



INFRAESTRUCTURA URBANA, S.A.

DISEÑO DE INFRAESTRUCTURA, DESARROLLO DE PLANOS,
CONSTRUCCIÓN Y TOPOGRAFÍA

**ESTUDIO HIDROLÓGICO E HIDRÁULICO
QUEBRADA LA CABIMA**



CUENCA 115 – RIO CHAGRES
Provincia de Panamá, Distrito de Panamá, Corregimiento de Chilibre,
Lugar Alcalde Díaz

Presentado por
INFRAESTRUCTURA URBANA, S.A.

Diciembre 2022

1. Estudio Hidrológico

1.1. Introducción

El análisis hidrológico presentado a continuación se concentra en la Quebrada La Cabima.

Esta desemboca en el Rio Chilibe, en la Provincia de Panamá y es un aporte de la Cuenca 115, Rio Chagres.

El proyecto consiste en el análisis hidrológico de la quebrada en el sitio de desarrollo del proyecto para estimar su crecida de diseño para diferentes condiciones sobre la base de las características de la topografía del terreno, características de la cuenca y por la previsión de futuros niveles de terracería para desarrollos a futuros, de acuerdo con los reglamentos del Ministerio de Obras Públicas (MOP).

1.2. Información Básica

Las características físicas de las cuencas hidrográficas se obtuvieron de los mosaicos topográficos a escala 1: 50,000 preparados por el Instituto Geográfico Nacional Tommy Guardia.

Los mosaicos utilizados fueron las

- Hojas 4243 II – Alcalde Díaz

En las siguientes figuras se muestra la cuenca del área de estudio en una imagen tomada por el MAPS DE AUTODESK A TRAVES DE LA PLATAFORMA BING..



Figura 1 – Cuenca Hidrográfica

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

Numero de Cuenca	115	
Área de Drenaje	5.93	Km ²
Perímetro	11.07	Km
Longitud del cauce	4.07	Km
Altura máxima	140.00	m
Altura mínima	117.00	m
Pendiente	0.0056	m/m
Tiempo de concentración	50.33	min

Tabla 1 – Características Físicas de la Cuenca Hidrográfica

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

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

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

de donde:

T_c = Tiempo de concentración (min)

L = Longitud de la trayectoria de flujo (km)

A = Área de drenaje (km²)

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

Este río forma parte de la cuenca número 115, identificada por la Empresa de Transmisión Eléctrica (ETESA). Para este estudio utilizaremos las curvas de intensidad-duración-frecuencia de lluvia recomendadas por el MOP para la vertiente del Pacífico.

1.3. Cuencas Hidrográficas

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

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

La zona de estudio forma parte de la cuenca número 115, identificada por la Empresa de Transmisión Eléctrica (ETESA).

Nombre del Rio	Área Total de la Cuenca	Rio Principal de la Cuenca
	Km2	
Cuenca 115: Rio Chagres	3338.00	Rio Chagres

Tabla 2 – Cuencas Hidrográficas en la zona de estudio

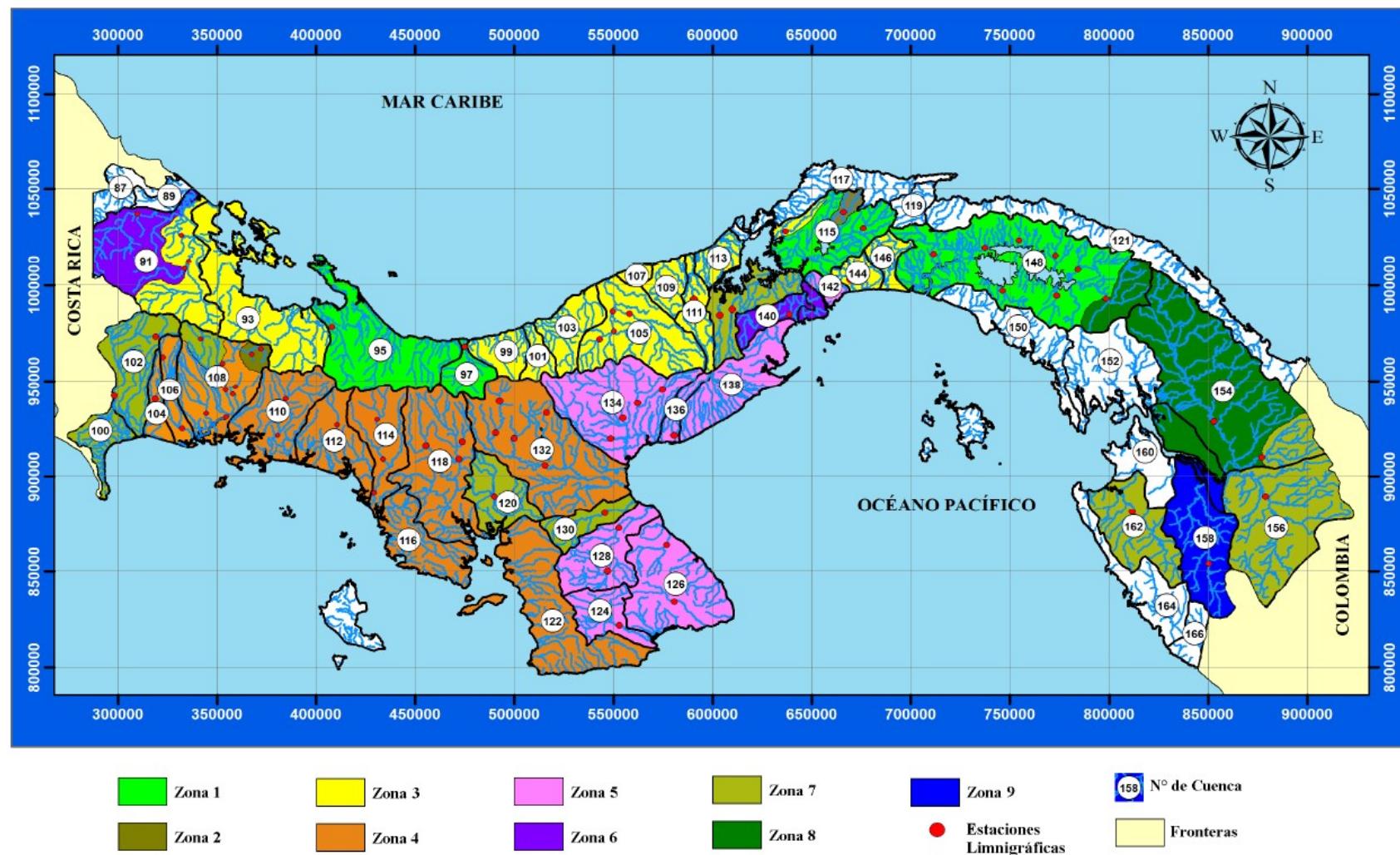


Figura 2 – Regiones Hidrológicamente Homogéneas – Cuenca 115

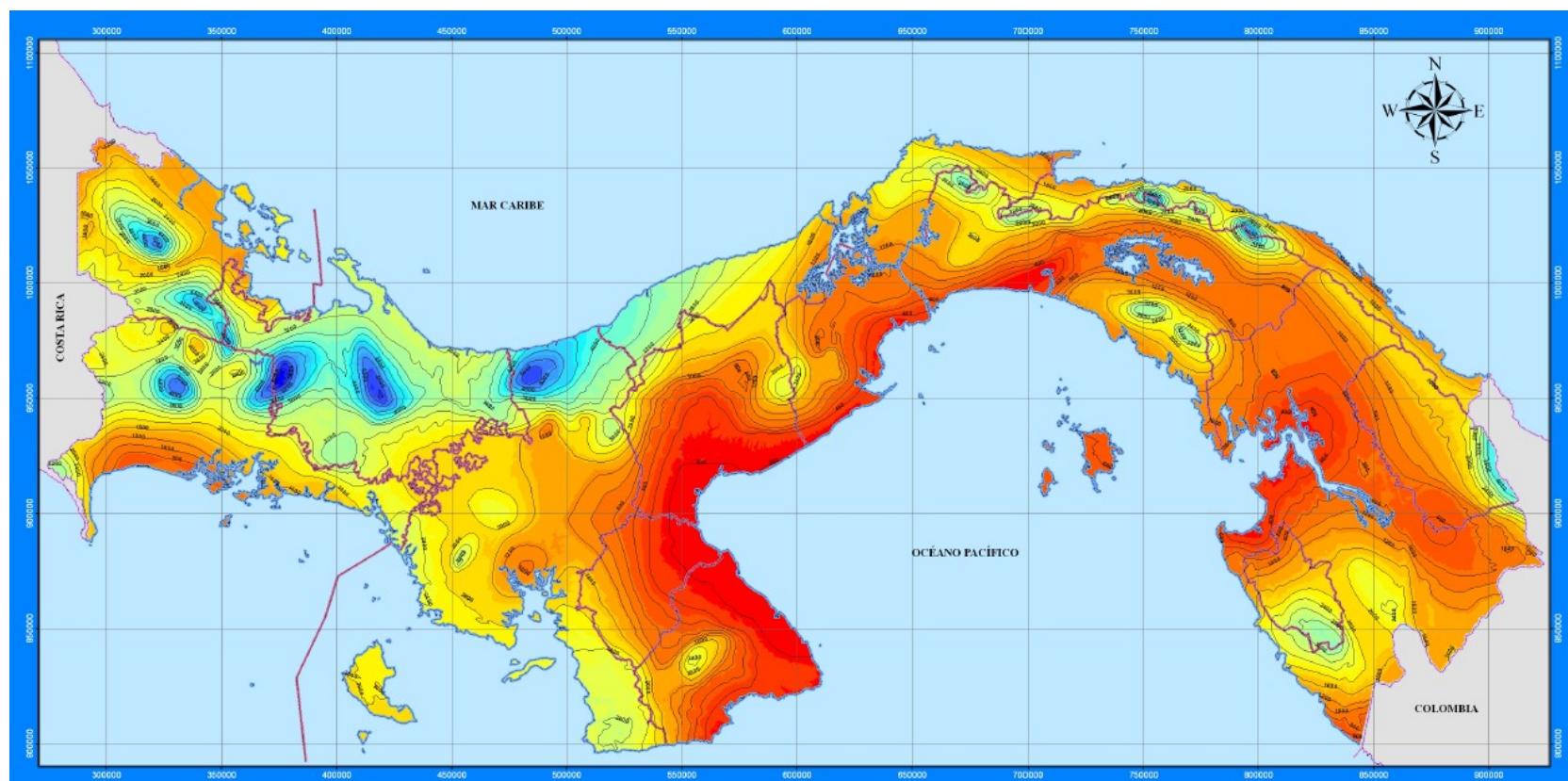


Figura 3 – Mapa de Escorrentía anuales (1971-2002)

1.4. Crecidas de Diseño

Utilizando la información de lluvias anterior se procedió a estimar las crecidas de diseño para períodos de retorno de 50 y 100 años. Estas crecidas de diseño fueron calculadas utilizando métodos y herramientas matemáticas ampliamente conocidas y validadas, las cuales se describen a continuación.

1.4.1. Método del Análisis Regional de Crecidas Máximas

Este método se basa en el informe hecho por el Departamento de Hidrometeorología de ETESA en septiembre de 2008 denominado “Resumen Técnico – Análisis Regional de Crecidas Máximas de Panamá – Período 1971-2006”. Este se basa en la estadística de caudales máximos instantáneos en una región del país, agrupados por zonas similares hidrológicamente. Debido a que este método está basado en estadística real de crecidas en todo el país, su uso y aplicación son muy valiosos y confiables. Sobre la base de la aplicación de este método la cuenca 115 y pertenece a la Zona 1.

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

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

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

Figura 6 – Factores para diferentes períodos de retorno en años²

La Quebrada Ancha pertenece a la cuenca 115, Zona 1 donde el número de Ecuación es 1

$$Q_{MAX} = 34^{a0.59}$$

de donde:

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

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

¹ Fuente: Empresa de Transmisi\'on El\'ectrica, S.A., Gerencia de Hidrometeorolog\'ia. www.hidromet.com.pa

² Fuente: Empresa de Transmisi\'on El\'ectrica, S.A., Gerencia de Hidrometeorolog

N\'umero de Cuenca	115
N\'umero de Ecuaci\'on	1
Caudal M\'aximo Instant\'aneo, Q (m ₃ /s)	97.18
Distribuci\'on de frecuencia	Tabla #1
Factores Qmax/qprom para tr 1 en 50	2.37
Caudales para tr 1 en 50, Q ₅₀ (m ₃ /s)	230.32

Tabla 4.1 – Crecidas de Dise\'o de 50 a\'os, M\'etodo Regional

Número de Cuenca	115
Número de Ecuación	1
Caudal Máximo Instantáneo, Q (m ³ /s)	97.18
Distribución de frecuencia	Tabla #1
Factores Qmax/qprom para tr 1 en 10	1.66
Caudales para tr 1 en 10, Q ₁₀ (m ³ /s)	161.32

Tabla 4.2 – Crecidas de Diseño de 10 años, Método Regional

Número de Cuenca	115
Número de Ecuación	1
Caudal Máximo Instantáneo, Q (m ³ /s)	97.18
Distribución de frecuencia	Tabla #1
Factores Qmax/qprom para tr 1 en 20	1.96
Caudales para tr 1 en 20, Q ₂₀ (m ³ /s)	190.47

Tabla 4.3 – Crecidas de Diseño de 20 años, Método Regional

Las tablas anteriores muestran las crecidas de diseño de 50, 10 y 20 años mediante el Método del Análisis Regional de Crecidas (Q). Este método es recomendado por el MOP para cuencas hidrográficas que excedan los 2.5 km² en su área de drenaje.

2. ESTUDIO HIDRÁULICO

El análisis de la hidráulica de esta quebrada se llevó a cabo mediante el uso del modelo matemático por computadoras HEC-RAS, desarrollado por el Centro de Ingeniería Hidrológica del Cuerpo de Ingenieros del Ejército de los Estados Unidos. La aplicación del modelo se basó en la data hidrológica de los caudales descritos anteriormente, en topografía levantada en el campo, características físicas del terreno y condiciones de flujo

El modelo topográfico levantado en campo y descrito anteriormente junto con el modelo hidrológico ya explicado fue utilizado de insumo para la simulación matemática con la

herramienta HEC-RAS. Los resultados de esta simulación se muestran a continuación en forma de esquemáticos los perfiles de agua que demuestra el comportamiento esperado del río considerando un periodo de retorno de 50, un régimen de flujo mixto y condiciones de contorno de profundidad critica.

2.1. Sección Natural

La metodología es realizar una simulación con las secciones naturales para estimar las zonas de inundaciones.

En el área de estudio la sección presenta:

- Fondos variables: diferentes pendientes por tramos.
- Ancho de secciones variables: diferentes áreas y perímetros hidráulicos por secciones.
- Amplias zonas de inundaciones: el borde natural son elevaciones muy bajas.

2.2. Parámetros Hidráulicos utilizados para Simulación de Hec-Ras

Los parámetros utilizados para la simulación hidráulica del modelo son:

- **Coeficiente de rugosidad de 0.035:** Este aplica para las condiciones de canal natural, pendientes laterales algo irregulares, fondo más o menos nivelado, limpio y regular, muy poca variación en la sección transversal.
- **Coeficiente de Expansión o Contracción:** Los coeficientes de contracción y expansión se definieron para evaluar la cantidad de energía a las variaciones del flujo entre dos secciones consecutivas, estudiadas hacia aguas abajo. Estos coeficientes están afectados por el cambio de velocidad del flujo entre dos secciones y por la geometría de los segmentos que comprenden las contracciones y expansiones; donde se determinó los siguientes valores:
 - **En Secciones naturales:** Contracción= 0.1 – Expansión= 0.3
 - **Caudal para un periodo de recurrencia:** 50 años, con y sin proyecto
 - **Secciones transversales:** cada 20.00m en tramos donde no exista cambio de dirección

y con ancho variable, se considera toda la sección área de inundación.

- **Condición de contorno aguas arriba:** profundidad crítica. El programa calcula la profundidad crítica para cada uno de los perfiles.
- **Tipo de régimen de Flujo:** Mixto, ambos regímenes: subcrítico (lento) y supercrítico (rápido)

2.3. RESULTADOS DEL MODELO HIDRÁULICO

Los resultados obtenidos de la simulación hidráulica de la quebrada contigua a la zona donde se ejecutará el proyecto obtendremos los siguientes valores con las abreviaturas mostrados en la siguiente tabla:

Abreviaturas	Descripción
Estaciones	Estaciones de la Quebrada
Tiempo de Retorno	Tiempo de Retorno de Lluvia
Q	Caudal Máximos Extraordinarios
COEF DE MANNING	Coeficiente de Manning de la Sección
EL FDO	Elevación de Fondo del Cauce
EL N.A.M. E	Elevación de Nivel de Agua Máximo Extraordinario
EL CRIT	Elevación de Nivel de Agua Crítico
EL NMT	Elevación de Nivel Mínimo de terracería
ymax	Tirante Máximo de la Sección
AM	Área Mojada de la Sección
T	Anchura Máxima de Agua de la Sección
PM	Perímetro Mojados de la Sección
RH	Radio Hidráulico de la Sección
Vel	Velocidad Máxima de la Sección
N Froude	Número Hidráulico de Froude de la Sección

Tabla 5 – Simbología de Resultados

2.4 Análisis de Crecidas - Existente

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

Estación	Q. total (m ³ /s)	Coeficiente de Manning	EL Min CH	EL NAME	EL NAME crit	y _{max}	A _m	P _m	T	R _h	Vel	N. froude
			(m)	(m)	(m)	(m)	(m ²)	(m)	(m)	(m)	(m/s)	
0	230.32	0.035	119.63	121.94	121.86	2.31	67.01	50.8	47.46	1.32	3.44	0.92
20	230.32	0.035	120.35	123.79	123.79	3.44	57.25	39.38	35.32	1.45	4.02	1.01
40	230.32	0.035	119.74	124.82	124.82	5.08	42.44	17.8	14.18	2.38	5.43	1
60	230.32	0.035	120.28	126.32	125.62	6.04	101.24	79.49	74.79	1.27	2.28	0.62
80	230.32	0.035	120.16	126.44	0	6.28	107.76	89.73	84.68	1.2	2.14	0.61
100	230.32	0.035	120.54	126.63	0	6.09	176.42	80.17	73.17	2.2	1.31	0.27
120	230.32	0.035	121.43	126.60	0	5.17	129.82	84.94	80.81	1.53	1.77	0.45
140	230.32	0.035	120.75	126.56	126.56	5.81	68.7	67.49	60.82	1.02	3.35	1.01
160	230.32	0.035	120.73	127.08	125.89	6.35	110.22	87.09	80.71	1.27	2.09	0.57
180	230.32	0.035	120.85	127.24	0	6.39	149.36	105.35	100.36	1.42	1.54	0.4
200	230.32	0.035	120.98	127.31	0	6.33	181.98	105.37	101.02	1.73	1.27	0.3
220	230.32	0.035	121.1	127.34	0	6.24	202.05	90.24	85.83	2.24	1.14	0.24
240	230.32	0.035	121.31	127.34	0	6.03	183.01	100.41	96.61	1.82	1.26	0.29
260	230.32	0.035	121.37	127.32	0	5.95	135.36	103.58	100	1.31	1.7	0.47
280	230.32	0.035	121.42	127.35	0	5.93	118.41	95.83	92.08	1.24	1.95	0.55
300	230.32	0.035	121.66	127.41	0	5.75	118.32	74.91	71.97	1.58	1.95	0.48
320	230.32	0.035	121.78	127.46	0	5.68	115	76.26	72.9	1.51	2	0.51
340	230.32	0.035	121.73	127.55	0	5.82	125.32	89.97	86.05	1.39	1.84	0.49
360	230.32	0.035	121.64	127.64	0	6.00	151.46	93.85	89.1	1.61	1.52	0.37
380	230.32	0.035	121.74	127.74	0	6.00	237.6	116.44	110	2.04	0.97	0.21
400	230.32	0.035	121.99	127.74	0	5.75	233.07	108.79	100	2.14	0.99	0.21
420	230.32	0.035	122.13	127.77	0	5.64	312.38	104.62	96.13	2.99	0.74	0.13
440	230.32	0.035	122.57	127.74	0	5.17	179.01	106.78	100.79	1.68	1.29	0.31
460	230.32	0.035	122.56	127.72	0	5.16	137.55	73.43	67.66	1.87	1.67	0.38
480	230.32	0.035	122.62	127.78	0	5.16	157.41	71.79	65.59	2.19	1.46	0.3
500	230.32	0.035	122.72	127.77	0	5.05	129.97	66.67	62.06	1.95	1.77	0.39

520	230.32	0.035	122.77	127.76	0	4.99	105.95	65.66	60.72	1.61	2.17	0.53
540	230.32	0.035	122.65	127.74	0	5.09	81.71	73.8	69.46	1.11	2.82	0.83
560	230.32	0.035	122.83	127.97	127.97	5.14	66.89	60.82	58.22	1.1	3.44	1.03
580	230.32	0.035	123.02	128.57	0	5.55	164.43	75.95	72.87	2.16	1.4	0.3
600	230.32	0.035	123.02	128.56	0	5.54	136.23	65.35	60.04	2.08	1.69	0.36
620	230.32	0.035	122.4	128.61	0	6.21	151.53	69.99	61.91	2.17	1.52	0.31
640	230.32	0.035	122.16	128.66	0	6.50	173.02	73.41	68.05	2.36	1.33	0.27
651.46	230.32	0.035	120.31	128.69	0	8.38	195.23	72.4	64.07	2.7	1.18	0.22

Promedio	121.56	127.20	25.78	5.65	141.27	80.55	75.45	1.75	1.95	0.48
Maxima	123.02	128.69	127.97	8.38	312.38	116.44	110.00	2.99	5.43	1.03
Minima	119.63	121.94	0.00	2.31	42.44	17.80	14.18	1.02	0.74	0.13

Tabla 6 – Resultados condición existente Q50 CON TERRACERIA

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

Estación	Q. total	Coeficiente de Manning	EL Min CH	EL NAME	EL NAME crit	γ max	Am	Pm	T	Rh	Vel	N. froude
	(m3/s)		(m)	(m)	(m)	(m)	(m2)	(m)	(m)	(m)	(m/s)	
0	230.32	0.035	119.63	122.00	121.92	2.37	67.46	51.82	48.54	1.3	3.41	0.92
20	230.32	0.035	120.35	123.57	123.57	3.22	61.4	47.29	44.27	1.3	3.75	1.02
40	230.32	0.035	119.74	124.81	124.81	5.07	42.32	17.78	14.16	2.38	5.43	1
60	230.32	0.035	120.28	126.35	125.62	6.07	105.88	99.29	94.9	1.07	2.17	0.66
80	230.32	0.035	120.16	126.49		6.33	114.63	107.46	102.94	1.07	2.01	0.61
100	230.32	0.035	120.54	126.66		6.12	185.15	91.04	85.34	2.03	1.24	0.27
120	230.32	0.035	121.43	126.64		5.21	143.94	95.37	91.01	1.51	1.6	0.41
140	230.32	0.035	120.75	126.48	126.48	5.73	72.33	76.28	69.8	0.95	3.18	1
160	230.32	0.035	120.73	126.91	125.92	6.18	99.15	88.12	82.41	1.13	2.32	0.68
180	230.32	0.035	120.85	127.14		6.29	144.82	118.32	113.7	1.22	1.59	0.45
200	230.32	0.035	120.98	127.21		6.23	164	122.37	118.44	1.34	1.4	0.38
220	230.32	0.035	121.10	127.26		6.16	186.28	92.93	89.04	2	1.23	0.27
240	230.32	0.035	121.31	127.26		5.95	165.21	108.28	104.16	1.53	1.39	0.35
260	230.32	0.035	121.37	127.25		5.88	123.08	110.49	106.47	1.11	1.87	0.55
280	230.32	0.035	121.42	127.31		5.89	117.66	104.83	101.25	1.12	1.95	0.58
300	230.32	0.035	121.66	127.39		5.73	122.59	79.08	76.32	1.55	1.88	0.47
320	230.32	0.035	121.78	127.46		5.68	130.83	91.39	88.06	1.43	1.76	0.46
340	230.32	0.035	121.73	127.51		5.78	130.21	98.88	95.11	1.32	1.77	0.48
360	230.32	0.035	121.64	127.60		5.96	156.75	103.51	98.91	1.51	1.47	0.37
380	230.32	0.035	121.74	127.68		5.94	228.45	112.91	106.54	2.02	1.01	0.22
400	230.32	0.035	121.99	127.71		5.72	268.3	127.03	120.95	2.11	0.86	0.18
420	230.32	0.035	122.13	127.73		5.60	336.16	115.68	109.17	2.91	0.68	0.12
440	230.32	0.035	122.57	127.70		5.13	201.14	120.62	114.9	1.67	1.14	0.28
460	230.32	0.035	122.56	127.68		5.12	140.5	79.14	73.43	1.78	1.64	0.38
480	230.32	0.035	122.62	127.74		5.12	168.57	80.52	75.27	2.09	1.36	0.29
500	230.32	0.035	122.72	127.74		5.02	139.8	75.62	70.95	1.85	1.65	0.37

520	230.32	0.035	122.77	127.74		4.97	119.26	74.69	70.36	1.6	1.93	0.47
540	230.32	0.035	122.65	127.72		5.07	91.4	83.19	78.68	1.1	2.52	0.75
560	230.32	0.035	122.83	127.98	127.98	5.15	67.34	61.66	59.12	1.09	3.42	1.02
580	230.32	0.035	123.02	128.57		5.55	165.85	78.32	74.86	2.12	1.39	0.3
600	230.32	0.035	123.02	128.58		5.56	161.31	75.63	70.34	2.13	1.43	0.3
620	230.32	0.035	122.40	128.63		6.23	193.39	83.64	75.35	2.31	1.19	0.24
640	230.32	0.035	122.16	128.64		6.48	179.16	79.12	73.41	2.26	1.28	0.26
651.46	230.32	0.035	120.31	128.67		8.36	207.85	79.55	71.12	2.61	1.11	0.21

Promedio	121.56	127.17	125.19	5.61	147.12	89.17	84.39	1.66	1.88	0.48
Maxima	123.02	128.67	127.98	8.36	336.16	127.03	120.95	2.91	5.43	1.02
Minima	119.63	122.00	121.92	2.37	42.32	17.78	14.16	0.95	0.68	0.12

Tabla 7 – Resultados condición existente para Q50 SIN TERRACERIA

NOTA ACLARATORIA: Se puede observar una variación de niveles en el NAME en la corrida del Q50 tomando en cuenta la terracería y sin tomar en cuenta la terracería y esto se debe a que para correr la inundación en el programa se usan 2 tipos distintos de topografía, ya que la topografía con la terracería modifica las curvas que en terreno natural bordean el área de la huella de desarrollo por lo cual en algunos puntos dependiendo del comportamiento de las curvas en esa zona la cual varía principalmente en la zona centro del estudio el programa arroja zonas en donde el NAME varía entre valores mayor o menor porque asume el cambio de topografía y lleva la corrida de inundación hasta en el punto de pegue con el terreno.

Esta es una situación que no altera el proyecto ya que la huella de trabajo se colocó en la zona límite del área de inundación que marcaba el estudio del mismo sin contar con el nivel de terracería, y solo tomando en cuenta las curvas sin modificar del terreno natural. Por tanto no genera en el modelaje una alteración en la huella de inundación.

A continuación, se muestran los análisis de las crecidas para las condiciones sin terracería

Estación	Q. total	Coeficiente de Manning	EL Min CH	EL NAME	EL NAME _{crit}	y _{max}	Am	Pm	T	Rh	Vel	N. froude
	(m ³ /s)		(m)	(m)	(m)	(m)	(m ²)	(m)	(m)	(m)	(m/s)	
0	161.32	0.035	119.63	121.64	121.55	2.01	52.68	47.53	44.82	1.11	3.06	0.9
20	161.32	0.035	120.35	123.42	123.42	3.07	44.6	36.98	33.62	1.21	3.62	1
40	161.32	0.035	119.74	124.05	124.05	4.31	32.12	15.56	12.58	2.06	5.02	1
60	161.32	0.035	120.28	125.26	125.26	4.98	46.03	42.09	38.94	1.09	3.5	1.03
80	161.32	0.035	120.16	125.77	125.59	5.61	60.47	64.49	60.65	0.94	2.67	0.85
100	161.32	0.035	120.54	126.13	0	5.59	141.45	74.45	68.64	1.9	1.14	0.25
120	161.32	0.035	121.43	126.09	0	4.66	89.19	77.64	74.78	1.15	1.81	0.53
140	161.32	0.035	120.75	126.21	126.21	5.46	49.25	49.16	43.26	1	3.28	0.98
160	161.32	0.035	120.73	126.75	0	6.02	83.86	83.81	77.97	1	1.92	0.59
180	161.32	0.035	120.85	126.9	0	6.05	115.88	96.42	91.93	1.2	1.39	0.4
200	161.32	0.035	120.98	126.97	0	5.99	147.99	100.66	97.07	1.47	1.09	0.28
220	161.32	0.035	121.1	127	0	5.9	173.42	83.31	79.87	2.08	0.93	0.2
240	161.32	0.035	121.31	126.99	0	5.68	150.05	75.03	72.04	2	1.08	0.24
260	161.32	0.035	121.37	126.96	0	5.59	100.59	82.35	79.19	1.22	1.6	0.45
280	161.32	0.035	121.42	127	0	5.58	87.21	84.8	81.63	1.03	1.85	0.57
300	161.32	0.035	121.66	127.09	0	5.43	95.54	72.62	70.02	1.32	1.69	0.46
320	161.32	0.035	121.78	127.13	0	5.35	92.91	67.29	64.49	1.38	1.74	0.46
340	161.32	0.035	121.73	127.19	0	5.46	96.46	80.2	76.85	1.2	1.67	0.48
360	161.32	0.035	121.64	127.29	0	5.65	120.2	91.73	87.38	1.31	1.34	0.37
380	161.32	0.035	121.74	127.37	0	5.63	197.67	111.43	105.64	1.77	0.82	0.19
400	161.32	0.035	121.99	127.37	0	5.38	196.14	108.05	100	1.82	0.82	0.19
420	161.32	0.035	122.13	127.4	0	5.27	276.25	103.86	96.13	2.66	0.58	0.11
440	161.32	0.035	122.57	127.37	0	4.8	144.12	92.05	86.85	1.57	1.12	0.28
460	161.32	0.035	122.56	127.36	0	4.8	113.48	70.71	65.44	1.6	1.42	0.34
480	161.32	0.035	122.62	127.41	0	4.79	134.87	63.28	57.79	2.13	1.2	0.25
500	161.32	0.035	122.72	127.4	0	4.68	108.52	60.34	56.38	1.8	1.49	0.34
520	161.32	0.035	122.77	127.39	0	4.62	84.61	59.08	54.62	1.43	1.91	0.49

540	161.32	0.035	122.65	127.32	0	4.67	56.49	50.34	47.04	1.12	2.86	0.83
560	161.32	0.035	122.83	127.19	126.99	4.36	39.3	23.01	20.85	1.71	4.1	0.95
580	161.32	0.035	123.02	128.09	0	5.07	129.9	71.32	68.82	1.82	1.24	0.29
600	161.32	0.035	123.02	128.09	0	5.07	109.21	59.17	54.56	1.85	1.48	0.33
620	161.32	0.035	122.4	128.13	0	5.73	122.27	65.75	58.97	1.86	1.32	0.29
640	161.32	0.035	122.16	128.17	0	6.01	140.11	71.33	66.58	1.96	1.15	0.25
651.46	161.32	0.035	120.31	128.2	0	7.89	164.1	70.53	62.78	2.33	0.98	0.19

Promedio	121.56	126.77	25.68	5.21	111.67	70.78	66.42	1.56	1.85	0.48
Maxima	123.02	128.20	126.99	7.89	276.25	111.43	105.64	2.66	5.02	1.03
Minima	119.63	121.64	0.00	2.01	32.12	15.56	12.58	0.94	0.58	0.11

Tabla 8 – Resultados condición existente para Q10 SIN TERRACERIA

A continuación, se muestran los análisis de las crecidas para las condiciones sin terracería

Estación	Q. total	Coeficiente de Manning	EL Min CH	EL NAME	EL NAME _{crit}	Y _{max}	Am	Pm	T	Rh	Vel	N. froude
			(m)	(m)	(m)	(m)	(m ²)	(m)	(m)	(m)	(m/s)	
0	190.47	0.035	119.63	121.78	121.69	2.15	59.29	49.77	46.84	1.19	3.21	0.91
20	190.47	0.035	120.35	123.59	123.59	3.24	50.19	38.05	34.38	1.32	3.79	1
40	190.47	0.035	119.74	124.4	124.4	4.66	36.66	16.58	13.31	2.21	5.2	1
60	190.47	0.035	120.28	125.44	125.44	5.16	53.48	44.93	41.59	1.19	3.56	1
80	190.47	0.035	120.16	125.97	125.77	5.81	73.61	71.42	67.3	1.03	2.59	0.79
100	190.47	0.035	120.54	126.3	0	5.76	152.93	75.69	69.48	2.02	1.25	0.27
120	190.47	0.035	121.43	126.26	0	4.83	102.22	81.39	78.11	1.26	1.86	0.52
140	190.47	0.035	120.75	126.39	126.39	5.64	58.8	63.84	57.57	0.92	3.24	1.02
160	190.47	0.035	120.73	126.9	0	6.17	96.22	85.53	79.44	1.12	1.98	0.57
180	190.47	0.035	120.85	127.06	0	6.21	131.07	104.88	100.15	1.25	1.45	0.41
200	190.47	0.035	120.98	127.13	0	6.15	163.59	102.78	98.84	1.59	1.16	0.29
220	190.47	0.035	121.1	127.16	0	6.06	186.45	86.76	82.87	2.15	1.02	0.22
240	190.47	0.035	121.31	127.16	0	5.85	165.04	99.36	96.05	1.66	1.15	0.28
260	190.47	0.035	121.37	127.14	0	5.77	116.73	101.17	97.9	1.15	1.63	0.48
280	190.47	0.035	121.42	127.17	0	5.75	102.07	91.75	88.27	1.11	1.87	0.55
300	190.47	0.035	121.66	127.25	0	5.59	106.58	73.82	71.06	1.44	1.79	0.47
320	190.47	0.035	121.78	127.29	0	5.51	103.24	71.18	68.1	1.45	1.84	0.48
340	190.47	0.035	121.73	127.36	0	5.63	109.82	86.93	83.31	1.26	1.73	0.48
360	190.47	0.035	121.64	127.46	0	5.82	134.93	92.73	88.19	1.46	1.41	0.36
380	190.47	0.035	121.74	127.54	0	5.8	216.14	114.23	108.19	1.89	0.88	0.2
400	190.47	0.035	121.99	127.55	0	5.56	213.43	108.4	100	1.97	0.89	0.2
420	190.47	0.035	122.13	127.57	0	5.44	293.12	104.22	96.13	2.81	0.65	0.12
440	190.47	0.035	122.57	127.54	0	4.97	159.74	99.17	93.61	1.61	1.19	0.29
460	190.47	0.035	122.56	127.53	0	4.97	124.71	72.63	67.09	1.72	1.53	0.36
480	190.47	0.035	122.62	127.59	0	4.97	144.94	65.56	59.75	2.21	1.31	0.27
500	190.47	0.035	122.72	127.57	0	4.85	118.29	61.8	57.55	1.91	1.61	0.36
520	190.47	0.035	122.77	127.56	0	4.79	94.2	62.12	57.44	1.52	2.02	0.5

540	190.47	0.035	122.65	127.51	127.29	4.86	67.01	64.32	60.48	1.04	2.84	0.86
560	190.47	0.035	122.83	127.53	127.53	4.7	48.38	33.12	30.75	1.46	3.94	1
580	190.47	0.035	123.02	128.35	0	5.33	148.12	75.12	72.3	1.97	1.29	0.29
600	190.47	0.035	123.02	128.34	0	5.32	123.31	62.2	57.21	1.98	1.54	0.34
620	190.47	0.035	122.4	128.39	0	5.99	137.58	68.55	61.07	2.01	1.38	0.29
640	190.47	0.035	122.16	128.43	0	6.27	157.24	72.38	67.33	2.17	1.21	0.25
651.46	190.47	0.035	120.31	128.45	0	8.14	180.21	71.51	63.45	2.52	1.06	0.2

Promedio	121.56	126.96	29.47	5.40	124.39	75.70	71.03	1.63	1.91	0.49
Maxima	123.02	128.45	127.53	8.14	293.12	114.23	108.19	2.81	5.20	1.02
Minima	119.63	121.78	0.00	2.15	36.66	16.58	13.31	0.92	0.65	0.12

Tabla 9 – Resultados condición existente para Q20 SIN TERRACERIA

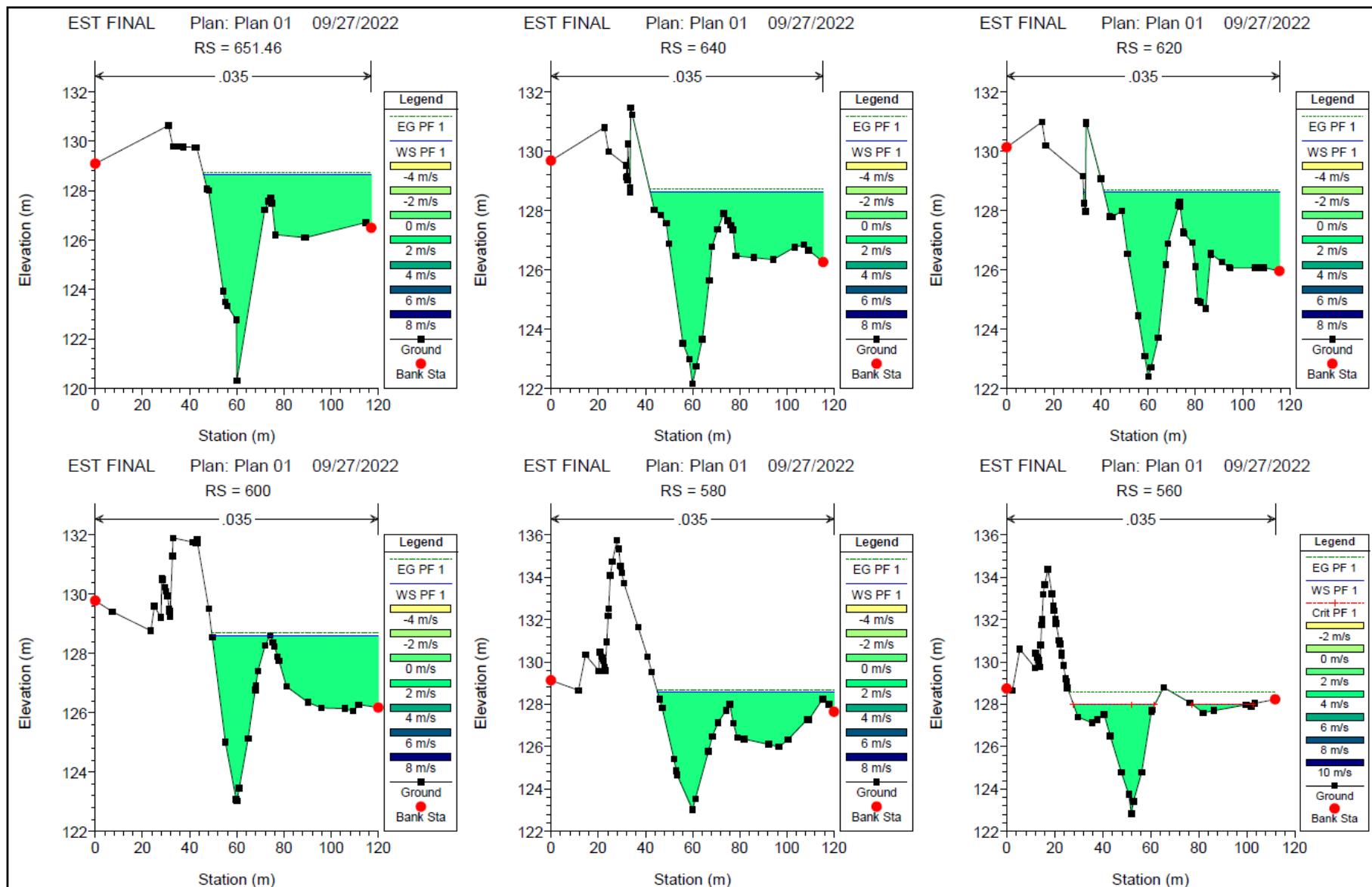


Figura 7 – SECCIONES CONDICIÓN EXISTENTE SIN TERRACERIA Q50

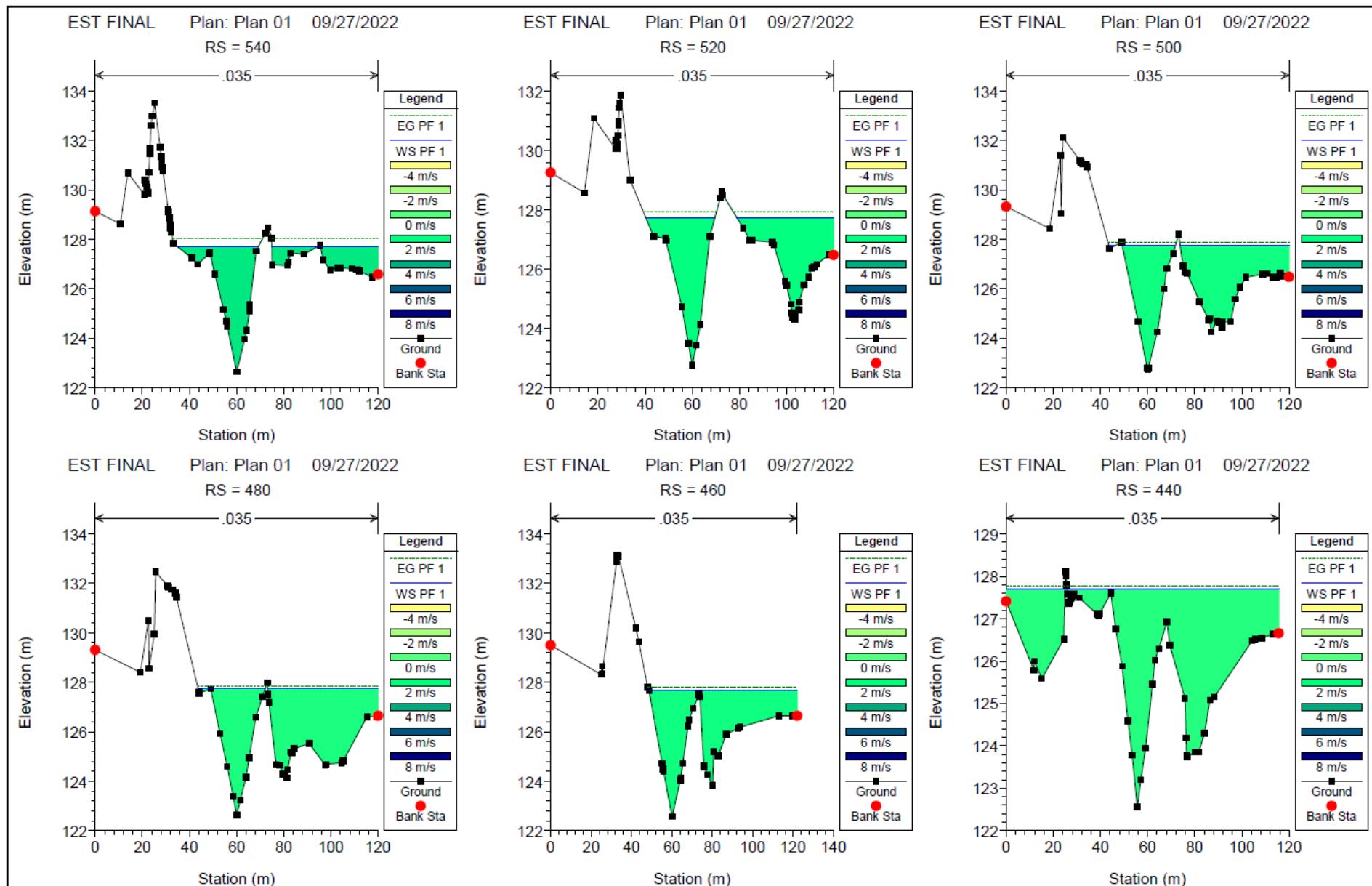


Figura 8 – SECCIONES CONDICIÓN EXISTENTE SIN TERRACERIA Q50

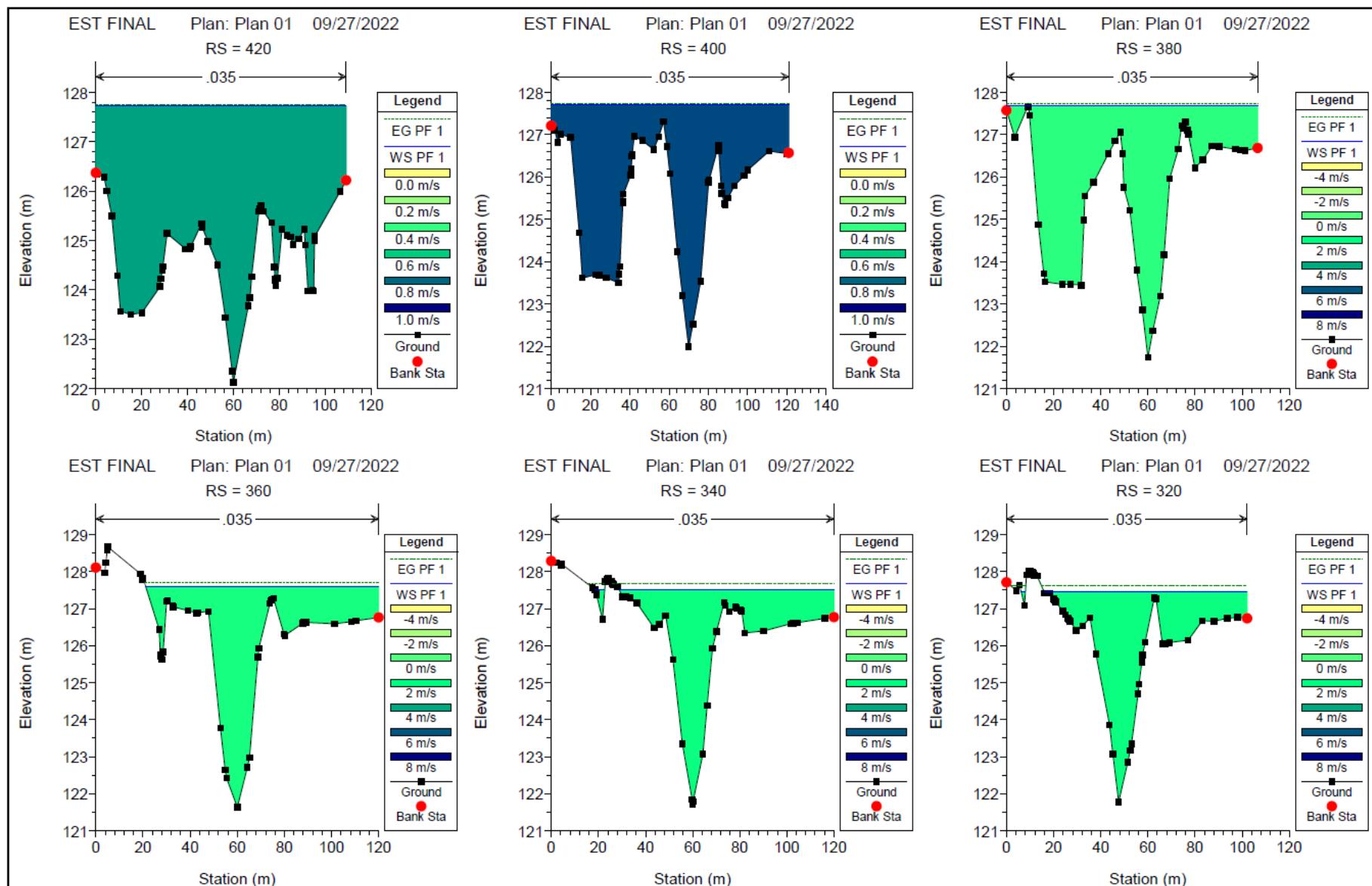


Figura 9 – SECCIONES CONDICIÓN EXISTENTE SIN TERRACERIA Q50

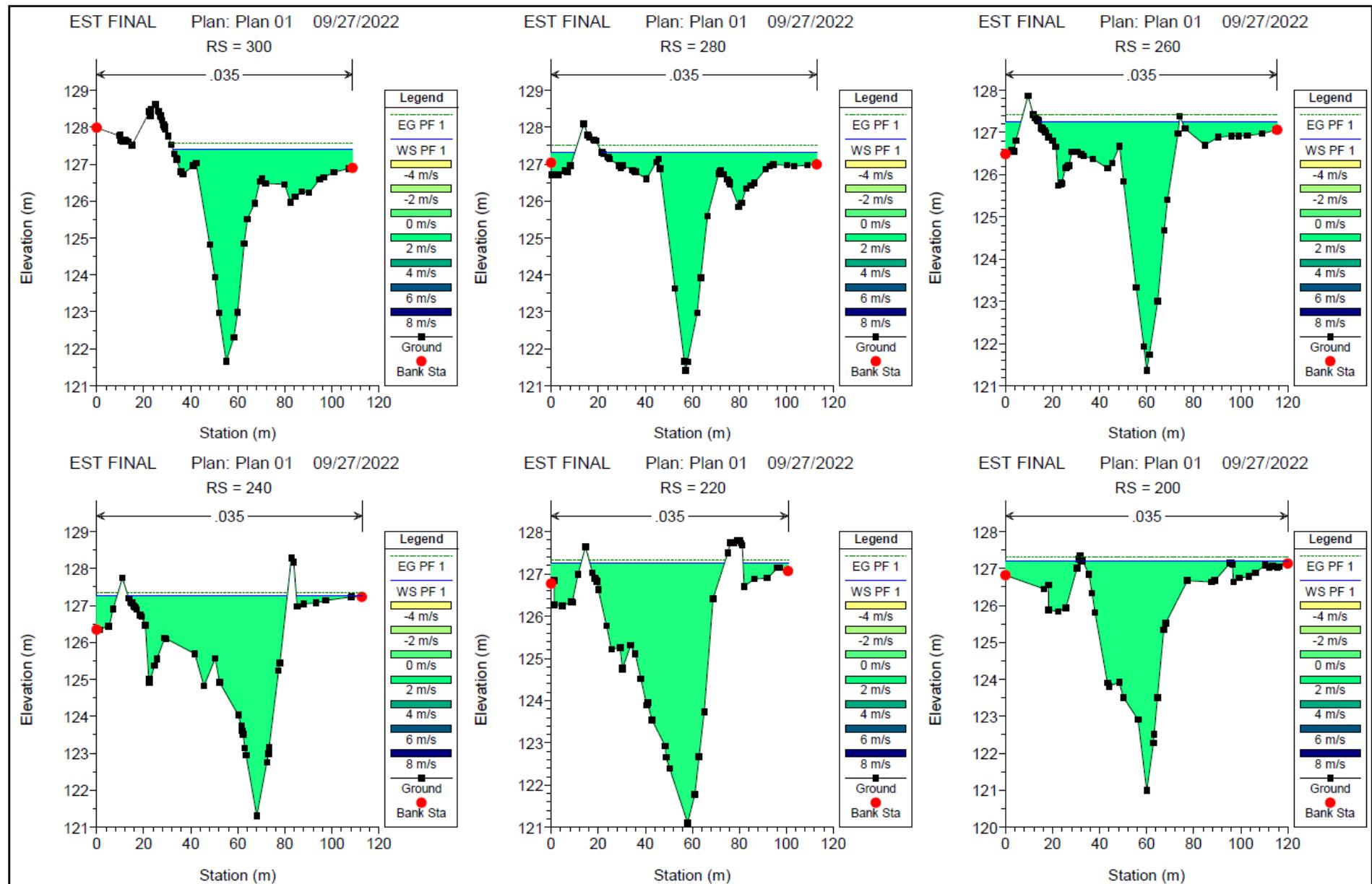


Figura 10 – SECCIONES CONDICIÓN EXISTENTE SIN TERRACERIA Q50

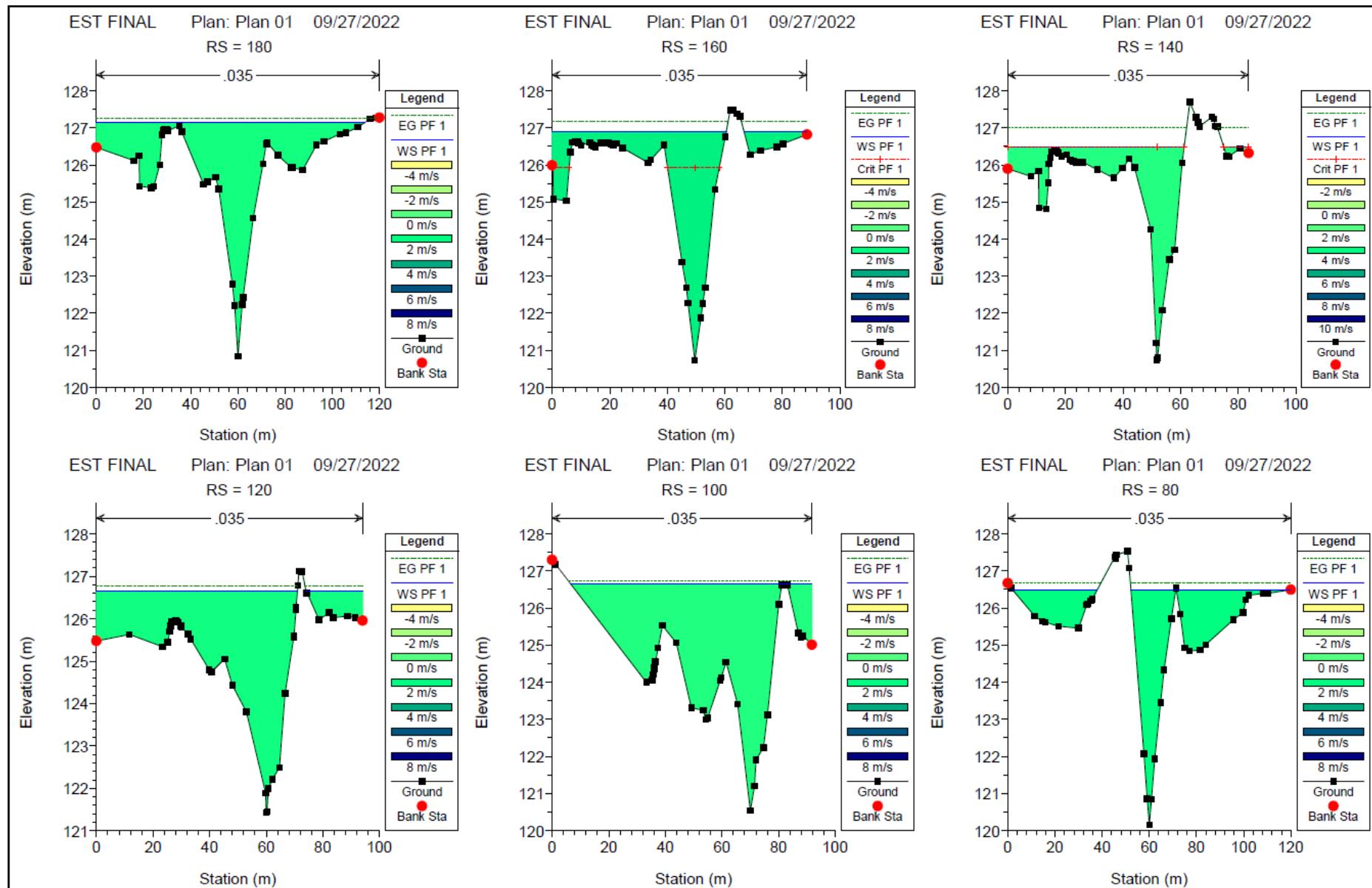


Figura 11 – SECCIONES CONDICIÓN EXISTENTE SIN TERRACERIA Q50

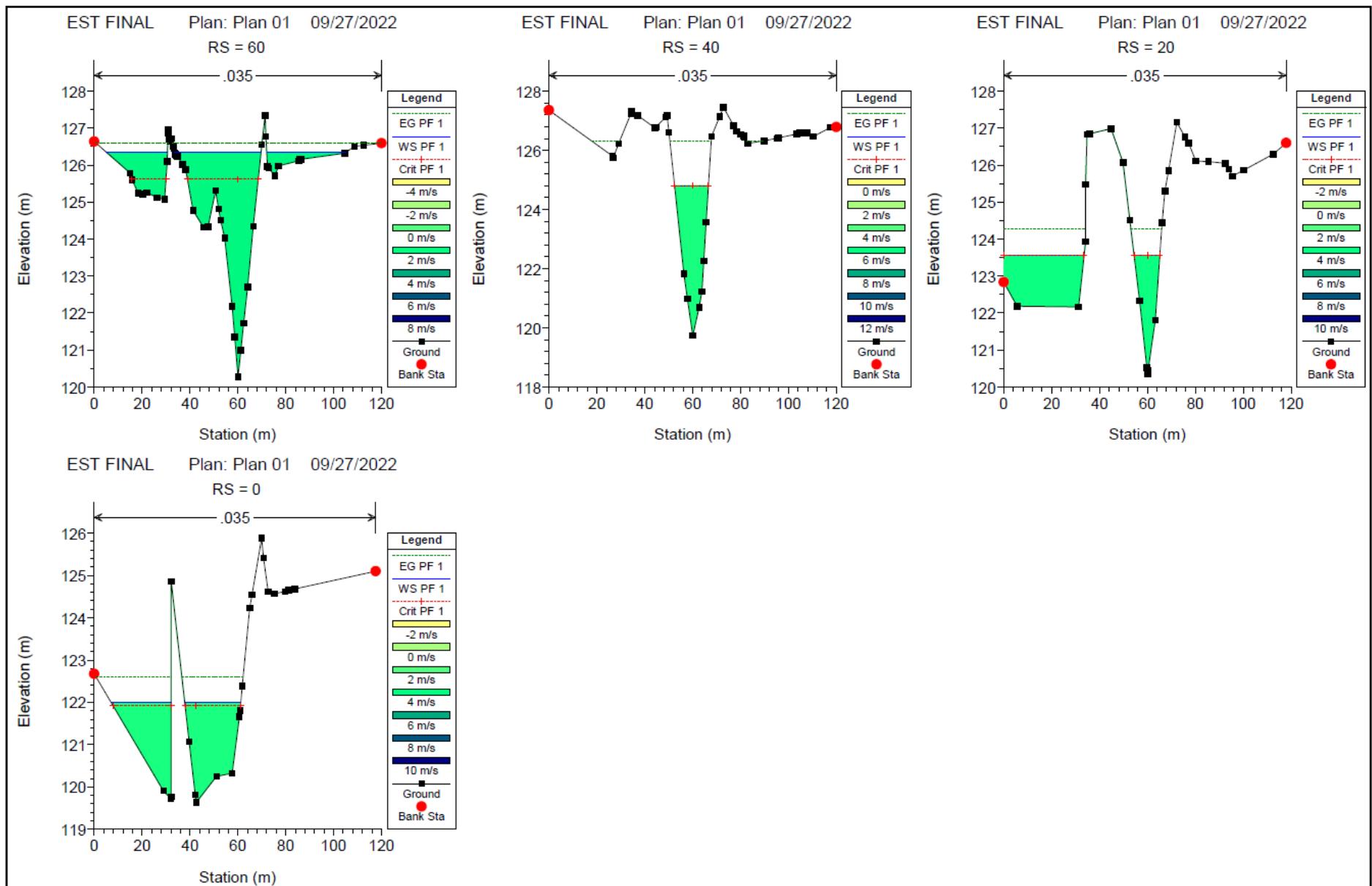


Figura 12 – SECCIONES CONDICIÓN EXISTENTE SIN TERRACERIA Q50

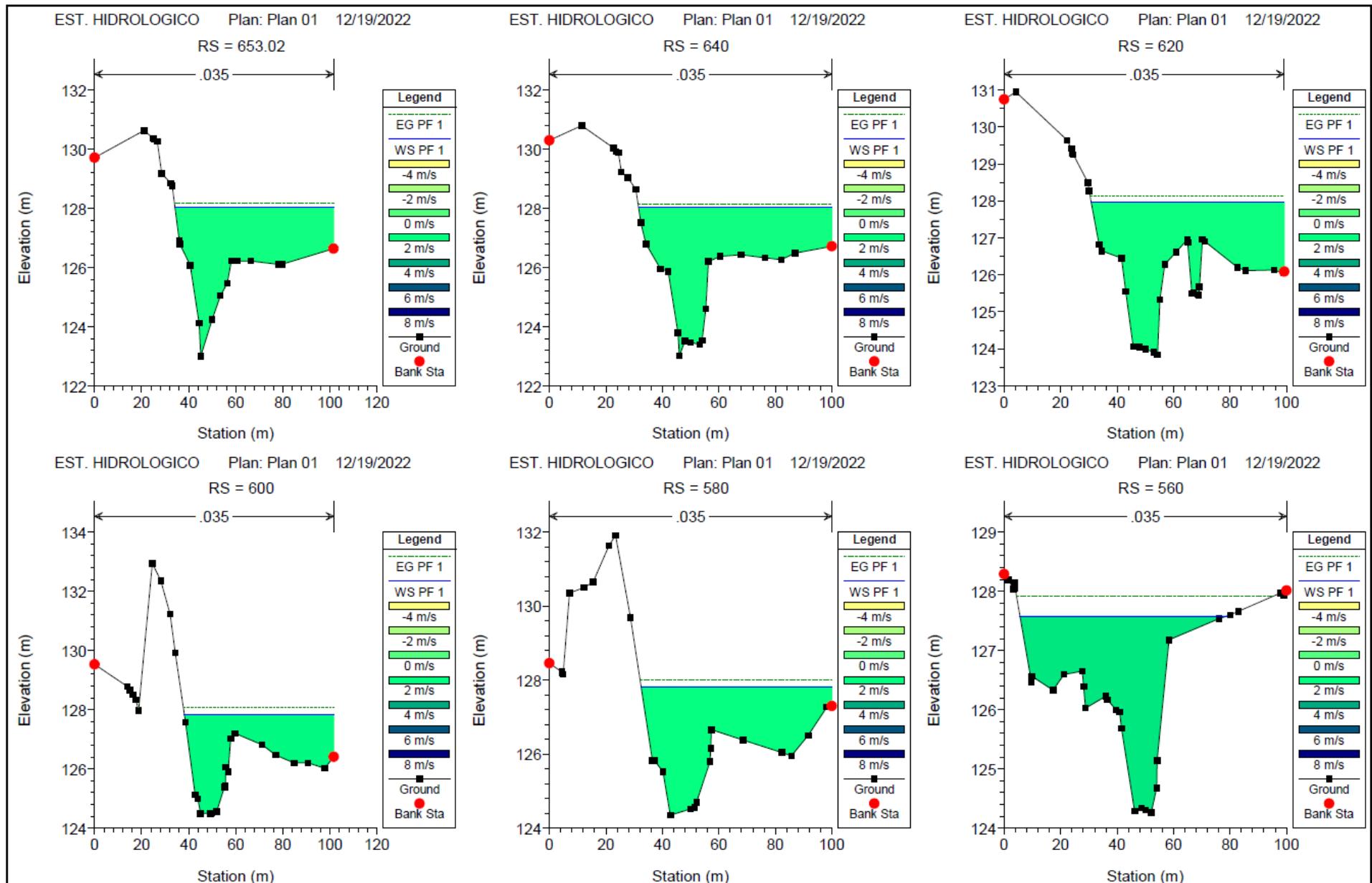


Figura 7 – SECCIONES CONDICIÓN EXISTENTE PARA Q50

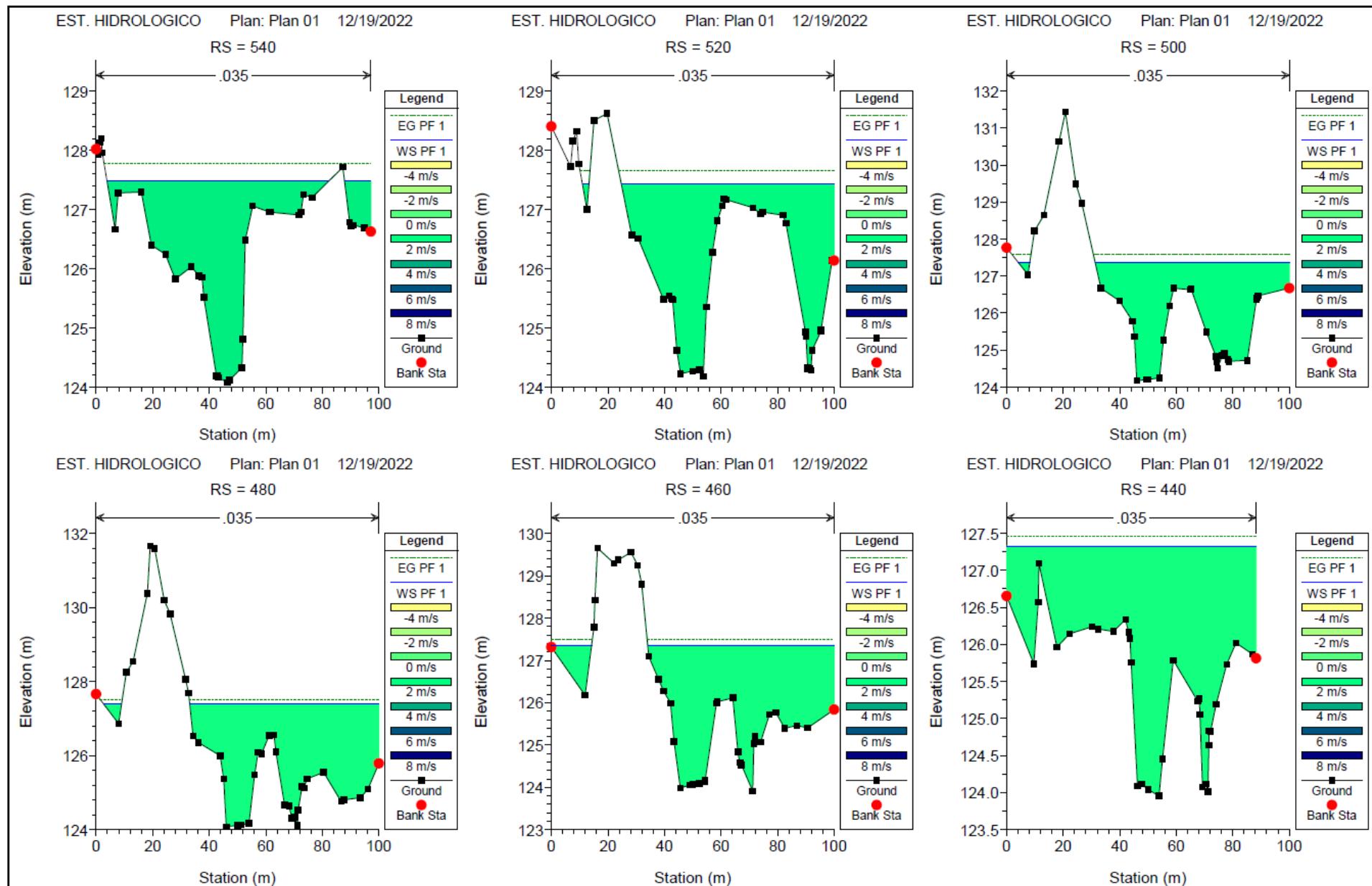


Figura 8 – SECCIONES CONDICIÓN EXISTENTE PARA Q50

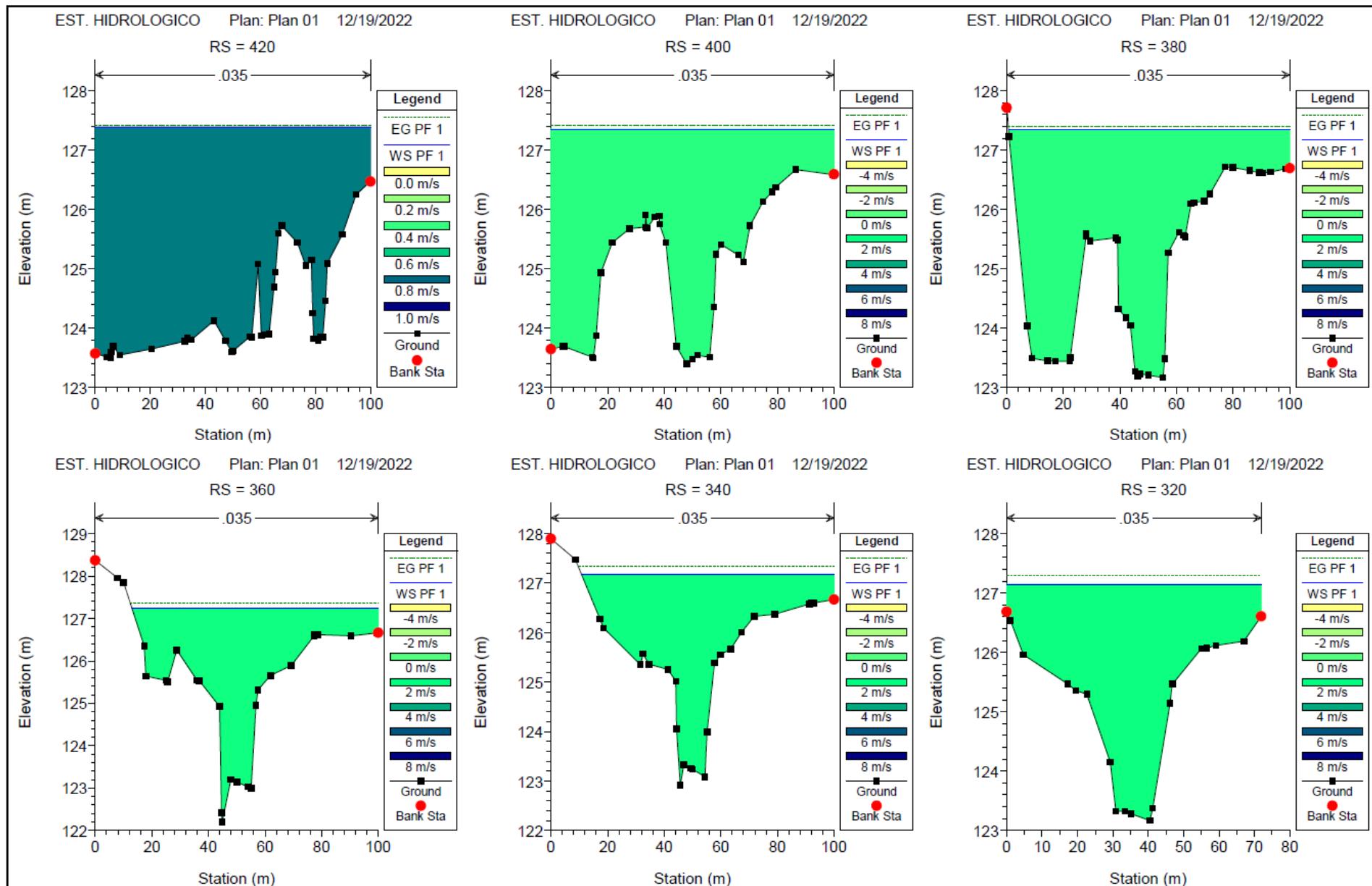


Figura 9 – SECCIONES CONDICIÓN EXISTENTE PARA Q50

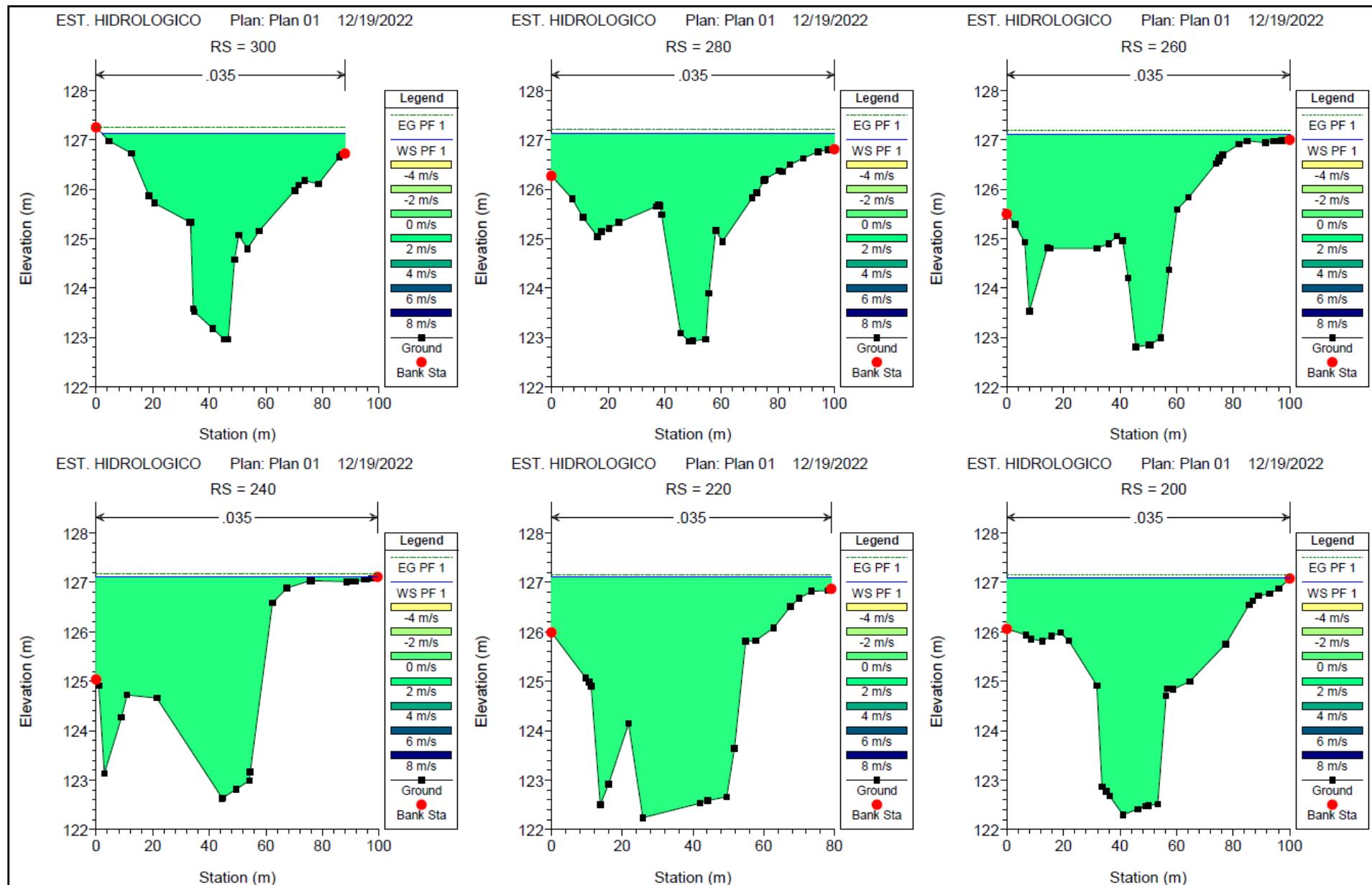


Figura 10 – SECCIONES CONDICIÓN EXISTENTE PARA Q50

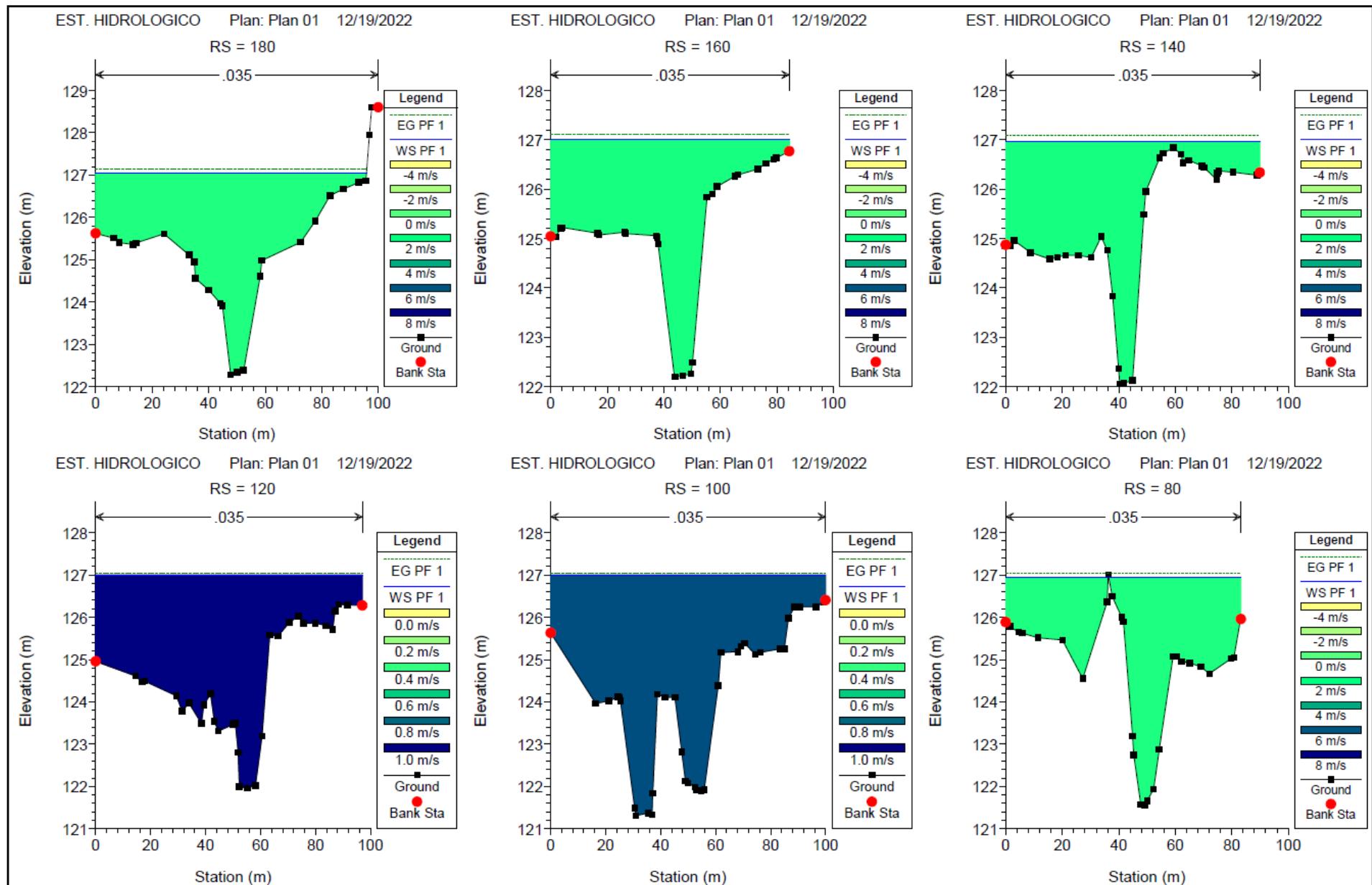


Figura 11 – SECCIONES CONDICIÓN EXISTENTE PARA Q50

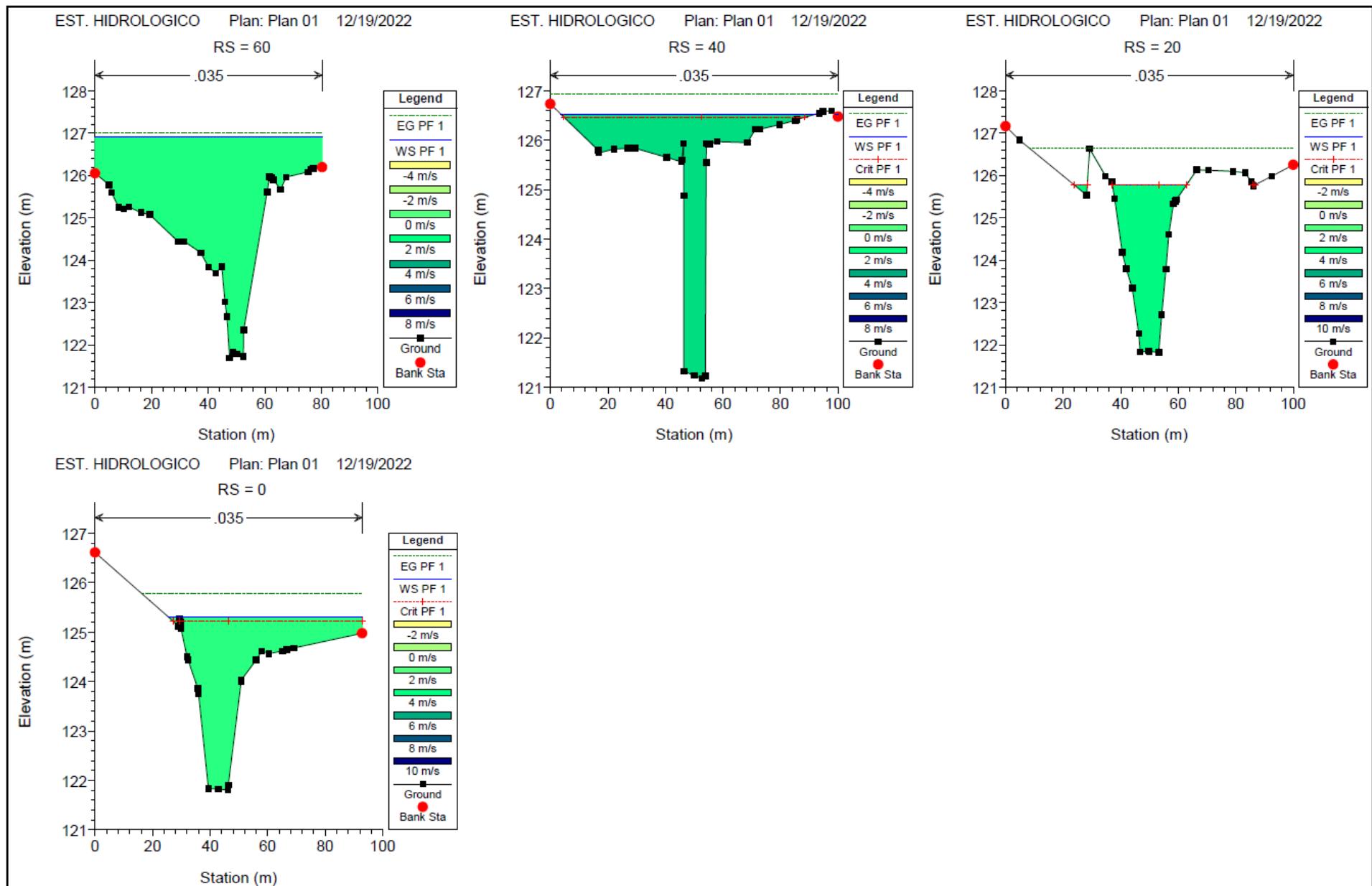


Figura 12 – SECCIONES CONDICIÓN EXISTENTE PARA Q50

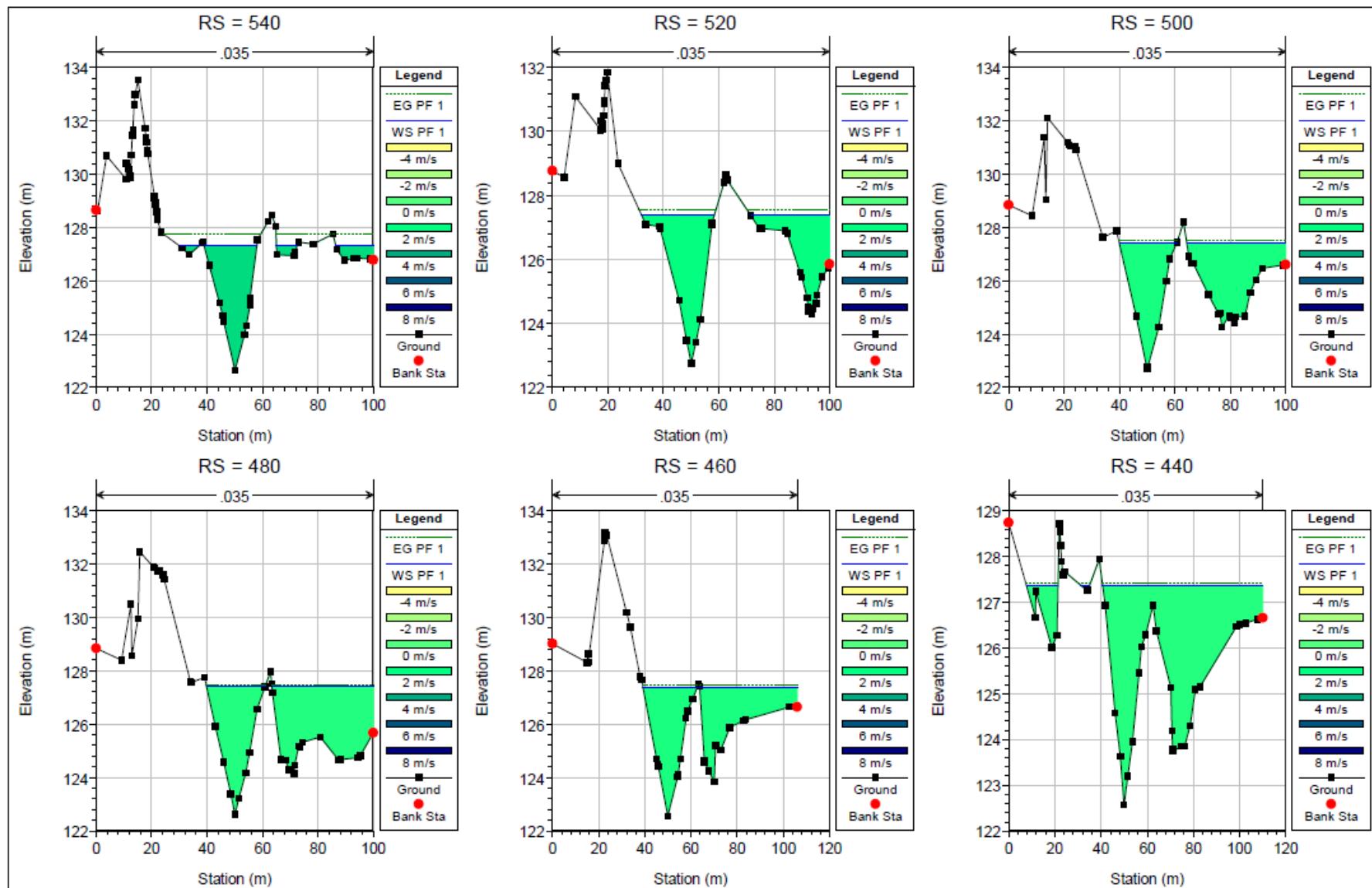


Figura 20 – SECCIONES CONDICIÓN EXISTENTE SIN TERRACERIA PARA Q10

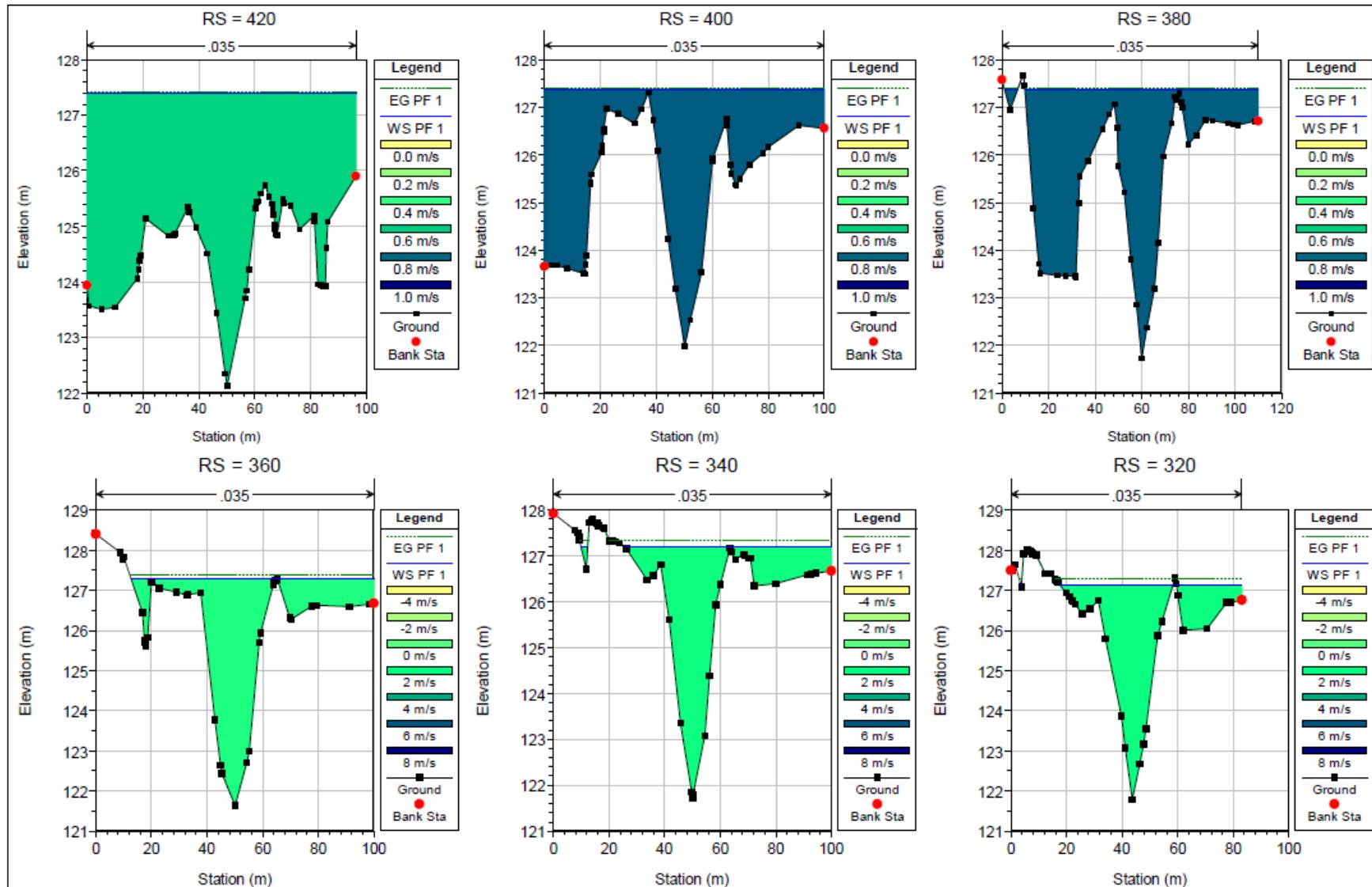


Figura 21 – SECCIONES CONDICIÓN EXISTENTE SIN TERRACERIA PARA Q10

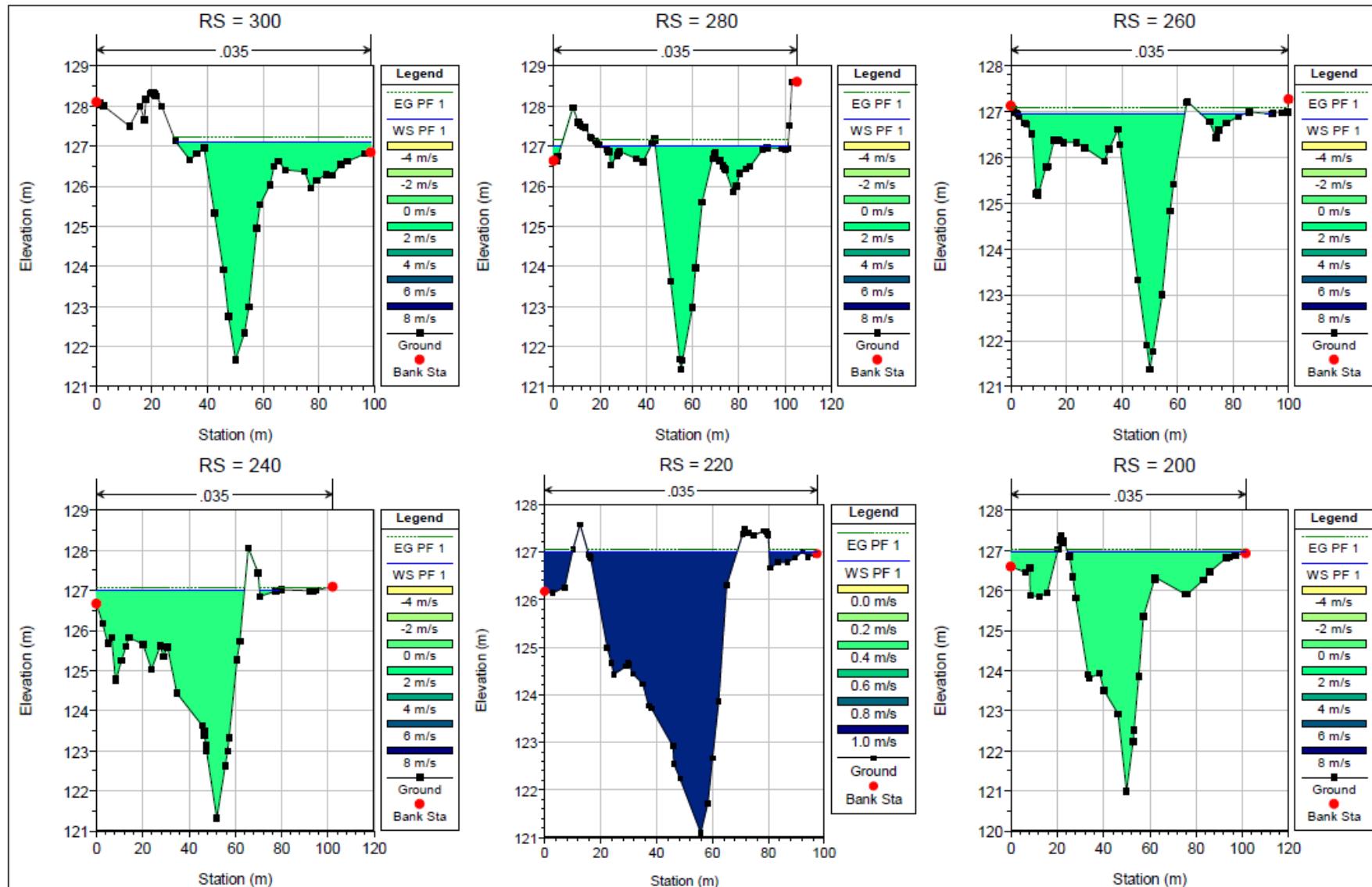


Figura 22 – SECCIONES CONDICIÓN EXISTENTE SIN TERRACERIA PARA Q10

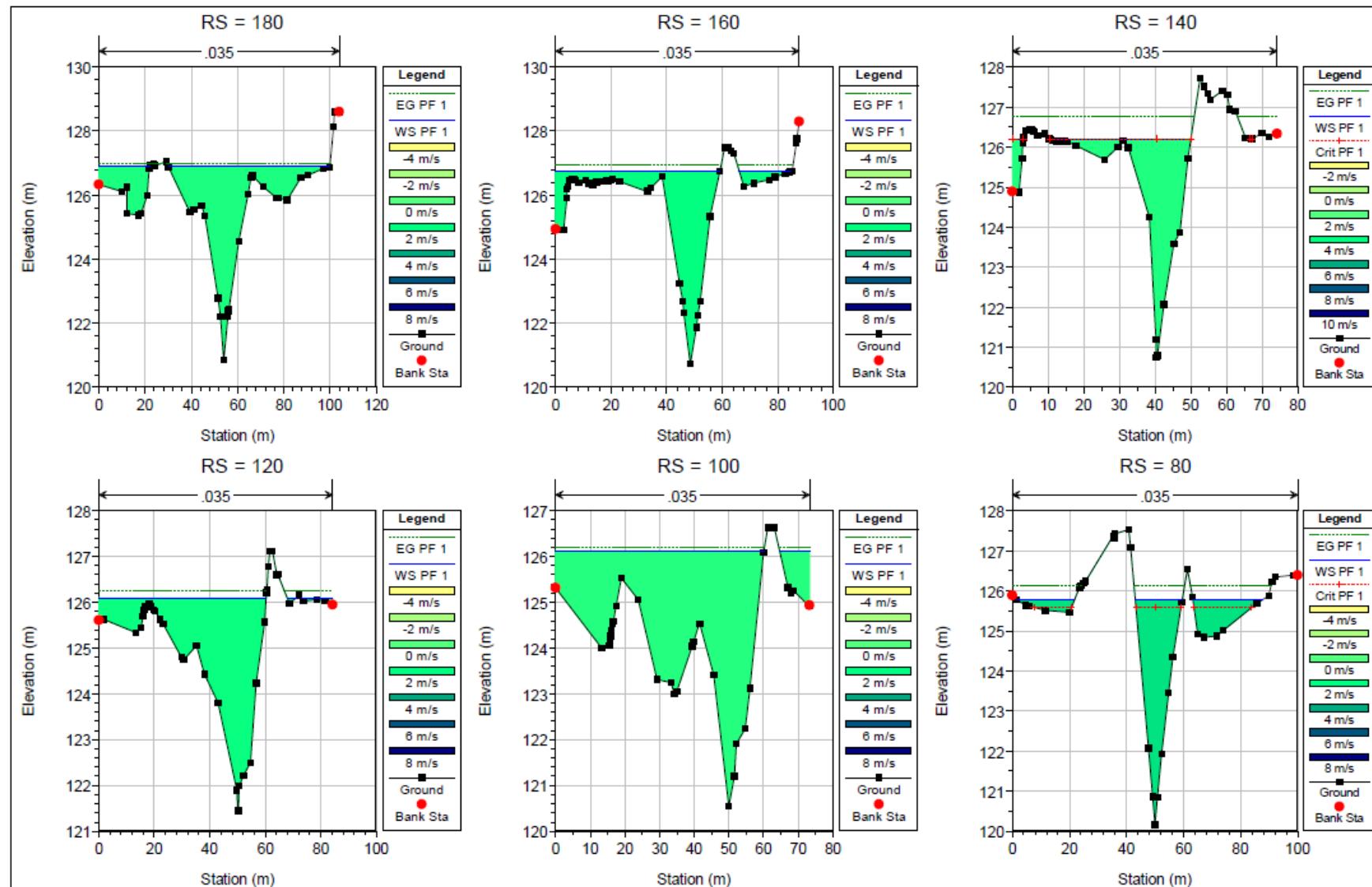


Figura 23 – SECCIONES CONDICIÓN EXISTENTE SIN TERRACERIA PARA Q10

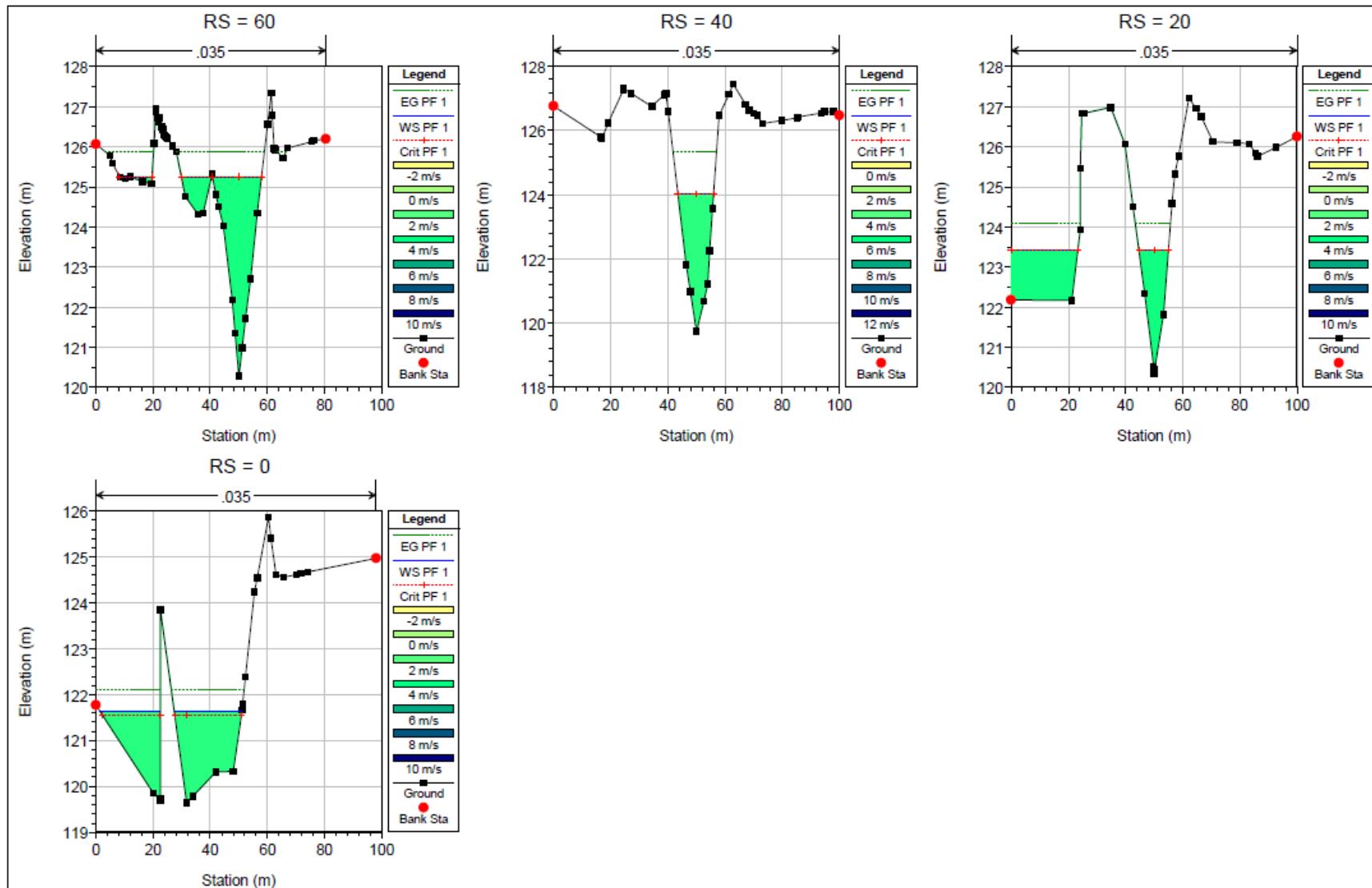


Figura 24 – SECCIONES CONDICIÓN EXISTENTE SIN TERRACERIA PARA Q10

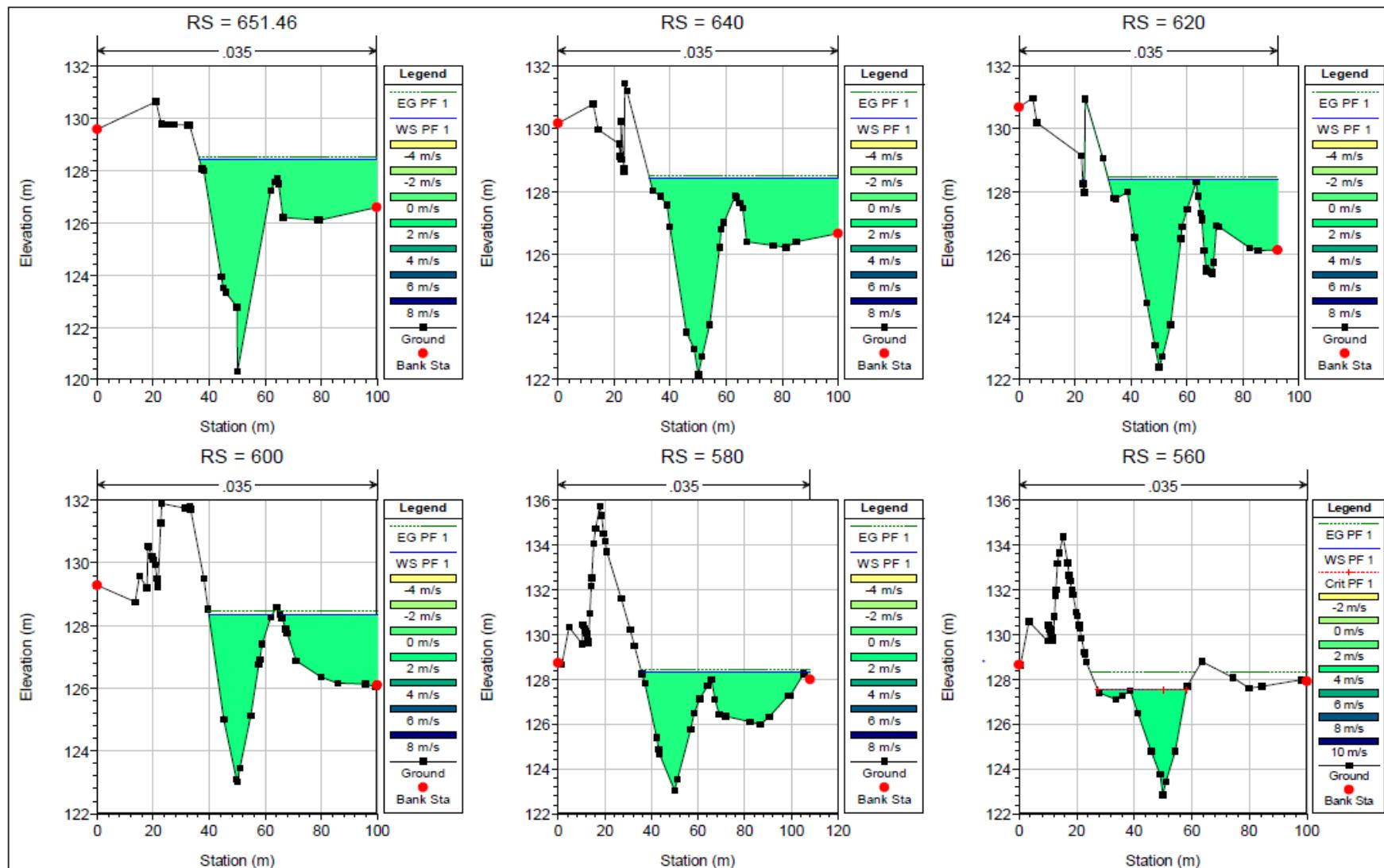


Figura 25 – SECCIONES CONDICIÓN EXISTENTE SIN TERRACERIA PARA Q20

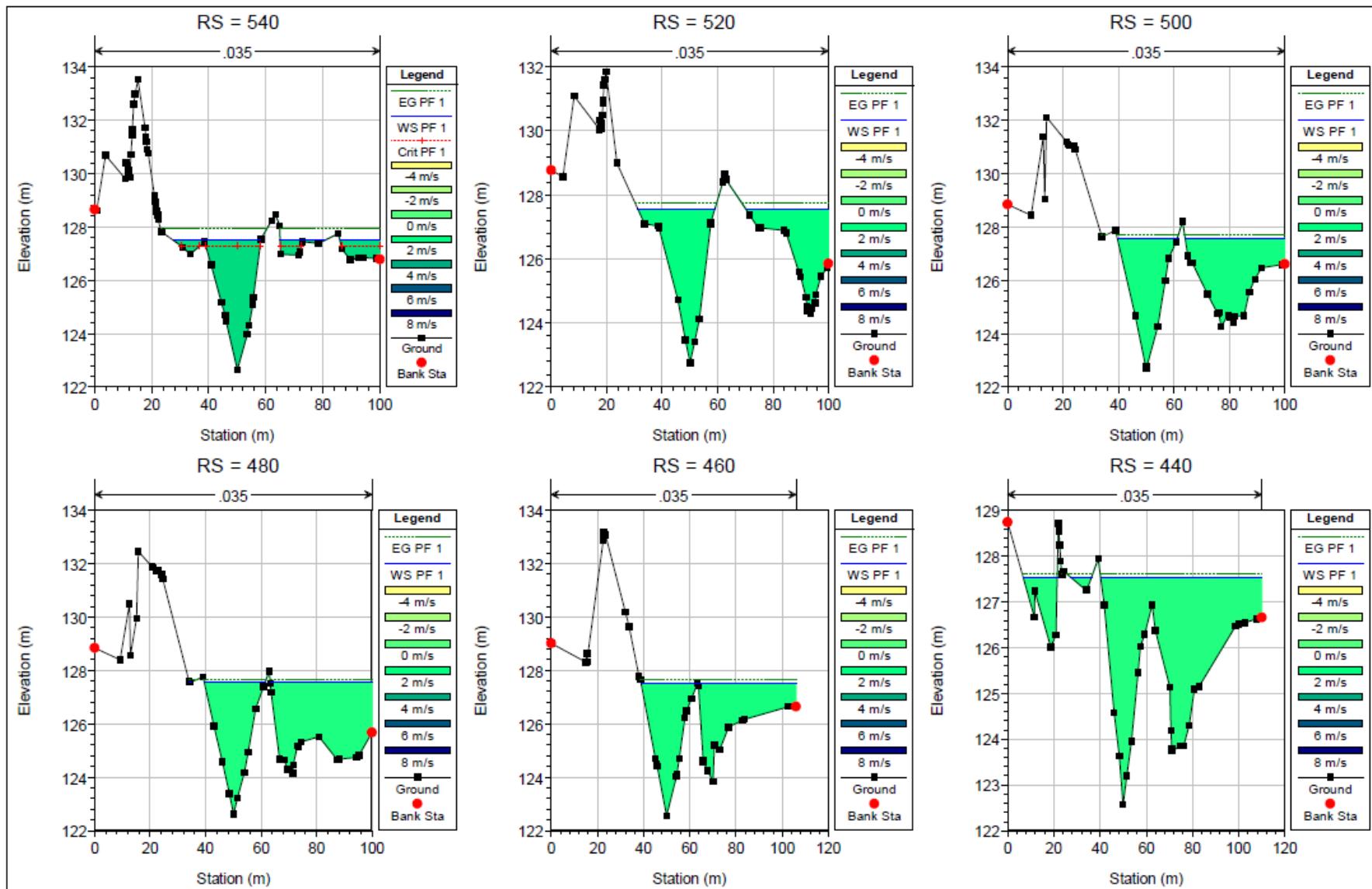


Figura 26 – SECCIONES CONDICIÓN EXISTENTE SIN TERRACERIA PARA Q20

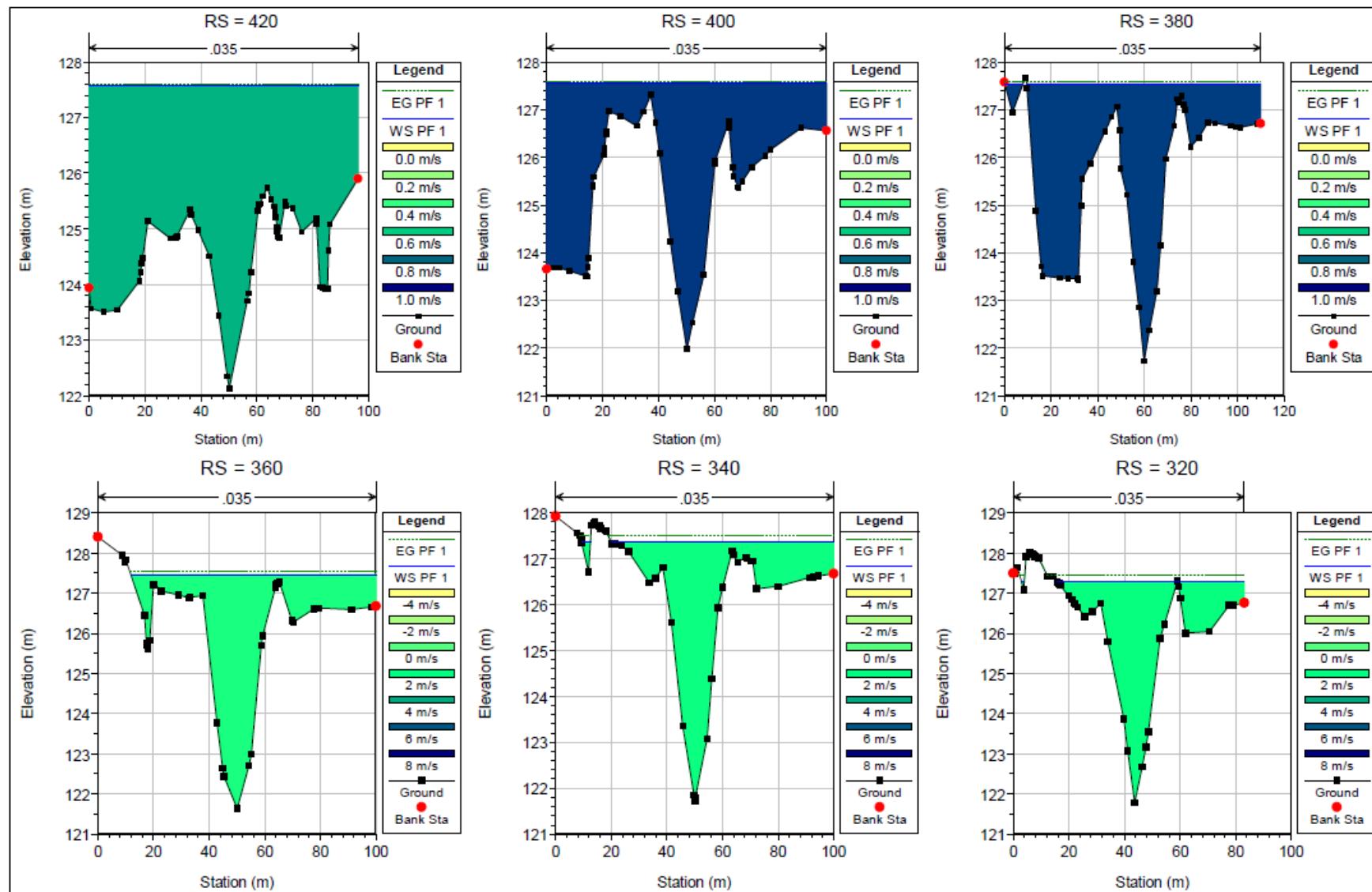


Figura 27 – SECCIONES CONDICIÓN EXISTENTE SIN TERRACERIA PARA Q20

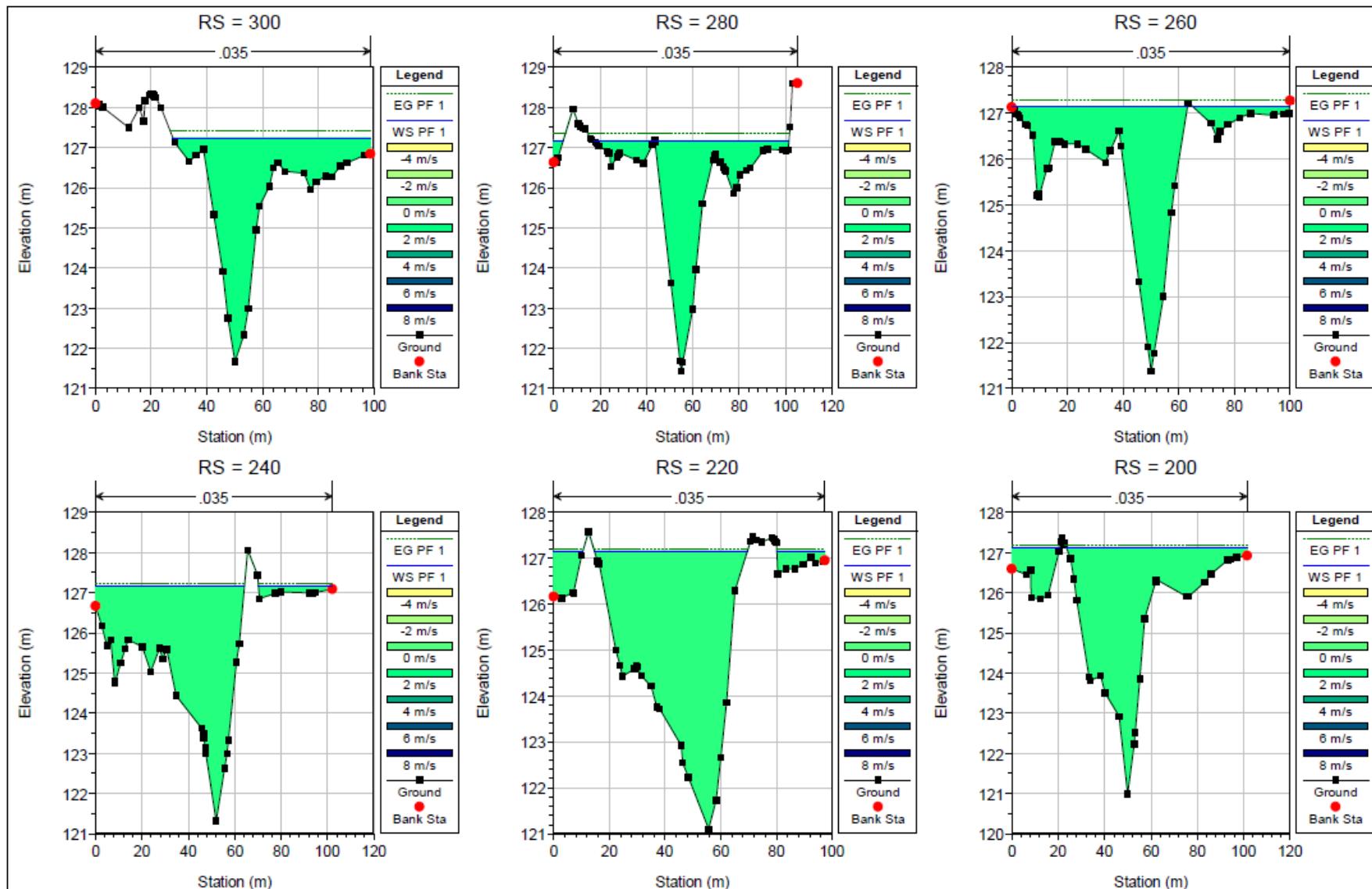


Figura 28 – SECCIONES CONDICIÓN EXISTENTE SIN TERRACERIA PARA Q20

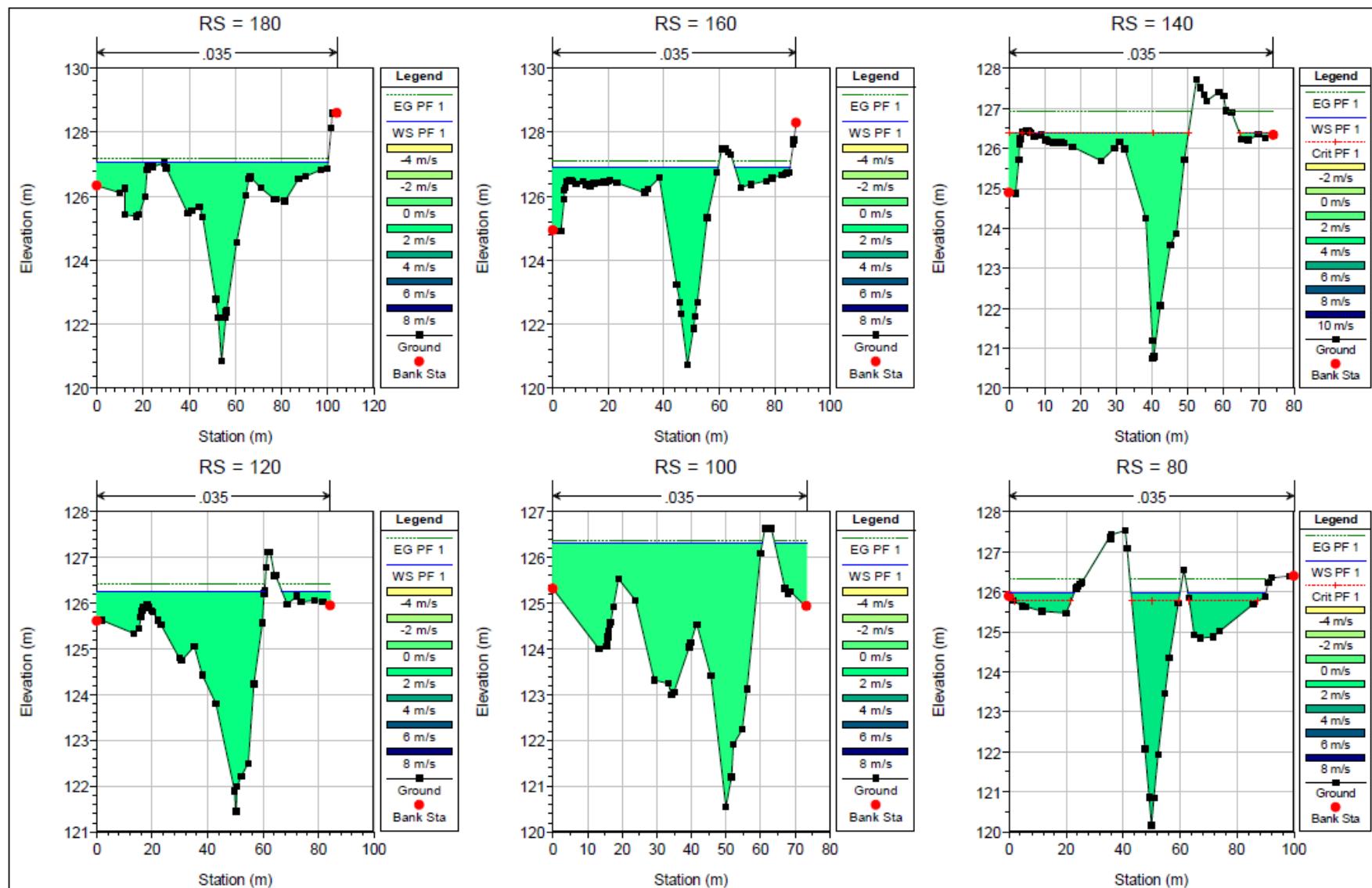


Figura 29 – SECCIONES CONDICIÓN EXISTENTE SIN TERRACERIA PARA Q20

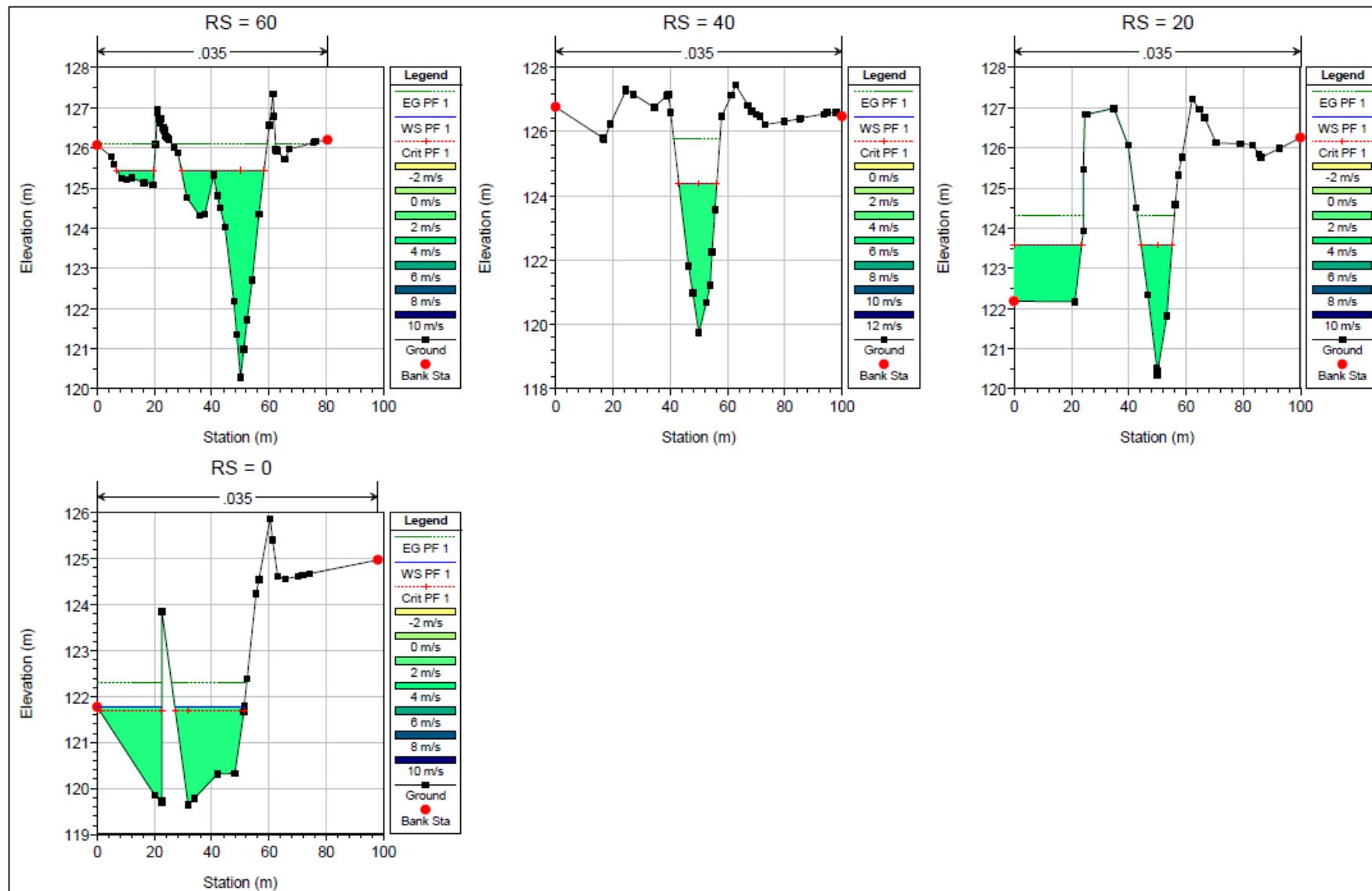


Figura 30 – SECCIONES CONDICIÓN EXISTENTE SIN TERRACERIA PARA Q20

Figura
11 –

3. Resultado de Análisis de Modulación

Con los resultados obtenidos, se procedió con la simulación del recorrido del cauce para un periodo de retorno de 1 en 50 años en dos condiciones: 1. con la condición de terreno natural actual y 2. con la condición contemplando el nivel de terracería segura propuesta y apropiado según manual de aprobación del MOP vigente, arriba del 1.50mts del N.A.M.E. De estos resultados es posible visualizar que en la simulación realizada comparando las dos condiciones, la terracería propuesta no causa una alteración significativamente de los niveles de la quebrada aguas abajo ni aguas arriba.

Se realizó también la simulación del recorrido del cauce para un periodo de retorno de 1 en 20 años y 1 en 10 años, según solicitado por el Ministerio de Ambiente para el diagnostico correspondiente. De los resultados es posible observar que la huella de inundación en estas simulaciones disminuye y no presenta alteraciones con respecto a la huella del proyecto propuesta.

4. Conclusiones y Recomendaciones Finales

1. Como conclusión más importante podemos corroborar que subir el nivel de terreno para el desarrollo de las canchas y del proyecto no afectara los niveles de inundación de la parte anterior al proyecto, debido a que la sección hidráulica sigue siendo la misma en la zona posterior al inicio de esta modificación.
2. El análisis muestra los niveles de aguas máximas esperadas en cada estación de los perfiles de la quebrada. Por lo anterior es necesario que cualquier desarrollo en ese sector sea evaluado bajo las condiciones de niveles mostrados, lo cual puede representar la necesidad de rellenos y terracerías a niveles apropiados a 1.50m como mínimo del nivel de agua máximo extraordinario para un periodo de retorno de 1 en 50 años.
3. El análisis muestra que la comparación entre los niveles del Q20 y Q10 demuestra que no hay mucha diferencia entre los NAME del proyecto y los rangos de inundación del mismo con respecto a la terracería propuesta.
4. El estudio Hidráulico e Hidrológico fue realizado tomando en cuenta niveles de topografía los cuales fueron modelados para determinar el Nivel de Aguas Máximas Esperados (N.A.M.E.), si estos niveles varían de acuerdo con lo modelado mediante el Hecras, es necesario realizar una nueva simulación con el objetivo de garantizar niveles seguros de terracerías y sistemas de protección para evitar inundaciones en las barriadas adyacentes.
5. El modelo HEC-RAS simula adecuadamente el tránsito del caudal de diseño correspondiente al periodo de retorno de 50 años con y sin proyecto.