosos	0.127
232.-Vegetación natural con mosaicos de cultivo	0.313
312.-Arbolado denso coníferas	0.939
322.-Matorral con coníferas	2.128
341.-Matorral denso	0.417
342.-Matorral disperso	0.625
353.-Vegetación escasa	2.932

PROMOTOR:
INMOBILIARIA SOLENCO Y OTROS

AUTOR:
Sonia García Moreno
Ingeniera de Caminos
FIRMA:

Tfno: 636 08 66 39
email: garcia.estudioingenieria@gmail.com

DESCRIPCIÓN:
ESTUDIO HIDROLÓGICO-HIDRÁULICO DE LA RAMBLA DE LOS ÁLAMOS
A SU PASO POR LA U.E MOT-8 DE MOTRIL

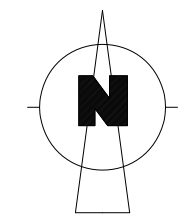
FECHA:
Junio 2019

REFERENCIA:
EI0119

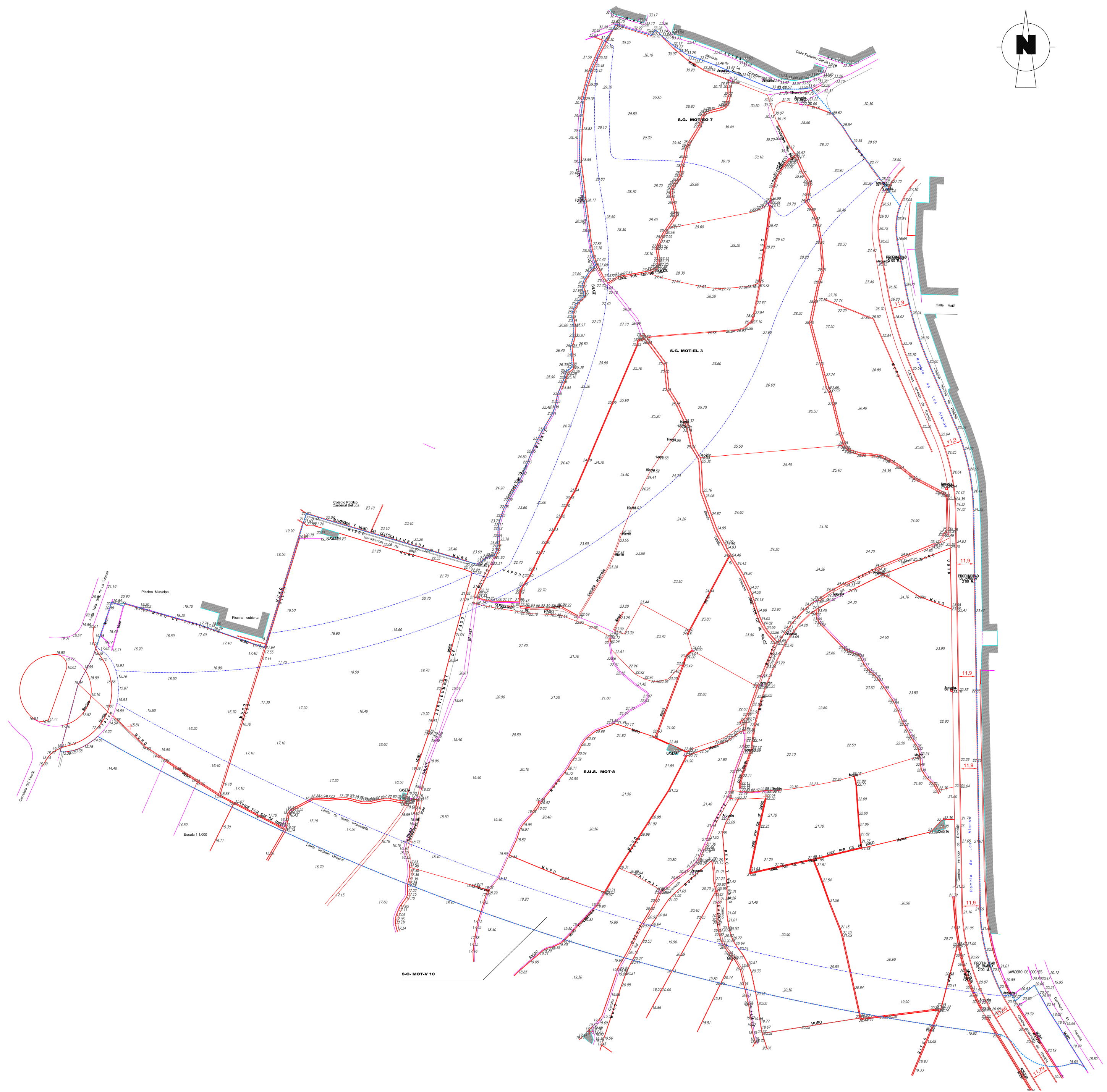
ESCALA:
1/15,000

PLANO:
Usos del suelo

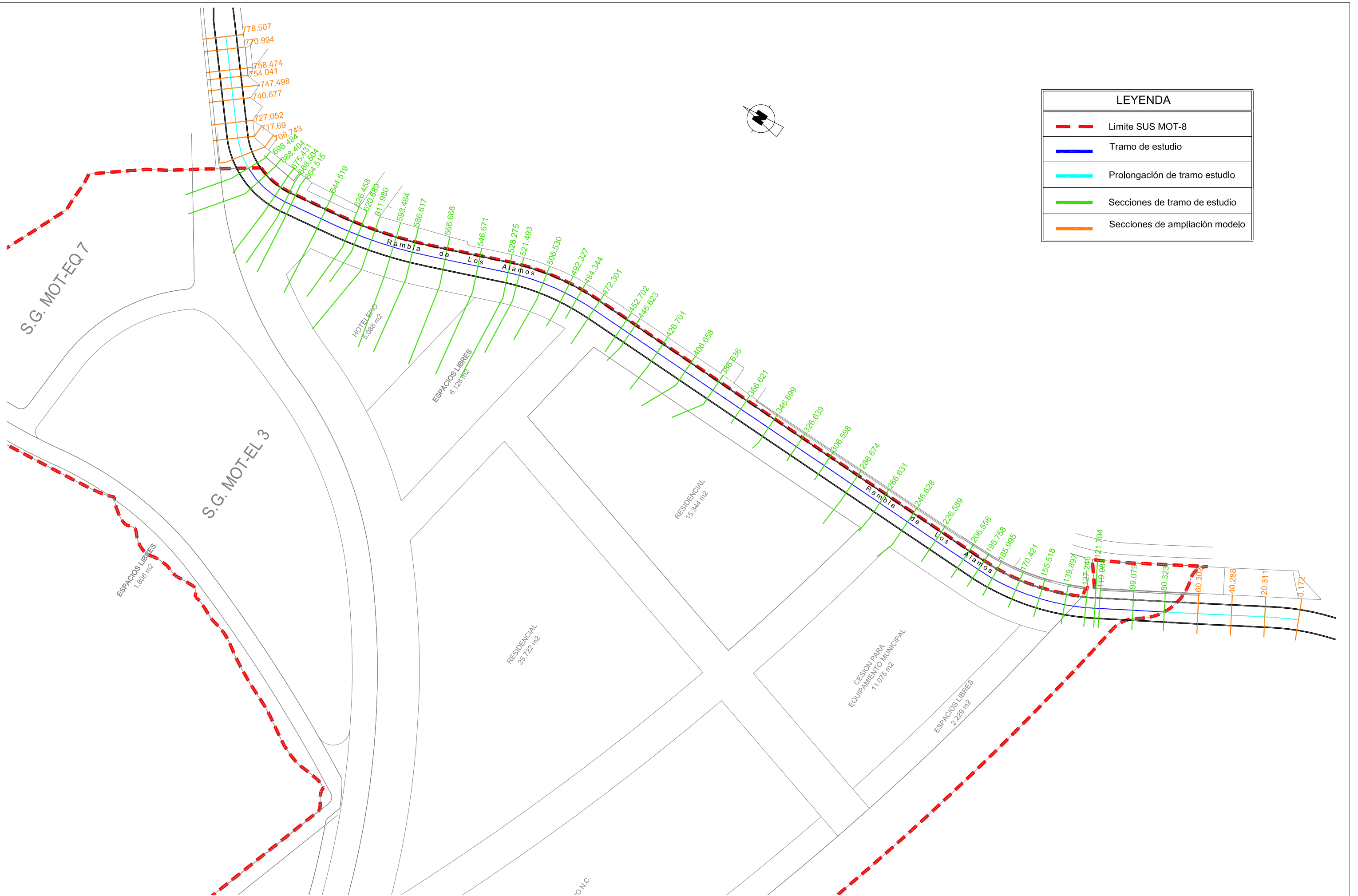
PLANO Nº:
3
HOJA:
1



LEYENDA	
	Limite SUS MOT-8
	Propuesta ordenación
28.30	Cota



PROMOTOR: INMOBILIARIA SOLENCO Y OTROS	AUTOR: Sonia García Moreno Ingeniera de Caminos	FIRMA: 	DESCRIPCIÓN: ESTUDIO HIDROLÓGICO-HIDRÁULICO DE LA RAMBLA DE LOS ÁLAMOS A SU PASO POR LA U.E MOT-8 DE MOTRIL	FECHA: Junio 2019	REFERENCIA: EI0119	ESCALA: 1/2,000	PLANO: Topográfico actual	PLANO Nº: 4	HOJA: 1
---	---	------------	---	----------------------	-----------------------	--------------------	------------------------------	----------------	------------



LEYENDA	
	Limite SUS MOT-8
	Tramo de estudio
	Prolongación de tramo estudio
	Secciones de tramo de estudio
	Secciones de ampliación modelo

PROMOTOR:
INMOBILIARIA SOLENCO Y OTROS

AUTOR:
Sonia García Moreno
Ingeniera de Caminos

FIRMA:

Tfno: 636 08 66 39
email: garcia.estudioingenieria@gmail.com

DESCRIPCIÓN:
ESTUDIO HIDROLÓGICO-HIDRÁULICO DE LA RAMBLA DE LOS ÁLAMOS A SU PASO POR LA U.E MOT-8 DE MOTRIL

FECHA:
Junio 2019
Expediente:
EI0119

ESCALA:
1/2.000

PLANO:
Modelización Hidráulica

PLANO Nº:
5
HOJA:
1



LEYENDA	
	Limite SUS MOT-8
	Tramo de estudio
	Zona ocupada por avenida T= 10 años; DPH
	Zona de servidumbre
	Zona de policía
	Secciones de tramo de estudio

PROMOTOR:
INMOBILIARIA SOLENCO Y OTROS

AUTOR:
Sonia García Moreno
Ingeniera de Caminos

FIRMA:

Tfno: 636 08 66 39
email: garcia.estudioingenieria@gmail.com



DESCRIPCIÓN:
ESTUDIO HIDROLÓGICO-HIDRÁULICO DE LA RAMBLA DE LOS ÁLAMOS
A SU PASO POR LA U.E MOT-8 DE MOTRIL

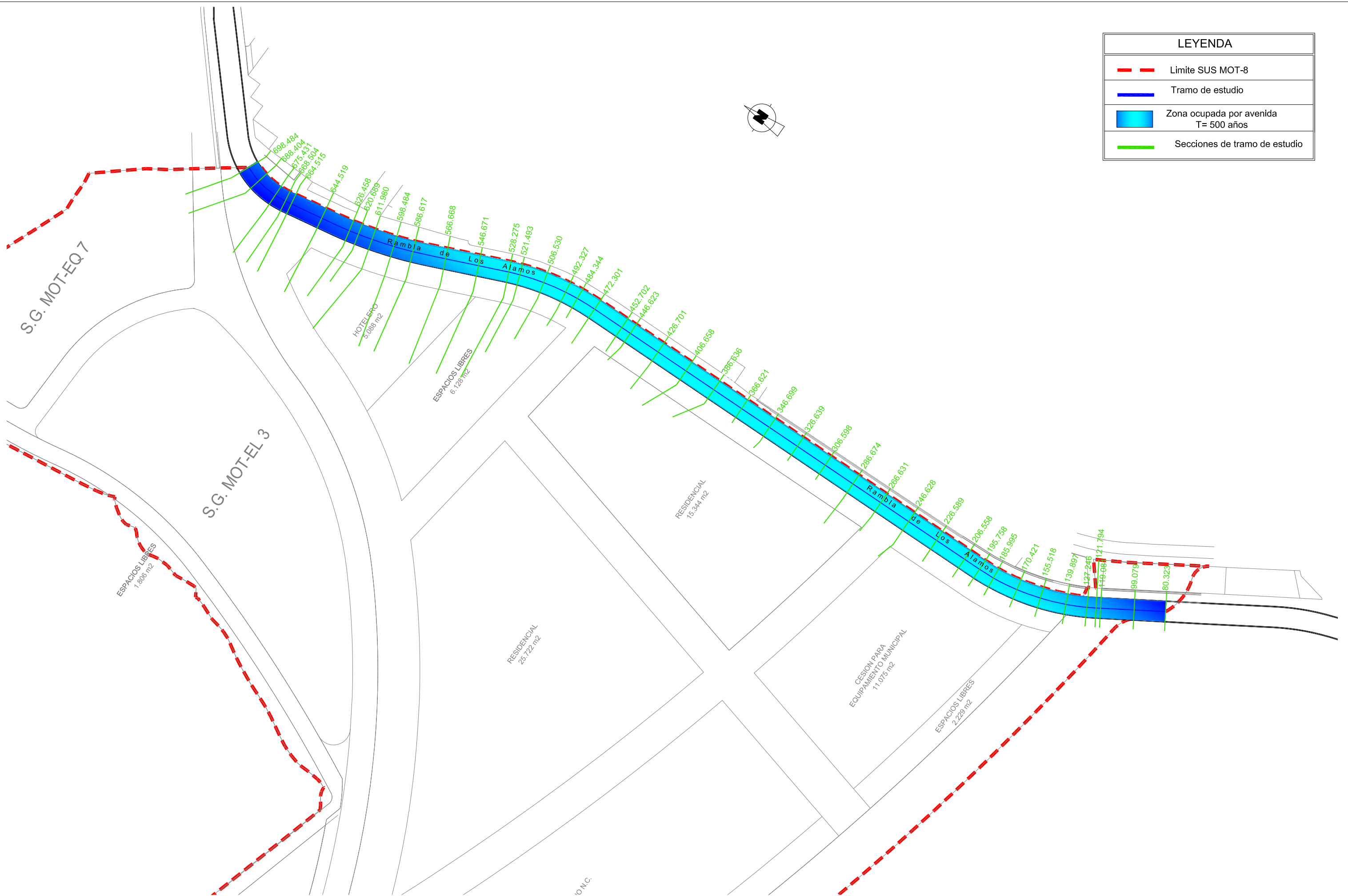
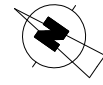
FECHA:
Junio 2019
Expediente:
EI0119

ESCALA:
1/2.000

PLANO:
Zona ocupada por avenida T=10 años
Zona de servidumbre y zona de policía


PLANO Nº:
6
HOJA:
1

LEYENDA	
	Limite SUS MOT-8
	Tramo de estudio
	Zona ocupada por avenida T= 500 años
	Secciones de tramo de estudio



PROMOTOR:
INMOBILIARIA SOLENCO Y OTROS

AUTOR:
Sonia García Moreno
Ingeniera de Caminos

FIRMA:


Tfno: 636 08 66 39
email: garcia.estudioingenieria@gmail.com

DESCRIPCIÓN:
ESTUDIO HIDROLÓGICO-HIDRÁULICO DE LA RAMBLA DE LOS ÁLAMOS
A SU PASO POR LA U.E MOT-8 DE MOTRIL

FECHA:
Junio 2019
Expediente:
EI0119

ESCALA:
1/2.000

PLANO:
Zona ocupada por avenida T=500 años

PLANO Nº:
7
HOJA:
1