



ANEJO Nº 10

DRENAJE Y BOMBEO



ÍNDICE

1. DRENAJE	1	APÉNDICES
1.1. Introducción	1	APÉNDICE Nº 1 ESQUEMA DE FLUJO
1.2. Drenaje del túnel	1	APÉNDICE Nº 2 COMPROBACIÓN HIDRÁULICA DE LA CANALETA
1.3. Drenaje en estaciones y reservas	2	APÉNDICE Nº 3 COMPROBACIÓN HIDRÁULICA DE COLECTORES
1.4. Cálculo de caudales punta	2	APÉNDICE Nº 4. COMPROBACIÓN HIDRÁULICA DEL TUBO DREN
1.4.1. Caudal de infiltración	2	APÉNDICE Nº 5. ADENDA “ESTUDIO HIDROLÓGICO-HIDRÁULICO DE LAS QUEBRADAS LOCALIZADAS EN LA ZONA DE COCHERAS, EN EL SECTOR DE QUITUMBE”
1.4.2. Cálculo hidrológico tramos con sección a cielo abierto	2	
1.4.3. Periodo de retorno	3	
1.4.4. Tiempo de aguacero	3	
1.4.5. Intensidad media	3	
1.4.6. Resultados	4	
1.5. Descripción de los dispositivos empleados	5	
1.6. Comprobación hidráulica de los dispositivos	6	
1.6.1. Canaleta central, colector y tubo dren	6	
2. POZOS DE BOMBEO DE PLUVIALES	6	
2.1. Dimensionamiento de los pozos	6	
2.2. Dimensionamiento del equipo de bombeo	8	
3. RESTITUCIÓN DE LOS CAUDALES BOMBEADOS	8	
4. JUSTIFICACION HIDRÁULICA DE LAS OBRAS DE REFUERZO PARA EL PASO DEL TÚNEL	9	
4.1. Colector del Río Grande en el P.K. 14+630	9	
4.2. Paso bajo el Machángara en el P.K. 16+250	11	
5. OBRAS DE FÁBRICA SOBRE QUEBRADA ORTEGA	13	
5.1. Introducción	13	
5.2. Situación actual	13	
5.3. Obras de fábrica proyectadas	16	
5.3.1. Obra de drenaje sobre quebrada Ortega	16	
5.3.2. Obra de drenaje sobre quebrada Ortega Pumapungo	18	
5.3.3. Marco sobre quebrada Ortega Pumapungo	19	

ANEJO Nº 10

DRENAJE Y BOMBEO

1. DRENAJE

1.1. Introducción

En este Anejo se recogen los condicionantes hidrológicos del anejo 05 de Climatología e Hidrología y se estudia el sistema de drenaje necesario para el diseño de ingeniería de la primera línea de metro de Quito, según el trazado propuesto en el presente Proyecto.

Cabe destacar que la hidrología superficial de la zona de estudio se verá prácticamente inalterada ya que todo el trazado discurre subterráneo exceptuando el cruce de la quebrada Ortega al comienzo de la traza.

El estudio específico de la quebrada Ortega se recoge en el epígrafe 4 del presente anejo.

Los aportes de agua a evacuar que se han tomado en consideración, son el caudal de infiltración (que se filtra a través de túneles y pantallas) y los caudales debidos a la entrada directa de lluvia por las rejillas y otros elementos superficiales abiertos, tal y como se indica en los epígrafes siguientes.

En función de los aportes de agua previstos se ha propuesto un sistema de drenaje que recoge el agua de las vías y andenes y la conduce hacia los diez (10) pozos de bombeo situados a lo largo del trazado, desde los que se impulsa para su incorporación a la red de alcantarillado existente.

En los siguientes apartados se describe el sistema de drenaje propuesto para el tramo de Metro objeto de estudio en el presente Proyecto.

Básicamente, el agua procedente de las infiltraciones y de la entrada directa de lluvia se recoge mediante una serie de canaletas superficiales y colectores que la conducen hacia los puntos de desagüe en los pozos de pluviales.

La disposición y características de los elementos de drenaje proyectados se pueden consultar en los planos 07 de Drenaje y Bombeo.

1.2. Drenaje del túnel

El sistema de drenaje en la sección en túnel consiste en una serie de canaletas superficiales moldeadas en el hormigón de la vía que recogen las infiltraciones y el agua que pueda verter

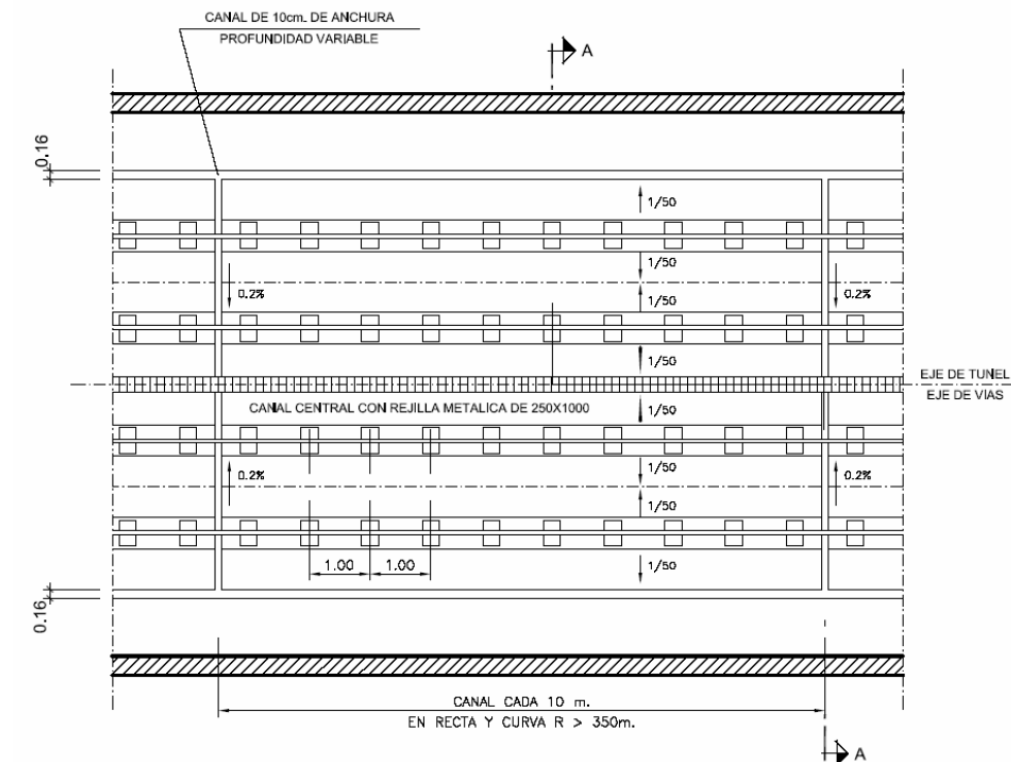
sobre la plataforma y la conducen hacia una canaleta central (dispuesta a lo largo del eje de la plataforma) que desagua en los pozos de bombeo de pluviales.

Se dispondrán unas canaletas laterales de tipo albañal de 15 cm de ancho en los bordes de la plataforma y una canaleta central de 200 mm de ancho a lo largo del eje de la plataforma, en el que se recogerá toda el agua de drenaje. La conexión entre los albañales y la canaleta central se realiza mediante unos canalillos transversales de 15 cm de anchura y profundidad variable que se disponen con una pendiente del 0,2%. La pendiente de las canaletas centrales y las laterales coincide con la pendiente de la rasante de la plataforma.

Todos los elementos de drenaje (albañales, canaleta central y canalillos transversales) se construirán in situ moldeando el hormigón de la capa superficial de la plataforma.

Para facilitar el flujo de agua hacia las canaletas se dotará a la plataforma de una pendiente de 1/50 transversal.

En cuanto a las secciones en curva, la única diferencia en el esquema general de drenaje anteriormente mencionado es que las pendientes transversales de la plataforma son las que resultan de la inclinación debida al peralte.



1.3. Drenaje en estaciones y reservas

El drenaje de plataforma de vías en las estaciones es básicamente igual al de la sección en túnel salvo que se formará una cuna en cada vía. Al ser la pendiente de la rasante del 0,0% en estos tramos, se dotará a los albañales y a las cunas de una pendiente longitudinal del 0,2% de forma que se cree un punto alto cada 5 m, en el punto medio entre dos canalillos transversales.

El desagüe se produce mediante los canalillos transversales que, dispuestos con una pendiente del 0,2%, conducen el agua transportada por albañales y cunas hacia la canaleta central cada 10 m.

La canaleta central se instalará con una pendiente del 0,5% y desaguará, cada 20 m mediante arquetas, a un colector central de hormigón de 400 mm de diámetro dispuesto con la pendiente del 0,5%.

Los caudales de infiltración se recogen en unas canaletas de mortero situadas en la cámara bufa a lo largo de la pantalla. Estas canaletas se colocarán en los distintos niveles de las estaciones y el caudal recogido descenderá hasta el nivel inferior mediante bajantes que pasan por los pasatubos que se dejan embebidos en losas y vigas. Estas bajantes se desaguan mediante tubos de polipropileno que se disponen embebidos en la losa de fondo, atravesando la cámara bajo andén, desde los bordes de la estación hasta su punto de desagüe en el colector central.

El drenaje de la superficie de la cámara bajo andén y de los fosos de los ascensores y de las escaleras mecánicas se realiza mediante sumideros, que se conectan también al colector central.

1.4. Cálculo de caudales punta

Los aportes de agua a evacuar que se deben de tomar en consideración son los derivados de la infiltración (a través de túneles y pantallas) y los caudales debidos a la entrada directa de lluvia por las rejillas y otros elementos superficiales abiertos o tramo que no estén subterráneos.

En función de estos aportes, se propone un sistema de drenaje que recoge el agua de las vías y andenes y la conduce hacia los pozos de bombeo situados a lo largo del trazado, desde donde se la impulsa para su incorporación a la red de alcantarillado.

Por tanto el agua que llega al a plataforma de las vías y de las estaciones tiene dos orígenes:

- Precipitación directa a través de los pozos de ventilación y las rejillas de ventilación/compensación de las estaciones.
- Agua infiltrada a través de los túneles y las pantallas.

1.4.1. Caudal de infiltración

El caudal de infiltración depende de las condiciones técnicas de impermeabilización, que dependen a su vez de la forma en que se ejecuten los túneles y las estaciones. Así, se esperan caudales mayores a través de las pantallas en la zona de estaciones y menores en los túneles.

Los valores de referencia usados son:

- 3 l/(s·km) para los tramos de túnel excavados en mina (ya sea por medios mecanizados o convencionales).
- 5 l/(s·km) para los tramos de túnel excavados entre pantallas

1.4.2. Cálculo hidrológico tramos con sección a cielo abierto

En el siguiente apartado se describen y justifican los parámetros tenidos en cuenta para el cálculo de los caudales en los tramos a cielo abierto como son, la plataforma de la playa de vías y cocheras (incluidos los viales) y el primer tramo del ramal de conexión entre las cocheras y el túnel.

A lo largo del trazado de la línea de metro, existe otro tramo con sección a cielo abierto. Se trata del viaducto (y sus trincheras) en el PK 10+800. Pero este tramo, aún siendo su sección a cielo abierto, se ha calculado según los criterios de diseño del túnel, para poder dar continuidad a los caudales.

La metodología seguida para el cálculo de los caudales en estas zonas con sección a cielo abierto, ha sido el Método racional mejorado y generalizado por J.R. Témez Peláez.

La fórmula que resume las aportaciones de J.R. Témez tiene la siguiente expresión:

$$Q = \frac{C \times I \times A}{3,6} \times K$$

donde:

- Q = Caudal punta (m³/s) en el punto de desagüe correspondiente a un período de retorno dado
- C = Coeficiente medio de escorrentía.
- I = Intensidad media (mm/h) de lluvia correspondiente al periodo de retorno considerado y a un intervalo igual al tiempo de concentración.
- A = Superficie de la cuenca de aportación (km²).
- K: = Coeficiente de uniformidad.

A continuación se expone cada una de las variables que intervienen en la formulación, para el cálculo del caudal:

- Coeficiente de escorrentía:

$C = 1$ en áreas pavimentadas (zona asfaltada de la playa de vías y cocheras y viales)

$C = 0.65$ en áreas no pavimentadas (zona de la playa de vías y el tramo de ramal con sección en balasto)

- Intensidad de lluvia: se considera como criterio de cálculo, el periodo de retorno de 50 años y un tiempo de concentración de 5 minutos. Según los datos de los estudios disponibles, se adopta un valor de 143,90 mm/h, como valor de intensidad de cálculo, para un periodo de retorno de 50 años y un tiempo de concentración de 5 min.

- Superficie de las cuencas de aportación: las cuencas de aportación que generan los caudales se definen como el área vertiente a cada tramo de elemento de drenaje longitudinal definido. De esta manera se distinguen las siguientes aportaciones:

- Tramo de ramal de conexión con sección en balasto: la superficie vertiente queda definida por el ancho de la plataforma y la longitud del tramo. Un tubo dren recogerá el caudal generado, en cada margen de la sección.

- Zona playa de vías: la superficie vertiente queda definida por el área comprendida entre cada dos vías. Un tubo dren o canaleta recogerá el caudal generado. El caudal de escorrentía de las áreas de explanación colindantes a la playa de vías ser recogerá mediante cunetas.

- Zona asfaltada de la plataforma: pozos sumideros recogen la escorrentía de la zona asfaltada de la plataforma. El caudal se recoge en cada sumidero y se conduce mediante un colector hasta el punto de vertido.

- Explanada y taludes: la superficie vertiente queda definida por el área sin pavimentar, por la propia superficie de los taludes y por el área de terreno adyacente que vierte la escorrentía hacia el talud.

- Viales: la superficie vertiente queda definida por el ancho del vial, el peralte de la sección y la longitud del tramo. Una cuneta recogerá el caudal generado, en cada margen de la sección.

- Coeficiente de uniformidad: este coeficiente fue introducido como mejora del Método Racional, corrigiendo el supuesto reparto uniforme de la escorrentía dentro del intervalo de duración (Tiempo de concentración). Puesto que las cuencas de estudio, se trata de pequeñas cuencas de drenaje longitudinal, el valor de este coeficiente toma el valor $K=1$.

1.4.3. Periodo de retorno

Se adopta para el cálculo de estos caudales un periodo de retorno de 50 años

1.4.4. Tiempo de aguacero

Se ha adoptado para el diseño de la red de drenaje del túnel en línea un tiempo de aguacero de 4 horas que responde a la estimación de un tiempo máximo de corte de energía y para las zonas abiertas un tiempo de 5 minutos.

1.4.5. Intensidad media

Según los datos de los estudios disponibles, se adopta un valor de 143,90 mm/h, como valor de intensidad de cálculo, para un periodo de retorno de 50 años y un tiempo de concentración de 5 min y un valor de intensidad de 10,41 mm/h para 4 horas y 50 años.

1.4.6. Resultados

En base a las diferentes variables desarrolladas en los epígrafes anteriores y metodología descrita, se calculan los aportes puntuales a la red.

En las tablas siguientes se recogen los valores obtenidos.

Entrada directa de pluviales por estaciones		Área (m ²)	Q (l/s)	Q _{TOTAL} (l/s)
E1. Estación Quitumbe	Pozo de Compensación 1	14,93	0,086	0,975
	Pozo de Compensación 2	15,18	0,088	
	Acceso	135,00	0,781	
	Pozo de Ventilación 1	1,76	0,010	
	Pozo de Ventilación 2	1,76	0,010	
E2. Estación Morán Valverde	Pozo de Compensación 1	14,10	0,082	0,921
	Pozo de Compensación 2	14,10	0,082	
	Acceso 1	28,29	0,164	
	Acceso 2	28,29	0,164	
	Acceso 3	28,29	0,164	
	Pozo de Acceso Trafos	9,00	0,052	
	Pozo de Ventilación 1	9,00	0,052	
	Pozo de Ventilación 2	10,32	0,060	
	Pozo de Ventilación 3	7,59	0,044	
E3. Estación Solanda	Pozo de Compensación 1	13,50	0,078	0,45
	Pozo de Ventilación	9,90	0,057	
	Pozo de Ventilación	9,90	0,057	
	Pozo de Compensación 2	13,50	0,078	
	Pozo de Ventilación	8,10	0,047	
	Pozo de Ventilación	13,50	0,078	
	Acceso Subestación	9,00	0,052	
E4. Estación El Calzado	Pozo de Compensación 1 y	29,00	0,168	0,34

Entrada directa de pluviales por estaciones		Área (m ²)	Q (l/s)	Q _{TOTAL} (l/s)
	Salida de emergencia	20,17	0,117	
	Pozo de Ventilación 1 y 2	9,45	0,055	
E5. Estación El Recreo	Pozo de Compensación 1 y	27,00	0,156	0,37
	Pozo de Ventilación	9,90	0,057	
	Pozo de Ventilación	8,32	0,048	
	Pozo de acceso equipos	9,00	0,052	
	Salida de emergencia	9,45	0,055	
E6. Estación La Magdalena	Pozo de Compensación 1 y	27,00	0,156	0,38
	Pozo de Ventilación	20,81	0,120	
	Pozo de Ventilación	8,10	0,047	
	Pozo de acceso equipos	9,00	0,052	
E7. Estación San Francisco	Pozo de Compensación 1 y	27,00	0,156	0,37
	Pozo de Ventilación 1 y 2	19,80	0,115	
	Intercambiador	17,10	0,099	
E9. El Ejido	Pozo de Compensación 1	14,88	0,086	0,285
	Pozo de Compensación 2	14,04	0,081	
	Pozo de Inmisión 1	10,16	0,059	
	Pozo de Inmisión 2	10,16	0,059	
E10. Estación Universidad Central	Pozo de Compensación 1	15,08	0,087	0,415
	Pozo de Compensación 2	14,22	0,082	
	Acceso Trafos	9,00	0,052	
	Ventilación subestación 1	8,10	0,047	
	Ventilación subestación 2	23,44	0,136	
	Salida de Emergencia	1,87	0,011	
E11. La Pradera	Pozo de Compensación 1	14,01	0,081	0,283
	Pozo de Compensación 2	13,90	0,080	
	Salida de Emergencia	1,87	0,011	
	Ventilación subestación	19,13	0,111	
E12. Estación La Carolina	Pozo de Compensación 1	14,08	0,081	0,372

Entrada directa de pluviales por estaciones		Área (m ²)	Q (l/s)	Q _{TOTAL} (l/s)
	Pozo de Compensación 2	14,00	0,081	
	Acceso Trafos	9,00	0,052	
	Ventilación subestación	8,10	0,047	
	Salida de Emergencia	1,87	0,011	
	Pozo de Inmisión	17,27	0,100	
E13. Estación Iñaquito	Pozo de Compensación 1	13,750	0,080	
	Pozo de Compensación 2	13,750	0,080	0,270
	Salida de Emergencia	1,870	0,011	
	Ventilación subestación	17,280	0,100	
E14. Estación Jipijapa	Pozo de Compensación 1	14,790	0,086	
	Pozo de Compensación 2	14,790	0,086	0,391
	Salida de Emergencia	1,870	0,011	
	Ventilación subestación	8,100	0,047	
	Acceso Trafos	9,000	0,052	
	Pozo de Inmisión	19,130	0,111	
E15. Estación El Labrador	Pozo de Compensación 1	14,00	0,081	
	Pozo de Compensación 2	14,20	0,082	0,402
	Pozo de Inmisión	22,40	0,130	
	Ventilación subestación	8,10	0,047	
	Acceso Trafos	9,00	0,052	
	Salida de Emergencia	1,87	0,011	

1.5. Descripción de los dispositivos empleados

Los elementos empleados en el túnel de línea y estaciones son los siguientes:

- Canaleta central de 200 x 400 mm con rejilla metálica de 250 x 500: a lo largo de toda la línea
- Arqueta para paso y registro de colector de 0,80 x 0,80 m de medidas interiores y altura variable, situadas cada 20 m o 50 m según estemos es estación o en túnel de línea.
- Colector de hormigón centrifugado de 400 mm, diseñados desde el comienzo de las estaciones, reservas y salidas de emergencia hasta los pozos de bombeo de pluviales o hasta conexión con canaleta central.
- Albañales de 15 cm en los bordes de la superestructura a lo largo de toda la línea.
- Canales transversales cada 10 m, de 15 cm de ancho, con 0,2% de pendiente hacia el colector central (en curva con la pendiente del peralte), en toda la línea y estaciones.
- Colector de polipropileno de diámetro variable en estaciones para recoger el agua bajo andenes y en las secciones de conexión de las salidas de emergencia con el canal central.

En la zona de talleres / cocheras se emplean los siguientes elementos de drenaje:

- En la zona de playa de vías con sección en balasto, se coloca un dren ranurado de PVC de diámetro variable, mínimo 200 mm.
- En la zona de playa de vías con sección de vía en placa, se coloca una canaleta embebida en la propia vía, cerrada mediante una rejilla. El ancho de la canaleta es de 0.20 m y profundidad variable para formación de pendiente.
- Dren Colector: se trata de la combinación de la zanja con el tubo dren ranurado y debajo un colector de hormigón armado de diámetro variable, que recoge el caudal de tubo dren
- Colectores de hormigón de sección variable, que recogen el caudal de los tramos de tubo dren y lo conducen hasta el punto de desagüe.
- Arqueta de registro dren de 0,50 x 0,50 m de medidas interiores y altura variable.
- Arqueta para paso y registro de colector de 0,80 x 0,80 m de medidas interiores y altura variable.
- Pozo sumidero con rejilla de 0,80 x 0,80 m de medidas interiores y altura variable.

- Cuneta de sección triangular simétrica (revestida o no revestida), de taludes 1H/1V y calado variable (mínimo 0.10 m y máximo 0.65 m) para formación de pendiente, con un revestimiento de 12 cm de hormigón en masa.

1.6. Comprobación hidráulica de los dispositivos

1.6.1. Canaleta central, colector y tubo dren

El funcionamiento hidráulico se realiza aplicando la ecuación de continuidad de Manning.

$$Q = S \cdot V = S \cdot \frac{R_H^{2/3} \cdot i^{1/2}}{n}$$

Siendo:

- Q = Caudal de avenida a desaguar por el dispositivo (m³/s)
- S = Sección hidráulica (m²)
- V = Velocidad media de la corriente (m/s)
- RH = Radio hidráulico de la sección (m)
- i = Pendiente del dispositivo (m/m)
- n = Coeficiente de rugosidad de Manning

Toda el agua procedente de infiltraciones y de la entrada directa de lluvia se recoge y se conduce hacia esta canaleta hasta su desagüe en los pozos de bombeo. En los tramos con pendiente nula de la rasante, se dispondrá un colector con una pendiente del 0,5%, mientras que en los túneles tendrá la misma pendiente que la rasante.

Se propone una canaleta que sea de hormigón de 0,20m de ancho y una profundidad de 0,40m, no aconsejando rebasar más de 0,60m de profundidad por motivos de mantenimiento.

El coeficiente de Manning para la comprobación hidráulica para el hormigón se estima en 0,015 y 0,011 para el tubo dren de PVC.

La canaleta central de las estaciones desaguará, cada 20 m mediante arquetas, a un colector central de hormigón de 400 mm de diámetro mínimo, dotándole de una pendiente favorable, hasta el pozo en el que desagüe.

Este colector y el tubo dren se dimensionan para un funcionamiento en lámina libre y un grado de llenado inferior al 80% aplicando la ecuación de continuidad de Manning anteriormente citada.

Las comprobaciones hidráulicas de los diferentes elementos, se recogen en los apéndices del presente anejo.

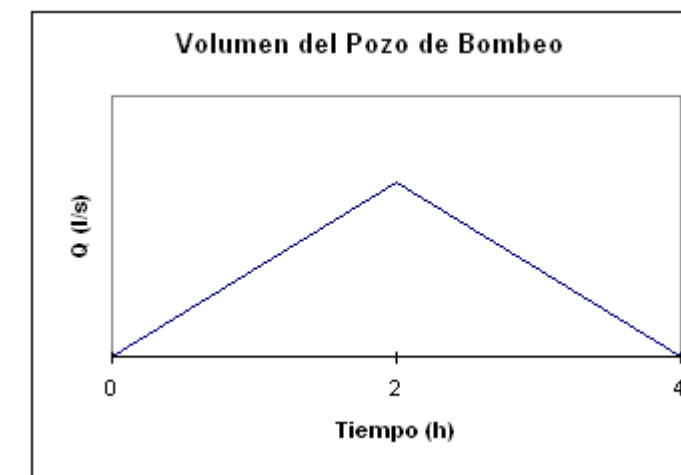
2. POZOS DE BOMBEO DE PLUVIALES

Con objeto de evacuar el agua recogida a lo largo de los túneles y de las estaciones se prevé la instalación de pozos de bombeo de aguas pluviales.

Los pozos se dimensionan para contener un volumen de agua correspondiente al máximo aforo durante un intervalo de 4 horas, duración estimada de un corte de energía. Con el fin de prever cortes de energía durante ese periodo de tiempo, las bombas tendrán una capacidad de bombeo suficiente como para impulsar el doble del caudal normal esperado.

2.1. Dimensionamiento de los pozos

El volumen mínimo requerido por los pozos se asimila a un hidrograma triangular en el que el caudal punta Q es el doble del caudal de aportación y la duración del evento es de 4 horas. Este volumen se corresponde con el área del triángulo representado en la siguiente figura:



El volumen mínimo se calcula, por tanto, según la siguiente expresión:

$$V_{\text{pozo}} = \frac{Q_p \cdot 4}{2} \cdot 3600 = Q_p \cdot 7200 \text{ (l)} = Q_p \cdot 7.2 \text{ (m}^3\text{)}$$

Siendo Q_p es el caudal de aportación.

Este parámetro, el caudal de aportación Q_p, se calcula como la suma de las aportaciones de agua a los pozos por infiltración y por entrada directa como se describe en el punto anterior.

Los pozos de bombeo se diseñan de tal forma que el volumen final considerado pueda ser almacenado en el espacio que queda por debajo de la cota de rasante de la tubería de entrega, de esta forma se garantiza el drenaje por gravedad de toda el agua recogida.

En el siguiente cuadro se recogen el valor total de las distintas aportaciones y el caudal final que llegan a cada pozo, así como el volumen mínimo requerido según el hidrograma triangular y el volumen final considerado (se ha adoptado como resguardo un volumen extra del 10% del total):

50 AÑOS 4 HORAS						
Pk	Observaciones	Q pluv (l/s)	Q acumul (l/s)	Q bombeo (l/s)	Vol min aljibe (m3)	10% Vol aljibe (m3)
10+000,00	10+140,77	QUITUMBE	0,975			
11+390,00		SALIDA EMERGENCIA 1	0,071			
11+920,35	12+106,76	MORÁN VALVERDE	0,921			
11+960,00		POZO BOMBEO 1		8,57	17,14	61,70
12+620,00		SALIDA EMERGENCIA 2	0,071			
13+020,00		POZO VENTILACION 1	0,451			
13+680,00		SALIDA EMERGENCIA 3	0,451			
14+128,48	14+243,48	LA SOLANDA	0,447			
14+250,00		POZO BOMBEO 2	0,451	8,57	17,34	61,70
14+660,00		POZO VENTILACION 2	0,451			
15+184,84	15+299,84	EL CALZADO	0,260			
16+030,00		POZO VENTILACION 3	0,451			
			16+190			
16+220,00		SALIDA EMERGENCIA 4/ POZO BOMBEO 3	0,451	10,22	20,45	73,62
16+837,30	16+952,30	EL RECREO	0,451			
17+470,00		POZO VENTILACION 4	0,451			
18+080,00		SALIDA EMERGENCIA 5	0,451			
			18+450			
18+500,00		POZO BOMBEO 4	0,451	12,15	24,54	88,34
18+701,68	18+816,68	LA MAGDALENA	0,378			
19+190,00		SALIDA EMERGENCIA 6	0,451			
20+000,00		POZO VENTILACION 5 (reserva 4)	0,451			
20+860,00		SALIDA EMERGENCIA 7	0,451			
21+398,85	21+530,85	SAN FRANCISCO	0,369			
21+285,00		POZO BOMBEO 5		5,98	11,96	43,05
						47,36

50 AÑOS 4 HORAS						
Pk	Observaciones	Q pluv (l/s)	Q acumul (l/s)	Q bombeo (l/s)	Vol min aljibe (m3)	10% Vol aljibe (m3)
22+300,00	SALIDA EMERGENCIA 8	0,451				
		22+270				
022+300,00	POZO BOMBEO 6		7,63	15,25	54,90	60,39
22+720,000	POZO VENTILACION 6	0,451				
23+340,58	23+445,58	LA ALAMEDA	0,451			
23+840,00		POZO VENTILACION 7	0,190			
24+202,89	24+408,89	EL EJIDO	0,285			
24+210,00		POZO BOMBEO 7		8,51	17,01	61,24
25+000,00		POZO VENTILACION 8	0,190			
24+456,25	25+589,19	UNIVERSIDAD CENTRAL	0,415			
26+290,00		POZO VENTILACION 9	0,190			
26+631,16	26+771,66	LA PRADERA	0,283			
27+140,00		POZO VENTILACION 10	0,190			
27+559,46	27+699,01	LA CAROLINA	0,372			
27+990,00		POZO BOMBEO 8		13,23	26,46	95,26
			28+010			
28+330,00		SALIDA EMERGENCIA 9	0,020			
28+480,00		POZO VENTILACION 11	0,280			
29+085,47	29+222,57	IÑAQUITO	0,270			
			22+730			
29+740,00		POZO BOMBEO 9 /SAIDA EMERGENCIA 10		8,72	17,44	62,79
29+840,00		POZO VENTILACION 12	0,280			
30+452,74	30+591,43	JIPJAPA	0,391			
30+950,00		POZO VENTILACION 13	0,190			
31+557,85	31+698,90	EL LABRADOR	0,402			
31+800,00		POZO BOMBEO 10		2,14	4,28	15,41
						16,95

PUNTO BAJO RASANTE

En el apéndice 1 se recoge el esquema de flujo de drenaje a lo largo de la traza y la ubicación de los distintos elementos y aportes.

Los pozos de bombeo se han diseñado de tal forma que el volumen final considerado pueda ser almacenado en el espacio que queda por debajo de la cota de rasante de la tubería de entrega, de esta forma se garantiza el drenaje por gravedad de toda el agua recogida.

La tubería de entrega a los depósitos, que parte de una arqueta situada en la canaleta central, se proyecta con un diámetro de 300 mm

2.2. Dimensionamiento del equipo de bombeo

En los pozos de bombeo se dispondrán tres bombas sumergibles iguales y con capacidad suficiente para bombear el doble del caudal que normalmente llega al pozo, que es el Q_p anteriormente calculado:

$$Q_{bombeo} = 2 \cdot Q_p$$

El funcionamiento del equipo de bombeo será automático, funcionando dos de las bombas de forma alternativa y reservando la tercera en situaciones de emergencia (avería o aumento excepcional del caudal).

Para la elección del tipo de bombas, además del caudal bombeado, es necesario calcular la altura manométrica (H_m), que es igual a la altura geométrica (H_g) a la que hay que elevar el agua más la altura debida a las pérdidas de carga (ΔH) a lo largo de la tubería de impulsión:

$$H_m = H_g + \Delta H$$

La altura geométrica se puede aproximar por la diferencia entre la cota de la solera del depósito y la cota de rasante a la que desagua la tubería de impulsión.

Ésta desagua en la red de saneamiento urbano por lo que se tomará como valor de referencia de la cota de entrega la cota del terreno en el PK donde se ubican los pozos.

En cuanto al parámetro ΔH , éste consiste en la suma de las pérdidas de carga localizadas, h_f , al pasar el agua por elementos singulares (válvulas, codos, etc.) y las pérdidas de carga producidas a lo largo de la tubería por el rozamiento con las paredes.

La tubería de impulsión podrá ser de fundición o del material y diámetro que se precise.

El cuadro siguiente refleja las alturas consideradas en el dimensionamiento de las bombas:

Número Pozo	Pk	Cota elemnto drenj (m)	Cota bomba (m)	Cota terreno (m)	H.geométrica a terreno(m)	Long. hasta conexión alcantarilla (m)	H manométrica (m)
PB1	11+960	2857,04	2855,14	2875,416	20,276	5,0	24,43
PB2	14+250	2823,24	2821,34	2844,05	22,71	5,5	26,00
PB3	16+220	2779,49	2777,59	2807,039	29,449	10,0	32,20

Número Pozo	Pk	Cota elemnto drenj (m)	Cota bomba (m)	Cota terreno (m)	H.geométrica a terreno(m)	Long. hasta conexión alcantarilla (m)	H manométrica (m)
PB4	18+500	2785,73	2783,83	2802,707	18,877	165,0	40,00
PB5	21+285	2799,91	2798,01	2831,95	33,94		
PB6	22+300	2781,43	2779,53	2799,103	19,573	--	24,90
PB7	24+480	2773,59	2771,69	2795,06	23,37	8,0	25,18
PB8	27+990	2752,149	2750,249	2771,93	21,681	40,0	29,35
PB9	29+740	2754,18	2752,28	2777,42	25,14	2,0	27,18
PB10	31+800	2769,55	2767,65	2795,46	27,81	80,0	34,57

3. RESTITUCIÓN DE LOS CAUDALES BOMBEADOS

Una vez evacuados los caudales fuera del túnel es necesario conducirlos hasta el sistema de alcantarillado existente, mediante conducciones y pozos registrables.

4. JUSTIFICACION HIDRÁULICA DE LAS OBRAS DE REFUERZO PARA EL PASO DEL TÚNEL

4.1. Colector del Río Grande en el P.K. 14+630

La canalización del río Grande se ha construido en hormigón armado, con sección abovedada en medio punto de 3,40 m de ancho y 4,50 m de altura a clave.

La solución proyectada consiste en el rebaje local de la altura interior del colector a 1,30 m. El colector rebajado se mantendrá en servicio, y para complementar su capacidad se construirán, adosados a izquierda y derecha dos nuevos canales de 3,40 m de ancho, es decir, la sección resultante es un marco tricelular con elementos de 3,40 x 1,30 m de sección unitaria.

La transición de una sección a otra se realizado mediante cámaras que producirán un efecto amortiguador entre los resaltos. Estas cámaras tienen una longitud de 7,35 m y 8,17 m respectivamente.

Para la comprobación hidráulica, se ha partido del caudal de diseño de 21,00 m³/s y de una pendiente del 0,005 m/m.

Los resultados se adjuntan a continuación, en donde se han denominado río grande I / río grande prop / río grande II, a las distintas obras.

DESCRIPCIÓN DE LA OBRA DE DRENAJE: RIO GRANDE I

Tipo de obra de drenaje:	Marcos	* Número de Manning en la obra de drenaje:	Hormigón en bruto (n=0.017)
nº de marcos en paralelo:	1	* Coeficiente K_e de pérdidas en la embocadura:	Con imposta, aristas vivas (K _e =0.5)
ancho en la base (m):	3.40	* Régimen uniforme en la obra de drenaje:	
altura (m):	4.30	calado uniforme (m):	1.67
longitud del marco (m):	30.00	calado crítico (m):	1.57
pendiente (m/m):	0.0050	velocidad (m/s):	3.71
nº de Manning del marco (m):	0.017	nº de Froude:	0.92
coeficiente K_e de pérdidas:	0.50	* Régimen uniforme en el cauce aguas abajo:	
caudal de cálculo (m³/s):	21.00	calado uniforme (m):	0.75
Características del cauce aguas abajo:		calado crítico (m):	0.82
<input type="checkbox"/> Existe calado impuesto aguas abajo		velocidad (m/s):	3.09
ancho en la base (m):	9.09	nº de Froude:	1.14
taludes (xH:1V):	0.00	* RESULTADOS:	
pendiente (m/m):	0.0050	* Funcionamiento de la obra de drenaje:	
nº de Manning equivalente:	0.017	Clase:	I
		Tipo:	1
		Entrada:	Libre
		Control:	Salida
		Profundidad aguas arriba (m):	2.74
		Calado aguas abajo (m):	0.75
		Velocidad máx. en la obra (m/s):	3.93
		Velocidad a la salida (m/s):	3.93



DESCRIPCIÓN DE LA OBRA DE DRENAJE: RIO GRANDE PROPUESTA

Tipo de obra de drenaje:	Marcos ▼	* Número de Manning en la obra de drenaje:
nº de marcos en paralelo:	3	Hormigón en bruto (n=0.017) ▼
ancho en la base (m):	3.40	* Coeficiente K_s de pérdidas en la embocadura:
altura (m):	1.30	Con imposta, aristas vivas (K _s =0.5) ▼
longitud de los marcos (m):	20.00	* Régimen uniforme en la obra de drenaje:
pendiente (m/m):	0.0050	calado uniforme (m): 0.76
nº de Manning de los marcos (m):	0.017	calado crítico (m): 0.76
coeficiente K_s de pérdidas:	0.50	velocidad (m/s): 2.71
caudal de cálculo (m³/s):	21.00	nº de Froude: 0.99

Características del cauce aguas abajo:

Existe calado impuesto aguas abajo

ancho en la base (m):	9.09	* Régimen uniforme en el cauce aguas abajo:
taludes (xH:1V):	0.00	calado uniforme (m): 0.74
pendiente (m/m):	0.0051	calado crítico (m): 0.82
nº de Manning equivalente:	0.017	velocidad (m/s): 3.11
		nº de Froude: 1.15

*** RESULTADOS:**

* Funcionamiento de la obra de drenaje:	
Clase:	I
Tipo:	1
Entrada:	Libre
Control:	Salida
Profundidad aguas arriba (m):	1.32
Calado aguas abajo (m):	0.74
Velocidad máx. en la obra (m/s):	2.72
Velocidad a la salida (m/s):	2.72



DESCRIPCIÓN DE LA OBRA DE DRENAJE: RIO GRANDE II

Tipo de obra de drenaje:	Marcos ▼	* Número de Manning en la obra de drenaje:
nº de marcos en paralelo:	1	Hormigón en bruto (n=0.017) ▼
ancho en la base (m):	3.40	* Coeficiente K_s de pérdidas en la embocadura:
altura (m):	4.30	Con imposta, aristas vivas (K _s =0.5) ▼
longitud del marco (m):	30.00	* Régimen uniforme en la obra de drenaje:
pendiente (m/m):	0.0050	calado uniforme (m): 1.67
nº de Manning del marco (m):	0.017	calado crítico (m): 1.57
coeficiente K_s de pérdidas:	0.50	velocidad (m/s): 3.71
caudal de cálculo (m³/s):	21.00	nº de Froude: 0.92

Características del cauce aguas abajo:

Existe calado impuesto aguas abajo

ancho en la base (m):	3.40	* Régimen uniforme en el cauce aguas abajo:
taludes (xH:1V):	0.00	calado uniforme (m): 1.67
pendiente (m/m):	0.0050	calado crítico (m): 1.57
nº de Manning equivalente:	0.017	velocidad (m/s): 3.71
		nº de Froude: 0.92

*** RESULTADOS:**

* Funcionamiento de la obra de drenaje:	
Clase:	I
Tipo:	2
Entrada:	Libre
Control:	Salida
Profundidad aguas arriba (m):	2.72
Calado aguas abajo (m):	1.67
Velocidad máx. en la obra (m/s):	3.71
Velocidad a la salida (m/s):	3.71



Como se puede comprobar los números de Froude de las distintas comprobaciones son menores de 1,7 luego la longitud de las cámaras que deben soportar el resalto, deben ser menores de 4 veces el calado conjugado o altura de entrada de las obras, pudiéndose reducir a 3 veces, para el caso de cauces intermitentes con disposición de amortiguadores de energía.

En este caso la obra propuesta de 3 marcos de 3,40 x 1,30 m y la obra sección abovedada existente II de 3,40 x 4,50 m, tienen una altura de entrada de 1,32 m y 2,72 m respectivamente, lo que implicaría unas longitudes de 5,28 m / 3,96 m y 10,88 m / 8,16 m.

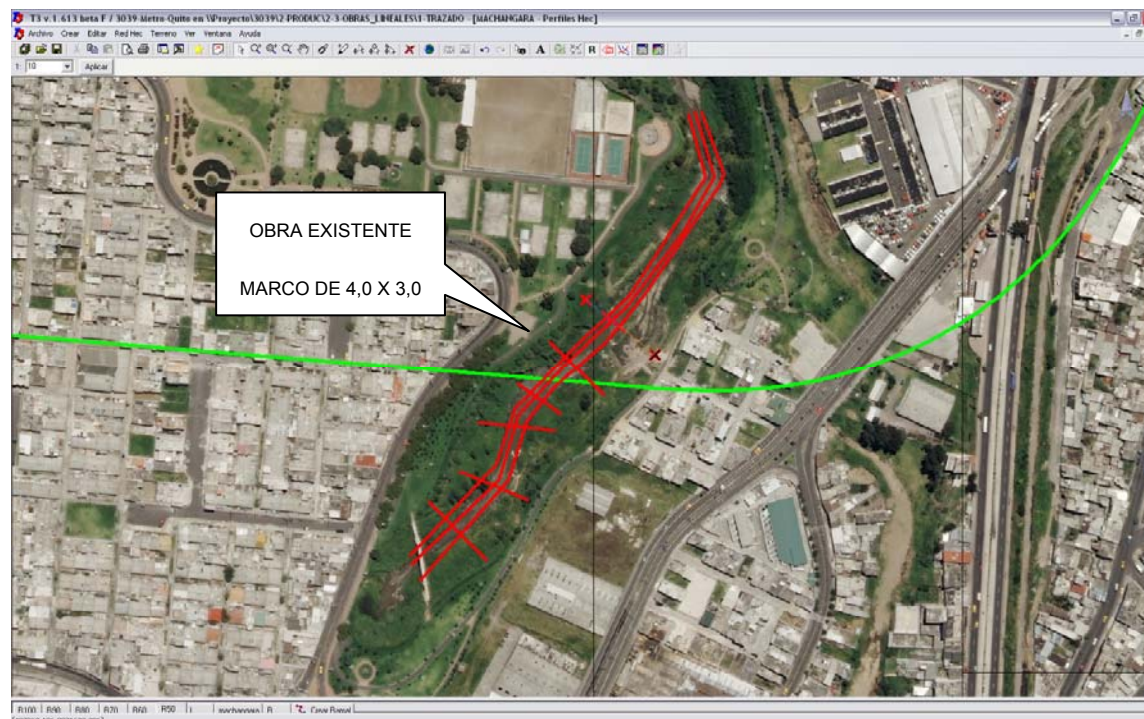
Se aconseja, no obstante disponer en ambas cámaras y en especial en la de conexión con la sección existente, disipadores de energía en forma de bloques, con el fin de asegurar la rotura de energía en dichas secciones.

4.2. Paso bajo el Machángara en el P.K. 16+250

Se proyecta una batería de marcos de 3 marcos de 5,0 x 5,0 m con solera y rastrillo tanto en la boquilla de entrada como salida, con una longitud de cuerpo de obra de 20m, en el cruce del río Machángara en su sección de cruce con la traza en el PK 16+250.

Para comprobar hidráulicamente el comportamiento de dicha obra, se realiza una simulación del río Machángara en su cruce mediante el programa HEC-RAS, obteniendo las variables de caudal de máximo desagüe de la obra proyectada, velocidad y cota de la lámina de agua.

La longitud de tramo simulado es de 380,0m aproximadamente a partir de la cartografía digitalizada 1:1.000.



Para calcular las pérdidas por fricción se utiliza la fórmula de Manning y los coeficientes empleados en el cálculo han sido de 0,070 para el cauce y de 0,075 para las márgenes, correspondientes a tramos con un cauce con hierba, maleza y canales sin mantenimiento y márgenes con arbustos y árboles de densidad media.

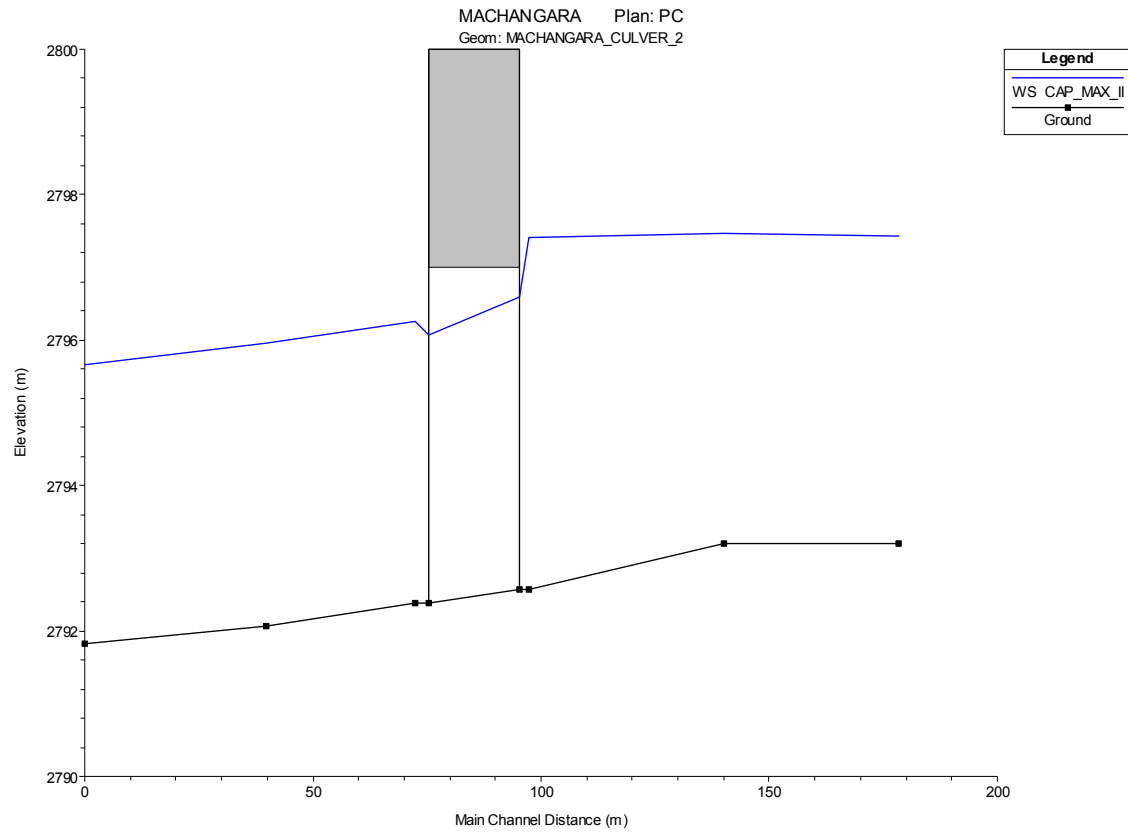
Para las pérdidas localizadas, se establece una diferenciación entre las zonas en las que el régimen hidráulico resultante ha sido lento y las que funcionan en régimen rápido.

Situación perfil	Régimen hidráulico	Coefficiente contracción	Coefficiente expansión
cauce	lento	0,1	0,3
Entrada/salida estruc	lento	0,3	0,5

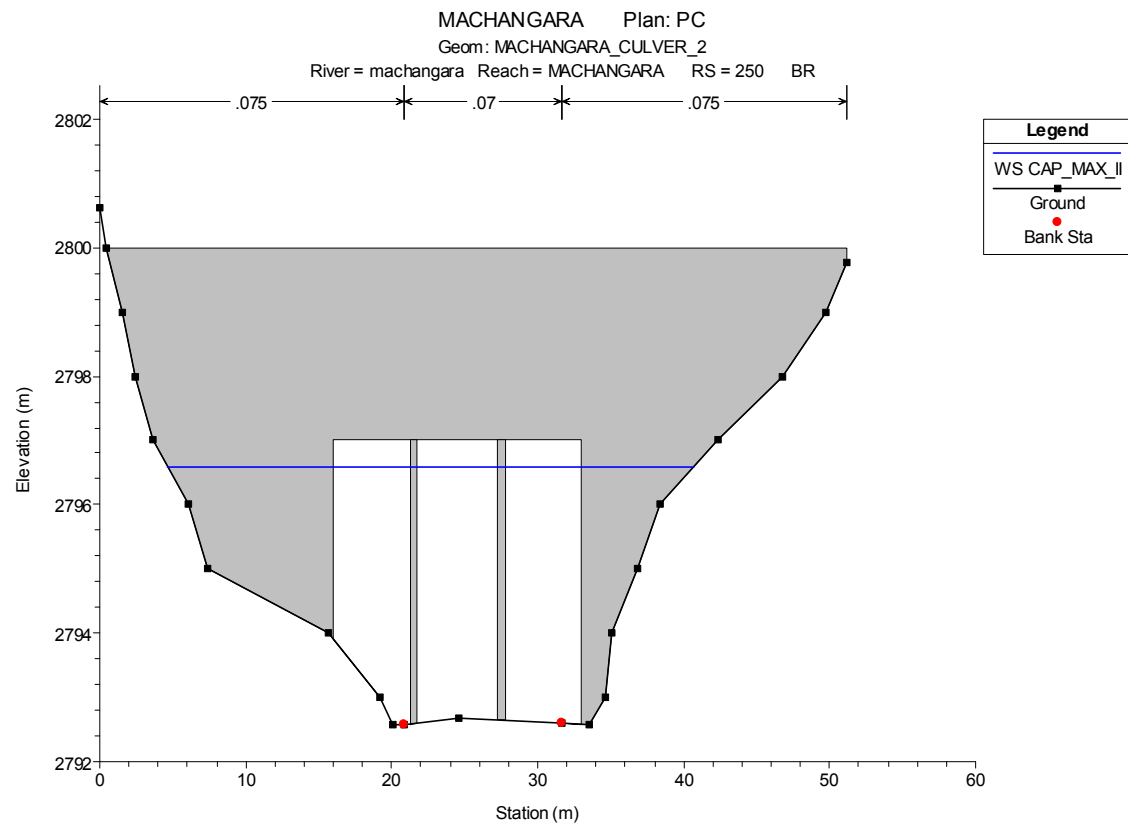
Así mismo cabe indicar que en la simulación se ha tenido en cuenta el caudal máximo que soporta sin colapso la obra de drenaje existente aguas arriba del tramo estudiado, cifrándose en 37,50 m³/s.

A continuación se adjunta un resumen de los resultados obtenidos:

- Máxima capacidad de la obra proyectada: 220,00 m³/s
- Cota de agua alcanzada aguas arriba del cruce: 2797,41 m
- Velocidad en la sección de cruce: 3,50 m/s



Plan: PC machangara		MACHANGARA RS: culver		Profile: CAP_MAX_II	
E.G. US. (m)	2797.59	Element	Inside BR US	Inside BR DS	
W.S. US. (m)	2797.41	E.G. Elev (m)	2797.39	2796.79	
Q Total (m3/s)	220.00	W.S. Elev (m)	2796.58	2796.08	
Q Bridge (m3/s)	220.00	Crit W.S. (m)	2795.49	2795.19	
Q Weir (m3/s)		Max Chl Dpth (m)	4.01	3.68	
Weir Sta Lft (m)		Vel Total (m/s)	3.63	3.73	
Weir Sta Rgt (m)		Flow Area (m2)	60.61	58.97	
Weir Submerg		Froude # Chl	0.60	0.64	
Weir Max Depth (m)		Specif Force (m3)	202.12	187.75	
Min El Weir Flow (m)	2800.00	Hydr Depth (m)	3.79	3.47	
Min El Prs (m)	2797.00	W.P. Total (m)	32.09	32.09	
Delta EG (m)	1.04	Conv. Total (m3/s)	1392.5	1259.0	
Delta WS (m)	1.15	Top Width (m)	16.00	17.00	
BR Open Area (m2)	67.26	Frctn Loss (m)	0.55	0.03	
BR Open Vel (m/s)	3.73	C & E Loss (m)	0.04	0.21	
Coef of Q		Shear Total (N/m2)	462.31	550.25	
Br Sel Method	2797.59	Power Total (N/m s)	1677.96	2052.73	



HEC-RAS Plan: PC River: machangara Reach: MACHANGARA Profile: CAP_MAX_II											
River Sta	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	Max Chl Dpth	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Chnl	Flow Area	Top Widht h	Froud e # Chl
	(m3/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m2)	(m)	
342.25	220	2793.21	2797.43	4.22	2796.78	2798.45	0.018962	4.57	51.91	16.38	0.73
303.99	220	2793.21	2797.46	4.49		2797.84	0.00723	2.94	86.7	27.3	0.48
261.26	220	2792.57	2797.41	4.84	2795.32	2797.59	0.003034	2.23	130.19	41	0.33
250	culver										
236.35	220	2792.39	2796.26	3.87		2796.55	0.005881	2.67	100.27	35.33	0.44
203.65	220	2792.06	2795.96	3.9		2796.31	0.007819	3.09	91.83	34.35	0.50
163.88	220	2791.83	2795.66	3.83	2794.55	2795.99	0.008001	2.91	92.33	32.91	0.48

5. OBRAS DE FÁBRICA SOBRE QUEBRADA ORTEGA

5.1. Introducción

Una de las actuaciones destacables en cuanto al drenaje en el diseño de obra civil de la primera línea de metro de Quito, son las obras de fábrica sobre la Quebrada Ortega en diversos puntos del trazado.

En los siguientes apartados se analiza la situación actual de las obras de fábrica y la justificación de las obras proyectadas.

Respecto al análisis del funcionamiento hidráulico en la situación actual y con las obras de fábrica proyectadas, se toma como documento de partida la ADENDA "ESTUDIO HIDROLÓGICO-HIDRÁULICO DE LAS QUEBRADAS LOCALIZADAS EN LA ZONA DE COCHERAS, EN EL SECTOR DE QUITUMBE" desarrollado por la empresa EVREN, en enero de 2012, para el Ayuntamiento de Quito.

Dicho documento se adjunta en el Apéndice 5 del presente anejo.

En dicho documento se distinguen dos partes:

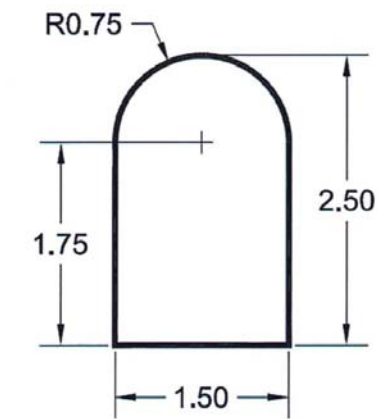
- Estudio hidrológico: en este apartado, se delimitan las cuencas vertientes y los parámetros geomorfológicos, procediendo al cálculo de las precipitaciones máximas diarias y su posterior modelización hidrológica mediante la aplicación HEC-HMS.
- Estudio hidráulico: se trata de la modelización mediante el software HEC-RAS, primeramente de la Quebrada Ortega en la situación actual y posteriormente de las actuaciones en las obras de fábrica de cruce de la Quebrada Ortega en el entorno del sector Quitumbe.

5.2. Situación actual

Dentro del ámbito de aplicación del modelo hidráulico desarrollado por EVREN se localizan tres obras de fábrica en el curso de la Quebrada Ortega. De acuerdo con el inventario de obras de las dimensiones de las obras de fábrica es la siguiente:

- OF1 (bajo la avenida de Huayanay Ñan) marco 2,00 x 2,51 m
- OF2 (bajo la avenida de condor Ñan) marco 1,50 x 2,50 m
- OF3 (bajo la avenida de Rumachuco Ñan) marco 1,80 x 3,50 m

En los tres casos se ha tomado la misma sección tipo, formada por un marco de medio punto de 1,50 m de anchura y 2,50 m de altura total.

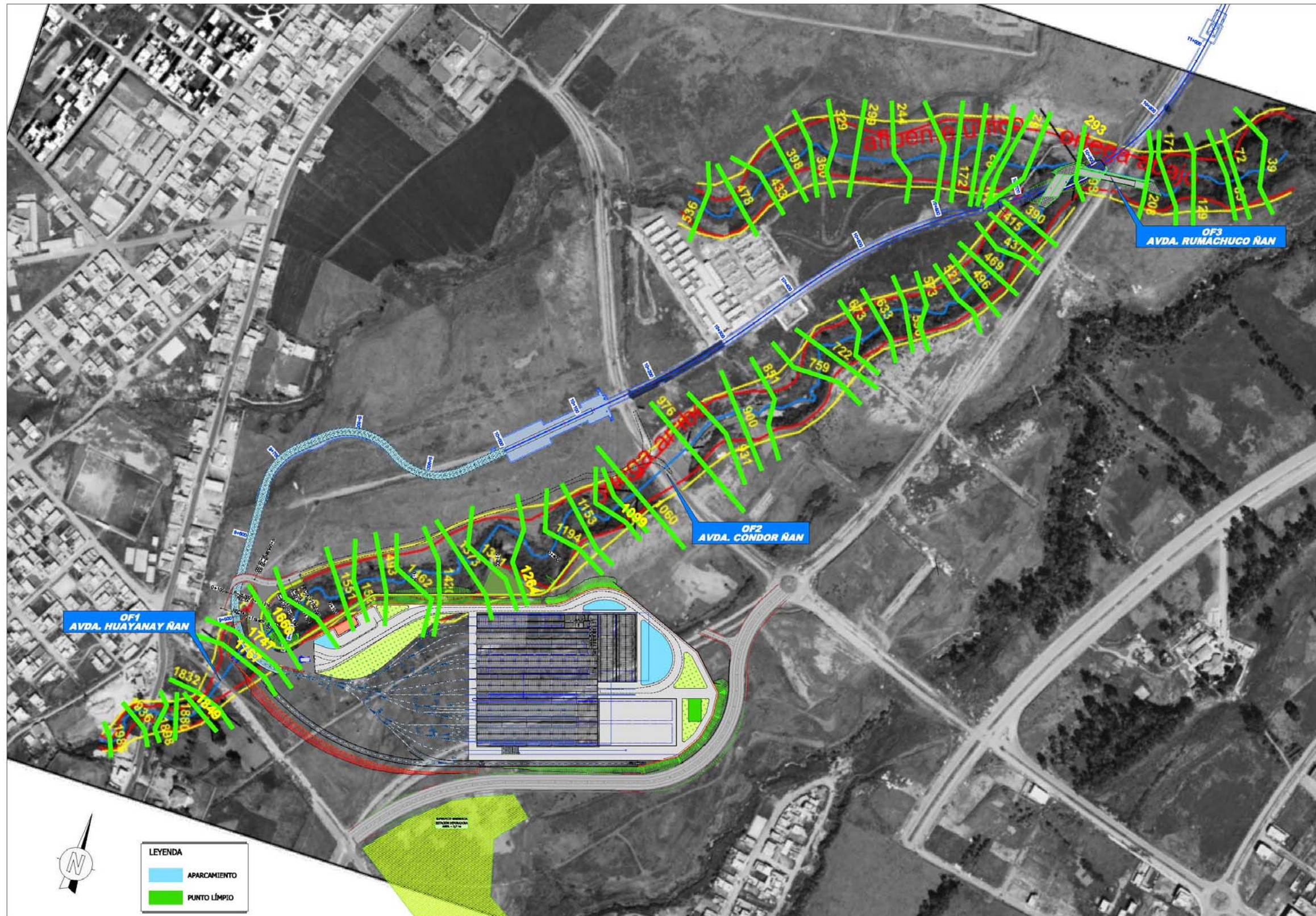


Sección tipo de las obras de drenaje modelizadas

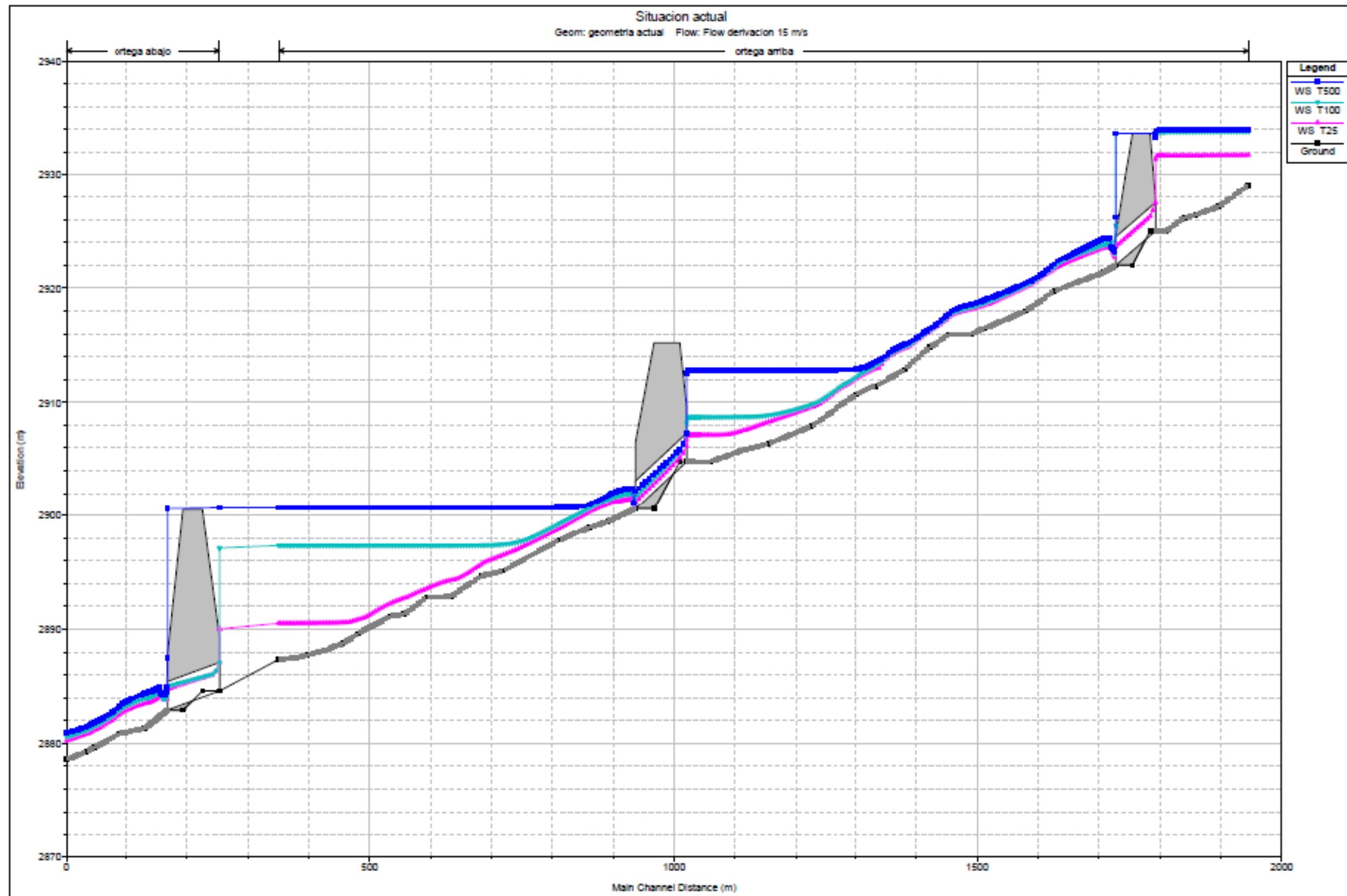
Primeramente, los resultados de la modelización de la Quebrada Ortega en la situación actual indican que se produce vertido sobre los terraplenes de las obras de fábrica OF1 y OF3, para el caudal de periodo de retorno de 500 años.

A continuación se presenta la planta de localización de las obras de fábrica existentes. En esta misma planta se incluye también la localización de los perfiles transversales utilizados en la modelización hidráulica de EVREN.

También se adjunta perfil longitudinal de la Quebrada Ortega, en el que queda reflejado el desbordamiento en las obras de fábrica OF1 y OF3 en la situación actual, para el caudal de periodo de retorno de 500 años.



Planta de localización de obras de fábrica existentes y perfiles transversales (Modelización de EVREN)



Perfil longitudinal de la lámina de agua en el cauce en situación actual

Como medida correctora de esta situación, se propone la sustitución de las obras de fábrica OF1 y OF3 por obras de dimensiones superiores.

5.3. Obras de fábrica proyectadas

Tal y como se ha explicado en el apartado anterior, según los resultados de la modelización hidráulica de la Quebrada Ortega y sus obras de fábrica existentes, en la situación actual se produce el desbordamiento sobre los terraplenes de las obras de fábrica OF1 y OF3.

Como medida correctora, se proyecta la sustitución de dichas obras de fábrica por otras de dimensiones superiores.

Respecto a la obra de fábrica OF1, se proyecta la sustitución de la obra existente (marco 2.00x2.50m) por un marco de dimensiones 3.00x2.50 m.

La ejecución de dicha obra de fábrica se ha proyectado casi en su totalidad en el Proyecto “E.5.6. Diseño Definitivo de Obra Civil de Talleres y Cocheras”, excepto el tramo entre pantallas, que se proyecta en el actual Proyecto “E.5.11. Diseño Definitivo de Obra Civil del Túnel de Línea”.

La nueva obra de fábrica para la sustitución de la denominada OF1 se nombra como “Obra de drenaje sobre Quebrada Ortega” y se ubica en el PK 9+446 del trazado de la línea 1 de Metro.

Respecto a la obra de fábrica OF3 se proyecta la sustitución de la obra existente (marco 1.80x3.50m) por un marco de dimensiones 6.00x2.50 m.

Esta nueva obra de fábrica, además de corregir el desbordamiento sobre el terraplén ha de cumplir que la cota de la lámina de agua para el caudal de periodo de retorno de 500 años, sea compatible con la cota de implantación del trazado de la línea 1 de Metro, cumpliendo un resguardo mínimo de 1.50 m.

La nueva obra de fábrica para la sustitución de la denominada OF3 se nombra como “Obra de drenaje sobre Quebrada Ortega Pumapungo” y se ubica en el PK 10+786.159 del trazado de la línea 1 de Metro.

Además de la sustitución de las citadas obras de fábrica existentes, se proyecta una nueva obra de paso sobre la Quebrada Ortega en el PK 10+747.467 del trazado de la línea 1 de Metro.

En este punto el trazado, la nueva línea de metro cruza la vaguada de la Quebrada Ortega. Para este nuevo cruce, se proyecta un marco bicelular de sección de cada marco 6.95 x 3.60 m.

Esta nueva estructura se nombra como “Marco sobre Quebrada Ortega – Pumapungo”.

En el siguiente apartado, se describen más detalladamente las obras proyectadas y se analiza su correcto funcionamiento hidráulico.

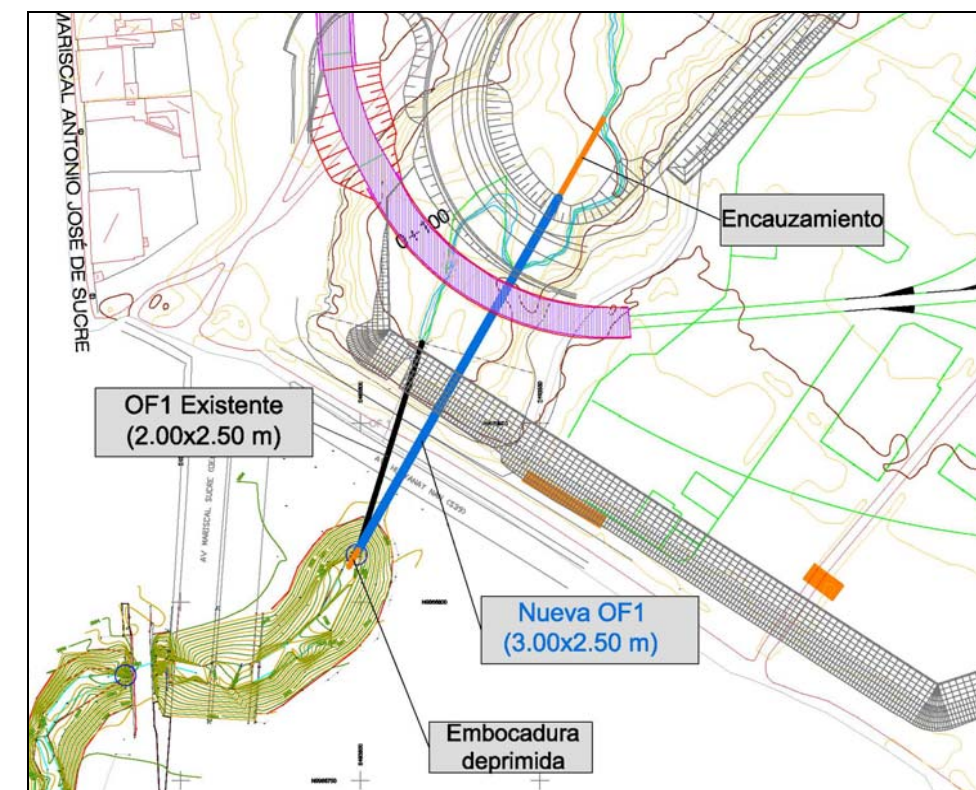
5.3.1. Obra de drenaje sobre quebrada Ortega

Tal y como se ha comentado en el apartado anterior, para el correcto funcionamiento hidráulico de la Quebrada Ortega, se hace necesario sustituir la obra de fábrica OF1 bajo la avenida de Huayanay Ñan.

Por lo tanto, para corregir el desbordamiento sobre el terraplén se proyecta la sustitución de la obra existente (marco 2.00x2.50m) por un marco de hormigón de dimensiones 3.00x2.50 m.

Además de la propia sustitución del tramo de obra de fábrica bajo la avenida de Huayanay Ñan, la nueva obra de fábrica ha de tener una longitud mayor para cruzar la explanada de la plataforma para la implantación de talleres y cocheras hasta la conexión con el cauce natural de la Quebrada.

La implantación en planta de la obra de fábrica queda reflejada en la siguiente figura:



Esquema en planta de la “Obra de drenaje sobre Quebrada Ortega” (sustitución de la obra de fábrica existente OF1)

Respecto a la implantación en alzado de la nueva obra de fábrica, se ha comprobado que cumple los siguientes condicionantes de diseño:

- No se produce desbordamiento por encima de la coronación del terraplén.
- La cota de la lámina de agua T500 a la salida de la nueva obra de fábrica es +2920.51. De esta manera se asegura un resguardo de más de 2.00 m hasta la cota de la plataforma (+2924).

La justificación hidráulica de la “Obra de drenaje sobre Quebrada Ortega” en sustitución de la obra existente OF1, fue realizada por la empresa EVREN.

Los resultados se adjuntan en el Apéndice 5: Adenda “Estudio Hidrológico-Hidráulico de las Quebradas localizadas en la Zona de Cocheras, en el Sector de Quitumbe”.

Respecto al proceso de ejecución de la “Obra de drenaje sobre Quebrada Ortega” bajo la avenida de Huayanay Ñan, está condicionado por los siguientes factores:

- Ejecución de las obras manteniendo el tráfico vehicular de la avenida
- Ejecución de las obras manteniendo un curso para caudal de la Quebrada Ortega

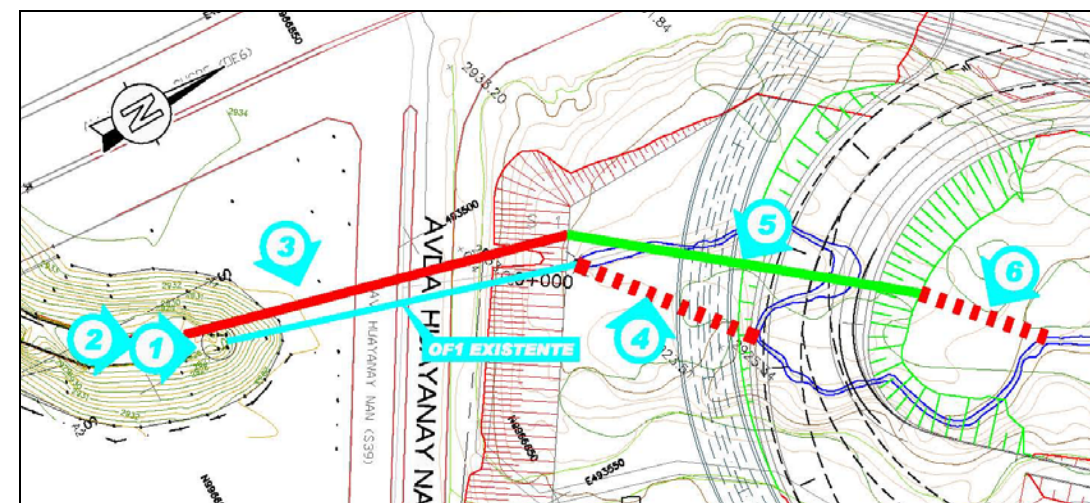
Por lo tanto, para poder ejecutar las obras de manera compatible con estos dos factores, se establece una serie de fases.

A continuación se enumeran y describen las fases propuestas, remarcando que la única de las fases que se proyecta en el actual Proyecto “E.5.11. Diseño Definitivo de Obra Civil del Túnel de Línea” es la **FASE IV**, en la que se ejecuta el tramo entre pantallas.

Las tres primeras fases han sido proyectadas en el Proyecto “E.5.6. Diseño Definitivo de Obra Civil de Talleres y Cocheras”.

FASE I (NO OBJETO DEL PRESENTE PROYECTO)

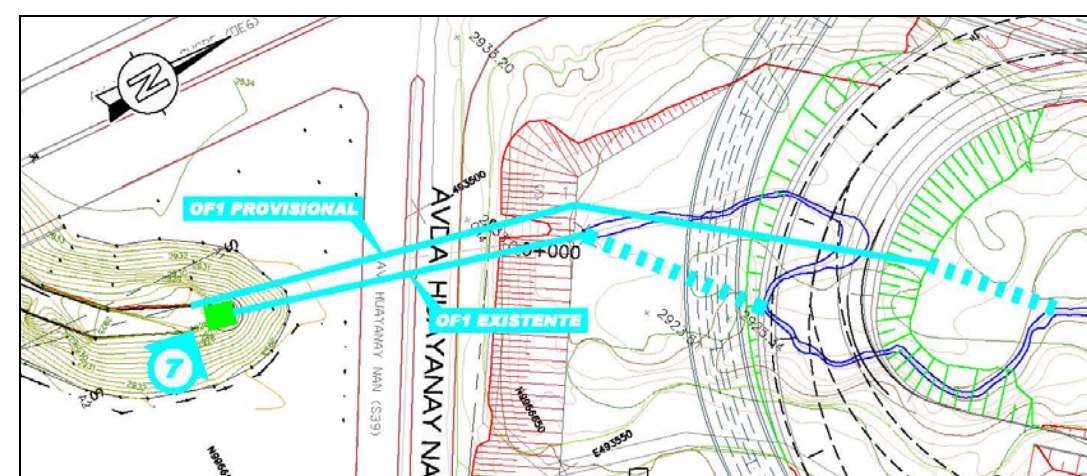
1. Adecuación del cauce en las zonas de entrada y salida de la obra de fábrica existente.
2. Disposición de maquinaria y elementos auxiliares para la ejecución de la obra.
3. Hincas de tubería \varnothing 2.00 m paralela a la existente.
4. Adecuación provisional del cauce aguas abajo de la obra de fábrica existente.
5. Disposición de tubería de \varnothing 2.00 m hasta el terraplén de la futura explanación.
6. Adecuación del cauce aguas abajo de la obra de fábrica provisional para dar continuidad al cauce.



Esquema Fase I

FASE II (NO OBJETO DEL PRESENTE PROYECTO)

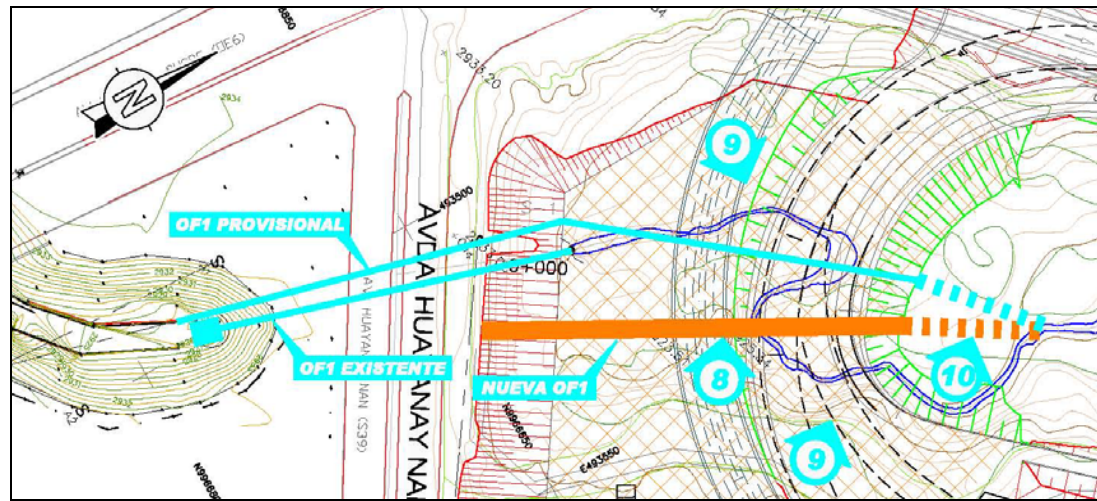
7. Taponamiento de la obra de fábrica actual y desvío del caudal a través de la obra de fábrica provisional.



Esquema Fase II

FASE III (NO OBJETO DEL PRESENTE PROYECTO)

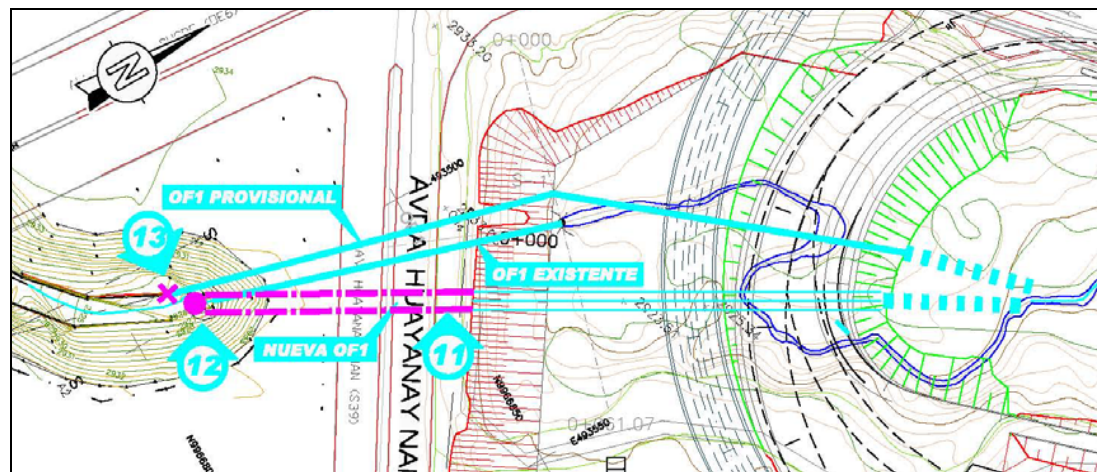
8. Ejecución in situ del tramo a cielo abierto de la nueva obra de fábrica.
9. Ejecución del terraplén de la plataforma ferroviaria.
10. Adecuación del cauce aguas abajo de la nueva obra de fábrica.



Esquema Fase III

FASE IV

11. Ejecución del tramo entre pantallas de la nueva obra de fábrica.
12. Adecuación del emboquille de entrada de la nueva obra de fábrica.
13. Taponamiento de la obra de fábrica provisional y puesta en servicio de la nueva obra de fábrica.



Esquema Fase IV

La ejecución de este tramo entre pantallas se proyecta realizar como la última fase para facilitar el acceso a la explanada y no interferir durante el proceso de construcción de talleres y cocheras, incluyendo asegurar la reposición de todas las servidumbres afectadas.

Además, puesto que dichos tramos de muros pantalla son los únicos proyectados en el Proyecto, "E.5.6. Diseño Definitivo de Obra Civil de Talleres y Cocheras", su ejecución se

realizará conjuntamente con los muros pantallas proyectados en el actual Proyecto "E.5.11. Diseño Definitivo de Obra Civil del Túnel de Línea".

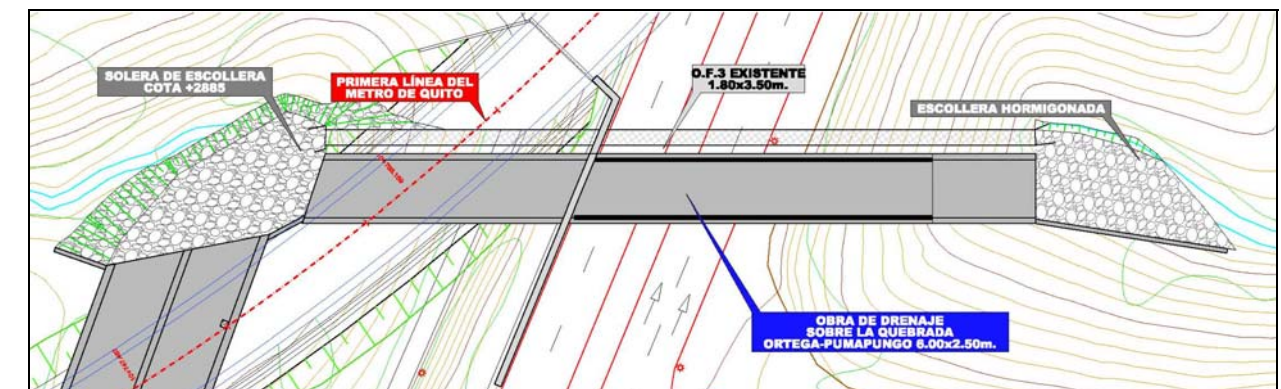
De esta manera, existirán pantalladoras disponibles para la ejecución de los citados cortos muros para la finalización de la ejecución de la obra de fábrica OF1.

5.3.2. Obra de drenaje sobre quebrada Ortega Pumapungo

Tal y como se ha comentado en el apartado anterior, para el correcto funcionamiento hidráulico de la Quebrada Ortega, se hace necesario sustituir también la obra de fábrica OF3 bajo la avenida de Rumachuco Ñan.

Por lo tanto, para corregir el desbordamiento sobre el terraplén se proyecta la sustitución de la obra de fábrica existente (marco 1.80x3.50m) por un marco de hormigón de dimensiones 6.00x2.50 m.

La implantación en planta de la obra de fábrica queda reflejada en la siguiente figura:



Esquema en planta de la "Obra de drenaje sobre Quebrada Ortega Pumapungo" (sustitución de la obra de fábrica existente OF3)

Esta nueva obra de fábrica, además de corregir el desbordamiento sobre el terraplén ha de cumplir que la cota de la lámina de agua para el caudal de periodo de retorno de 500 años, sea compatible con la cota de implantación del trazado de la línea 1 de Metro, cumpliendo un resguardo mínimo de 1.50 m.

Según los resultados de la modelización hidráulica, la cota de la lámina de agua para el periodo de retorno de 500 años en la sección aguas arriba de la obra de drenaje (sección 293 del modelo de EVREN), se sitúa a la 2887,47.

El punto crítico en el trazado de la línea 1 de Metro, se sitúa en el PK 10+783.35. Este punto es el punto de paso del trazado de sección en terraplén a sección en túnel. La cota de la rasante en dicho punto se sitúa a la 2890,43.

Por lo tanto, el resguardo respecto de la lámina de agua T500 hasta la rasante en el punto más desfavorable toma el valor de 2.96 m, valor superior al 1.50 m recomendado.

La justificación hidráulica de la “Obra de drenaje sobre Quebrada Ortega Pumapungo” en sustitución de la OF3, fue realizada por la empresa EVREN.

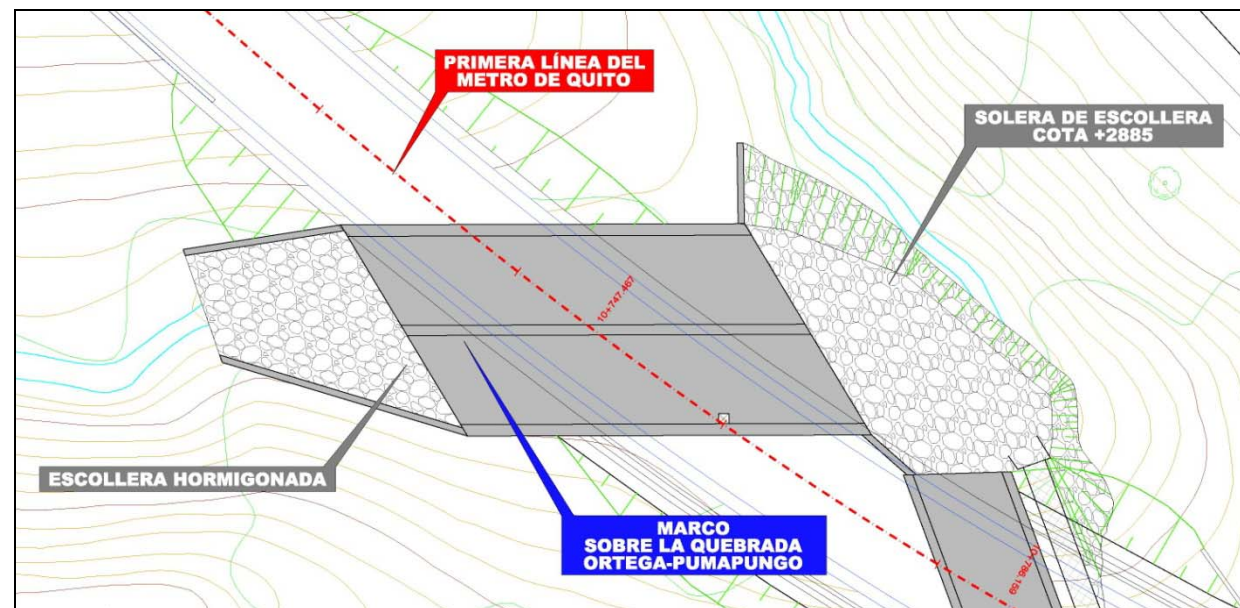
Los resultados se adjuntan en el Apéndice 5: Adenda “Estudio Hidrológico-Hidráulico de las Quebradas localizadas en la Zona de Cocheras, en el Sector de Quitumbe”.

5.3.3. Marco sobre quebrada Ortega Pumapungo

Tal y como se ha comentado anteriormente, además de la sustitución de las citadas obras de fábrica existentes, se proyecta una nueva obra de paso sobre la Quebrada Ortega en el PK10+747.467 del trazado de la línea 1 de Metro.

En este punto el trazado de la nueva línea de metro cruza la vaguada de la Quebrada Ortega. Para este nuevo cruce, se proyecta un marco bicelular de hormigón de sección de cada marco 6.95 x 3.60 m.

La implantación en planta de la nueva obra de drenaje queda reflejada en la siguiente figura:



Esquema en planta del nuevo “Marco sobre Quebrada Ortega – Pumapungo”

5.3.3.1. Justificación hidráulica

Introducción

Para la justificación hidráulica de la nueva estructura de paso proyectada sobre la Quebrada Ortega en el PK10+747.467 del trazado de la línea 1 de Metro, se ha realizado una nueva modelización hidráulica de la Quebrada Ortega.

Se ha de comprobar que la cota de la lámina de agua para el caudal de periodo de retorno de 500 años con la nueva estructura de paso sobre la Quebrada Ortega, sea compatible con la cota de implantación del trazado de la línea 1 de Metro, cumpliendo un resguardo mínimo de 1.50 m.

Para el desarrollo del nuevo modelo, se ha tomado como documento base de partida la ADENDA “ESTUDIO HIDROLÓGICO-HIDRÁULICO DE LAS QUEBRADAS LOCALIZADAS EN LA ZONA DE COCHERAS, EN EL SECTOR DE QUITUMBE” desarrollado por la empresa EVREN, en enero de 2012, para el Ayuntamiento de Quito.

Dicho documento se adjunta en el Apéndice 5 del presente anejo.

El nuevo modelo se ha desarrollado igualmente mediante el software HEC-RAS (*Hydrologic Engineering Center – River Analysis System*), el cual es una herramienta informática que permite el análisis de sistemas fluviales tanto simples como complejos. Este software fue desarrollado por el USACE, y en el presente estudio se hace uso de la versión 4.0.

Geometría

Para el estudio particular del funcionamiento hidráulico del nuevo marco proyectado sobre la Quebrada Ortega Pumapungo, no es posible realizar un estudio puntual, sino que hay que realizar un estudio más extenso del tramo de la Quebrada en el que se encuentra la estructura de estudio, para que el modelo se estabilice.

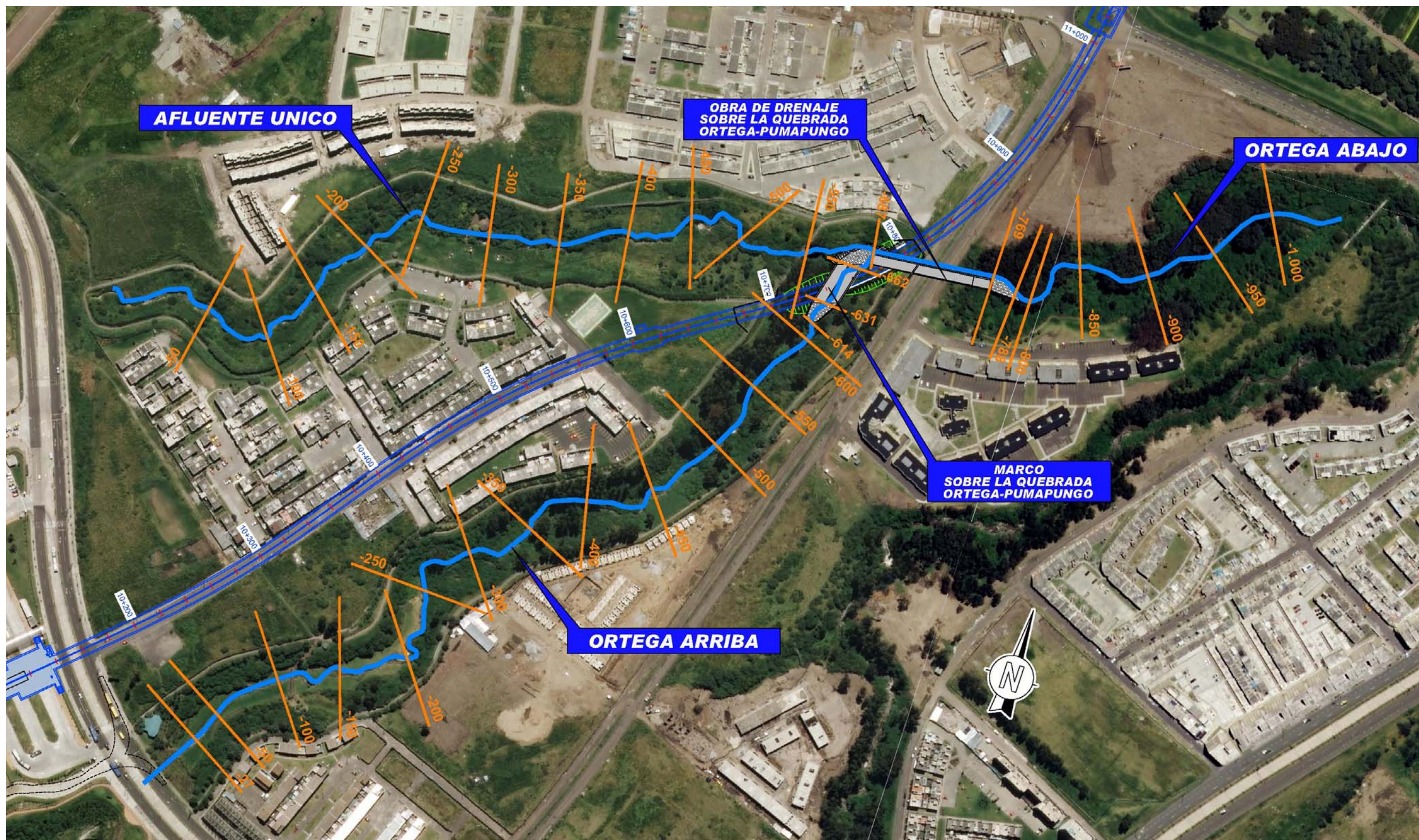
De esta manera se han definido los siguientes tramos para la modelización:

- Ortega Arriba: corresponde con el tramo de la Quebrada Ortega desde aguas abajo de la obra de fábrica existente OF2 hasta aguas arriba de la “Obra de drenaje sobre Quebrada Ortega Pumapungo” (en sustitución de la obra de fábrica existentes OF3). En este tramo “Ortega Arriba” se localiza el marco objeto de estudio.

- Ortega Abajo: corresponde con el tramo de la Quebrada Ortega desde aguas arriba de la “Obra de drenaje sobre Quebrada Ortega Pumapungo” (en sustitución de la obra de fábrica existentes OF3) hasta el perfil -1000 (correspondiente con el perfil 39 del modelo realizado por EVREN)

- Afluente Único: corresponde con el tramo de la Quebrada Sanchayacu desde el perfil -50 (correspondiente con el perfil 536 del modelo realizado por EVREN) hasta la confluencia con la Quebrada Ortega en el perfil -687 (correspondiente con el perfil 293 del modelo realizado por EVREN, aguas arriba de la “Obra de drenaje sobre Quebrada Ortega Pumapungo”, en sustitución de la obra de fábrica existentes OF3)

En la siguiente figura se representan los tramos modelizados y los perfiles transversales definidos para esta nueva modelización



Planta de localización de perfiles transversales (Nueva modelización)

Para la definición de la geometría de los tramos modelizados, al igual que en el modelo realizado por EVREN, se ha partido de la cartografía 3D escala 1:500 de la zona de Quitumbe entregada por Metro de Quito.

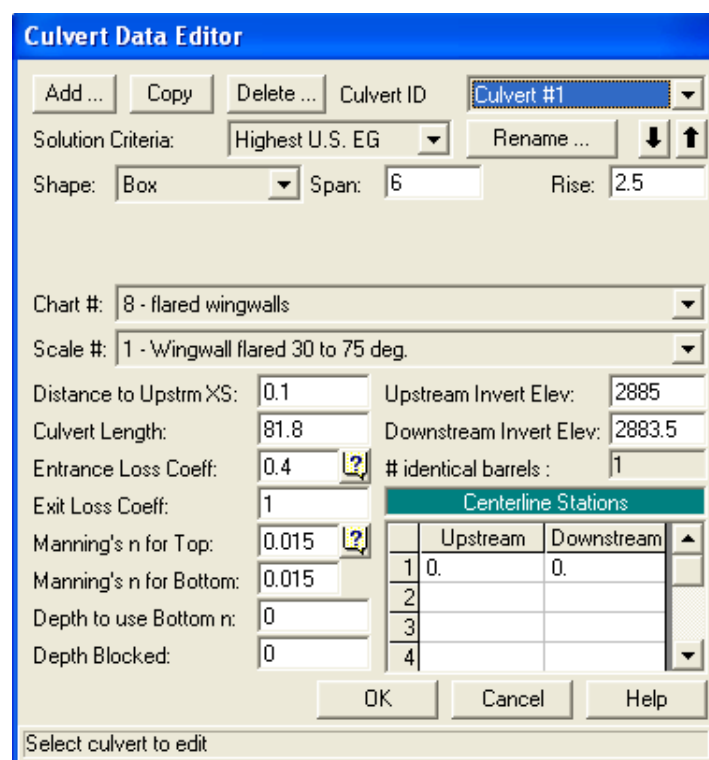
La ubicación de los perfiles transversales definidos para esta nueva modelización han sido definidos cada aproximadamente 50 metros y en los puntos singulares (entrada y salida de obras de drenaje). Dichos perfiles coinciden aproximadamente con los definidos en el modelo realizado por EVREN.

Obras de drenaje

En esta nueva modelización hidráulica se incluyen las siguientes obras de drenaje:

- Obra de drenaje sobre Quebrada Ortega Pumapungo (en sustitución de la obra de fábrica OF3): marco de hormigón de dimensiones 6.00x2.50 m y excavación y revestimiento de escollera hormigonada aguas abajo para adecuación del cauce.

Los datos introducidos para el culvert son los reflejados en la siguiente figura:



Culvert Data Editor

Add ... Copy Delete ... Culvert ID: Culvert #1

Solution Criteria: Highest U.S. EG Rename ...

Shape: Box Span: 6 Rise: 2.5

Chart #: 8 - flared wingwalls

Scale #: 1 - Wingwall flared 30 to 75 deg.

Distance to Upstrm XS: 0.1 Upstream Invert Elev: 2885

Culvert Length: 81.8 Downstream Invert Elev: 2883.5

Entrance Loss Coeff: 0.4 # identical barrels: 1

Exit Loss Coeff: 1

Manning's n for Top: 0.015

Manning's n for Bottom: 0.015

Depth to use Bottom n: 0

Depth Blocked: 0

Centerline Stations		
	Upstream	Downstream
1	0.	0.
2		
3		
4		

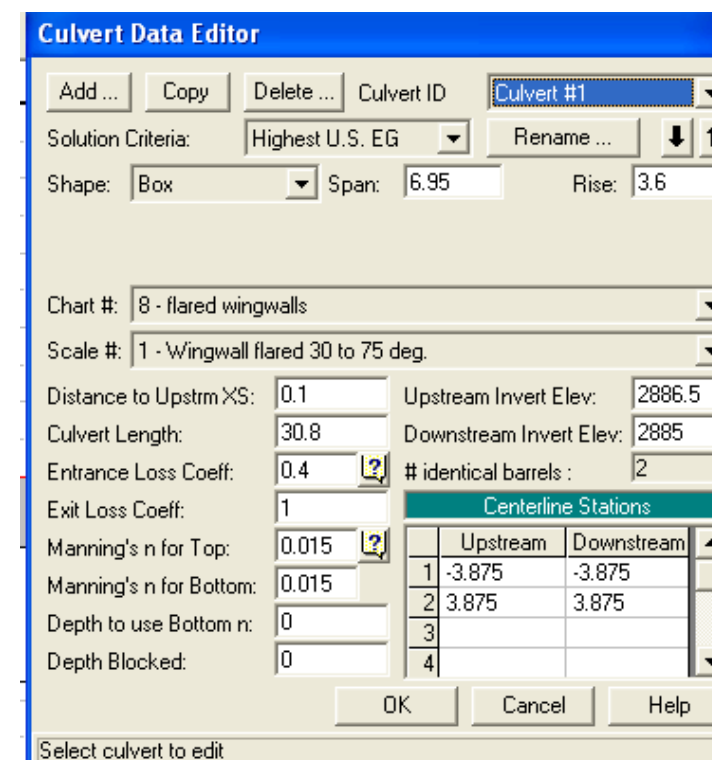
OK Cancel Help

Select culvert to edit

Datos geométricos "Obra de drenaje sobre Quebrada Ortega Pumapungo"

- Marco sobre Quebrada Ortega – Pumapungo: marco bicelular de sección de cada marco 6.95 x 3.60 m y excavación y revestimiento de escollera hormigonada aguas arriba para adecuación del cauce.

Los datos introducidos para el culvert son los reflejados en la siguiente figura:



Culvert Data Editor

Add ... Copy Delete ... Culvert ID: Culvert #1

Solution Criteria: Highest U.S. EG Rename ...

Shape: Box Span: 6.95 Rise: 3.6

Chart #: 8 - flared wingwalls

Scale #: 1 - Wingwall flared 30 to 75 deg.

Distance to Upstrm XS: 0.1 Upstream Invert Elev: 2886.5

Culvert Length: 30.8 Downstream Invert Elev: 2885

Entrance Loss Coeff: 0.4 # identical barrels: 2

Exit Loss Coeff: 1

Manning's n for Top: 0.015

Manning's n for Bottom: 0.015

Depth to use Bottom n: 0

Depth Blocked: 0

Centerline Stations		
	Upstream	Downstream
1	-3.875	-3.875
2	3.875	3.875
3		
4		

OK Cancel Help

Select culvert to edit

Datos geométricos "Marco sobre Quebrada Ortega – Pumapungo"

La zona de confluencia de la Quebrada Sanchayacu (Afluente único) y la Quebrada Ortega coincide con la zona de aguas abajo del "Marco sobre Quebrada Ortega – Pumapungo" y aguas arriba de la "Obra de drenaje sobre Quebrada Ortega Pumapungo".

En esta zona de confluencia, se hace necesario realizar una excavación para la apertura del cauce. Toda la zona se revestirá con una capa de escollera hormigonada para protección del cauce.

En las zonas de excavación y revestimiento de escollera para apertura y protección del cauce, se han interpolado los perfiles cada 2 metros, para simular la transición de la sección de las Quebradas a la sección de las obras de drenaje.

Caudales

Los valores de los caudales de cálculo para la modelización se han obtenido del documento de base ADENDA "ESTUDIO HIDROLÓGICO-HIDRÁULICO DE LAS QUEBRADAS LOCALIZADAS EN LA ZONA DE COCHERAS, EN EL SECTOR DE QUITUMBE".

A partir de este documento se resumen a continuación los caudales de cálculo empleados (caudal para periodo de retorno de 500 años):

- Ortega Arriba $Q_{500} = 25.90 \text{ m}^3/\text{s}$
- Ortega Abajo $Q_{500} = 50.20 \text{ m}^3/\text{s}$
- Afluente único $Q_{500} = 24.30 \text{ m}^3/\text{s}$

La justificación de los caudales de cálculo se adjuntan en el en el Apéndice 5 del presente anejo.

Coeficientes de Manning

Como coeficientes de rugosidad de Manning se han tomado un valor de 0.070 en cauce y 0.060 en llanuras de inundación, al igual que en el modelo realizado por EVREN.

Para las obras de drenaje (culverts) de hormigón se ha tomando un coeficiente de rugosidad de Manning de 0.015.

Para las zonas de apertura y adecuación del cauce revestidas de escollera hormigonada se ha tomando un coeficiente de rugosidad de Manning de 0.035.

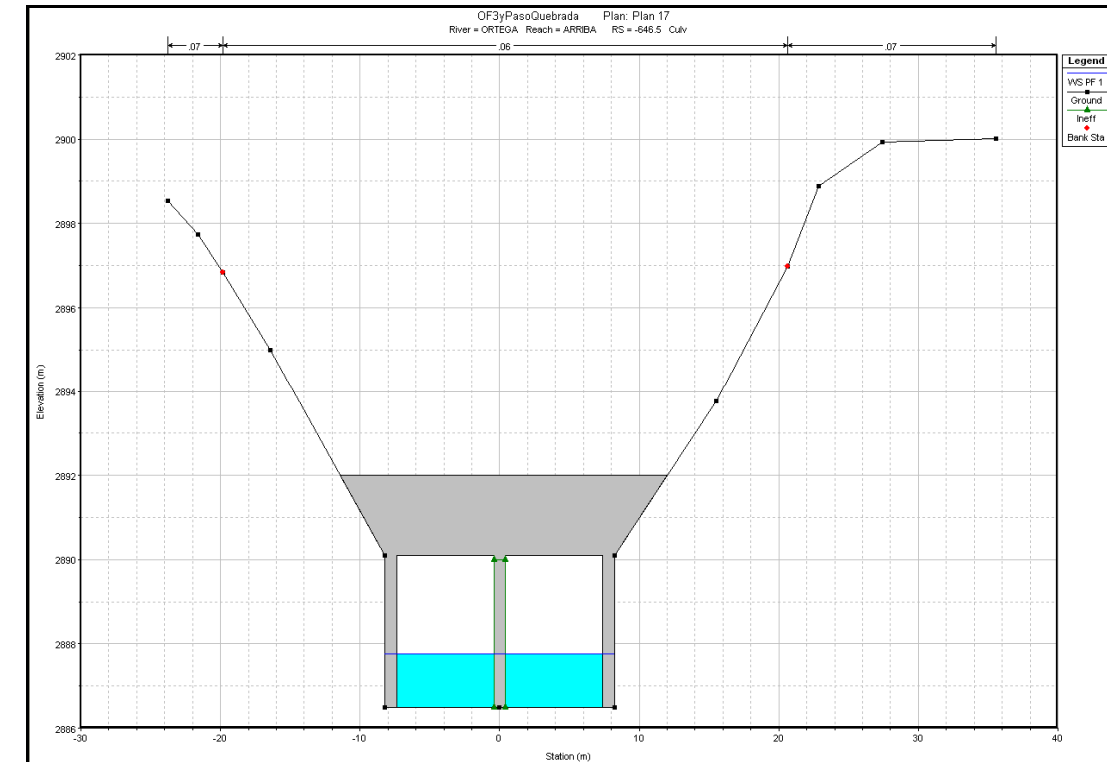
Condiciones de contorno

Al igual que en el modelo realizado por EVREN, como condiciones de contorno del nuevo modelo se ha tomado el calado uniforme para la pendiente real del cauce al inicio y final de los tramos analizados, obtenida a partir de la cartografía 1:500 entregada por Metro de Quito.

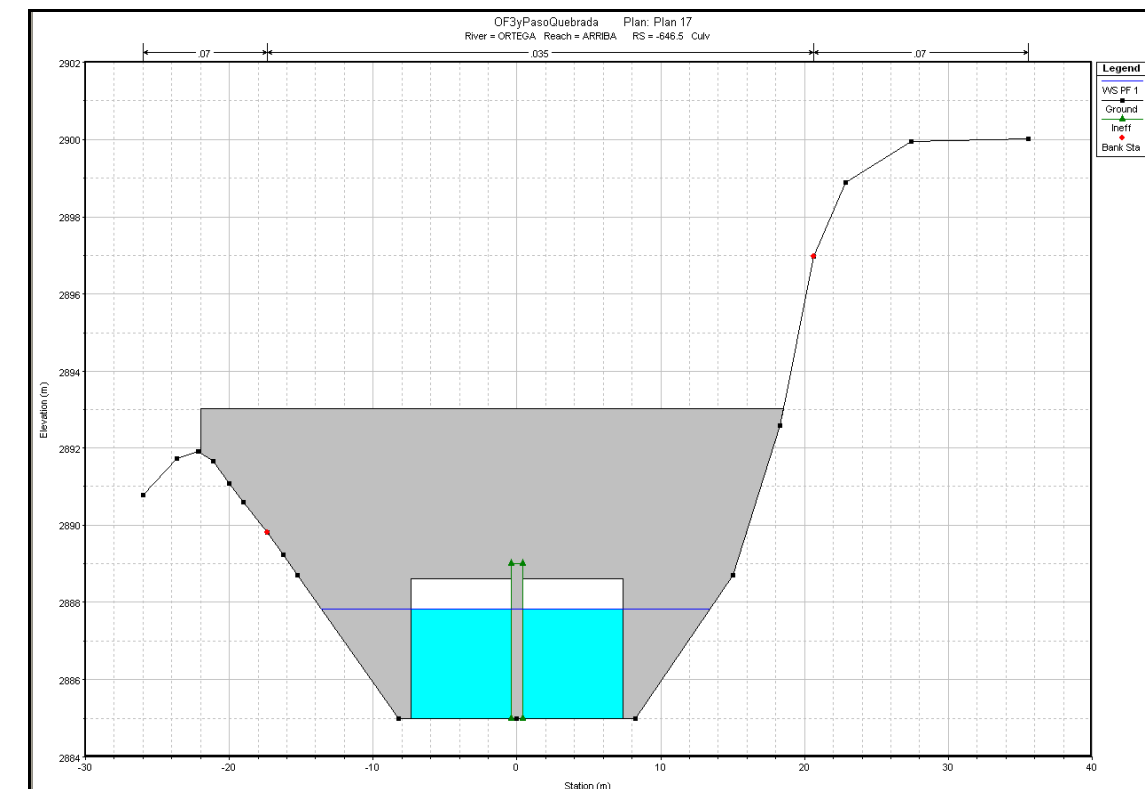
Igualmente, el modelo se ha corrido en régimen mixto.

5.3.3.2. Resultados de la modelización

Una vez desarrollado el nuevo modelo hidráulico HEC-RAS con los parámetros descritos anteriormente, los resultados de la modelización de las Quebradas de estudio incluyendo el nuevo marco sobre la Quebrada Ortega en PK PK 10+747.467 del trazado de la línea 1 de Metro, son los siguientes:



Sección transversal y lámina de agua T500 aguas arriba de “Marco sobre Quebrada Ortega – Pumapungo”



Sección transversal y lámina de agua T500 aguas abajo de “Marco sobre Quebrada Ortega – Pumapungo”



En el perfil -631 (aguas arriba del culvert) la cota de la lámina para el caudal de periodo de retorno de 500 años, se sitúa a la 2887,82 y en el perfil -662 (aguas abajo del culvert) a la cota 2887,83.

El punto crítico en el trazado de la línea 1 de Metro, se sitúa en el PK 10+783.35. Este punto es el punto de paso del trazado de sección en terraplén a sección en túnel. La cota de la rasante en dicho punto se sitúa a la 2890,43.

Por lo tanto, el resguardo respecto de la lámina de agua T500 hasta la rasante del trazado en el punto más desfavorable toma el valor de 2.60 m, valor superior al 1.50 m recomendado.

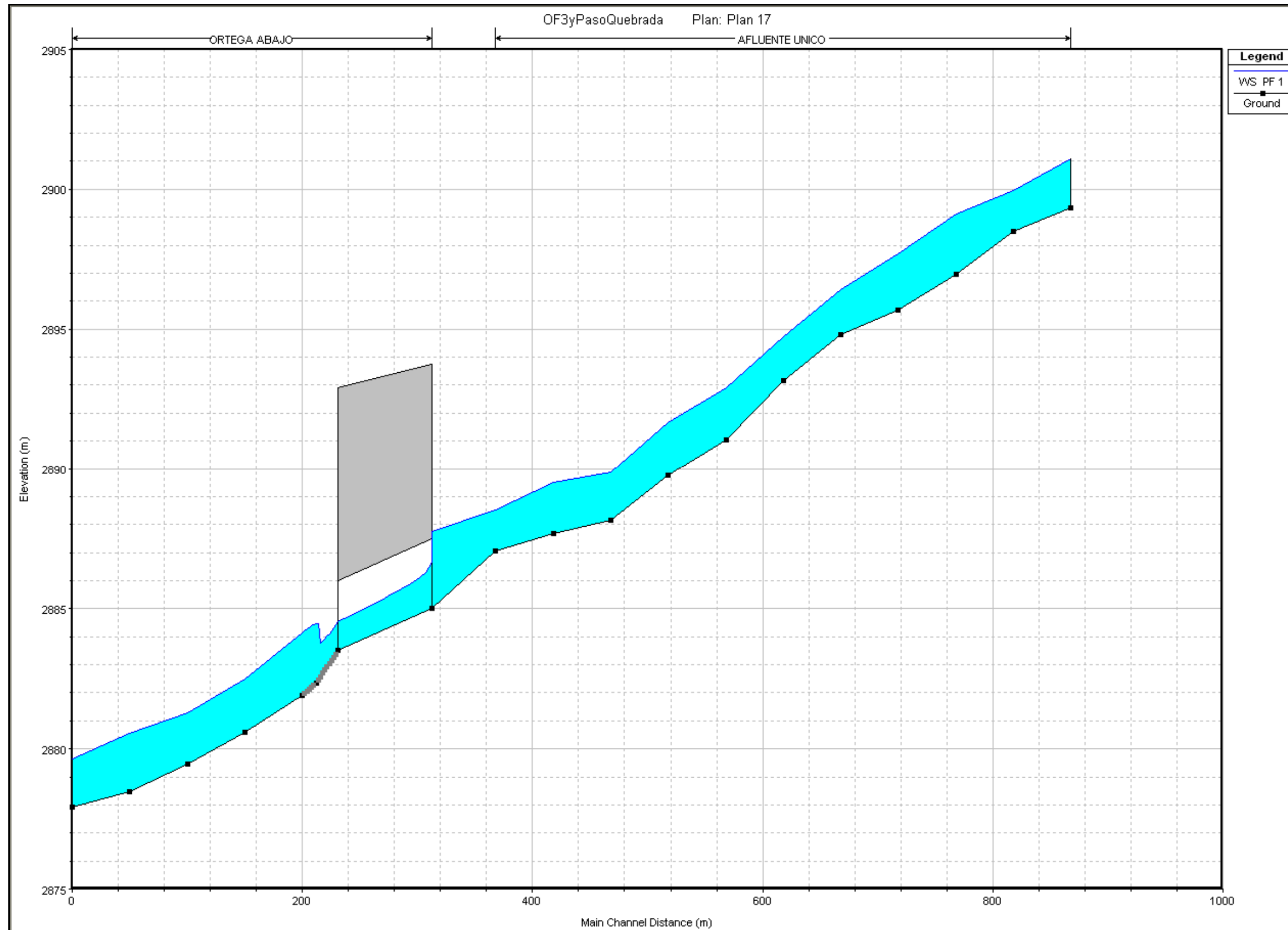
A continuación se adjunta la tabla de resultados numéricos de la modelización realizada:

HEC-RAS Plan: Plan 17 Profile: PF 1												
River	Reach	River Sta	Min Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude #	Chl
			(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m2)	(m)		
ORTEGA	ARRIBA	-27	2900.47	2902.50	2901.93	2902.77	0.018404	2.31	9.03	6.04	0.60	
ORTEGA	ARRIBA	-50.000	2899.77	2901.91		2902.26	0.027207	2.59	8.06	7.25	0.79	
ORTEGA	ARRIBA	-100.000	2899.04	2900.85	2900.65	2901.02	0.020926	1.83	11.43	16.57	0.70	
ORTEGA	ARRIBA	-150.000	2897.82	2899.25	2899.25	2899.53	0.044940	2.34	8.94	16.07	1.00	
ORTEGA	ARRIBA	-200.000	2896.35	2897.43	2897.19	2897.54	0.014582	1.50	13.94	21.46	0.59	
ORTEGA	ARRIBA	-250.000	2894.83	2896.20	2896.10	2896.51	0.030045	2.48	8.42	10.03	0.86	
ORTEGA	ARRIBA	-300.000	2892.97	2894.82	2894.62	2895.14	0.025133	2.52	8.30	7.86	0.78	
ORTEGA	ARRIBA	-350.000	2892.30	2893.67		2893.92	0.022954	2.22	9.42	10.65	0.75	
ORTEGA	ARRIBA	-400.000	2891.28	2892.98		2893.12	0.011045	1.66	12.61	13.19	0.54	
ORTEGA	ARRIBA	-450.000	2890.34	2891.68	2891.68	2892.13	0.041134	2.98	7.02	7.88	1.01	
ORTEGA	ARRIBA	-500.000	2888.19	2890.19	2889.92	2890.48	0.021174	2.38	8.77	7.87	0.72	
ORTEGA	ARRIBA	-550.000	2887.44	2889.46		2889.66	0.012377	1.98	10.56	8.47	0.57	
ORTEGA	ARRIBA	-600.000	2887.05	2888.33	2888.28	2888.68	0.034869	2.58	8.09	10.12	0.92	
ORTEGA	ARRIBA	-614	2887.00	2887.75	2887.82	2888.18	0.019103	2.89	7.23	11.18	1.15	
ORTEGA	ARRIBA	-631	2886.50	2887.82	2887.06	2887.87	0.003128	1.01	20.69	16.50	0.28	
ORTEGA	ARRIBA	-646.5	Culvert									
ORTEGA	ARRIBA	-662	2885.00	2887.83		2887.83	0.000055	0.35	59.21	27.00	0.07	
ORTEGA	ABAJO	-687	2885.00	2887.76	2886.29	2887.82	0.001985	1.07	37.43	20.34	0.25	
ORTEGA	ABAJO	-728	Culvert									
ORTEGA	ABAJO	-769	2883.50	2884.53	2884.75	2885.36	0.025347	4.03	9.97	11.28	1.37	
ORTEGA	ABAJO	-788	2882.35	2884.46		2884.72	0.013010	2.28	17.65	12.21	0.60	
ORTEGA	ABAJO	-800.000	2881.90	2884.12	2883.93	2884.51	0.024719	2.76	14.55	12.43	0.81	
ORTEGA	ABAJO	-850.000	2880.58	2882.50	2882.47	2883.03	0.034937	3.23	12.43	10.92	0.97	
ORTEGA	ABAJO	-900.000	2879.47	2881.30		2881.64	0.021036	2.57	15.67	13.71	0.77	
ORTEGA	ABAJO	-950.000	2878.48	2880.56		2880.78	0.013247	2.09	19.23	16.13	0.61	
ORTEGA	ABAJO	-1000.00	2877.91	2879.64	2879.44	2879.94	0.021704	2.41	16.65	16.66	0.77	
AFLUENTE	UNICO	-50.000	2899.34	2901.08	2900.79	2901.37	0.019961	2.35	8.22	7.05	0.69	
AFLUENTE	UNICO	-100.000	2898.50	2899.95		2900.24	0.025388	2.38	8.11	8.83	0.79	
AFLUENTE	UNICO	-150.000	2896.95	2899.13		2899.32	0.013228	1.90	10.15	9.20	0.58	
AFLUENTE	UNICO	-200.000	2895.67	2897.68	2897.68	2898.17	0.045784	3.09	6.24	6.52	1.01	
AFLUENTE	UNICO	-250.000	2894.80	2896.40	2895.98	2896.58	0.014338	1.86	10.38	10.67	0.60	
AFLUENTE	UNICO	-300.000	2893.16	2894.74	2894.74	2895.33	0.048889	3.41	5.67	4.89	1.01	
AFLUENTE	UNICO	-350.000	2891.03	2892.90	2892.51	2893.18	0.018041	2.34	8.25	6.05	0.64	
AFLUENTE	UNICO	-400.000	2889.78	2891.67		2892.07	0.027765	2.78	6.94	4.99	0.75	
AFLUENTE	UNICO	-450.000	2888.16	2889.88	2889.88	2890.35	0.042831	3.04	6.34	6.76	1.00	
AFLUENTE	UNICO	-500.000	2887.69	2889.52	2888.84	2889.60	0.005930	1.26	15.33	15.05	0.40	
AFLUENTE	UNICO	-550.000	2887.06	2888.53	2888.53	2888.94	0.042187	2.83	6.83	8.55	1.01	

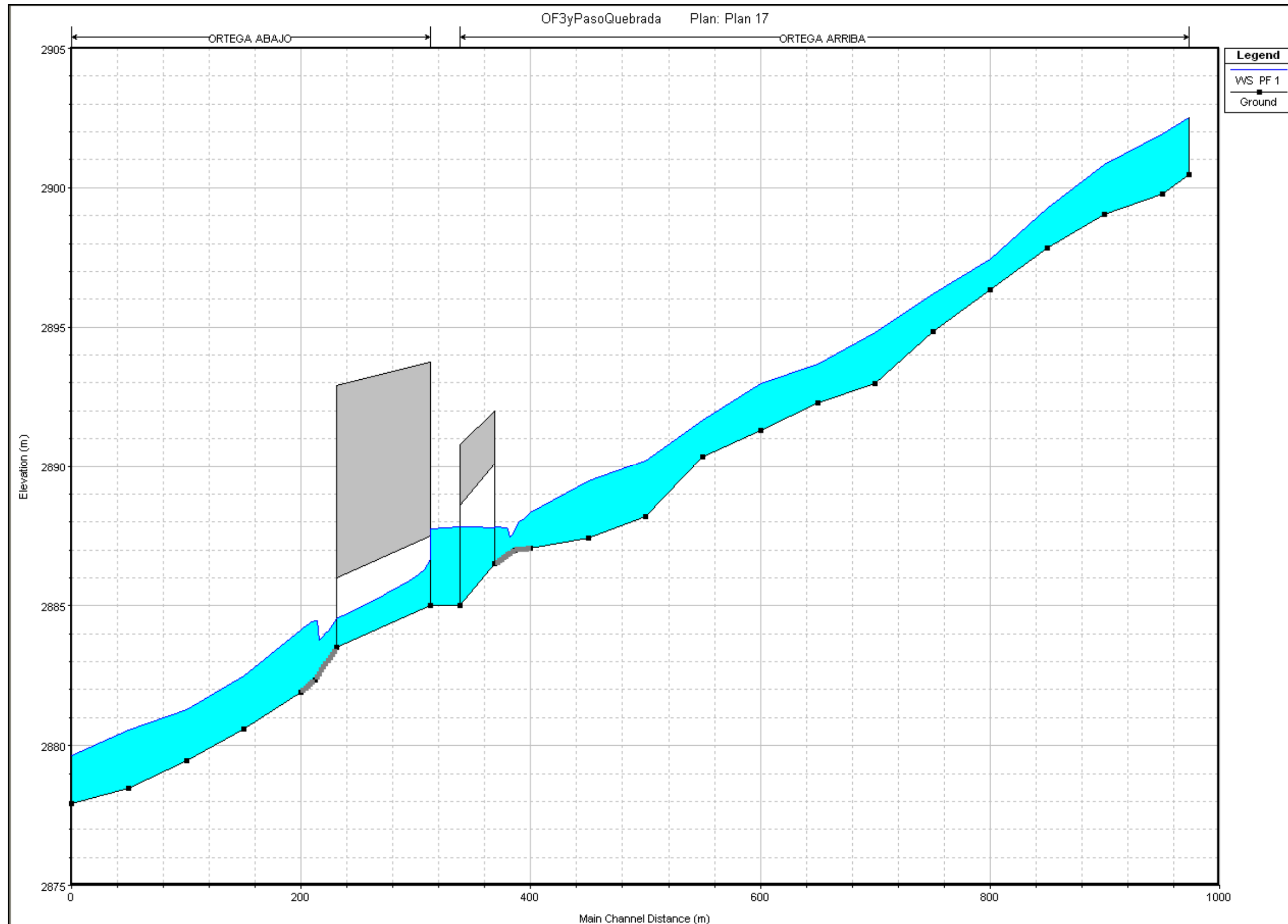
Resultados numéricos

Finalmente, en las siguientes figuras se representan los perfiles longitudinales y transversales de los tramos analizados en la nueva modelización:

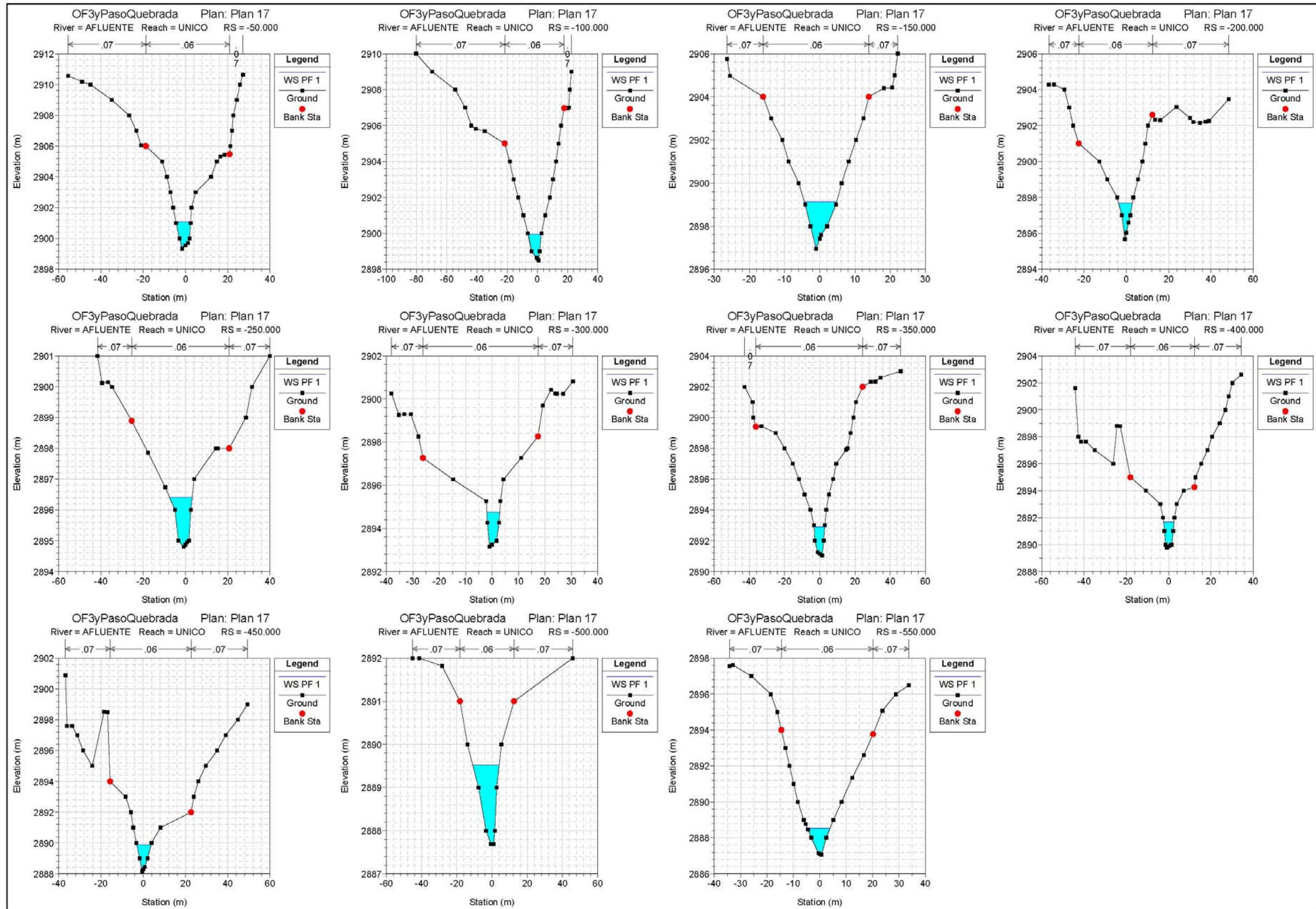




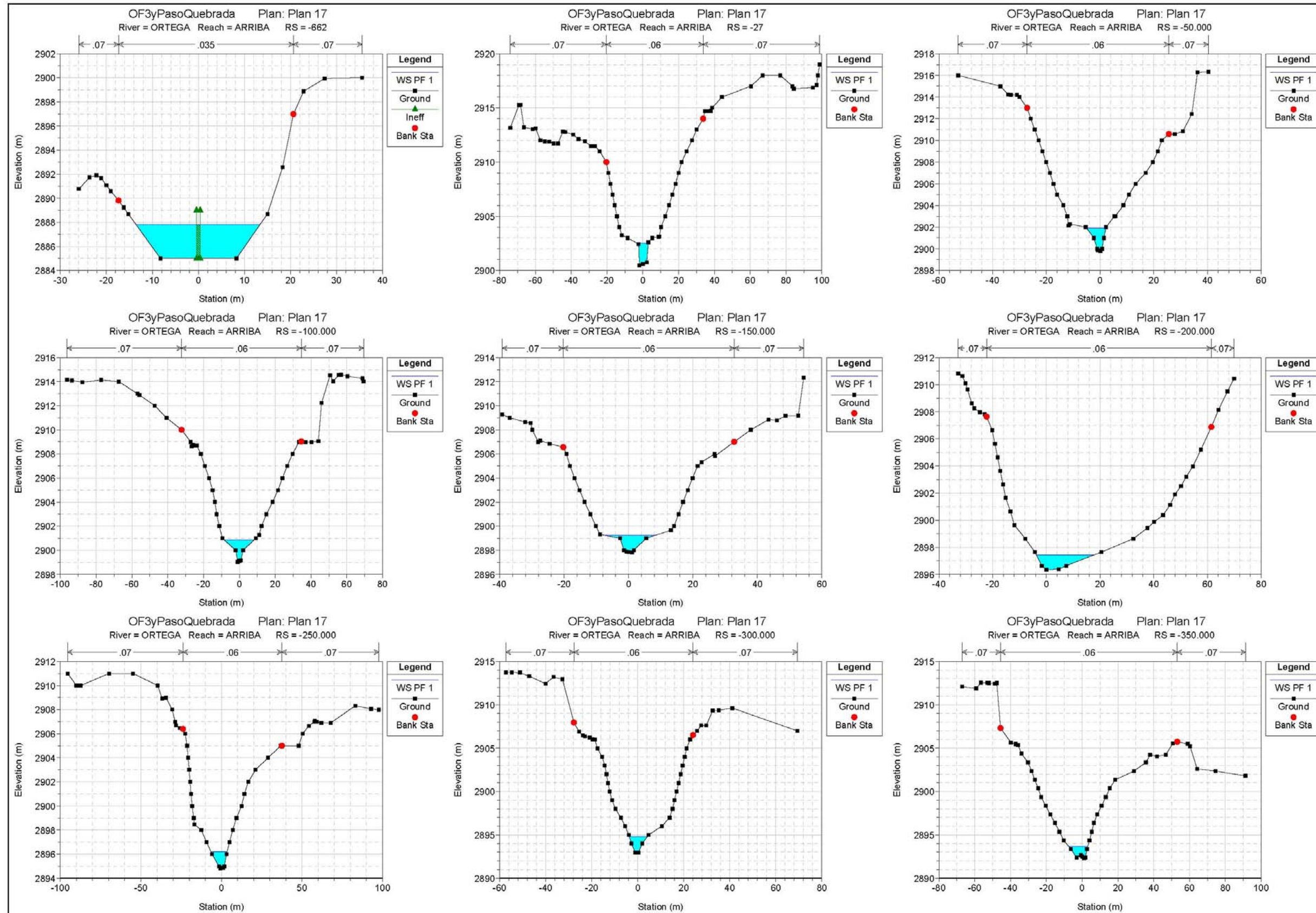
Perfil longitudinal de la lámina de agua T500 de los tramos "Afluente Único" y "Ortega Abajo"



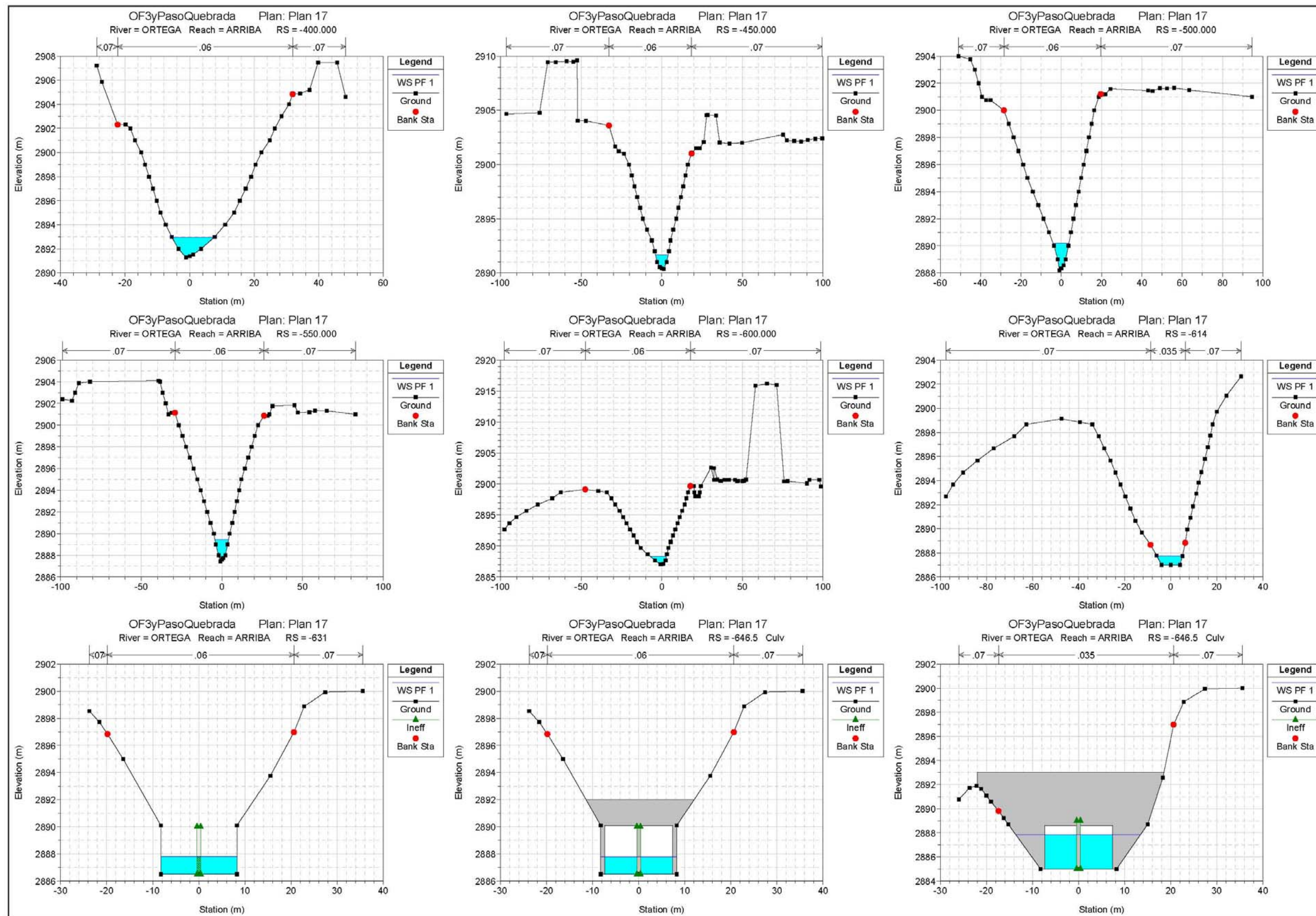
Perfil longitudinal de la lámina de agua T500 de los tramos “Ortega Arriba” y “Ortega Abajo”



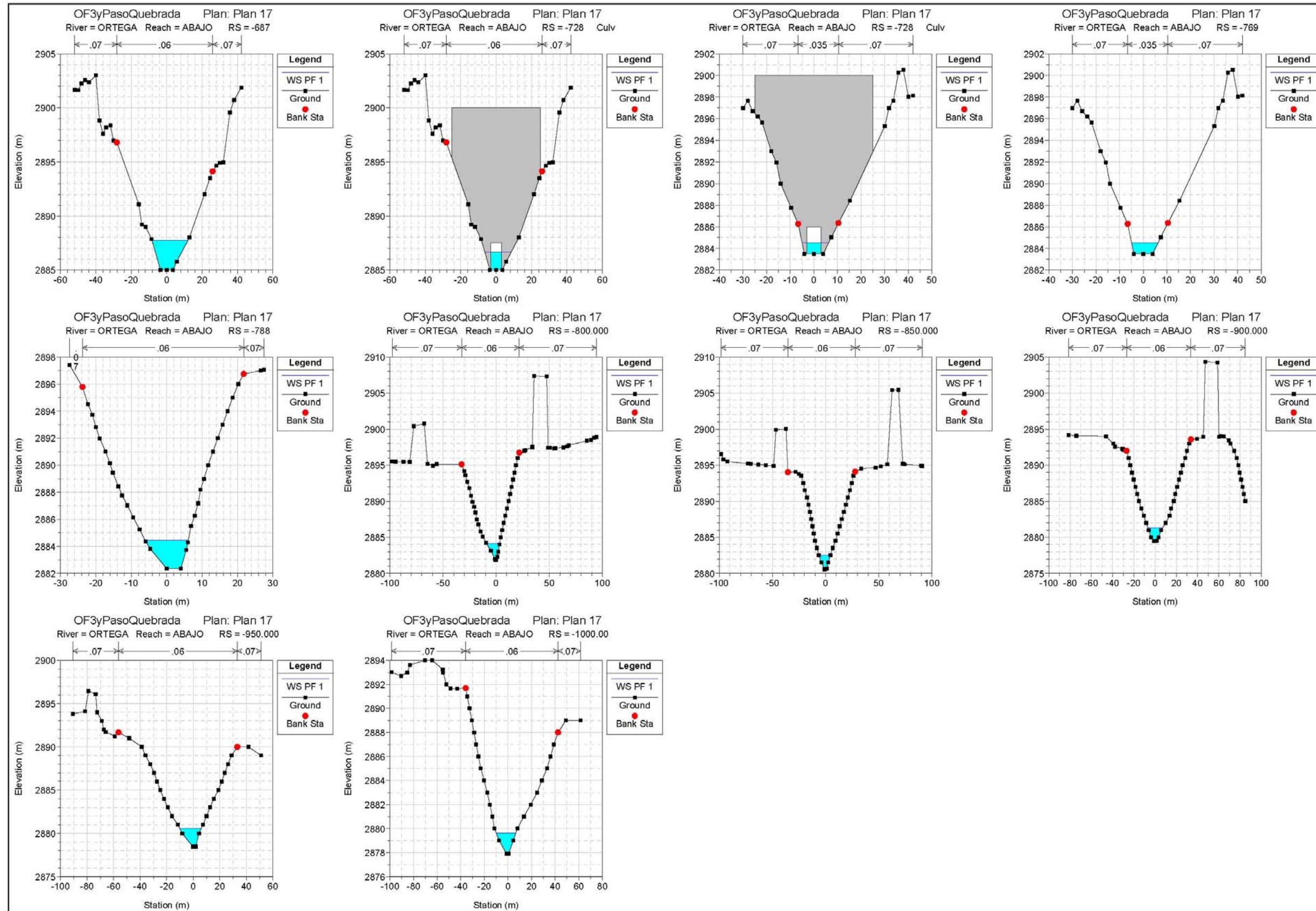
Perfiles transversales de la lámina de agua T500 del tramo "Afluente Unico"



Perfiles transversales de la lámina de agua T500 del tramo "Ortega Arriba" (1 de 2)



Perfiles transversales de la lámina de agua T500 del tramo "Ortega Arriba" (2 de 2)

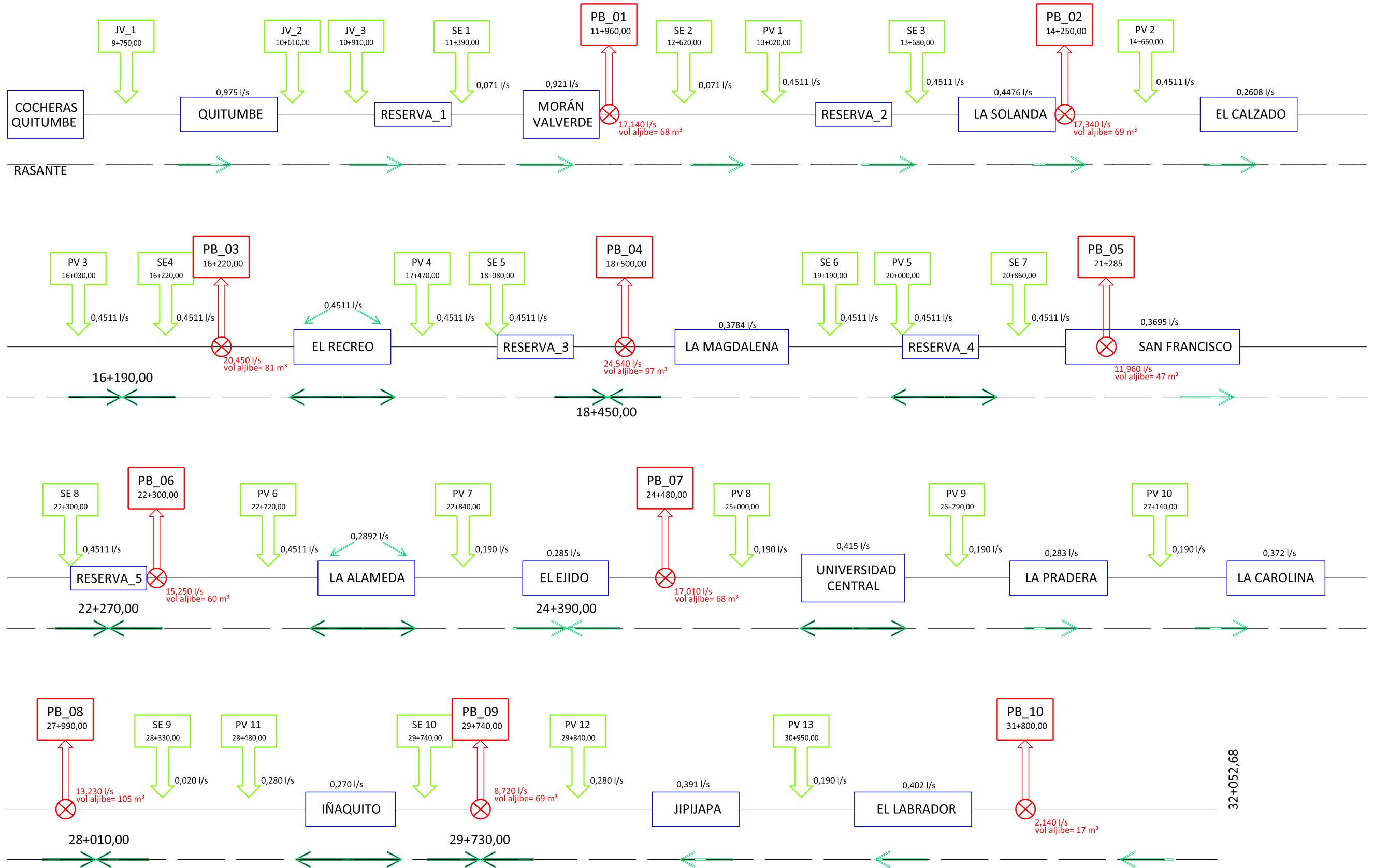


Perfiles transversales de la lámina de agua T500 del tramo "Ortega Abajo"



APÉNDICE Nº 1. ESQUEMA DE FLUJO







APÉNDICE Nº 2. COMPROBACIÓN HIDRÁULICA DE LA CANALETA CENTRAL



PK Inicial	PK Final	Longitud m	Ancho m	Área vertiente (m ²)	C	I (mm/h)	Q Pluviales (l/s) MD	Q Pluviales (l/s) MI	Q Filtraciones (l/s) MD	Q Filtraciones (l/s) MI	Q (l/s)	Q acum. (l/s)	n	i (%)	Calado (m)	Velocidad (m/s)
9+501,260	9+520,000	18,740							0,0468	0,0468	0,0937	0,0937	0,015	-3,65	0,002	0,23
9+520,000	9+540,000	20,000							0,0500	0,0500	0,1000	0,1937	0,015	-3,65	0,003	0,32
9+540,000	9+548,000	8,000							0,0200	0,0200	0,0400	0,2337	0,015	-3,65	0,004	0,29
9+548,000	9+560,000	12,000							0,0300	0,0300	0,0600	0,2937	0,015	-3,65	0,004	0,37
9+560,000	9+580,000	20,000							0,0500	0,0500	0,1000	0,3937	0,015	-3,65	0,005	0,39
9+580,000	9+600,000	20,000							0,0500	0,0500	0,1000	0,4937	0,015	-3,65	0,006	0,41
9+600,000	9+620,000	20,000							0,0500	0,0500	0,1000	0,5937	0,015	-3,65	0,007	0,42
9+620,000	9+640,000	20,000							0,0500	0,0500	0,1000	0,6937	0,015	-3,65	0,007	0,50
9+640,000	9+660,000	20,000							0,0500	0,0500	0,1000	0,7937	0,015	-3,65	0,008	0,50
9+660,000	9+680,000	20,000							0,0500	0,0500	0,1000	0,8937	0,015	-3,65	0,009	0,50
9+680,000	9+700,000	20,000							0,0500	0,0500	0,1000	0,9937	0,015	-3,65	0,009	0,55
9+700,000	9+720,000	20,000							0,0500	0,0500	0,1000	1,0937	0,015	-3,65	0,010	0,55
9+720,000	9+740,000	20,000							0,0500	0,0500	0,1000	1,1937	0,015	-3,65	0,010	0,60
9+740,000	9+760,000	20,000							0,0500	0,0500	0,1000	1,2937	0,015	-3,65	0,011	0,59
9+760,000	9+780,000	20,000							0,0500	0,0500	0,1000	1,3937	0,015	-3,65	0,012	0,58
9+780,000	9+800,000	20,000							0,0500	0,0500	0,1000	1,4937	0,015	-3,65	0,012	0,62
9+800,000	9+820,000	20,000							0,0500	0,0500	0,1000	1,5937	0,015	-3,65	0,013	0,61
9+820,000	9+840,000	20,000							0,0500	0,0500	0,1000	1,6937	0,015	-3,65	0,013	0,65
9+840,000	9+860,000	20,000							0,0500	0,0500	0,1000	1,7937	0,015	-3,65	0,014	0,64
9+860,000	9+880,000	20,000							0,0500	0,0500	0,1000	1,8937	0,015	-3,65	0,014	0,68
9+880,000	9+900,000	20,000							0,0500	0,0500	0,1000	1,9937	0,015	-3,65	0,014	0,71
9+900,000	9+920,000	20,000							0,0500	0,0500	0,1000	2,0937	0,015	-3,65	0,015	0,70
9+920,000	9+940,000	20,000							0,0500	0,0500	0,1000	2,1937	0,015	-3,65	0,015	0,73
La Canaleta Central desagua en PK 9+940 a colector																
9+940,000	9+960,000	20,000							0,0500	0,0500	0,1000	0,1000	0,015	-0,50	0,004	0,13
9+960,000	9+980,000	20,000							0,0500	0,0500	0,1000	0,1000	0,015	-0,50	0,004	0,13
9+980,000	9+990,000	10,000							0,0250	0,0250	0,0500	0,0500	0,015	-0,50	0,003	0,08
9+990,000	10+000,000	10,000		15,18	1,00	10,41		0,0878	0,0250	0,0250	0,1378	0,1378	0,015	-0,50	0,005	0,14
Se incorpora en PK 9+992 caudal de Pozo de Compensación 2 de la Estación Quitumbe																
10+000,000	10+020,000	20,000							0,0500	0,0500	0,1000	0,1000	0,015	-0,50	0,004	0,13
10+020,000	10+040,000	20,000							0,0500	0,0500	0,1000	0,1000	0,015	-0,50	0,004	0,13
10+040,000	10+060,000	20,000							0,0500	0,0500	0,1000	0,1000	0,015	-0,50	0,004	0,13
10+060,000	10+080,000	20,000		135,00	1,00	10,41		0,7808	0,0500	0,0500	0,8808	0,8808	0,015	-0,50	0,016	0,28
Se incorpora en PK 10+070 caudal de la zona de Acceso de la Estación Quitumbe																
10+080,000	10+100,000	20,000							0,0500	0,0500	0,1000	0,1000	0,015	-0,50	0,004	0,13
10+100,000	10+120,000	20,000							0,0500	0,0500	0,1000	0,1000	0,015	-0,50	0,004	0,13
10+120,000	10+140,780	20,780							0,0520	0,0520	0,1039	0,1039	0,015	-0,50	0,004	0,13
10+140,780	10+160,000	19,220							0,0480	0,0480	0,0961	0,0961	0,015	-0,50	0,004	0,12
Se incorpora en PK 10+128 caudal de Pozo de Compensación 1 y en PK 10+126 caudal de Pozos de Ventilación 1 y 2 de la Estación Quitumbe																
10+160,000	10+210,000	50,000							0,1250	0,1250	0,2500	0,2500	0,015	-0,50	0,007	0,18
10+210,000	10+260,000	50,000							0,1250	0,1250	0,2500	0,2500	0,015	-0,50	0,007	0,18
10+260,000	10+282,000	22,000							0,0550	0,0550	0,1100	0,1100	0,015	-0,50	0,004	0,14
En PK 10+282 el colector desagua a la canaleta																
10+282,000	10+300,000	18,000							0,0450	0,0450	0,0900	4,8622	0,015	-0,50	0,050	0,49
10+300,000	10+320,000	20,000							0,0500	0,0500	0,1000	4,9622	0,015	-0,50	0,051	0,49
10+320,000	10+340,000	20,000							0,0500	0,0500	0,1000	5,0622	0,015	-0,50	0,051	0,50

PK Inicial	PK Final	Longitud m	Ancho m	Área vertiente (m ²)	C	I (mm/h)	Q Pluviales (l/s) MD	Q Pluviales (l/s) MI	Q Filtraciones (l/s) MD	Q Filtraciones (l/s) MI	Q (l/s)	Q acum. (l/s)	n	i (%)	Calado (m)	Velocidad (m/s)
10+340,000	10+360,000	20,000							0,0500	0,0500	0,1000	5,1622	0,015	-0,50	0,052	0,50
10+360,000	10+380,000	20,000							0,0500	0,0500	0,1000	5,2622	0,015	-3,50	0,027	0,97
10+380,000	10+400,000	20,000							0,0500	0,0500	0,1000	5,3622	0,015	-3,50	0,028	0,96
10+400,000	10+420,000	20,000							0,0500	0,0500	0,1000	5,4622	0,015	-3,50	0,028	0,98
10+420,000	10+440,000	20,000							0,0500	0,0500	0,1000	5,5622	0,015	-3,50	0,028	0,99
10+440,000	10+460,000	20,000							0,0500	0,0500	0,1000	5,6622	0,015	-3,50	0,029	0,98
10+460,000	10+480,000	20,000							0,0500	0,0500	0,1000	5,7622	0,015	-3,50	0,029	0,99
10+480,000	10+500,000	20,000							0,0500	0,0500	0,1000	5,8622	0,015	-3,50	0,029	1,01
10+500,000	10+520,000	20,000							0,0500	0,0500	0,1000	5,9622	0,015	-3,50	0,030	0,99
10+520,000	10+540,000	20,000							0,0500	0,0500	0,1000	6,0622	0,015	-0,50	0,058	0,52
10+540,000	10+560,000	20,000							0,0500	0,0500	0,1000	6,1622	0,015	-0,50	0,059	0,52
10+560,000	10+580,000	20,000							0,0500	0,0500	0,1000	6,2622	0,015	-0,50	0,059	0,53
10+580,000	10+600,000	20,000							0,0500	0,0500	0,1000	6,3622	0,015	-3,50	0,031	1,03
10+600,000	10+620,000	20,000							0,0500	0,0500	0,1000	6,4622	0,015	-3,50	0,031	1,04
10+620,000	10+640,000	20,000							0,0500	0,0500	0,1000	6,5622	0,015	-3,50	0,032	1,03
10+640,000	10+660,000	20,000							0,0500	0,0500	0,1000	6,6622	0,015	-3,50	0,032	1,04
10+660,000	10+680,000	20,000							0,0500	0,0500	0,1000	6,7622	0,015	-3,50	0,032	1,06
10+680,000	10+687,160	7,160							0,0179	0,0179	0,0358	6,7980	0,015	-3,50	0,032	1,06
10+687,160	10+700,000	12,840	4,00	51,36	1,00	10,41	0,2970	0,2970	0,0321	0,0321	0,6583	7,4563	0,015	-3,50	0,034	1,10
10+700,000	10+720,000	20,000	4,00	80,00	1,00	10,41	0,4627	0,4627	0,0500	0,0500	1,0253	8,4816	0,015	-3,50	0,038	1,12
10+720,000	10+740,000	20,000	4,00	80,00	1,00	10,41	0,4627	0,4627	0,0500	0,0500	1,0253	9,5070	0,015	-3,50	0,041	1,16
10+740,000	10+760,000	20,000	4,00	80,00	1,00	10,41	0,4627	0,4627	0,0500	0,0500	1,0253	10,5323	0,015	-3,50	0,043	1,22
Desagua en PK 10+760 a paso sobre Quebrada																
10+760,000	10+780,000	20,000	4,00	80,00	1,00	10,41	0,4627	0,4627	0,0500	0,0500	1,0253	1,0253	0,015	-3,50	0,010	0,51
10+780,000	10+800,000	20,000	4,00	80,00	1,00	10,41	0,4627	0,4627	0,0500	0,0500	1,0253	2,0507	0,015	-3,50	0,015	0,68
10+800,000	10+810,000	10,000	4,00	40,00	1,00	10,41	0,2313	0,2313	0,0250	0,0250	0,5127	2,5633	0,015	-3,50	0,017	0,75
10+810,000	10+818,000	8,000	4,00	32,00	1,00	10,41	0,1851	0,1851	0,0200	0,0200	0,4101	2,9735	0,015	-3,50	0,019	0,78
10+818,000	10+840,000	22,000							0,0550	0,0550	0,1100	3,0835	0,015	-3,50	0,019	0,81
10+840,000	10+860,000	20,000							0,0500	0,0500	0,1000	3,1835	0,015	-3,50	0,020	0,80
10+860,000	10+880,000	20,000							0,0500	0,0500	0,1000	3,2835	0,015	-3,50	0,020	0,82
10+880,000	10+900,000	20,000							0,0500	0,0500	0,1000	3,3835	0,015	-3,50	0,021	0,81
10+900,000	10+920,000	20,000							0,0500	0,0500	0,1000	3,4835	0,015	-3,50	0,021	0,83
10+920,000	10+940,000	20,000							0,0500	0,0500	0,1000	3,5835	0,015	-3,50	0,021	0,85
10+940,000	10+960,000	20,000							0,0500	0,0500	0,1000	3,6835	0,015	-3,50	0,022	0,84
10+960,000	10+980,000	20,000							0,0500	0,0500	0,1000	3,7835	0,015	-3,50	0,022	0,86
10+980,000	11+000,000	20,000							0,0500	0,0500	0,1000	3,8835	0,015	-3,50	0,022	0,88
11+000,000	11+020,000	20,000							0,0500	0,0500	0,1000	3,9835	0,015	-3,50	0,023	0,87
11+020,000	11+040,000	20,000							0,0300	0,0300	0,0600	4,0435	0,015	-3,50	0,023	0,88
11+040,000	11+060,000	20,000							0,0300	0,0300	0,0600	4,1035	0,015	-3,50	0,023	0,89
11+060,000	11+080,000	20,000							0,0300	0,0300	0,0600	4,1635	0,015	-3,50	0,023	0,91
11+080,000	11+100,000	20,000							0,0300	0,0300	0,0600	4,2235	0,015	-3,50	0,024	0,88
11+100,000	11+120,000	20,000							0,0300	0,0300	0,0600	4,2835	0,015	-3,50	0,024	0,89
11+120,000	11+140,000	20,000							0,0300	0,0300	0,0600	4,3435	0,015	-3,50	0,024	0,90
11+140,000	11+160,000	20,000							0,0300	0,0300	0,0600	4,4035	0,015	-3,50	0,024	0,92
11+160,000	11+180,000	20,000							0,0300	0,0300	0,0600	4,4635	0,015	-3,50	0,025	0,89
11+180,000	11+200,000	20,000							0,0300	0,0300	0,0600	4,5235	0,015	-3,50	0,025	0,90
11+200,000	11+220,000	20,000							0,0300	0,0300	0,0600	4,5835	0,015	-3,50	0,025	0,92
11+220,000	11+240,000	20,000							0,0300	0,0300	0,0600	4,6435	0,015	-3,50	0,025	0,93
11+240,000	11+260,000	20,000							0,0300	0,0300	0,0600	0,0600	0,015	-0,50	0,003	0,10

PK Inicial	PK Final	Longitud m	Ancho m	Área vertiente (m ²)	C	I (mm/h)	Q Pluviales (l/s) MD	Q Pluviales (l/s) MI	Q Filtraciones (l/s) MD	Q Filtraciones (l/s) MI	Q (l/s)	Q acum. (l/s)	n	i (%)	Calado (m)	Velocidad (m/s)
La Canaleta Central desagua en PK 11+240 al colector																
11+260,000	11+280,000	20,000							0,0300	0,0300	0,0600	0,0600	0,015	-0,50	0,003	0,10
11+280,000	11+300,000	20,000							0,0300	0,0300	0,0600	0,0600	0,015	-0,50	0,003	0,10
11+300,000	11+320,000	20,000							0,0300	0,0300	0,0600	0,0600	0,015	-0,50	0,003	0,10
11+320,000	11+340,000	20,000							0,0300	0,0300	0,0600	0,0600	0,015	-0,50	0,003	0,10
11+340,000	11+360,000	20,000							0,0300	0,0300	0,0600	0,0600	0,015	-0,50	0,003	0,10
11+360,000	11+390,000	30,000		12,30	1,00	10,41		0,0711	0,0450	0,0450	0,1611	0,1611	0,015	-0,50	0,006	0,13
Se incorpora en PK 11+390 caudal de Salida de Emergencia 1																
11+390,000	11+410,000	20,000							0,0300	0,0300	0,0600	0,0600	0,015	-0,50	0,003	0,10
11+410,000	11+438,332	28,332							0,0425	0,0425	0,0850	0,0850	0,015	-0,50	0,004	0,11
En PK 11+438.332 el colector desagua a la canaleta																
11+438,332	11+460,000	21,668							0,0325	0,0325	0,0650	5,3746	0,015	-3,80	0,027	1,00
11+460,000	11+480,000	20,000							0,0300	0,0300	0,0600	5,4346	0,015	-3,80	0,027	1,01
11+480,000	11+500,000	20,000							0,0300	0,0300	0,0600	5,4946	0,015	-3,80	0,027	1,02
11+500,000	11+520,000	20,000							0,0300	0,0300	0,0600	5,5546	0,015	-3,80	0,028	0,99
11+520,000	11+540,000	20,000							0,0300	0,0300	0,0600	5,6146	0,015	-3,80	0,028	1,00
11+540,000	11+560,000	20,000							0,0300	0,0300	0,0600	5,6746	0,015	-3,80	0,028	1,01
11+560,000	11+580,000	20,000							0,0300	0,0300	0,0600	5,7346	0,015	-3,80	0,028	1,02
11+580,000	11+600,000	20,000							0,0300	0,0300	0,0600	5,7946	0,015	-3,80	0,028	1,03
11+600,000	11+620,000	20,000							0,0300	0,0300	0,0600	5,8546	0,015	-3,80	0,029	1,01
11+620,000	11+640,000	20,000							0,0300	0,0300	0,0600	5,9146	0,015	-3,80	0,029	1,02
11+640,000	11+660,000	20,000							0,0300	0,0300	0,0600	5,9746	0,015	-3,80	0,029	1,03
11+660,000	11+680,000	20,000							0,0300	0,0300	0,0600	6,0346	0,015	-3,80	0,029	1,04
11+680,000	11+700,000	20,000							0,0300	0,0300	0,0600	6,0946	0,015	-3,80	0,029	1,05
11+700,000	11+720,000	20,000							0,0300	0,0300	0,0600	6,1546	0,015	-3,80	0,029	1,06
11+720,000	11+740,000	20,000							0,0300	0,0300	0,0600	6,2146	0,015	-3,80	0,030	1,04
11+740,000	11+760,000	20,000							0,0300	0,0300	0,0600	6,2746	0,015	-3,80	0,030	1,05
11+760,000	11+780,000	20,000							0,0300	0,0300	0,0600	6,3346	0,015	-3,80	0,030	1,06
11+780,000	11+800,000	20,000							0,0300	0,0300	0,0600	6,3946	0,015	-3,80	0,030	1,07
11+800,000	11+820,000	20,000							0,0300	0,0300	0,0600	6,4546	0,015	-3,80	0,030	1,08
11+820,000	11+840,000	20,000							0,0300	0,0300	0,0600	6,5146	0,015	-3,80	0,031	1,05
11+840,000	11+860,000	20,000							0,0300	0,0300	0,0600	6,5746	0,015	-3,80	0,031	1,06
11+860,000	11+880,000	20,000							0,0300	0,0300	0,0600	6,6346	0,015	-3,80	0,031	1,07
11+880,000	11+900,000	20,000							0,0300	0,0300	0,0600	6,6946	0,015	-0,50	0,062	0,54
11+900,000	11+920,000	20,000							0,0300	0,0300	0,0600	6,7546	0,015	-0,50	0,063	0,54
11+920,000	11+920,350	0,350							0,0005	0,0005	0,0011	6,7557	0,015	-0,50	0,063	0,54
11+920,350	11+940,000	19,650		21,69	1,00	10,41		0,1254	0,0491	0,0491	0,2237	0,2237	0,015	-0,50	0,007	0,16
Se incorpora en PK 11+925 caudal de Pozo de Compensación 2 y Pozo de Ventilación de la Estación Morán Valverde																
11+940,000	11+960,000	20,000		29,64	1,00	10,41		0,1714	0,0500	0,0500	0,2714	0,2714	0,015	-0,50	0,008	0,17
Se incorpora en PK 11+945 caudal de Pozo de Acceso a Trafos y en PK 11+955 caudal de Pozos de Ventilación de la Estación Morán Valverde. Desagua en PK 11+960 a Pozo de Bombeo PB 1																
11+960,000	11+980,000	20,000							0,0500	0,0500	0,1000	0,1000	0,015	-0,50	0,004	0,13
11+980,000	12+000,000	20,000		56,58	1,00	10,41		0,3272	0,0500	0,0500	0,4272	0,4272	0,015	-0,50	0,010	0,21
Se incorpora en PK 11+990 caudal de Accesos 1 y 2 de la Estación Morán Valverde																
12+000,000	12+020,000	20,000							0,0500	0,0500	0,1000	0,1000	0,015	-0,50	0,004	0,13
12+020,000	12+040,000	20,000		28,29	1,00	10,41		0,1636	0,0500	0,0500	0,2636	0,2636	0,015	-0,50	0,008	0,16
Se incorpora en PK 12+020 caudal de Acceso 3 de la Estación Morán Valverde																
12+040,000	12+060,000	20,000							0,0500	0,0500	0,1000	0,1000	0,015	-0,50	0,004	0,13
12+060,000	12+080,000	20,000							0,0500	0,0500	0,1000	0,1000	0,015	-0,50	0,004	0,13
12+080,000	12+098,736	18,736		23,10	1,00	10,41		0,1336	0,0468	0,0468	0,2273	0,2273	0,015	-0,50	0,007	0,16
Se incorpora en PK 12+090 caudal de Pozo de Ventilación y Pozo de Compensación 1 de la Estación Morán Valverde																

PK Inicial	PK Final	Longitud m	Ancho m	Área vertiente (m ²)	C	I (mm/h)	Q Pluviales (l/s) MD	Q Pluviales (l/s) MI	Q Filtraciones (l/s) MD	Q Filtraciones (l/s) MI	Q (l/s)	Q acum. (l/s)	n	i (%)	Calado (m)	Velocidad (m/s)
12+098,736	12+102,280	3,544							0,0089	0,0089	0,0177	0,0177	0,015	-3,80	0,001	0,09
12+102,280	12+120,000	17,720							0,0443	0,0443	0,0886	0,1063	0,015	-3,80	0,002	0,27
12+120,000	12+140,000	20,000							0,0500	0,0500	0,1000	0,2063	0,015	-3,80	0,004	0,26
12+140,000	12+160,000	20,000							0,0500	0,0500	0,1000	0,3063	0,015	-3,80	0,004	0,38
12+160,000	12+180,000	20,000							0,0500	0,0500	0,1000	0,4063	0,015	-3,80	0,005	0,41
12+180,000	12+200,000	20,000							0,0500	0,0500	0,1000	0,5063	0,015	-3,80	0,006	0,42
12+200,000	12+220,000	20,000							0,0500	0,0500	0,1000	0,6063	0,015	-3,80	0,007	0,43
12+220,000	12+240,000	20,000							0,0500	0,0500	0,1000	0,7063	0,015	-3,80	0,007	0,50
12+240,000	12+260,000	20,000							0,0500	0,0500	0,1000	0,8063	0,015	-3,80	0,008	0,50
12+260,000	12+280,000	20,000							0,0500	0,0500	0,1000	0,9063	0,015	-3,80	0,009	0,50
12+280,000	12+300,000	20,000							0,0500	0,0500	0,1000	1,0063	0,015	-3,80	0,009	0,56
12+300,000	12+320,000	20,000							0,0500	0,0500	0,1000	1,1063	0,015	-3,80	0,010	0,55
12+320,000	12+340,000	20,000							0,0500	0,0500	0,1000	1,2063	0,015	-3,80	0,010	0,60
12+340,000	12+360,000	20,000							0,0500	0,0500	0,1000	1,3063	0,015	-3,80	0,011	0,59
12+360,000	12+380,000	20,000							0,0500	0,0500	0,1000	1,4063	0,015	-3,80	0,011	0,64
12+380,000	12+400,000	20,000							0,0500	0,0500	0,1000	1,5063	0,015	-3,80	0,012	0,63
12+400,000	12+420,000	20,000							0,0300	0,0300	0,0600	1,5663	0,015	-3,80	0,012	0,65
12+420,000	12+440,000	20,000							0,0300	0,0300	0,0600	1,6263	0,015	-3,80	0,013	0,63
12+440,000	12+460,000	20,000							0,0300	0,0300	0,0600	1,6863	0,015	-3,80	0,013	0,65
12+460,000	12+480,000	20,000							0,0300	0,0300	0,0600	1,7463	0,015	-3,80	0,013	0,67
12+480,000	12+500,000	20,000							0,0300	0,0300	0,0600	1,8063	0,015	-3,80	0,013	0,69
12+500,000	12+520,000	20,000							0,0300	0,0300	0,0600	1,8663	0,015	-3,80	0,014	0,67
12+520,000	12+540,000	20,000							0,0300	0,0300	0,0600	1,9263	0,015	-3,80	0,014	0,69
12+540,000	12+560,000	20,000							0,0300	0,0300	0,0600	1,9863	0,015	-3,80	0,014	0,71
12+560,000	12+580,000	20,000							0,0300	0,0300	0,0600	2,0463	0,015	-3,80	0,014	0,73
12+580,000	12+600,000	20,000							0,0300	0,0300	0,0600	2,1063	0,015	-3,80	0,015	0,70
12+600,000	12+620,000	20,000							0,0300	0,0300	0,0600	2,1663	0,015	-3,80	0,015	0,72
12+620,000	12+640,000	20,000		12,30	1,00	10,41		0,0711	0,0300	0,0300	0,1311	2,2975	0,015	-3,80	0,016	0,72
Se incorpora en PK 12+620 caudal de Salida de Emergencia 2																
12+640,000	12+660,000	20,000							0,0300	0,0300	0,0600	2,3575	0,015	-3,80	0,016	0,74
12+660,000	12+680,000	20,000							0,0300	0,0300	0,0600	2,4175	0,015	-3,80	0,016	0,76
12+680,000	12+700,000	20,000							0,0300	0,0300	0,0600	2,4775	0,015	-3,80	0,016	0,77
12+700,000	12+720,000	20,000							0,0300	0,0300	0,0600	2,5375	0,015	-3,80	0,017	0,75
12+720,000	12+740,000	20,000							0,0300	0,0300	0,0600	2,5975	0,015	-3,80	0,017	0,76
12+740,000	12+760,000	20,000							0,0300	0,0300	0,0600	2,6575	0,015	-3,80	0,017	0,78
12+760,000	12+780,000	20,000							0,0300	0,0300	0,0600	2,7175	0,015	-3,80	0,017	0,80
12+780,000	12+800,000	20,000							0,0300	0,0300	0,0600	2,7775	0,015	-3,80	0,018	0,77
12+800,000	12+820,000	20,000							0,0300	0,0300	0,0600	2,8375	0,015	-0,50	0,035	0,41
12+820,000	12+840,000	20,000							0,0300	0,0300	0,0600	2,8975	0,015	-0,50	0,035	0,41
12+840,000	12+860,000	20,000							0,0300	0,0300	0,0600	2,9575	0,015	-0,50	0,036	0,41
12+860,000	12+880,000	20,000							0,0300	0,0300	0,0600	3,0175	0,015	-0,50	0,036	0,42
12+880,000	12+900,000	20,000							0,0300	0,0300	0,0600	3,0775	0,015	-0,50	0,037	0,42
12+900,000	12+920,000	20,000							0,0300	0,0300	0,0600	3,1375	0,015	-0,50	0,037	0,42
12+920,000	12+940,000	20,000							0,0300	0,0300	0,0600	3,1975	0,015	-0,50	0,037	0,43
12+940,000	12+960,000	20,000							0,0300	0,0300	0,0600	3,2575	0,015	-0,50	0,038	0,43
12+960,000	12+980,000	20,000							0,0300	0,0300	0,0600	3,3175	0,015	-0,50	0,038	0,44
12+980,000	13+000,000	20,000							0,0300	0,0300	0,0600	3,3775	0,015	-0,50	0,039	0,43
Continúa en PK 13+000 con Canaleta Central de tramo siguiente																

Pk	Cota	Pendiente	Observaciones	L(m)	Q infil (l/s)	Q pluv (l/s)	Q acumul (l/s)	Q bombeo (l/s)	j(m/m)	v (m/s)	y (m)
013+000,000	2835,089	-0,42		17,164	0,05		3,80		0,050	0,96	0,020
013+017,164	2835,031	-0,25		2,836	0,01		3,81		0,050	0,97	0,020
013+020,000	2835,025	-0,22	PV1	20	0,06	0,4511	4,32		0,050	1,01	0,021
013+040,000	2835	-0,02		2,164	0,01		4,33		0,050	1,01	0,021
013+042,164	2835	0,00	RESERVA 2	17,836	0,05		4,38		0,050	1,01	0,022
013+060,000	2835	0,00	RESERVA 2	20	0,06		4,44		0,050	1,02	0,022
013+080,000	2835	0,00	RESERVA 2	20	0,06		4,50		0,050	1,02	0,022
013+100,000	2835	0,00	RESERVA 2	20	0,06		4,56		0,050	1,03	0,022
013+120,000	2835	0,00	RESERVA 2	20	0,06		4,62		0,050	1,03	0,022
013+140,000	2835	0,00	RESERVA 2	20	0,06		4,68		0,050	1,04	0,023
013+160,000	2835	0,00	RESERVA 2	12,445	0,04		4,72		0,050	1,04	0,023
013+172,445	2835	0,00	RESERVA 2	7,555	0,02		4,74		0,050	1,04	0,023
013+180,000	2834,996	-0,11		20	0,06		4,80		0,050	1,05	0,023
013+200,000	2834,946	-0,39		14,445	0,04		4,84		0,050	1,05	0,023
013+214,445	2834,874	-0,60		5,555	0,02		4,86		0,006	0,52	0,047
013+220,000	2834,838	-0,68		20	0,06		4,92		0,007	0,54	0,045
013+240,000	2834,674	-0,97		16,445	0,05		4,97		0,010	0,61	0,040
013+256,445	2834,496	-1,20		3,555	0,01		4,98		0,012	0,66	0,038
013+260,000	2834,453	-1,20		20	0,06		5,04		0,012	0,67	0,038
013+280,000	2834,213	-1,20		20	0,06		5,10		0,012	0,67	0,038
013+300,000	2833,973	-1,20		20	0,06		5,16		0,012	0,67	0,038
013+320,000	2833,733	-1,20		20	0,06		5,22		0,012	0,67	0,039
013+340,000	2833,493	-1,20		20	0,06		5,28		0,012	0,68	0,039
013+360,000	2833,253	-1,20		20	0,06		5,34		0,012	0,68	0,039
013+380,000	2833,013	-1,20		20	0,06		5,40		0,012	0,68	0,040
013+400,000	2832,773	-1,20		20	0,06		5,46		0,012	0,68	0,040
013+420,000	2832,533	-1,20		20	0,06		5,52		0,012	0,68	0,040
013+440,000	2832,293	-1,20		20	0,06		5,58		0,012	0,69	0,041
013+460,000	2832,053	-1,20		20	0,06		5,64		0,012	0,69	0,041
013+480,000	2831,813	-1,20		20	0,06		5,70		0,012	0,69	0,041
013+500,000	2831,573	-1,20		20	0,06		5,76		0,012	0,69	0,041
013+520,000	2831,333	-1,20		20	0,06		5,82		0,012	0,70	0,042
013+540,000	2831,093	-1,20		20	0,06		5,88		0,012	0,70	0,042
013+560,000	2830,853	-1,20		20	0,06		5,94		0,012	0,70	0,042
013+580,000	2830,613	-1,20		20	0,06		6,00		0,012	0,70	0,043
013+600,000	2830,373	-1,20		20	0,06		6,06		0,012	0,71	0,043
013+620,000	2830,133	-1,20		20	0,06		6,12		0,012	0,71	0,043
013+640,000	2829,893	-1,20		20	0,06		6,18		0,012	0,71	0,044
013+660,000	2829,653	-1,20		20	0,06		6,24		0,012	0,71	0,044
013+680,000	2829,413	-1,20	SE3	20	0,06	0,4511	6,75		0,012	0,73	0,046
013+700,000	2829,173	-1,20		20	0,06		6,81		0,012	0,73	0,047
013+720,000	2828,933	-1,20		20	0,06		6,87		0,012	0,73	0,047
013+740,000	2828,693	-1,20		20	0,06		6,93		0,012	0,74	0,047
013+760,000	2828,453	-1,20		20	0,06		6,99		0,012	0,74	0,047
013+780,000	2828,213	-1,20		20	0,06		7,05		0,012	0,74	0,048
013+800,000	2827,973	-1,20		20	0,06		7,11		0,012	0,74	0,048
013+820,000	2827,733	-1,20		20	0,06		7,17		0,012	0,74	0,048

Pk	Cota	Pendiente	Observaciones	L(m)	Q infil (l/s)	Q pluv (l/s)	Q acumul (l/s)	Q bombeo (l/s)	j(m/m)	v (m/s)	y (m)
013+840,000	2827,493	-1,20		20	0,06		7,23		0,012	0,75	0,048
013+860,000	2827,253	-1,20		20	0,06		7,29		0,012	0,75	0,049
013+880,000	2827,013	-1,20		20	0,06		7,35		0,012	0,75	0,049
013+900,000	2826,773	-1,20		20	0,06		7,41		0,012	0,75	0,049
013+920,000	2826,533	-1,20		20	0,06		7,47		0,012	0,75	0,050
013+940,000	2826,293	-1,20		20	0,06		7,53		0,012	0,76	0,050
013+960,000	2826,053	-1,20		20	0,06		7,59		0,012	0,76	0,050
013+980,000	2825,813	-1,20		0,778	0,00		7,59		0,012	0,76	0,050
013+980,778	2825,804	-1,20		19,222	0,06		7,65		0,012	0,76	0,050
014+000,000	2825,6	-0,93		20	0,06		7,71		0,009	0,69	0,055
014+020,000	2825,443	-0,64		2,778	0,01		7,72		0,006	0,61	0,063
014+022,778	2825,426	-0,60		17,222	0,05		7,77		0,006	0,60	0,065
014+040,000	2825,344	-0,35		20	0,06		7,83		0,005	0,56	0,070
014+060,000	2825,302	-0,07		4,778	0,01		7,85		0,005	0,56	0,070
014+064,778	2825,3	0,00	LA SOLANDA	15,222	0,05		7,89		0,005	0,56	0,070
014+080,000	2825,3	0,00	LA SOLANDA	20	0,06		7,95		0,005	0,56	0,071
014+100,000	2825,3	0,00	LA SOLANDA	20	0,06		8,01		0,005	0,56	0,071
014+120,000	2825,3	0,00	LA SOLANDA	20	0,06		8,07		0,005	0,57	0,071
014+140,000	2825,3	0,00	LA SOLANDA	20	0,06		8,13		0,005	0,57	0,072
014+160,000	2825,3	0,00	LA SOLANDA	20	0,06		8,19		0,005	0,57	0,072
014+180,000	2825,3	0,00	LA SOLANDA	20	0,06		8,25		0,005	0,57	0,072
014+200,000	2825,3	0,00	LA SOLANDA	20	0,06		8,31		0,005	0,57	0,073
014+220,000	2825,3	0,00	LA SOLANDA	20	0,06		8,37		0,005	0,57	0,073
014+240,000	2825,3	0,00	LA SOLANDA	5,944	0,02	0,4511	8,84		0,005	0,58	0,076
014+245,944	2825,3	0,00	LA SOLANDA	14,056	0,04	0,44763	9,33		0,005	0,59	0,079
014+250,000	2825,3	0,00	PB2	30	0,09		9,42	18,66	0,005	0,59	0,080
014+260,000	2825,272	-0,40		40	0,12		0,12		0,005	0,13	0,005
014+280,000	2825,134	-0,97		27,194	0,08		0,20		0,010	0,19	0,005
014+300,000	2824,883	-1,54		7,194	0,02		0,22		0,015	0,23	0,005
014+307,194	2824,764	-1,75		12,806	0,04		0,26		0,018	0,25	0,005
014+320,000	2824,517	-2,12		20	0,06		0,32		0,021	0,29	0,006
014+340,000	2824,036	-2,69		20	0,06		0,38		0,027	0,34	0,006
014+360,000	2823,442	-3,26		8,444	0,03		0,41		0,033	0,36	0,006
014+368,444	2823,156	-3,50		11,556	0,03		0,44		0,035	0,39	0,006
014+380,000	2822,752	-3,50		20	0,06		0,50		0,035	0,40	0,006
014+400,000	2822,052	-3,50		20	0,06		0,56		0,035	0,42	0,007
014+420,000	2821,352	-3,50		20	0,06		0,62		0,035	0,44	0,007
014+440,000	2820,652	-3,50		20	0,06		0,68		0,035	0,46	0,007
014+460,000	2819,952	-3,50		20	0,06		0,74		0,035	0,47	0,008
014+480,000	2819,252	-3,50		20	0,06		0,80		0,035	0,48	0,008
014+500,000	2818,552	-3,50		20	0,06		0,86		0,035	0,50	0,009
014+520,000	2817,852	-3,50		20	0,06		0,92		0,035	0,51	0,009
014+540,000	2817,152	-3,50		20	0,06		0,98		0,035	0,52	0,009
014+560,000	2816,452	-3,50		20	0,06		1,04		0,035	0,53	0,010
014+580,000	2815,752	-3,50		20	0,06		1,10		0,035	0,55	0,010
014+600,000	2815,052	-3,50		0,616	0,00		1,10		0,035	0,55	0,010
014+600,616	2815,03	-3,50		19,384	0,06		1,16		0,035	0,56	0,010
014+620,000	2814,389	-3,11		20	0,06		1,22		0,031	0,55	0,011
014+640,000	2813,807	-2,71		20	0,06		1,28		0,027	0,53	0,012

Pk	Cota	Pendiente	Observaciones	L(m)	Q infil (l/s)	Q pluv (l/s)	Q acumul (l/s)	Q bombeo (l/s)	j(m/m)	v (m/s)	y (m)
014+660,000	2813,304	-2,31	PV2	15,616	0,05	0,4511	1,78		0,023	0,57	0,016
014+675,616	2812,968	-2,00		4,384	0,01		1,79		0,020	0,55	0,016
014+680,000	2812,882	-1,91		20	0,06		1,85		0,019	0,55	0,017
014+700,000	2812,54	-1,51		20	0,06		1,91		0,015	0,51	0,019
014+720,000	2812,277	-1,11		20	0,06		1,97		0,011	0,47	0,021
014+740,000	2812,095	-0,71		10,616	0,03		2,00		0,007	0,41	0,024
014+750,616	2812,03	-0,50		9,384	0,03		2,03		0,005	0,37	0,028
014+760,000	2811,983	-0,50		20	0,06		2,09		0,005	0,37	0,028
014+780,000	2811,883	-0,50		20	0,06		2,15		0,005	0,37	0,029
014+800,000	2811,783	-0,50		20	0,06		2,21		0,005	0,38	0,029
014+820,000	2811,683	-0,50		20	0,06		2,27		0,005	0,38	0,030
014+840,000	2811,583	-0,50		20	0,06		2,33		0,005	0,38	0,030
014+860,000	2811,483	-0,50		20	0,06		2,39		0,005	0,39	0,031
014+880,000	2811,383	-0,50		20	0,06		2,45		0,005	0,39	0,031
014+900,000	2811,283	-0,50		20	0,06		2,51		0,005	0,39	0,032
014+920,000	2811,183	-0,50		20	0,06		2,57		0,005	0,40	0,032
014+940,000	2811,083	-0,50		20	0,06		2,63		0,005	0,40	0,033
014+960,000	2810,983	-0,50		20	0,06		2,69		0,005	0,40	0,033
014+980,000	2810,883	-0,50		20	0,06		2,75		0,005	0,41	0,034
015+000,000	2810,783	-0,50		20	0,06		2,81		0,005	0,41	0,034
015+020,000	2810,683	-0,50		20	0,06		2,87		0,005	0,41	0,035
015+040,000	2810,583	-0,50		20	0,06		2,93		0,005	0,41	0,035
015+060,000	2810,483	-0,50		20	0,06		2,99		0,005	0,42	0,036
015+080,000	2810,383	-0,50		20	0,06		3,05		0,005	0,42	0,036
015+100,000	2810,283	-0,50		20	0,06		3,11		0,005	0,42	0,037
015+120,000	2810,183	-0,50		11,662	0,03		3,15		0,005	0,42	0,037
015+131,662	2810,125	-0,50		8,338	0,03		3,17		0,005	0,43	0,037
015+140,000	2810,087	-0,42		16,662	0,05		3,22		0,005	0,43	0,038
015+156,662	2810,031	-0,25		3,338	0,01		3,23		0,005	0,43	0,038
015+160,000	2810,023	-0,22		20	0,06		3,29		0,005	0,43	0,038
015+180,000	2810	-0,02		1,662	0,00		3,30		0,005	0,43	0,038
015+181,662	2810	0,00	EL CALZADO	18,338	0,06		3,35		0,005	0,43	0,039
015+200,000	2810	0,00	EL CALZADO	20	0,06		3,41		0,005	0,44	0,039
015+220,000	2810	0,00	EL CALZADO	20	0,06		3,47		0,005	0,44	0,040
015+240,000	2810	0,00	EL CALZADO	20	0,06		3,53		0,005	0,44	0,040
015+260,000	2810	0,00	EL CALZADO	20	0,06		3,59		0,005	0,44	0,041
015+280,000	2810	0,00	EL CALZADO	20	0,06		3,65		0,005	0,45	0,041
015+300,000	2810	0,00	EL CALZADO	4,668	0,01		3,67		0,005	0,45	0,041
015+304,668	2810	0,00	EL CALZADO	15,332	0,05	0,260828333	3,97		0,005	0,46	0,043
015+320,000	2809,966	-0,44		20	0,06		4,03		0,005	0,46	0,044
015+340,000	2809,822	-1,01		20	0,06		4,09		0,005	0,46	0,044
015+360,000	2809,563	-1,58		5,918	0,02		4,11		0,005	0,46	0,044
015+365,918	2809,464	-1,75		14,082	0,04		4,15		0,018	0,71	0,029
015+380,000	2809,189	-2,15		20	0,06		4,21		0,022	0,76	0,028
015+400,000	2808,702	-2,72		20	0,06		4,27		0,027	0,83	0,026
015+420,000	2808,1	-3,30		7,168	0,02		4,30		0,033	0,88	0,024
015+427,168	2807,856	-3,50		12,832	0,04		4,33		0,035	0,90	0,024
015+440,000	2807,407	-3,50		20	0,06		4,39		0,035	0,90	0,024
015+460,000	2806,707	-3,50		20	0,06		4,45		0,035	0,91	0,024

Pk	Cota	Pendiente	Observaciones	L(m)	Q infil (l/s)	Q pluv (l/s)	Q acumul (l/s)	Q bombeo (l/s)	j(m/m)	v (m/s)	y (m)
015+480,000	2806,007	-3,50		20	0,06		4,51		0,035	0,91	0,025
015+500,000	2805,307	-3,50		20	0,06		4,57		0,035	0,92	0,025
015+520,000	2804,607	-3,50		20	0,06		4,63		0,035	0,92	0,025
015+540,000	2803,907	-3,50		20	0,06		4,69		0,035	0,93	0,025
015+560,000	2803,207	-3,50		20	0,06		4,75		0,035	0,93	0,026
015+580,000	2802,507	-3,50		20	0,06		4,81		0,035	0,93	0,026
015+600,000	2801,807	-3,50		20	0,06		4,87		0,035	0,94	0,026
015+620,000	2801,107	-3,50		20	0,06		4,93		0,035	0,94	0,026
015+640,000	2800,407	-3,50		20	0,06		4,99		0,035	0,95	0,026
015+660,000	2799,707	-3,50		20	0,06		5,05		0,035	0,95	0,027
015+680,000	2799,007	-3,50		20	0,06		5,11		0,035	0,95	0,027
015+700,000	2798,307	-3,50		20	0,06		5,17		0,035	0,96	0,027
015+720,000	2797,607	-3,50		20	0,06		5,23		0,035	0,96	0,027
015+740,000	2796,907	-3,50		20	0,06		5,29		0,035	0,97	0,027
015+760,000	2796,207	-3,50		20	0,06		5,35		0,035	0,97	0,028
015+780,000	2795,507	-3,50		20	0,06		5,41		0,035	0,97	0,028
015+800,000	2794,807	-3,50		20	0,06		5,47		0,035	0,98	0,028
015+820,000	2794,107	-3,50		20	0,06		5,53		0,035	0,98	0,028
015+840,000	2793,407	-3,50		20	0,06		5,59		0,035	0,98	0,028
015+860,000	2792,707	-3,50		20	0,06		5,65		0,035	0,99	0,029
015+880,000	2792,007	-3,50		20	0,06		5,71		0,035	0,99	0,029
015+900,000	2791,307	-3,50		20	0,06		5,77		0,035	0,99	0,029
015+920,000	2790,607	-3,50		20	0,06		5,83		0,035	1,00	0,029
015+940,000	2789,907	-3,50		20	0,06		5,89		0,035	1,00	0,029
015+960,000	2789,207	-3,50		20	0,06		5,95		0,035	1,00	0,030
015+980,000	2788,507	-3,50		20	0,06		6,01		0,035	1,01	0,030
016+000,000	2787,807	-3,50		20	0,06		6,07		0,035	1,01	0,030
016+020,000	2787,107	-3,50		10	0,03		6,10		0,035	1,01	0,030
016+030,000	2786,757	-3,50	PV3	10	0,03	0,4511	6,58		0,035	1,04	0,032
016+040,000	2786,407	-3,50		20	0,06		6,64		0,035	1,04	0,032
016+060,000	2785,707	-3,50		20	0,06		6,70		0,035	1,05	0,032
016+080,000	2785,007	-3,50		20	0,06		6,76		0,035	1,05	0,032
016+100,000	2784,307	-3,50		20	0,06		6,82		0,035	1,05	0,032
016+120,000	2783,607	-3,50		9,602	0,03		6,85		0,035	1,05	0,033
016+129,602	2783,271	-3,50		10,398	0,03		6,88		0,035	1,05	0,033
016+140,000	2782,934	-2,98		20	0,06		6,94		0,030	1,00	0,035
016+160,000	2782,438	-1,98		20	0,06		7,00		0,020	0,88	0,040
016+180,000	2782,142	-0,98		20	0,06		7,06		0,010	0,69	0,051
016+200,000	2782,046	0,02		1,602	0,00		3,16		0,005	0,43	0,037
016+201,602	2782,047	0,10		8,398	0,03		3,15		0,005	0,42	0,037
016+210,000	2782,15	1,02		10	0,03		3,13		0,010	0,54	0,029
016+220,000	2782,15	1,02	SE4+PB3	20	0,06	0,9022	3,10	20,45	0,010	0,54	0,029
016+240,000	2782,454	2,02		20	0,06		2,14		0,020	0,59	0,018
016+260,000	2782,958	3,02		13,602	0,04		2,08		0,030	0,66	0,016
016+273,602	2783,415	3,70		6,398	0,02		2,04		0,037	0,70	0,015
016+280,000	2783,652	3,70		20	0,06		2,02		0,037	0,70	0,014
016+300,000	2784,392	3,70		20	0,06		1,96		0,037	0,69	0,014
016+320,000	2785,132	3,70		20	0,06		1,90		0,037	0,68	0,014
016+340,000	2785,872	3,70		20	0,06		1,84		0,037	0,67	0,014

Pk	Cota	Pendiente	Observaciones	L(m)	Q infil (l/s)	Q pluv (l/s)	Q acumul (l/s)	Q bombeo (l/s)	j(m/m)	v (m/s)	y (m)
016+360,000	2786,612	3,70		20	0,06		1,78		0,037	0,66	0,013
016+380,000	2787,352	3,70		20	0,06		1,72		0,037	0,66	0,013
016+400,000	2788,092	3,70		20	0,06		1,66		0,037	0,65	0,013
016+420,000	2788,832	3,70		20	0,06		1,60		0,037	0,64	0,013
016+440,000	2789,572	3,70		20	0,06		1,54		0,037	0,63	0,012
016+460,000	2790,312	3,70		20	0,06		1,48		0,037	0,62	0,012
016+480,000	2791,052	3,70		20	0,06		1,42		0,037	0,61	0,012
016+500,000	2791,792	3,70		20	0,06		1,36		0,037	0,60	0,011
016+520,000	2792,532	3,70		20	0,06		1,30		0,037	0,59	0,011
016+540,000	2793,272	3,70		20	0,06		1,24		0,037	0,58	0,011
016+560,000	2794,012	3,70		20	0,06		1,18		0,037	0,57	0,010
016+580,000	2794,752	3,70		20	0,06		1,12		0,037	0,56	0,010
016+600,000	2795,492	3,70		20	0,06		1,06		0,037	0,55	0,010
016+620,000	2796,232	3,70		20	0,06		1,00		0,037	0,54	0,009
016+640,000	2796,972	3,70		20	0,06		0,94		0,037	0,52	0,009
016+660,000	2797,712	3,70		20	0,06		0,88		0,037	0,51	0,009
016+680,000	2798,452	3,70		20	0,06		0,82		0,037	0,50	0,008
016+700,000	2799,192	3,70		2,412	0,01		0,76		0,037	0,48	0,008
016+702,412	2799,281	3,70		17,588	0,05		0,75		0,037	0,48	0,008
016+720,000	2799,854	2,82		19,412	0,06		0,70		0,028	0,43	0,008
016+739,412	2800,308	1,85		0,588	0,00		0,64		0,019	0,36	0,009
016+740,000	2800,319	1,82		20	0,06		0,64		0,018	0,36	0,009
016+760,000	2800,583	0,82		16,412	0,05		0,58		0,008	0,27	0,011
016+776,412	2800,65	0,00	EL RECREO	3,588	0,01	0,156786167	0,53		0,005	0,23	0,012
016+780,000	2800,65	0,00	EL RECREO	20	0,06		0,36		0,005	0,20	0,009
016+800,000	2800,65	0,00	EL RECREO	20	0,06		0,30		0,005	0,18	0,008
016+820,000	2800,65	0,00	EL RECREO	20	0,06		0,24		0,005	0,17	0,007
016+840,000	2800,65	0,00	EL RECREO	20	0,06		0,18		0,005	0,15	0,006
016+860,000	2800,65	0,00	EL RECREO	20	0,06		0,12		0,005	0,13	0,005
016+880,000	2800,65	0,00	EL RECREO	20	0,06		0,06		0,005	0,10	0,003
016+900,000	2800,65	0,00	EL RECREO	20	0,06		0,06		0,005	0,10	0,003
016+920,000	2800,65	0,00	EL RECREO	20	0,06		0,12		0,005	0,13	0,005
016+940,000	2800,65	0,00	EL RECREO	20	0,06		0,18		0,005	0,15	0,006
016+960,000	2800,65	0,00	EL RECREO	20	0,06		0,24		0,005	0,17	0,007
016+980,000	2800,65	0,00	EL RECREO	20	0,06		0,30		0,005	0,18	0,008
017+000,000	2800,65	0,00	EL RECREO	16,72	0,05		0,35		0,005	0,19	0,009
017+016,720	2800,65	0,00	EL RECREO	3,28	0,01	0,156786167	0,52		0,005	0,22	0,012
017+020,000	2800,65	-0,03		20	0,06		0,58		0,005	0,23	0,012
017+040,000	2800,627	-0,19		20	0,06		0,64		0,005	0,24	0,013
017+060,000	2800,572	-0,36		13,72	0,04		0,68		0,005	0,25	0,014
017+073,720	2800,515	-0,48		6,28	0,02		0,70		0,005	0,25	0,014
017+080,000	2800,483	-0,53		20	0,06		0,76		0,005	0,26	0,014
017+100,000	2800,361	-0,69		20	0,06		0,82		0,007	0,29	0,014
017+120,000	2800,206	-0,86		10,72	0,03		0,85		0,009	0,32	0,013
017+130,720	2800,109	-0,95		9,28	0,03		0,88		0,010	0,33	0,013
017+140,000	2800,02	-0,95		20	0,06		0,94		0,010	0,34	0,014
017+160,000	2799,83	-0,95		20	0,06		1,00		0,010	0,35	0,014
017+180,000	2799,64	-0,95		20	0,06		1,06		0,010	0,36	0,015
017+200,000	2799,45	-0,95		20	0,06		1,12		0,010	0,36	0,015

Pk	Cota	Pendiente	Observaciones	L(m)	Q infil (l/s)	Q pluv (l/s)	Q acumul (l/s)	Q bombeo (l/s)	j(m/m)	v (m/s)	y (m)
017+220,000	2799,26	-0,95		20	0,06		1,18		0,010	0,37	0,016
017+240,000	2799,07	-0,95		20	0,06		1,24		0,010	0,38	0,016
017+260,000	2798,88	-0,95		20	0,06		1,30		0,010	0,38	0,017
017+280,000	2798,69	-0,95		20	0,06		1,36		0,010	0,39	0,017
017+300,000	2798,5	-0,95		20	0,06		1,42		0,010	0,40	0,018
017+320,000	2798,31	-0,95		20	0,06		1,48		0,010	0,40	0,018
017+340,000	2798,12	-0,95		20	0,06		1,54		0,010	0,41	0,019
017+360,000	2797,93	-0,95		20	0,06		1,60		0,010	0,41	0,019
017+380,000	2797,74	-0,95		20	0,06		1,66		0,010	0,42	0,020
017+400,000	2797,55	-0,95		20	0,06		1,72		0,010	0,43	0,020
017+420,000	2797,36	-0,95		20	0,06		1,78		0,010	0,43	0,021
017+440,000	2797,17	-0,95		20	0,06		1,84		0,010	0,44	0,021
017+460,000	2796,98	-0,95		10	0,03		1,87		0,010	0,44	0,021
017+470,000	2796,89	-0,95	PV4	10	0,03	0,4511	2,35		0,010	0,48	0,025
017+480,000	2796,79	-0,95		20	0,06		2,41		0,010	0,48	0,025
017+500,000	2796,6	-0,95		20	0,06		2,47		0,010	0,48	0,026
017+520,000	2796,41	-0,95		20	0,06		2,53		0,010	0,49	0,026
017+540,000	2796,22	-0,95		20	0,06		2,59		0,010	0,49	0,026
017+560,000	2796,03	-0,95		20	0,06		2,65		0,010	0,50	0,027
017+580,000	2795,84	-0,95		20	0,06		2,71		0,010	0,50	0,027
017+600,000	2795,65	-0,95		20	0,06		2,77		0,010	0,50	0,027
017+620,000	2795,46	-0,95		20	0,06		2,83		0,010	0,51	0,028
017+640,000	2795,27	-0,95		20	0,06		2,89		0,010	0,51	0,028
017+660,000	2795,08	-0,95		20	0,06		2,95		0,010	0,51	0,029
017+680,000	2794,89	-0,95		20	0,06		3,01		0,010	0,52	0,029
017+700,000	2794,7	-0,95		20	0,06		3,07		0,010	0,52	0,029
017+720,000	2794,51	-0,95		20	0,06		3,13		0,010	0,52	0,030
017+740,000	2794,32	-0,95		20	0,06		3,19		0,010	0,53	0,030
017+760,000	2794,13	-0,95		20	0,06		3,25		0,010	0,53	0,031
017+780,000	2793,94	-0,95		20	0,06		3,31		0,010	0,53	0,031
017+800,000	2793,75	-0,95		20	0,06		3,37		0,010	0,54	0,031
017+820,000	2793,56	-0,95		20	0,06		3,43		0,010	0,54	0,032
017+840,000	2793,37	-0,95		20	0,06		3,49		0,010	0,54	0,032
017+860,000	2793,18	-0,95		20	0,06		3,55		0,010	0,55	0,032
017+880,000	2792,99	-0,95		20	0,06		3,61		0,010	0,55	0,033
017+900,000	2792,8	-0,95		20	0,06		3,67		0,010	0,55	0,033
017+920,000	2792,61	-0,95		20	0,06		3,73		0,010	0,56	0,033
017+940,000	2792,42	-0,95		20	0,06		3,79		0,010	0,56	0,034
017+960,000	2792,23	-0,95		9,674	0,03		3,82		0,010	0,56	0,034
017+969,674	2792,138	-0,95		10,326	0,03		3,85		0,010	0,56	0,034
017+980,000	2792,047	-0,81		20	0,06		3,91		0,008	0,54	0,036
018+000,000	2791,912	-0,55		5,299	0,02		3,92		0,005	0,47	0,042
018+005,299	2791,885	-0,48		14,701	0,04		3,97		0,005	0,46	0,043
018+020,000	2791,829	-0,28		20	0,06		4,03		0,005	0,46	0,044
018+040,000	2791,8	-0,01		0,924	0,00		4,03		0,005	0,46	0,044
018+040,924	2791,8	0,00	RESERVA 3	19,076	0,06		4,09		0,005	0,46	0,044
018+060,000	2791,8	0,00	RESERVA 3	20	0,06		4,15		0,005	0,46	0,045
018+080,000	2791,8	0,00	SE5	20	0,06	0,4511	4,66		0,005	0,48	0,048
018+100,000	2791,8	0,00	RESERVA 3	20	0,06		4,72		3,001	3,77	0,006

Pk	Cota	Pendiente	Observaciones	L(m)	Q infil (l/s)	Q pluv (l/s)	Q acumul (l/s)	Q bombeo (l/s)	j(m/m)	v (m/s)	y (m)
018+120,000	2791,8	0,00	RESERVA 3	20	0,06		4,78		4,001	4,14	0,006
018+140,000	2791,8	0,00	RESERVA 3	20	0,06		4,84		5,001	4,45	0,005
018+160,000	2791,8	0,00	RESERVA 3	5,403	0,02		4,86		6,001	4,71	0,005
018+165,403	2791,8	0,00	RESERVA 3	14,597	0,04		4,90		7,001	4,96	0,005
018+180,000	2791,77	-0,42		20	0,06		4,96		8,001	5,19	0,005
018+200,000	2791,629	-0,99		5,653	0,02		4,98		9,001	5,38	0,005
018+205,653	2791,569	-1,15		14,347	0,04		5,02		10,001	5,58	0,004
018+220,000	2791,374	-1,56		20	0,06		5,08		0,016	0,73	0,035
018+240,000	2791,005	-2,13		5,903	0,02		5,10		0,021	0,81	0,032
018+245,903	2790,874	-2,30		14,097	0,04		5,14		0,023	0,83	0,031
018+260,000	2790,55	-2,30		20	0,06		5,20		0,023	0,84	0,031
018+280,000	2790,09	-2,30		20	0,06		5,26		0,023	0,84	0,031
018+300,000	2789,63	-2,30		20	0,06		5,32		0,023	0,84	0,032
018+320,000	2789,17	-2,30		20	0,06		5,38		0,023	0,84	0,032
018+340,000	2788,71	-2,30		20	0,06		5,44		0,023	0,85	0,032
018+360,000	2788,25	-2,30		5,633	0,02		5,46		0,023	0,85	0,032
018+365,633	2788,12	-2,30		14,367	0,04		5,50		0,023	0,85	0,032
018+380,000	2787,819	-1,89		20	0,06		5,56		0,019	0,80	0,035
018+400,000	2787,499	-1,32		20	0,06		5,62		0,013	0,71	0,040
018+420,000	2787,292	-0,75		20	0,06		5,68		0,007	0,59	0,048
018+440,000	2787,2	-0,18		0,883	0,00		5,68		0,005	0,51	0,056
018+440,883	2787,199	-0,15		19,117	0,06		5,74		0,005	0,51	0,056
018+460,000	2787,222	0,40		20	0,06		6,53		0,005	0,53	0,061
018+480,000	2787,359	0,97		20	0,06		6,47		0,010	0,67	0,048
018+500,000	2787,609	1,54	PB4	16,133	0,05	0,4511	6,41	24,54	0,015	0,78	0,041
018+516,133	2787,895	2,00		3,867	0,01		5,91		0,020	0,83	0,036
018+520,000	2787,972	2,00		20	0,06		5,90		0,020	0,83	0,035
018+540,000	2788,372	2,00		20	0,06		5,84		0,020	0,83	0,035
018+560,000	2788,772	2,00		12,398	0,04		5,78		0,020	0,83	0,035
018+572,398	2789,02	2,00		7,602	0,02		5,74		0,020	0,82	0,035
018+580,000	2789,164	1,78		20	0,06		5,72		0,018	0,79	0,036
018+600,000	2789,463	1,21		7,398	0,02		5,66		0,012	0,69	0,041
018+607,398	2789,545	1,00		12,602	0,04		5,64		0,010	0,65	0,043
018+620,000	2789,648	0,64		20	0,06		5,60		0,006	0,55	0,050
018+640,000	2789,719	0,07		2,398	0,01		5,54		0,005	0,51	0,055
018+642,398	2789,72	0,00	LA MAGDALENA	17,602	0,05	0,3784035	5,53		0,005	0,51	0,055
018+660,000	2789,72	0,00	LA MAGDALENA	20	0,06		5,10		0,005	0,49	0,052
018+680,000	2789,72	0,00	LA MAGDALENA	20	0,06		5,04		0,005	0,49	0,051
018+700,000	2789,72	0,00	LA MAGDALENA	20	0,06		4,98		0,005	0,49	0,051
018+720,000	2789,72	0,00	LA MAGDALENA	20	0,06		4,92		0,005	0,49	0,050
018+740,000	2789,72	0,00	LA MAGDALENA	20	0,06		4,86		0,005	0,49	0,050
018+760,000	2789,72	0,00	LA MAGDALENA	20	0,06		4,80		0,005	0,49	0,049
018+780,000	2789,72	0,00	LA MAGDALENA	20	0,06		4,74		0,005	0,48	0,049
018+800,000	2789,72	0,00	LA MAGDALENA	19,144	0,06		4,68		0,005	0,48	0,049
018+819,144	2789,72	0,00	LA MAGDALENA	0,856	0,00		4,62		0,005	0,48	0,048
018+820,000	2789,72	0,02		20	0,06		4,62		0,005	0,48	0,048
018+840,000	2789,782	0,60		20	0,06		4,56		0,006	0,51	0,045
018+860,000	2789,958	1,17		20	0,06		4,50		0,012	0,63	0,035
018+880,000	2790,249	1,74		0,394	0,00		4,44		0,017	0,72	0,031

Pk	Cota	Pendiente	Observaciones	L(m)	Q infil (l/s)	Q pluv (l/s)	Q acumul (l/s)	Q bombeo (l/s)	j(m/m)	v (m/s)	y (m)
018+880,394	2790,256	1,75		19,606	0,06		4,44		0,018	0,72	0,031
018+900,000	2790,654	2,31		20	0,06		4,38		0,023	0,79	0,028
018+920,000	2791,173	2,88		20	0,06		4,32		0,029	0,84	0,026
018+940,000	2791,807	3,45		1,644	0,00		4,26		0,035	0,89	0,024
018+941,644	2791,864	3,50		18,356	0,06		4,26		0,035	0,89	0,024
018+960,000	2792,506	3,50		20	0,06		4,20		0,035	0,89	0,024
018+980,000	2793,206	3,50		20	0,06		4,14		0,035	0,89	0,023
019+000,000	2793,906	3,50		20	0,06		4,08		0,035	0,88	0,023
019+020,000	2794,606	3,50		20	0,06		4,02		0,035	0,88	0,023
019+040,000	2795,306	3,50		20	0,06		3,96		0,035	0,87	0,023
019+060,000	2796,006	3,50		20	0,06		3,90		0,035	0,87	0,022
019+080,000	2796,706	3,50		20	0,06		3,84		0,035	0,86	0,022
019+100,000	2797,406	3,50		20	0,06		3,78		0,035	0,86	0,022
019+120,000	2798,106	3,50		20	0,06		3,72		0,035	0,85	0,022
019+140,000	2798,806	3,50		20	0,06		3,66		0,035	0,85	0,022
019+160,000	2799,506	3,50		20	0,06		3,60		0,035	0,84	0,021
019+180,000	2800,206	3,50		10	0,03		3,54		0,035	0,84	0,021
019+190,000	2800,556	3,50	SE6	10	0,03	0,4511	3,51		0,035	0,84	0,021
019+200,000	2800,906	3,50		20	0,06		3,03		0,035	0,79	0,019
019+220,000	2801,606	3,50		20	0,06		2,97		0,035	0,79	0,019
019+240,000	2802,306	3,50		20	0,06		2,91		0,035	0,78	0,019
019+260,000	2803,006	3,50		20	0,06		2,85		0,035	0,78	0,018
019+280,000	2803,706	3,50		20	0,06		2,79		0,035	0,77	0,018
019+300,000	2804,406	3,50		20	0,06		2,73		0,035	0,76	0,018
019+320,000	2805,106	3,50		20	0,06		2,67		0,035	0,76	0,018
019+340,000	2805,806	3,50		20	0,06		2,61		0,035	0,75	0,017
019+360,000	2806,506	3,50		20	0,06		2,55		0,035	0,75	0,017
019+380,000	2807,206	3,50		20	0,06		2,49		0,035	0,74	0,017
019+400,000	2807,906	3,50		20	0,06		2,43		0,035	0,73	0,017
019+420,000	2808,606	3,50		20	0,06		2,37		0,035	0,73	0,016
019+440,000	2809,306	3,50		20	0,06		2,31		0,035	0,72	0,016
019+460,000	2810,006	3,50		20	0,06		2,25		0,035	0,71	0,016
019+480,000	2810,706	3,50		20	0,06		2,19		0,035	0,71	0,016
019+500,000	2811,406	3,50		20	0,06		2,13		0,035	0,70	0,015
019+520,000	2812,106	3,50		20	0,06		2,07		0,035	0,69	0,015
019+540,000	2812,806	3,50		20	0,06		2,01		0,035	0,68	0,015
019+560,000	2813,506	3,50		20	0,06		1,95		0,035	0,68	0,014
019+580,000	2814,206	3,50		20	0,06		1,89		0,035	0,67	0,014
019+600,000	2814,906	3,50		20	0,06		1,83		0,035	0,66	0,014
019+620,000	2815,606	3,50		20	0,06		1,77		0,035	0,65	0,014
019+640,000	2816,306	3,50		20	0,06		1,71		0,035	0,64	0,013
019+660,000	2817,006	3,50		20	0,06		1,65		0,035	0,64	0,013
019+680,000	2817,706	3,50		20	0,06		1,59		0,035	0,63	0,013
019+700,000	2818,406	3,50		20	0,06		1,53		0,035	0,62	0,012
019+720,000	2819,106	3,50		20	0,06		1,47		0,035	0,61	0,012
019+740,000	2819,806	3,50		20	0,06		1,41		0,035	0,60	0,012
019+760,000	2820,506	3,50		20	0,06		1,35		0,035	0,59	0,011
019+780,000	2821,206	3,50		20	0,06		1,29		0,035	0,58	0,011
019+800,000	2821,906	3,50		20	0,06		1,23		0,035	0,57	0,011

Pk	Cota	Pendiente	Observaciones	L(m)	Q infil (l/s)	Q pluv (l/s)	Q acumul (l/s)	Q bombeo (l/s)	j(m/m)	v (m/s)	y (m)
019+820,000	2822,606	3,50		20	0,06		1,17		0,035	0,56	0,010
019+840,000	2823,306	3,50		20	0,06		1,11		0,035	0,55	0,010
019+860,000	2824,006	3,50		4,287	0,01		1,05		0,035	0,54	0,010
019+864,287	2824,156	3,50		15,713	0,05		1,04		0,035	0,53	0,010
019+880,000	2824,671	3,05		20	0,06		0,99		0,031	0,50	0,010
019+900,000	2825,224	2,48		20	0,06		0,93		0,025	0,46	0,010
019+920,000	2825,663	1,91		5,537	0,02		0,87		0,019	0,41	0,011
019+925,537	2825,764	1,75		14,463	0,04		0,85		0,018	0,40	0,011
019+940,000	2825,987	1,34		20	0,06		0,81		0,013	0,36	0,011
019+960,000	2826,197	0,77		20	0,06		0,75		0,008	0,29	0,013
019+980,000	2826,293	0,19		6,787	0,02		0,69		0,005	0,25	0,014
019+986,787	2826,3	0,00	RESERVA 4	13,213	0,04		0,67		0,005	0,25	0,014
020+000,000	2826,3	0,00	PV5	20	0,06	0,4511	0,63		0,005	0,24	0,013
020+020,000	2826,3	0,00	RESERVA 4	20	0,06		0,12		0,005	0,13	0,005
020+040,000	2826,3	0,00	RESERVA 4	20	0,06		0,06		0,005	0,10	0,003
020+060,000	2826,3	0,00	RESERVA 4	20	0,06		0,06		0,005	0,10	0,003
020+080,000	2826,3	0,00	RESERVA 4	20	0,06		0,12		0,005	0,13	0,005
020+100,000	2826,3	0,00	RESERVA 4	12,234	0,04		0,16		0,005	0,14	0,006
020+112,234	2826,3	0,00	RESERVA 4	7,766	0,02		0,18		0,005	0,15	0,006
020+120,000	2826,297	-0,08	RESERVA 4	17,234	0,05		0,23		0,005	0,17	0,007
020+137,234	2826,269	-0,25		2,766	0,01		0,24		0,005	0,17	0,007
020+140,000	2826,261	-0,28		20	0,06		0,30		0,005	0,18	0,008
020+160,000	2826,186	-0,48		2,234	0,01		0,31		0,005	0,18	0,008
020+162,234	2826,175	-0,50		17,766	0,05		0,36		0,005	0,20	0,009
020+180,000	2826,086	-0,50		20	0,06		0,42		0,005	0,21	0,010
020+200,000	2825,986	-0,50		20	0,06		0,48		0,005	0,22	0,011
020+220,000	2825,886	-0,50		20	0,06		0,54		0,005	0,23	0,012
020+240,000	2825,786	-0,50		20	0,06		0,60		0,005	0,24	0,013
020+260,000	2825,686	-0,50		20	0,06		0,66		0,005	0,25	0,013
020+280,000	2825,586	-0,50		20	0,06		0,72		0,005	0,25	0,014
020+300,000	2825,486	-0,50		20	0,06		0,78		0,005	0,26	0,015
020+320,000	2825,386	-0,50		20	0,06		0,84		0,005	0,27	0,016
020+340,000	2825,286	-0,50		20	0,06		0,90		0,005	0,27	0,016
020+360,000	2825,186	-0,50		20	0,06		0,96		0,005	0,28	0,017
020+380,000	2825,086	-0,50		20	0,06		1,02		0,005	0,29	0,018
020+400,000	2824,986	-0,50		20	0,06		1,08		0,005	0,29	0,018
020+420,000	2824,886	-0,50		20	0,06		1,14		0,005	0,30	0,019
020+440,000	2824,786	-0,50		20	0,06		1,20		0,005	0,30	0,020
020+460,000	2824,686	-0,50		9,733	0,03		1,23		0,005	0,31	0,020
020+469,733	2824,638	-0,50		10,267	0,03		1,26		0,005	0,31	0,020
020+480,000	2824,571	-0,79		20	0,06		1,32		0,008	0,37	0,018
020+500,000	2824,355	-1,37		20	0,06		1,38		0,014	0,44	0,016
020+520,000	2824,025	-1,94		2,233	0,01		1,39		0,019	0,49	0,014
020+522,233	2823,981	-2,00		17,767	0,05		1,44		0,020	0,51	0,014
020+540,000	2823,581	-2,51		20	0,06		1,50		0,025	0,55	0,014
020+560,000	2823,022	-3,08		14,733	0,04		1,54		0,031	0,60	0,013
020+574,733	2822,538	-3,50		5,267	0,02		1,56		0,035	0,62	0,013
020+580,000	2822,353	-3,50		20	0,06		1,62		0,035	0,63	0,013
020+600,000	2821,653	-3,50		20	0,06		1,68		0,035	0,64	0,013

Pk	Cota	Pendiente	Observaciones	L(m)	Q infil (l/s)	Q pluv (l/s)	Q acumul (l/s)	Q bombeo (l/s)	j(m/m)	v (m/s)	y (m)
020+620,000	2820,953	-3,50		20	0,06		1,74		0,035	0,65	0,013
020+640,000	2820,253	-3,50		20	0,06		1,80		0,035	0,66	0,014
020+660,000	2819,553	-3,50		20	0,06		1,86		0,035	0,66	0,014
020+680,000	2818,853	-3,50		20	0,06		1,92		0,035	0,67	0,014
020+700,000	2818,153	-3,50		20	0,06		1,98		0,035	0,68	0,015
020+720,000	2817,453	-3,50		20	0,06		2,04		0,035	0,69	0,015
020+740,000	2816,753	-3,50		20	0,06		2,10		0,035	0,69	0,015
020+760,000	2816,053	-3,50		20	0,06		2,16		0,035	0,70	0,015
020+780,000	2815,353	-3,50		20	0,06		2,22		0,035	0,71	0,016
020+800,000	2814,653	-3,50		20	0,06		2,28		0,035	0,72	0,016
020+820,000	2813,953	-3,50		20	0,06		2,34		0,035	0,72	0,016
020+840,000	2813,253	-3,50		10	0,03		2,37		0,035	0,73	0,016
020+850,000	2812,553	-3,50	SE7	10	0,03	0,4511	2,85		0,035	0,78	0,018
020+860,000	2812,553	-3,50		20	0,06		2,91		0,035	0,78	0,019
020+880,000	2811,853	-3,50		20	0,06		2,97		0,035	0,79	0,019
020+900,000	2811,153	-3,50		20	0,06		3,03		0,035	0,79	0,019
020+920,000	2810,453	-3,50		20	0,06		3,09		0,035	0,80	0,019
020+940,000	2809,753	-3,50		20	0,06		3,15		0,035	0,80	0,020
020+960,000	2809,053	-3,50		20	0,06		3,21		0,035	0,81	0,020
020+980,000	2808,353	-3,50		20	0,06		3,27		0,035	0,82	0,020
021+000,000	2807,653	-3,50		20	0,06		3,33		0,035	0,82	0,020
021+020,000	2806,953	-3,50		20	0,06		3,39		0,035	0,83	0,021
021+040,000	2806,253	-3,50		20	0,06		3,45		0,035	0,83	0,021
021+060,000	2805,553	-3,50		20	0,06		3,51		0,035	0,84	0,021
021+080,000	2804,853	-3,50		20	0,06		3,57		0,035	0,84	0,021
021+100,000	2804,153	-3,50		20	0,06		3,63		0,035	0,85	0,021
021+120,000	2803,453	-3,50		3,126	0,01		3,64		0,035	0,85	0,021
021+123,126	2803,344	-3,50		16,874	0,05		3,69		0,035	0,85	0,022
021+140,000	2802,794	-3,02		20	0,06	0	3,75		0,030	0,82	0,023
021+160,000	2802,247	-2,45		20	0,06		3,81		0,024	0,77	0,025
021+180,000	2801,815	-1,88		4,376	0,01		3,82		0,019	0,70	0,027
021+184,376	2801,736	-1,75		15,624	0,05		3,87		0,018	0,69	0,028
021+200,000	2801,497	-1,30		20	0,06		3,93		0,013	0,63	0,031
021+220,000	2801,294	-0,73		20	0,06		3,99		0,007	0,52	0,038
021+240,000	2801,205	-0,16		5,626	0,02		4,01		0,005	0,46	0,044
021+245,626	2801,2	0,00	SAN FRANCISCO	14,374	0,04		4,05		0,005	0,46	0,044
021+260,000	2801,2	0,00	SAN FRANCISCO	20	0,06		4,11		0,005	0,46	0,044
021+280,000	2801,2	0,00	SAN FRANCISCO	5	0,02	0,4511	4,58		0,005	0,48	0,048
021+285,000	2801,2	0,00	PB5	15	0,05		4,62	9,15	0,005	0,48	0,048
021+300,000	2801,2	0,00	SAN FRANCISCO	20	0,06		0,42		0,005	0,21	0,010
021+320,000	2801,2	0,00	SAN FRANCISCO	20	0,06		0,36		0,005	0,20	0,009
021+340,000	2801,2	0,00	SAN FRANCISCO	20	0,06		0,30		0,005	0,18	0,008
021+360,000	2801,2	0,00	SAN FRANCISCO	20	0,06		0,24		0,005	0,17	0,007
021+380,000	2801,2	0,00	SAN FRANCISCO	20	0,06		0,18		0,005	0,15	0,006
021+400,000	2801,2	0,00	SAN FRANCISCO	20	0,06		0,12		0,005	0,13	0,005
021+420,000	2801,2	0,00	SAN FRANCISCO	20	0,06		0,06		0,005	0,10	0,003
021+440,000	2801,2	0,00	SAN FRANCISCO	20	0,06		0,12		0,005	0,13	0,005
021+460,000	2801,2	0,00	SAN FRANCISCO	20	0,06		0,18		0,005	0,15	0,006

Pk	Cota	Pendiente	Observaciones	L(m)	Q infil (l/s)	Q pluv (l/s)	Q acumul (l/s)	Q bombeo (l/s)	j(m/m)	v (m/s)	y (m)
021+480,000	2801,2	0,00	SAN FRANCISCO	20	0,06		0,24		0,005	0,17	0,007
021+500,000	2801,2	0,00	SAN FRANCISCO	20	0,06		0,30		0,005	0,18	0,008
021+520,000	2801,2	0,00	SAN FRANCISCO	40	0,12		0,12		0,005	0,13	0,005
021+540,000	2801,2	0,00	SAN FRANCISCO	20	0,06		0,18		0,005	0,15	0,006
021+560,000	2801,2	0,00	SAN FRANCISCO	14,058	0,04		0,22		0,005	0,16	0,007
021+574,058	2801,2	0,00	SAN FRANCISCO	5,942	0,02	0,369555	0,61		0,005	0,24	0,013
021+580,000	2801,195	-0,17		20	0,06		0,67		0,005	0,25	0,014
021+600,000	2801,104	-0,74		20	0,06		0,73		0,007	0,29	0,013
021+620,000	2800,898	-1,31		15,308	0,05		0,78		0,013	0,35	0,011
021+635,308	2800,664	-1,75		4,692	0,01		0,79		0,018	0,39	0,010
021+640,000	2800,579	-1,88		20	0,06		0,85		0,019	0,41	0,010
021+660,000	2800,145	-2,46		20	0,06		0,91		0,025	0,45	0,010
021+680,000	2799,597	-3,03		16,558	0,05		0,96		0,030	0,50	0,010
021+696,558	2799,056	-3,50		3,442	0,01		0,97		0,035	0,52	0,009
021+700,000	2798,936	-3,50		20	0,06		1,03		0,035	0,53	0,010
021+720,000	2798,236	-3,50		20	0,06		1,09		0,035	0,54	0,010
021+740,000	2797,536	-3,50		20	0,06		1,15		0,035	0,55	0,010
021+760,000	2796,836	-3,50		20	0,06		1,21		0,035	0,57	0,011
021+780,000	2796,136	-3,50		20	0,06		1,27		0,035	0,58	0,011
021+800,000	2795,436	-3,50		20	0,06		1,33		0,035	0,59	0,011
021+820,000	2794,736	-3,50		20	0,06		1,39		0,035	0,60	0,012
021+840,000	2794,036	-3,50		20	0,06		1,45		0,035	0,61	0,012
021+860,000	2793,336	-3,50		20	0,06		1,51		0,035	0,61	0,012
021+880,000	2792,636	-3,50		20	0,06		1,57		0,035	0,62	0,013
021+900,000	2791,936	-3,50		20	0,06		1,63		0,035	0,63	0,013
021+920,000	2791,236	-3,50		20	0,06		1,69		0,035	0,64	0,013
021+940,000	2790,536	-3,50		20	0,06		1,75		0,035	0,65	0,013
021+960,000	2789,836	-3,50		20	0,06		1,81		0,035	0,66	0,014
021+980,000	2789,136	-3,50		20	0,06		1,87		0,035	0,67	0,014
022+000,000	2788,436	-3,50		20	0,06		1,93		0,035	0,67	0,014
022+020,000	2787,736	-3,50		20	0,06		1,99		0,035	0,68	0,015
022+040,000	2787,036	-3,50		20	0,06		2,05		0,035	0,69	0,015
022+060,000	2786,336	-3,50		20	0,06		2,11		0,035	0,70	0,015
022+080,000	2785,636	-3,50		14,058	0,04		2,15		0,035	0,70	0,015
022+094,058	2785,144	-3,50		5,942	0,02		2,17		0,035	0,70	0,015
022+100,000	2784,941	-3,33		20	0,06		2,23		0,033	0,70	0,016
022+120,000	2784,332	-2,76		20	0,06		2,29		0,028	0,66	0,017
022+140,000	2783,837	-2,19		15,308	0,05		2,34		0,022	0,62	0,019
022+155,308	2783,536	-1,75		4,692	0,01		2,35		0,018	0,58	0,020
022+160,000	2783,457	-1,62		20	0,06		2,41		0,016	0,57	0,021
022+180,000	2783,191	-1,05		20	0,06		2,47		0,010	0,50	0,025
022+200,000	2783,039	-0,47		16,558	0,05		2,52		0,005	0,39	0,032
022+216,558	2783	0,00	RESERVA 5	3,442	0,01		2,53		0,005	0,39	0,032
022+220,000	2783	0,00	RESERVA 5	20	0,06		2,59		0,005	0,40	0,033
022+240,000	2783	0,00	RESERVA 5	20	0,06		2,65		0,005	0,40	0,033
022+260,000	2783	0,00	RESERVA 5	20	0,06		2,71		0,005	0,40	0,034
022+280,000	2783	0,00	RESERVA 5	20	0,06		2,77		0,005	0,41	0,034
022+300,000	2783	0,00	SE8+PB6	20	0,06	0,9022	4,80	15,13	0,005	0,49	0,049
022+320,000	2783	0,00	RESERVA 5	20	0,06		3,84		0,005	0,45	0,042

Pk	Cota	Pendiente	Observaciones	L(m)	Q infil (l/s)	Q pluv (l/s)	Q acumul (l/s)	Q bombeo (l/s)	j(m/m)	v (m/s)	y (m)
022+340,000	2783	0,00	RESERVA 5	8,063	0,02		3,78		0,005	0,45	0,042
022+348,063	2783	0,00	RESERVA 5	11,937	0,04		3,75		0,005	0,45	0,042
022+360,000	2783,005	0,08		20	0,06		3,72		0,005	0,45	0,041
022+380,000	2783,034	0,21		5,563	0,02		3,66		0,005	0,45	0,041
022+385,563	2783,047	0,25		14,437	0,04		3,64		0,005	0,45	0,041
022+400,000	2783,09	0,35		20	0,06		3,60		0,005	0,44	0,041
022+420,000	2783,172	0,48		3,063	0,01		3,54		0,005	0,44	0,040
022+423,063	2783,188	0,50		16,937	0,05		3,53		0,005	0,44	0,040
022+440,000	2783,272	0,50		20	0,06		3,48		0,005	0,44	0,040
022+460,000	2783,372	0,50		20	0,06		3,42		0,005	0,44	0,039
022+480,000	2783,472	0,50		20	0,06		3,36		0,005	0,43	0,039
022+500,000	2783,572	0,50		20	0,06		3,30		0,005	0,43	0,038
022+520,000	2783,672	0,50		20	0,06		3,24		0,005	0,43	0,038
022+540,000	2783,772	0,50		20	0,06		3,18		0,005	0,43	0,037
022+560,000	2783,872	0,50		20	0,06		3,12		0,005	0,42	0,037
022+580,000	2783,972	0,50		20	0,06		3,06		0,005	0,42	0,036
022+600,000	2784,072	0,50		20	0,06		3,00		0,005	0,42	0,036
022+620,000	2784,172	0,50		20	0,06		2,94		0,005	0,42	0,035
022+640,000	2784,272	0,50		20	0,06		2,88		0,005	0,41	0,035
022+660,000	2784,372	0,50		20	0,06		2,82		0,005	0,41	0,034
022+680,000	2784,472	0,50		20	0,06		2,76		0,005	0,41	0,034
022+700,000	2784,572	0,50		15,32	0,05		2,70		0,005	0,40	0,033
022+715,320	2784,649	0,50		4,68	0,01		2,65		0,005	0,40	0,033
022+720,000	2784,675	0,63	PV7	20	0,06	0,4511	2,64		0,006	0,43	0,030
022+740,000	2784,859	1,21		10,32	0,03		2,12		0,012	0,50	0,021
022+750,320	2784,999	1,50		9,68	0,03		2,09		0,015	0,53	0,020
022+760,000	2785,157	1,78		20	0,06		2,06		0,018	0,56	0,019
022+780,000	2785,57	2,35		5,32	0,02		2,00		0,023	0,60	0,017
022+785,320	2785,699	2,50		14,68	0,04		1,99		0,025	0,61	0,016
022+800,000	2786,066	2,50		20	0,06		1,94		0,025	0,61	0,016
022+820,000	2786,566	2,50		20	0,06		1,88		0,025	0,60	0,016
022+840,000	2787,066	2,50		20	0,06		1,82		0,025	0,59	0,015
022+860,000	2787,566	2,50		20	0,06		1,76		0,025	0,59	0,015
022+880,000	2788,066	2,50		20	0,06		1,70		0,025	0,58	0,015
022+900,000	2788,566	2,50		20	0,06		1,64		0,025	0,57	0,014
022+920,000	2789,066	2,50		20	0,06		1,58		0,025	0,56	0,014
022+940,000	2789,566	2,50		20	0,06		1,52		0,025	0,55	0,014
022+960,000	2790,066	2,50		20	0,06		1,46		0,025	0,55	0,013
022+980,000	2790,566	2,50		20	0,06		1,40		0,025	0,54	0,013
023+000,000	2791,066	2,50		20	0,06		1,34		0,025	0,53	0,013
023+020,000	2791,566	2,50		20	0,06		1,28		0,025	0,52	0,012
023+040,000	2792,066	2,50		20	0,06		1,22		0,025	0,51	0,012
023+060,000	2792,566	2,50		20	0,06		1,16		0,025	0,50	0,012
023+080,000	2793,066	2,50		20	0,06		1,10		0,025	0,49	0,011
023+100,000	2793,566	2,50		20	0,06		1,04		0,025	0,48	0,011
023+120,000	2794,066	2,50		20	0,06		0,98		0,025	0,47	0,010
023+140,000	2794,566	2,50		20	0,06		0,92		0,025	0,46	0,010
023+160,000	2795,066	2,50		10,119	0,03		0,86		0,025	0,45	0,010
023+170,119	2795,319	2,50		9,881	0,03		0,83		0,025	0,44	0,009

Pk	Cota	Pendiente	Observaciones	L(m)	Q infil (l/s)	Q pluv (l/s)	Q acumul (l/s)	Q bombeo (l/s)	j(m/m)	v (m/s)	y (m)
023+180,000	2795,558	2,35		20	0,06		0,80		0,023	0,43	0,009
023+200,000	2795,997	2,04		20	0,06		0,74		0,020	0,40	0,009
023+220,000	2796,374	1,73		20	0,06		0,68		0,017	0,37	0,009
023+240,000	2796,69	1,43		11,369	0,03		0,62		0,014	0,33	0,009
023+251,369	2796,842	1,25		8,631	0,03		0,59		0,013	0,31	0,009
023+260,000	2796,944	1,12		20	0,06		0,56		0,011	0,30	0,009
023+280,000	2797,137	0,81		20	0,06		0,50		0,008	0,26	0,010
023+300,000	2797,268	0,50		20	0,06		0,44		0,005	0,21	0,010
023+320,000	2797,338	0,19		12,619	0,04		0,38		0,005	0,20	0,010
023+332,619	2797,35	0,00	LA ALAMEDA	7,381	0,02	0,144583333	0,35		0,005	0,19	0,009
023+340,000	2797,35	0,00	LA ALAMEDA	20	0,06		0,18		0,005	0,15	0,006
023+360,000	2797,35	0,00	LA ALAMEDA	20	0,06		0,12		0,005	0,13	0,005
023+380,000	2797,35	0,00	LA ALAMEDA	20	0,06		0,06		0,005	0,10	0,003
023+400,000	2797,35	0,00	LA ALAMEDA	0,001	0,00		0,00		0,005	0,00	0,000

COMPROBACIÓN HIDRÁULICA CANALETAS 200 mm X 400 mm															
Tramo		Longitud	Q infiltración	Q exterior	Q total	Mannin g	Pendiente	Calado	Superficie mojada	Perímetro mojado	Calado Crítico	LLenado	Pdte. Crítica	Velocidad	Nº Froude
Inicio	Fin	m	l/s	l/s	l/s		%	m	m2	m	m	%	%	m/s	
23+619,39	23+840,00	0,221	0,662	0,000	1,573	0,015	3,500	0,010	0,003	0,230	0,020	0,000	1,045	0,630	1,780
23+840,00	24+171,23	0,331	0,994	0,192	2,758	0,015	3,500	0,020	0,004	0,240	0,030	0,000	1,011	0,770	1,830
24+171,23	24+202,89	0,032	0,095	0,000	2,853	0,015	1,200	0,030	0,005	0,250	0,030	0,000	1,010	0,550	1,090
24+202,89	24+210,00	0,007	0,036	0,000	2,889	0,015	1,200	0,030	0,005	0,250	0,030	0,000	1,010	0,550	1,090
24+542,68	24+592,68	0,050	0,150	0,000	3,936	0,015	0,160	0,060	0,013	0,330	0,030	0,000	1,006	0,310	0,390
24+592,68	25+000,00	0,407	1,222	0,192	3,786	0,015	0,500	0,040	0,008	0,280	0,030	0,000	1,006	0,450	0,700
25+000,00	25+311,26	0,311	0,934	0,000	2,372	0,015	1,900	0,020	0,004	0,240	0,020	0,000	1,018	0,600	1,350
25+627,20	25+679,13	0,052	0,156	0,000	0,156	0,015	0,700	0,010	0,001	0,210	0,005	0,000	1,403	0,170	0,730
25+679,13	26+290,00	0,611	1,833	0,000	1,988	0,015	2,050	0,020	0,004	0,230	0,020	0,000	1,028	0,580	1,390
26+290,00	26+563,52	0,274	0,821	0,192	3,001	0,015	2,050	0,020	0,005	0,250	0,030	0,000	1,009	0,670	1,410
26+563,52	26+631,16	0,068	0,203	0,000	3,204	0,015	0,700	0,030	0,007	0,270	0,030	0,000	1,008	0,480	0,830
26+931,78	27+140,00	0,208	0,625	0,000	5,294	0,015	1,830	0,030	0,007	0,270	0,040	0,000	1,013	0,780	1,350
27+140,00	27+515,08	0,375	1,125	0,192	6,611	0,015	1,830	0,040	0,008	0,280	0,050	0,000	1,024	0,840	1,350
27+515,08	27+559,46	0,044	0,133	0,000	6,745	0,015	0,610	0,060	0,012	0,320	0,050	0,000	1,025	0,580	0,760
27+559,46	27+573,39	0,014	0,070	0,000	6,814	0,015	0,610	0,060	0,012	0,320	0,050	0,000	1,026	0,580	0,760
27+879,35	27+990,00	0,111	0,332	0,000	8,687	0,015	2,000	0,050	0,009	0,290	0,060	0,000	1,048	0,940	1,400

COMPROBACIÓN HIDRÁULICA CANALETAS 200 mm X 400 mm															
Tramo		Longitud	Q infiltración	Q exterior	Q total	Mannin g	Pendiente	Calado	Superficie mojada	Perímetro mojado	Calado Crítico	LLenado	Pdte. Crítica	Velocidad	Nº Froude
Inicio	Fin	m	l/s	l/s	l/s		%	m	m2	m	m	%	%	m/s	
27+990,00	28+330,00	0,340	1,020	0,017	4,543	0,015	0,910	0,040	0,008	0,280	0,040	0,000	1,008	0,580	0,950
28+330,00	28+480,00	0,150	0,450	0,285	3,506	0,015	0,910	0,030	0,007	0,270	0,030	0,000	1,007	0,540	0,950
28+480,00	28+700,00	0,220	0,660	0,000	2,772	0,015	0,910	0,030	0,006	0,260	0,030	0,000	1,011	0,500	0,950
29+222,57	29+290,43	0,068	0,204	0,000	0,204	0,015	0,200	0,010	0,002	0,220	0,005	0,000	1,403	0,120	0,410
29+290,43	29+740,00	0,450	1,349	0,000	1,552	0,015	1,450	0,020	0,003	0,230	0,020	0,000	1,045	0,480	1,170
30+631,54	30+723,56	0,092	0,276	0,000	3,524	0,015	0,200	0,050	0,011	0,310	0,030	0,000	1,007	0,320	0,440
30+723,56	30+950,00	0,226	0,679	0,192	3,248	0,015	1,550	0,030	0,005	0,250	0,030	0,000	1,008	0,620	1,240
30+950,00	31+274,42	0,324	0,973	0,000	2,376	0,015	1,550	0,020	0,004	0,240	0,020	0,000	1,018	0,560	1,230



APÉNDICE Nº 3. COMPROBACIÓN HIDRÁULICA DEL COLECTOR



PK Inicial	PK Final	Longitud m	Q (l/s)	Q acum. (l/s)	Tipo	Q (l/s)	Q acum. (l/s)	Tipo	n	i (%)	Calado (m)	Velocidad (m/s)	% Llenado	Observaciones
9+501,260	9+520,000	18,740	0,0937	0,0937	Canaleta									
9+520,000	9+540,000	20,000	0,1000	0,1937	Canaleta									
9+540,000	9+548,000	8,000	0,0400	0,2337	Canaleta									
9+548,000	9+560,000	12,000	0,0600	0,2937	Canaleta									
9+560,000	9+580,000	20,000	0,1000	0,3937	Canaleta									
9+580,000	9+600,000	20,000	0,1000	0,4937	Canaleta									
9+600,000	9+620,000	20,000	0,1000	0,5937	Canaleta									
9+620,000	9+640,000	20,000	0,1000	0,6937	Canaleta									
9+640,000	9+660,000	20,000	0,1000	0,7937	Canaleta									
9+660,000	9+680,000	20,000	0,1000	0,8937	Canaleta									
9+680,000	9+700,000	20,000	0,1000	0,9937	Canaleta									
9+700,000	9+720,000	20,000	0,1000	1,0937	Canaleta									
9+720,000	9+740,000	20,000	0,1000	1,1937	Canaleta									
9+740,000	9+760,000	20,000	0,1000	1,2937	Canaleta									
9+760,000	9+780,000	20,000	0,1000	1,3937	Canaleta									
9+780,000	9+800,000	20,000	0,1000	1,4937	Canaleta									
9+800,000	9+820,000	20,000	0,1000	1,5937	Canaleta									
9+820,000	9+840,000	20,000	0,1000	1,6937	Canaleta									
9+840,000	9+860,000	20,000	0,1000	1,7937	Canaleta									
9+860,000	9+880,000	20,000	0,1000	1,8937	Canaleta									
9+880,000	9+900,000	20,000	0,1000	1,9937	Canaleta									
9+900,000	9+920,000	20,000	0,1000	2,0937	Canaleta									
9+920,000	9+940,000	20,000	0,1000	2,1937	Canaleta									
9+940,000	9+960,000	20,000	0,1000	0,1000	Canaleta	0,1000	2,2937	ø 0.400 m	0,015	-0,50	0,037	0,39	9,25%	La Canaleta Central desagua en PK 9+940 a colector
9+960,000	9+980,000	20,000	0,1000	0,1000	Canaleta	0,1000	2,3937	ø 0.400 m	0,015	-0,50	0,038	0,39	9,50%	
9+980,000	9+990,000	10,000	0,0500	0,0500	Canaleta	0,0500	2,4437	ø 0.400 m	0,015	-0,50	0,038	0,40	9,50%	
9+990,000	10+000,000	10,000	0,1378	0,1378	Canaleta	0,1378	2,5815	ø 0.400 m	0,015	-0,50	0,039	0,41	9,75%	Se incorpora en PK 9+992 caudal de Pozo de Compensación 2 de la Estación Quitumbe
10+000,000	10+020,000	20,000	0,1000	0,1000	Canaleta	0,1000	2,6815	ø 0.400 m	0,015	-0,50	0,040	0,41	10,00%	
10+020,000	10+040,000	20,000	0,1000	0,1000	Canaleta	0,1000	2,7815	ø 0.400 m	0,015	-0,50	0,041	0,41	10,25%	
10+040,000	10+060,000	20,000	0,1000	0,1000	Canaleta	0,1000	2,8815	ø 0.400 m	0,015	-0,50	0,042	0,41	10,50%	
10+060,000	10+080,000	20,000	0,8808	0,8808	Canaleta	0,8808	3,7622	ø 0.400 m	0,015	-0,50	0,047	0,45	11,75%	Se incorpora en PK 10+070 caudal de la zona de Acceso de la Estación Quitumbe
10+080,000	10+100,000	20,000	0,1000	0,1000	Canaleta	0,1000	3,8622	ø 0.400 m	0,015	-0,50	0,048	0,45	12,00%	
10+100,000	10+120,000	20,000	0,1000	0,1000	Canaleta	0,1000	3,9622	ø 0.400 m	0,015	-0,50	0,048	0,46	12,00%	
10+120,000	10+140,780	20,780	0,1039	0,1039	Canaleta	0,1039	4,0661	ø 0.400 m	0,015	-0,50	0,049	0,46	12,25%	Se incorpora en PK 10+128 caudal de Pozo de Compensación 1 y en PK 10+126 caudal de Pozos de Ventilación 1 y 2 de la Estación Quitumbe
10+140,780	10+160,000	19,220	0,0961	0,0961	Canaleta	0,0961	4,1622	ø 0.400 m	0,015	-0,50	0,049	0,47	12,25%	
10+160,000	10+210,000	50,000	0,2500	0,2500	Canaleta	0,2500	4,4122	ø 0.400 m	0,015	-0,50	0,051	0,47	12,75%	
10+210,000	10+260,000	50,000	0,2500	0,2500	Canaleta	0,2500	4,6622	ø 0.400 m	0,015	-0,50	0,052	0,49	13,00%	
10+260,000	10+282,000	22,000	0,1100	0,1100	Canaleta	0,1100	4,7722	ø 0.400 m	0,015	-0,50	0,053	0,48	13,25%	En PK 10+282 el colector desagua a la canaleta

PK Inicial	PK Final	Longitud m	Q (l/s)	Q acum. (l/s)	Tipo	Q (l/s)	Q acum. (l/s)	Tipo	n	i (%)	Calado (m)	Velocidad (m/s)	% Llenado	Observaciones
0	0													
10+282,00	10+300,00	18,000	0,0900	4,8622	Canaleta									
0	0													
10+300,00	10+320,00	20,000	0,1000	4,9622	Canaleta									
0	0													
10+320,00	10+340,00	20,000	0,1000	5,0622	Canaleta									
0	0													
10+340,00	10+360,00	20,000	0,1000	5,1622	Canaleta									
0	0													
10+360,00	10+380,00	20,000	0,1000	5,2622	Canaleta									
0	0													
10+380,00	10+400,00	20,000	0,1000	5,3622	Canaleta									
0	0													
10+400,00	10+420,00	20,000	0,1000	5,4622	Canaleta									
0	0													
10+420,00	10+440,00	20,000	0,1000	5,5622	Canaleta									
0	0													
10+440,00	10+460,00	20,000	0,1000	5,6622	Canaleta									
0	0													
10+460,00	10+480,00	20,000	0,1000	5,7622	Canaleta									
0	0													
10+480,00	10+500,00	20,000	0,1000	5,8622	Canaleta									
0	0													
10+500,00	10+520,00	20,000	0,1000	5,9622	Canaleta									
0	0													
10+520,00	10+540,00	20,000	0,1000	6,0622	Canaleta									
0	0													
10+540,00	10+560,00	20,000	0,1000	6,1622	Canaleta									
0	0													
10+560,00	10+580,00	20,000	0,1000	6,2622	Canaleta									
0	0													
10+580,00	10+600,00	20,000	0,1000	6,3622	Canaleta									
0	0													
10+600,00	10+620,00	20,000	0,1000	6,4622	Canaleta									
0	0													
10+620,00	10+640,00	20,000	0,1000	6,5622	Canaleta									
0	0													
10+640,00	10+660,00	20,000	0,1000	6,6622	Canaleta									
0	0													
10+660,00	10+680,00	20,000	0,1000	6,7622	Canaleta									
0	0													
10+680,00	10+687,16	7,160	0,0358	6,7980	Canaleta									
0	0													
10+687,16	10+700,00	12,840	0,6583	7,4563	Canaleta									
0	0													
10+700,00	10+720,00	20,000	1,0253	8,4816	Canaleta									
0	0													
10+720,00	10+740,00	20,000	1,0253	9,5070	Canaleta									
0	0													
10+740,00	10+760,00	20,000	1,0253	10,5323	Canaleta									Desagua en PK 10+760 a paso sobre Quebrada
0	0													
10+760,00	10+780,00	20,000	1,0253	1,0253	Canaleta									
0	0													
10+780,00	10+800,00	20,000	1,0253	2,0507	Canaleta									

PK Inicial	PK Final	Longitud m	Q (l/s)	Q acum. (l/s)	Tipo	Q (l/s)	Q acum. (l/s)	Tipo	n	i (%)	Calado (m)	Velocidad (m/s)	% Llenado	Observaciones
0	0													
10+800,00	10+810,00	10,000	0,5127	2,5633	Canaleta									
0	0													
10+810,00	10+818,00	8,000	0,4101	2,9735	Canaleta									
0	0													
10+818,00	10+840,00	22,000	0,1100	3,0835	Canaleta									
0	0													
10+840,00	10+860,00	20,000	0,1000	3,1835	Canaleta									
0	0													
10+860,00	10+880,00	20,000	0,1000	3,2835	Canaleta									
0	0													
10+880,00	10+900,00	20,000	0,1000	3,3835	Canaleta									
0	0													
10+900,00	10+920,00	20,000	0,1000	3,4835	Canaleta									
0	0													
10+920,00	10+940,00	20,000	0,1000	3,5835	Canaleta									
0	0													
10+940,00	10+960,00	20,000	0,1000	3,6835	Canaleta									
0	0													
10+960,00	10+980,00	20,000	0,1000	3,7835	Canaleta									
0	0													
10+980,00	11+000,00	20,000	0,1000	3,8835	Canaleta									
0	0													
11+000,00	11+020,00	20,000	0,1000	3,9835	Canaleta									
0	0													
11+020,00	11+040,00	20,000	0,0600	4,0435	Canaleta									
0	0													
11+040,00	11+060,00	20,000	0,0600	4,1035	Canaleta									
0	0													
11+060,00	11+080,00	20,000	0,0600	4,1635	Canaleta									
0	0													
11+080,00	11+100,00	20,000	0,0600	4,2235	Canaleta									
0	0													
11+100,00	11+120,00	20,000	0,0600	4,2835	Canaleta									
0	0													
11+120,00	11+140,00	20,000	0,0600	4,3435	Canaleta									
0	0													
11+140,00	11+160,00	20,000	0,0600	4,4035	Canaleta									
0	0													
11+160,00	11+180,00	20,000	0,0600	4,4635	Canaleta									
0	0													
11+180,00	11+200,00	20,000	0,0600	4,5235	Canaleta									
0	0													
11+200,00	11+220,00	20,000	0,0600	4,5835	Canaleta									
0	0													
11+220,00	11+240,00	20,000	0,0600	4,6435	Canaleta									
0	0													
11+240,00	11+260,00	20,000	0,0600	0,0600	Canaleta	0,0600	4,7035	ø 0.400 m	0,015	-0,50	0,052	0,49	13,00%	La Canaleta Central desagua en PK 11+240 al colector
0	0													
11+260,00	11+280,00	20,000	0,0600	0,0600	Canaleta	0,0600	4,7635	ø 0.400 m	0,015	-0,50	0,053	0,48	13,25%	
0	0													
11+280,00	11+300,00	20,000	0,0600	0,0600	Canaleta	0,0600	4,8235	ø 0.400 m	0,015	-0,50	0,053	0,49	13,25%	
0	0													
11+300,00	11+320,00	20,000	0,0600	0,0600	Canaleta	0,0600	4,8835	ø 0.400 m	0,015	-0,50	0,053	0,49	13,25%	
0	0													

PK Inicial	PK Final	Longitud m	Q (l/s)	Q acum. (l/s)	Tipo	Q (l/s)	Q acum. (l/s)	Tipo	n	i (%)	Calado (m)	Velocidad (m/s)	% Llenado	Observaciones
11+320,00 0	11+340,00 0	20,000	0,0600	0,0600	Canaleta	0,0600	4,9435	ø 0.400 m	0,015	-0,50	0,054	0,49	13,50%	
11+340,00 0	11+360,00 0	20,000	0,0600	0,0600	Canaleta	0,0600	5,0035	ø 0.400 m	0,015	-0,50	0,054	0,49	13,50%	
11+360,00 0	11+390,00 0	30,000	0,1611	0,1611	Canaleta	0,1611	5,1646	ø 0.400 m	0,015	-0,50	0,055	0,50	13,75%	Se incorpora en PK 11+390 caudal de Salida de Emergencia 1
11+390,00 0	11+410,00 0	20,000	0,0600	0,0600	Canaleta	0,0600	5,2246	ø 0.400 m	0,015	-0,50	0,055	0,50	13,75%	
11+410,00 0	11+438,33 2	28,332	0,0850	0,0850	Canaleta	0,0850	5,3096	ø 0.400 m	0,015	-0,50	0,056	0,50	14,00%	En PK 11+438.332 el colector desagua a la canaleta
11+438,33 2	11+460,00 0	21,668	0,0650	5,3746	Canaleta									
11+460,00 0	11+480,00 0	20,000	0,0600	5,4346	Canaleta									
11+480,00 0	11+500,00 0	20,000	0,0600	5,4946	Canaleta									
11+500,00 0	11+520,00 0	20,000	0,0600	5,5546	Canaleta									
11+520,00 0	11+540,00 0	20,000	0,0600	5,6146	Canaleta									
11+540,00 0	11+560,00 0	20,000	0,0600	5,6746	Canaleta									
11+560,00 0	11+580,00 0	20,000	0,0600	5,7346	Canaleta									
11+580,00 0	11+600,00 0	20,000	0,0600	5,7946	Canaleta									
11+600,00 0	11+620,00 0	20,000	0,0600	5,8546	Canaleta									
11+620,00 0	11+640,00 0	20,000	0,0600	5,9146	Canaleta									
11+640,00 0	11+660,00 0	20,000	0,0600	5,9746	Canaleta									
11+660,00 0	11+680,00 0	20,000	0,0600	6,0346	Canaleta									
11+680,00 0	11+700,00 0	20,000	0,0600	6,0946	Canaleta									
11+700,00 0	11+720,00 0	20,000	0,0600	6,1546	Canaleta									
11+720,00 0	11+740,00 0	20,000	0,0600	6,2146	Canaleta									
11+740,00 0	11+760,00 0	20,000	0,0600	6,2746	Canaleta									
11+760,00 0	11+780,00 0	20,000	0,0600	6,3346	Canaleta									
11+780,00 0	11+800,00 0	20,000	0,0600	6,3946	Canaleta									
11+800,00 0	11+820,00 0	20,000	0,0600	6,4546	Canaleta									
11+820,00 0	11+840,00 0	20,000	0,0600	6,5146	Canaleta									
11+840,00 0	11+860,00 0	20,000	0,0600	6,5746	Canaleta									
11+860,00 0	11+880,00 0	20,000	0,0600	6,6346	Canaleta									
11+880,00	11+900,00	20,000	0,0600	6,6946	Canaleta									

PK Inicial	PK Final	Longitud m	Q (l/s)	Q acum. (l/s)	Tipo	Q (l/s)	Q acum. (l/s)	Tipo	n	i (%)	Calado (m)	Velocidad (m/s)	% Llenado	Observaciones
0	0													
11+900,00	11+920,00	20,000	0,0600	6,7546	Canaleta									
0	0													
11+920,00	11+920,35	0,350	0,0011	6,7557	Canaleta									
0	0													
11+920,35	11+940,00	19,650	0,2237	0,2237	Canaleta	0,2237	6,9793	ø 0.400 m	0,015	-0,50	0,064	0,54	16,00%	Se incorpora en PK 11+925 caudal de Pozo de Compensación 2 y Pozo de Ventilación de la Estación Morán Valverde
0	0													
11+940,00	11+960,00	20,000	0,2714	0,2714	Canaleta	0,2714	7,2508	ø 0.400 m	0,015	-0,50	0,065	0,55	16,25%	Se incorpora en PK 11+945 caudal de Pozo de Acceso a Trafos y en PK 11+955 caudal de Pozos de Ventilación. de la Estación Morán Valverde . Desagua en PK 11+960 a Pozo de Bombeo PB 1
0	0						8,5689							Caudal de bombeo Pozo de Bombeo 1
11+960,00	11+980,00	20,000	0,1000	0,1000	Canaleta	0,1000	1,3181	ø 0.400 m	0,015	0,50	0,029	0,32	7,25%	Desagua en PK 11+960 a Pozo de Bombeo PB 1
0	0													
11+980,00	12+000,00	20,000	0,4272	0,4272	Canaleta	0,4272	1,2181	ø 0.400 m	0,015	0,50	0,028	0,31	7,00%	Se incorpora en PK 11+990 caudal de Accesos 1 y 2 de la Estación Morán Valverde
0	0													
12+000,00	12+020,00	20,000	0,1000	0,1000	Canaleta	0,1000	0,7909	ø 0.400 m	0,015	0,50	0,023	0,27	5,75%	
0	0													
12+020,00	12+040,00	20,000	0,2636	0,2636	Canaleta	0,2636	0,6909	ø 0.400 m	0,015	0,50	0,021	0,27	5,25%	Se incorpora en PK 12+020 caudal de Acceso 3 de la Estación Morán Valverde
0	0													
12+040,00	12+060,00	20,000	0,1000	0,1000	Canaleta	0,1000	0,4273	ø 0.400 m	0,015	0,50	0,017	0,23	4,25%	
0	0													
12+060,00	12+080,00	20,000	0,1000	0,1000	Canaleta	0,1000	0,3273	ø 0.400 m	0,015	0,50	0,015	0,21	3,75%	
0	0													
12+080,00	12+098,73	18,736	0,2273	0,2273	Canaleta	0,2273	0,2273	ø 0.400 m	0,015	0,50	0,013	0,18	3,25%	Se incorpora en PK 12+090 caudal de Pozo de Ventilación y Pozo de Compensación 1
0	6													

COMPROBACIÓN HIDRÁULICA COLECTORES 400 mm															
Tramo		Longitud	Q infiltración	Q exterior	Q total	Manning	Pendiente	Calado	Superficie mojada	Perímetro mojado	Calado Crítico	LLlenado	Pdte. Crítica	Velocidad	Nº Froude
Inicio	Fin	m	l/s	l/s	l/s		%	m	m2	m	m	%	%	m/s	
23+409,00	23+469,23	0,06	0,301	0,159	0,460	0,015	0,500	0,020	0,002	0,170	0,020	4,500	1,064	0,250	0,710
23+469,23	23+619,39	0,15	0,450	0,000	0,911	0,015	0,500	0,020	0,003	0,200	0,020	6,000	0,965	0,290	0,740
24+210,00	24+408,89	0,20	0,994	0,285	5,617	0,015	0,500	0,060	0,011	0,310	0,050	14,300	0,758	0,510	0,820
24+408,89	24+542,68	0,13	0,401	0,000	4,338	0,015	0,500	0,050	0,009	0,290	0,050	12,600	0,784	0,470	0,810
25+311,26	25+456,25	0,14	0,435	0,000	1,439	0,015	0,500	0,030	0,004	0,220	0,030	7,400	0,896	0,340	0,760
25+456,25	25+589,19	0,13	0,399	0,415	1,004	0,015	0,500	0,030	0,003	0,200	0,020	6,300	0,943	0,300	0,740

COMPROBACIÓN HIDRÁULICA COLECTORES 400 mm															
Tramo		Longitud	Q infiltración	Q exterior	Q total	Manning	Pendiente	Calado	Superficie mojada	Perímetro mojado	Calado Crítico	LLenado	Pdte. Crítica	Velocidad	Nº Froude
Inicio	Fin	m	l/s	l/s	l/s		%	m	m2	m	m	%	%	m/s	
25+589,19	25+627,20	0,04	0,190	0,000	0,190	0,015	0,500	0,010	0,001	0,140	0,010	3,000	1,242	0,190	0,660
26+631,16	26+771,66	0,14	0,703	0,283	4,189	0,015	0,500	0,050	0,009	0,290	0,040	12,400	0,787	0,470	0,810
26+771,66	26+931,78	0,16	0,480	0,000	4,670	0,015	0,500	0,050	0,010	0,300	0,050	13,100	0,772	0,480	0,810
27+573,39	27+699,01	0,13	0,628	0,372	7,814	0,015	0,500	0,070	0,014	0,340	0,060	16,800	0,734	0,560	0,830
27+699,01	27+879,35	0,18	0,541	0,000	8,355	0,015	0,500	0,070	0,015	0,340	0,060	17,400	0,728	0,570	0,830
28+700,00	29+043,99	0,34	1,032	0,000	2,112	0,015	0,500	0,040	0,006	0,240	0,030	8,900	0,849	0,380	0,780
29+043,99	29+085,47	0,04	0,124	0,000	1,080	0,015	0,500	0,030	0,004	0,210	0,020	6,600	0,924	0,310	0,750
29+085,47	29+222,57	0,14	0,685	0,270	0,955	0,015	0,500	0,030	0,003	0,200	0,020	6,300	0,943	0,300	0,740
29+740,00	29+840,00	0,10	0,300	0,301	7,168	0,015	0,500	0,060	0,013	0,330	0,060	16,100	0,740	0,550	0,830
29+840,00	30+452,74	0,61	1,838	0,000	6,567	0,015	0,500	0,060	0,012	0,320	0,060	15,500	0,744	0,530	0,830
30+452,74	30+591,43	0,14	0,693	0,391	4,729	0,015	0,500	0,050	0,010	0,300	0,050	13,100	0,772	0,480	0,810
30+591,43	30+631,54	0,04	0,120	0,000	3,644	0,015	0,500	0,050	0,008	0,280	0,040	11,500	0,801	0,450	0,800
31+274,42	31+557,85	0,28	0,850	0,000	1,403	0,015	0,500	0,030	0,004	0,220	0,030	7,400	0,896	0,340	0,760
31+557,85	31+629,24	0,07	0,357	0,196	0,553	0,015	0,500	0,020	0,002	0,180	0,020	5,000	1,004	0,260	0,720
31+650,44	31+800,00	0,15	0,748	0,196	0,944	0,015	0,500	0,020	0,003	0,200	0,020	6,000	0,965	0,290	0,740
31+800,00	32+039,34	0,24	1,197	0,000	1,197	0,015	0,500	0,030	0,004	0,210	0,020	6,900	0,922	0,320	0,750



APÉNDICE Nº 4. COMPROBACIÓN HIDRÁULICA DEL TUBO DREN



PK Inicial	PK Final	Longitud m	Ancho m	Área vertiente (m2)	C	I (mm/h)	Q Pluviales (l/s) MD	Q Pluviales (l/s) MI	Q (l/s)	Q acum. (l/s)	Tipo	n	i (%)	Calado (m)	Velocidad (m/s)	% Llenado	Observaciones
Margen Derecho																	
9+409,400	9+420,000	10,600	5,15	54,59	0,65	143,90	1,4184		1,4184	1,4184	Dren ø 0.200 m	0,011	-0,30	0,035	0,38	9%	
9+420,000	9+440,000	20,000	5,15	103,00	0,65	143,90	2,6761		2,6761	4,0945	Dren ø 0.200 m	0,011	-0,30	0,060	0,52	15%	
9+440,000	9+460,000	20,000	5,15	103,00	0,65	143,90	2,6761		2,6761	6,7706	Dren ø 0.200 m	0,011	-0,30	0,078	0,60	20%	
9+460,000	9+472,000	12,000	5,15	61,80	0,65	143,90	1,6057		1,6057	8,3763	Dren ø 0.200 m	0,011	-0,30	0,087	0,64	22%	Desagua en PK 9+472 a colector transversal C28 *
9+472,000	9+480,000	8,000	5,15	41,20	0,65	143,90	1,0705		1,0705	3,9152	Dren ø 0.200 m	0,011	0,30	0,058	0,52	15%	Desagua en PK 9+472 a colector transversal C28 *
9+480,000	9+501,260	21,260	5,15	109,49	0,65	143,90	2,8447		2,8447	2,8447	Dren ø 0.200 m	0,011	0,30	0,049	0,48	12%	
Margen Izquierdo																	
9+409,400	9+420,000	10,600	5,15	54,59	0,65	143,90		1,4184	1,4184	1,4184	Dren ø 0.200 m	0,011	-0,30	0,035	0,38	9%	
9+420,000	9+440,000	20,000	5,15	103,00	0,65	143,90		2,6761	2,6761	4,0945	Dren ø 0.200 m	0,011	-0,30	0,060	0,52	15%	
9+440,000	9+460,000	20,000	5,15	103,00	0,65	143,90		2,6761	2,6761	6,7706	Dren ø 0.200 m	0,011	-0,30	0,078	0,60	20%	
9+460,000	9+472,000	12,000	5,15	61,80	0,65	143,90		1,6057	1,6057	8,3763	Dren ø 0.200 m	0,011	-0,30	0,087	0,64	22%	Desagua en PK 9+472 a colector transversal C27 *
9+472,000	9+480,000	8,000	5,15	41,20	0,65	143,90		1,0705	1,0705	3,9152	Dren ø 0.200 m	0,011	0,30	0,058	0,52	15%	Desagua en PK 9+472 a colector transversal C27 *
9+480,000	9+501,260	21,260	5,15	109,49	0,65	143,90		2,8447	2,8447	2,8447	Dren ø 0.200 m	0,011	0,30	0,049	0,48	12%	

* Los tramos de tubo dren, desaguan en los colectores C27 y C28 definidos en el Proyecto "E.5.6. DISEÑO DEFINITIVO DE OBRA CIVIL DE TALLERES Y COCHERAS"

APÉNDICE Nº 5. ADENDA “ESTUDIO HIDROLOGÍCO-HIDRÁULICO DE LAS QUEBRADAS LOCALIZADAS EN LA ZONA DE COCHERAS EN EL SECTOR DE QUITUMBE”

ÍNDICE DE CONTENIDO

ÍNDICE DE CONTENIDO	I
ÍNDICE DE FIGURAS	I
ÍNDICE DE TABLAS	II
1. INTRODUCCIÓN	3
2. ESTUDIO HIDROLÓGICO	4
2.1 INTRODUCCIÓN	4
2.2 DELIMITACIÓN DE CUENCAS VERTIENTES Y PARÁMETROS GEOMORFOLÓGICOS	4
2.3 PRECIPITACIONES MÁXIMAS DIARIAS	6
2.4 MODELIZACIÓN HIDROLÓGICA	7
3. ESTUDIO HIDRÁULICO	10
3.1 INTRODUCCIÓN	11
3.2 EL MODELO HEC-RAS	11
3.3 RESULTADOS EN LA SITUACIÓN ACTUAL	18
3.4 PROPUESTA DE MEDIDAS CORRECTORAS	20
3.4.1 NUEVA OBRA DE FÁBRICA OF1	20
3.4.2 NUEVA OBRA DE FÁBRICA OF3	22
4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	25
5. APÉNDICE 1	26
6. APÉNDICE 2	41

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Emplazamiento de las quebradas y trazado de Línea 1 de Metro de Quito	3
Figura 2 Mapa de las subcuencas hidrográficas de las quebradas Sanchayacu y Ortega	5
Figura 3 Mapa de Litología de las subcuencas hidrográficas de las quebradas Sanchayacu y Ortega	8
Figura 4 Mapa de Usos y ocupación del suelo de las subcuencas hidrográficas de las quebradas Sanchayacu y Ortega	9
Figura 5 Tramos modelizados hidráulicamente	12
Figura 6 Modelo digital del terreno empleado en la modelización hidráulica	13
Figura 7 Localización de secciones transversales en el modelo hidráulico	14
Figura 8 Croquis de las obras de fábrica	15
Figura 9 Obra de fábrica bajo la Avenida Huayanay Ñan (OF1)	15
Figura 10 Obra de fábrica bajo la Avenida Condor Ñan (OF2)	16
Figura 11 Obra de fábrica bajo la Avenida Rumichaco Ñan (OF3)	16

Figura 12 Encauzamiento de la quebrada Ortega aguas arriba del cruce con la Avenida Condor Ñan	17
Figura 13 Orificio en el encauzamiento y descarga al cauce de la quebrada Ortega	17
Figura 14 Perfil longitudinal de la lámina de agua en el cauce en situación actual	19
Figura 15 Sección transversal y láminas de agua aguas arriba de la Avenida Rumichaco Ñan en situación actual	20
Figura 16 Datos geométricos de la nueva OF1	21
Figura 17 Sección transversal y láminas de agua aguas abajo de la nueva OF1	22
Figura 18 Datos geométricos de la nueva OF3	23
Figura 19 Sección transversal y láminas de agua aguas arriba de la nueva OF3	23
Figura 20 Perfil longitudinal de la lámina de agua con las medidas correctoras	24

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Parámetros geomorfológicos de las cuencas analizadas	6
Tabla 2 Datos de la Estación meteorológica utilizada en el estudio (Izobamba)	6
Tabla 3 Precipitaciones Máximas en 24 horas (mm.) para diferentes T_R , Estación de Izobamba	6
Tabla 4 Número de curva para las subcuencas Ortega y Sanchayacu	10
Tabla 5 Caudales máximos (m^3/s) en las quebradas Ortega y Sanchayacu para diferentes T_R	10
Tabla 6 Caudales de cálculo introducidos en la modelización hidráulica	18

1. INTRODUCCIÓN

La zona de cocheras (patios y talleres) de la futura Primera Línea de Metro de Quito se localiza al sur de la ciudad, en la zona de Quitumbe.

Por esta zona discurre la quebrada Ortega y su afluente la quebrada Sanchayacu, cuyos cauces son interceptados por el trazado de la línea ferroviaria en dos puntos: a la salida del túnel de línea (donde se localizará un viaducto sobre el cauce) y en la vía de acceso a las cocheras, tal como se recoge en la siguiente figura.

Figura 1 Emplazamiento de las quebradas y trazado de Línea 1 de Metro de Quito



Debido a estas circunstancias, se necesita conocer cuál es el comportamiento hidráulico de estos cauces frente a avenidas de periodo de retorno de hasta 500 años, y así determinar las posibles afectaciones sobre las infraestructuras de la Primera Línea de Metro de Quito. En particular, es especialmente interesante establecer la cota de la lámina en los cauces de estas quebradas en las zonas de intersección con el trazado, y, en caso de que los cauces no sean suficientes, establecer las correspondientes medidas correctoras.

A tal efecto, en la presente Adenda al *Estudio meteorológico-climatológico e hidrológico de la zona de influencia del metro de Quito*, se realiza un análisis hidrológico-hidráulico de estas quebradas. Para ello, en

primer lugar, se determinan los caudales de avenida para los periodos de retorno de 25, 100 y 500 años mediante la realización de un estudio hidrológico de las cuencas de ambas quebradas. En segundo lugar, se realiza una modelización hidráulica unidimensional de los cauces en la situación actual, con el objeto de determinar la suficiencia de los cauces y valorar la posible afectación de las avenidas sobre las infraestructuras de la Primera Línea de Metro de Quito. En tercer lugar, se definen una serie de medidas correctoras de carácter estructural, que son introducidas de nuevo en el modelo hidráulico, de cara a verificar la bondad de las mismas con vista a minimizar esas posibles afectaciones. El Documento se completa con una serie de conclusiones y recomendaciones

2. ESTUDIO HIDROLÓGICO

2.1 Introducción

El objeto de este apartado es obtener los caudales circulantes para el periodo de retorno de 500 años por el cauce de la quebrada Ortega y el de su afluente, la quebrada Sanchayacu.

Para ello se han establecido dos puntos de control localizados aguas arriba de la confluencia de ambas, justo antes de su cruce con la avenida Rumichaca Ñan, en la zona de Quitumbe. Estos caudales serán los posteriormente introducidos al inicio de los tramos modelizados hidráulicamente, quedando así del lado de la seguridad.

Para la modelización de las cuencas hidrológica se ha empleado la aplicación HEC-HMS (Hydrologic Engineering Center's Hydrologic Modeling System).

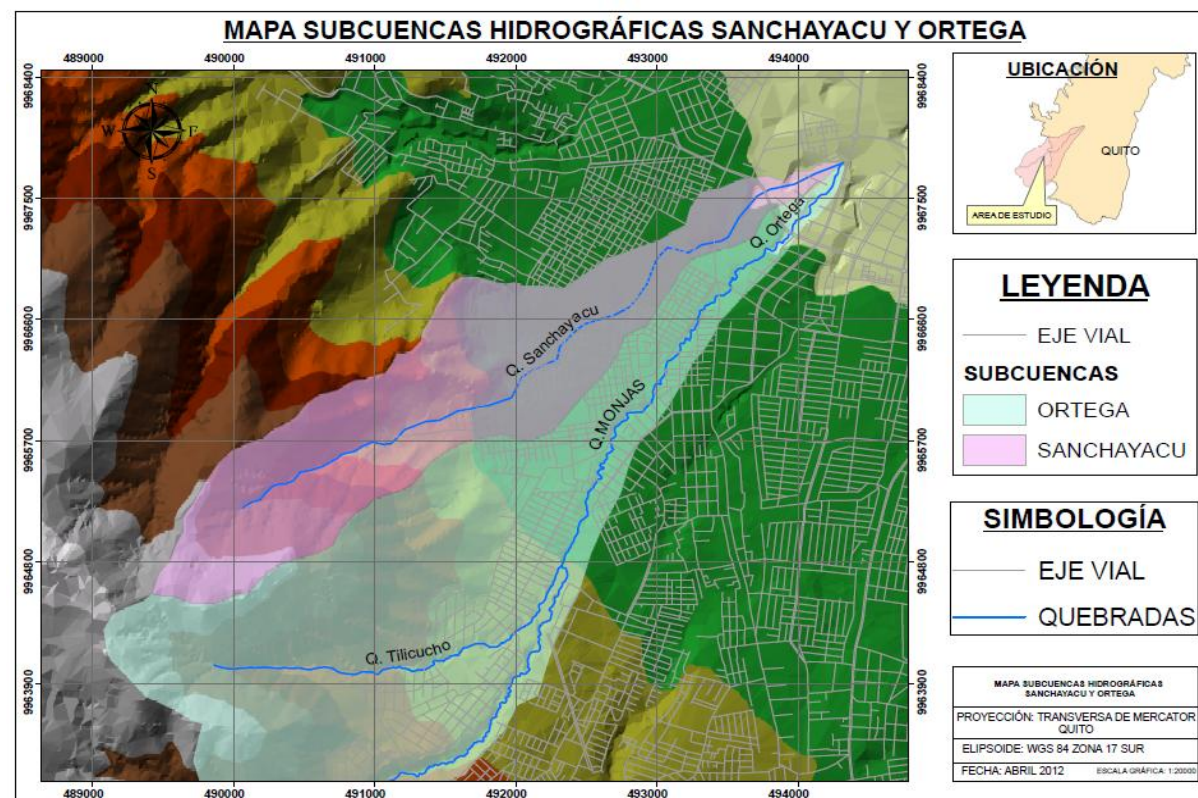
Los parámetros necesarios para alimentar el modelo se obtienen en los siguientes epígrafes.

2.2 Delimitación de cuencas vertientes y parámetros geomorfológicos

Para la delimitación de las cuencas vertientes a los puntos de control definidos y la obtención de los parámetros geomorfológicos que las caracterizan, se ha empleado la cartografía a escala 1:25.000 del Instituto Geográfico Militar de Quito.

La delimitación de las cuencas obtenida es la que se recoge en la siguiente imagen:

Figura 2 Mapa de las subcuencas hidrográficas de las quebradas Sanchayacu y Ortega



Las características más importantes de una cuenca se describen a continuación:

- Superficie: Es el parámetro más importante de la cuenca, ya que regula la intensidad de la mayoría de los fenómenos hidrológicos tales como, el volumen de precipitación, el caudal de crecida, etc...
- Longitud del recorrido principal: es la longitud existente entre el desagüe de la cuenca y el punto perteneciente al cauce principal más alejado de aquél, siguiendo el recorrido de drenaje. Es la máxima distancia recorrida por el flujo de agua dentro de la cuenca.
- Pendiente del cauce: es la calculada a partir de la longitud del recorrido principal y las cotas máxima y mínima del mismo.
- Tiempo de concentración (Tc): es el tiempo necesario para que, con una lluvia neta uniforme, la totalidad de la cuenca contribuya al hidrograma de escorrentía superficial. También puede definirse como el tiempo que tarda en salir por el punto de desagüe la última gota de escorrentía superficial, debida a la lluvia neta caída en un instante dado.

En la tabla siguiente se pueden ver los parámetros correspondientes a las dos subcuencas analizadas, obtenidos a partir de la cartografía mencionada:

Tabla 1 Parámetros geomorfológicos de las cuencas analizadas

	Superficie (Km ²)	Long. recorrido principal (Km)	Cota media(m)	Pendiente (m/m)	Tc (hs)
Q. Ortega	7,258	7,55	3.324	0,118	0,715
Quebrada Sanchayacu	3,847	5,31	3.347	0,159	0,485

2.3 Precipitaciones máximas diarias

Para realizar la modelización hidrológica de las cuencas con la metodología indicada, es necesario conocer las precipitaciones máximas de 24 horas para los periodos de retorno de 25, 100 y 500 años, que fueron obtenidas en distintas estaciones meteorológicas en el *Estudio meteorológico-climatológico e hidrológico de la zona de influencia del metro de Quito*.

En este caso, se han empleado los datos correspondientes a la Estación de Izobamba, al ser la más cercana al área de localización de las quebradas. Los datos de esta estación son los siguientes:

Tabla 2 Datos de la Estación meteorológica utilizada en el estudio (Izobamba)

Nº	Código	Estación	Registro de precipitación	Nº años	Coordenadas		Elevación msnm
					E	N	
1	M003	Izobamba	1964-2010	43	772361.5973	9959896.0400	3058

Las precipitaciones máximas correspondientes son las siguientes:

Tabla 3 Precipitaciones Máximas en 24 horas (mm.) para diferentes T_R, Estación de Izobamba

Periodo de retorno T _R (años)	Probabilidad de no excedencia	ESTACIÓN: IZOBAMBA – M003		
		Error estándar del modelo		
		3.274	2.99	3.144
		Log Normal 3 parámetros	Log Pearson III	Valores Extremos Tipo I (Gumbel)
		Precipitaciones máximas en 24 horas (mm)	Precipitaciones máximas en 24 horas (mm)	Precipitaciones máximas en 24 horas (mm)
25	0.96	66.929	68.151	67.885
100	0.99	80.200	82.669	80.286
500	0.988	96.574	101.364	94.560

2.4 Modelización hidrológica

Para realizar la modelización hidrológica, se ha empleado la aplicación HEC-HMS (Hydrologic Engineering Center's Hydrologic Modeling System), desarrollado por el US Army Corps of Engineers (USACE).

HEC-HMS es un programa de simulación hidrológica tipo evento, lineal y semidistribuido, desarrollado para estimar las hidrogramas de salida en una cuenca o varias subcuencas (caudales máximos y tiempos al pico) a partir de condiciones extremas de lluvias, aplicando para ello algunos de los métodos de cálculo de hietogramas de diseño, pérdidas por infiltración, flujo base y conversión en escorrentía directa.

El programa HEC-HMS permite simular eventos aislados de crecientes asociados con un patrón de tormenta de diseño, en nuestro caso, las precipitaciones máximas en 24 horas para un cierto período de retorno. Para una información completa sobre esta aplicación informática (de uso público) se remite a la página web del USACE: <http://www.hec.usace.army.mil/software/hec-hms/>

En el presente caso, y de acuerdo a la información disponible se optó por aplicar el programa con las siguientes metodologías: Pérdidas: (Número de Curva CN SCS), Transformación lluvia –caudal: HU SCS y Flujo base: Recesión para lo cual requieren datos como: Áreas de las subcuencas en Km², tormenta SCS Storm (Precipitación máxima promedio en 24 horas para un periodo de retorno determinado en mm.), SCS curve number (número hidrológico- CN), Initial abstracción (máxima retención- S en mm.), Impervios % (% de suelo impermeable) y Lag time (tiempo de retraso en minutos). En este contexto se han obtenido los datos solicitados por modelo hidrológico HEC-HMS 3.2.

La estimación de la escorrentía directa se basa en la precipitación ocurrida y las condiciones de la cuenca como: condiciones iniciales de la cuenca, clasificación hidrológica de la cuenca, condición hidrológica y usos de la tierra.

De acuerdo a las consideraciones indicadas se utilizaron ecuaciones como:

$$S = 25.4 \left(\frac{1000}{CN} - 10 \right)$$

En donde:

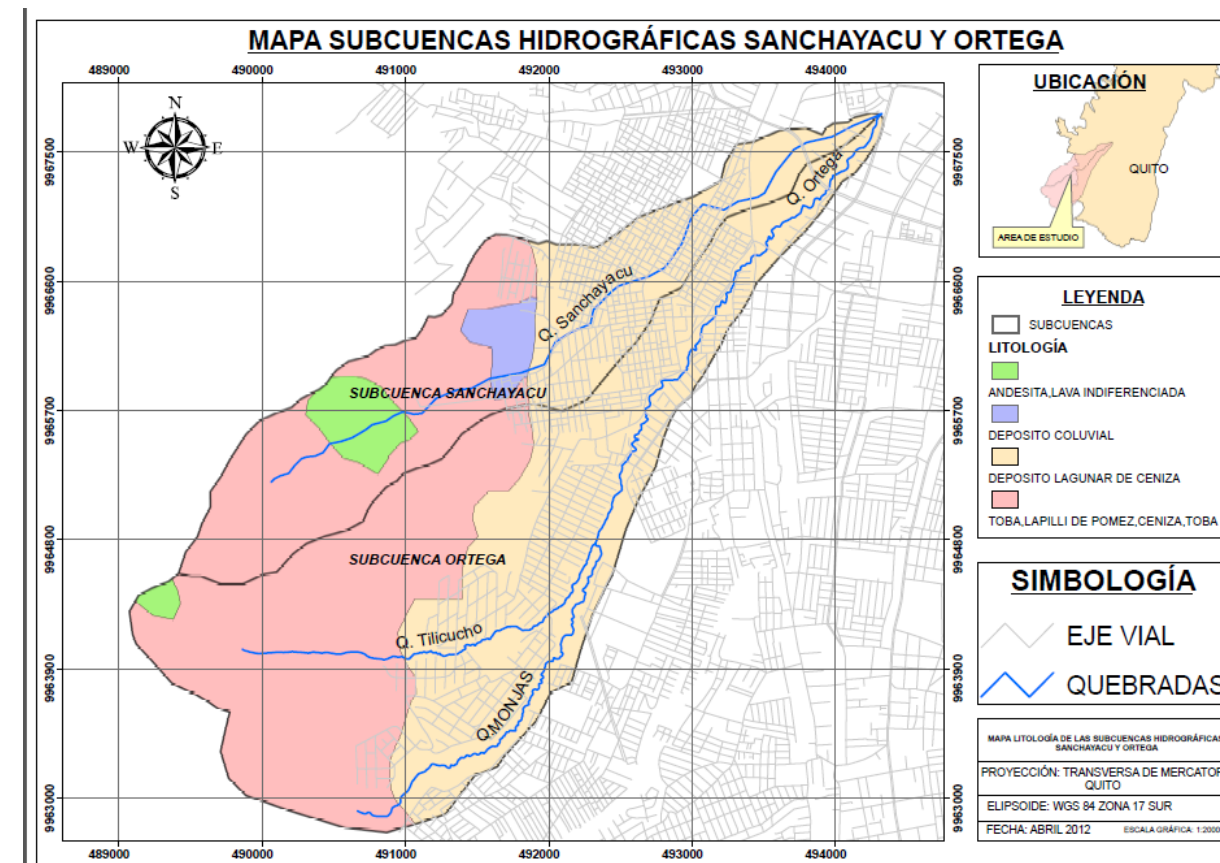
- S = máxima retención -mm.
- CN = Curva "Standard" ó número de curva
- la (abstracciones iniciales en mm)= 0.2*S

El número de curva CN, depende de los factores que determinan el complejo hidrológico suelo – vegetación en la cuenca y sus valores se encuentran tabulados en varios manuales de hidrología en función del

porcentaje de usos y tipos de suelo en la cuenca y de la condición hidrológica que tiene cada una de ellas, tal como se define a continuación:

Las características litológicas de los suelos pertenecientes a las subcuencas de los dos cauces analizados se recogen en la siguiente figura:

Figura 3 Mapa de Litología de las subcuencas hidrográficas de las quebradas Sanchayacu y Ortega



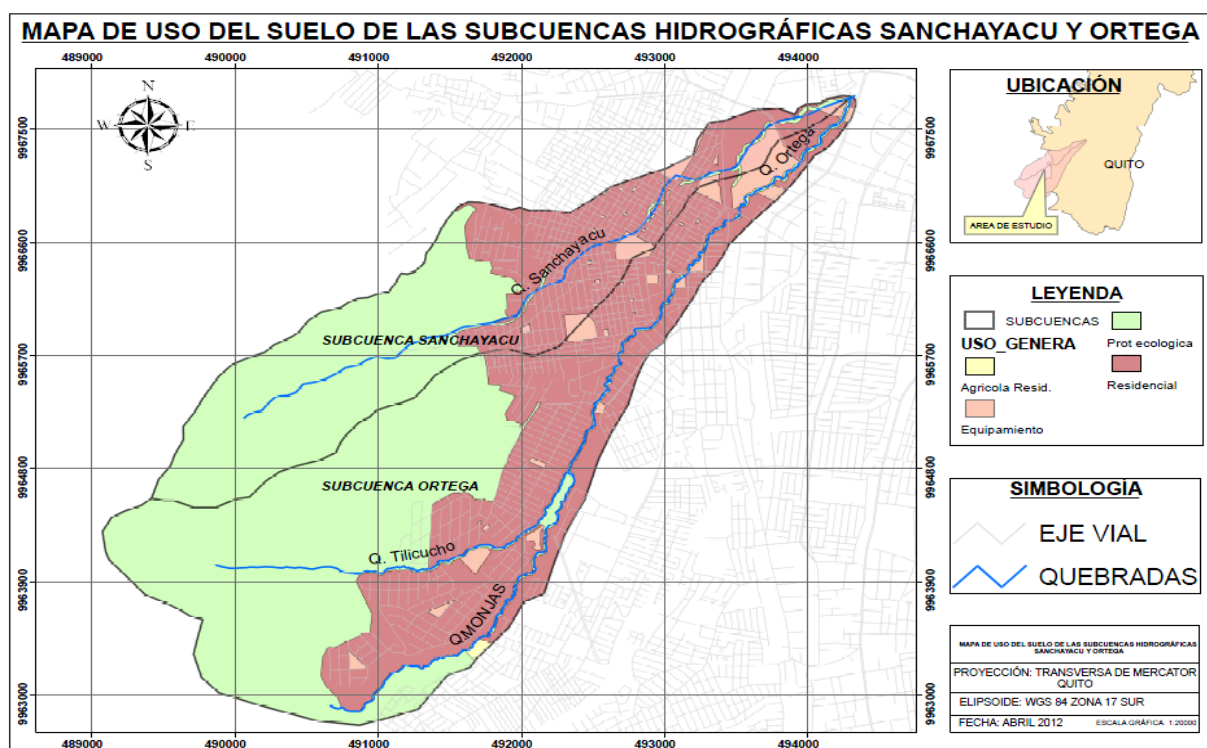
La definición de los mismos es:

- Ceniza y pómez.- origen volcánico con una multitud de poros y células cerradas dan por resultado una porosidad con una solidez de grano al mismo tiempo. Su porosidad le permite absorber y retener el agua, además de hacerla ligera y otorgarle condiciones particulares, especialmente para el filtrado de productos de elaboración industrial. (Clasificación hidrológica: C).
- Coluvial.- depósito coluvionar o coluvión es el conjunto heterogéneo de gravas y bloques que se acumulan en las laderas por acción de la gravedad. Con el tiempo, pueden incorporar arenas y finos, que rellenan los huecos. (Clasificación hidrológica: A).

- Lava.- La lava es magma que durante su ascenso a través de la corteza terrestre, alcanza la superficie. Cuando sale a la superficie, la lava suele tener temperaturas que oscilan entre 700° C (1.300° F) y 1.200° C (2.200° F). Al solidificarse, la lava forma rocas ígneas. El término lava fluida se refiere a la formación solidificada, mientras que la que aún tiene roca fundida se denomina lava fluida activa (Clasificación hidrológica: D).

Los usos del suelo en las cuencas analizadas son los recogidos en la siguiente figura:

Figura 4 Mapa de Usos y ocupación del suelo de las subcuencas hidrográficas de las quebradas Sanchayacu y Ortega



A partir de los anteriores parámetros, se obtienen los valores del número de curva en las cuencas analizadas, y que se recogen en la siguiente tabla:

Tabla 4 Número de curva para las subcuencas Ortega y Sanchayacu

		Quebrada Ortega	Quebrada Sanchayacu
USOS DEL SUELO (%)	Protección ecológica (bosque cobertura pobre)	55,43	59,55
	Agrícola - residencial	0,2	-
	Equipamiento (proceso de urbanización)	3,41	4,17
	Residencial	40,95	36,27
TIPOS DE SUELO (%)	Ceniza y pómez	99,25	85,92
	Coluvial	-	5,78
	Lava	0,74	8,29
CN		75,2	77

Para implementar el modelo, se debe introducir el valor de Tlag, que es el tiempo que transcurre desde el centro de gravedad de la precipitación neta hasta la punta del hidrograma y es aproximadamente igual a 0.6 veces el tiempo de concentración.

Así mismo, se ingresan los valores de Pmáx en 24 horas de la estación Izobamba ajustados a través de la distribución Log Pearson III, recogidos anteriormente.

Con toda esta información se procedió a realizar la modelación, obteniéndose los hidrogramas y caudales de diseño para los periodos de retorno seleccionados.

Finalmente se obtuvieron los caudales máximos para los dos puntos de control de la quebrada Ortega y la quebrada Sanchayacu generados por el modelo hidrológico HEC-HMS 3.2, tal como queda recogido en la siguiente tabla:

Tabla 5 Caudales máximos (m³/s) en las quebradas Ortega y Sanchayacu para diferentes T_R

Periodos de retorno (T _R)	25	100	500
Q. Ortega	22.7	30.4	40.9
Quebrada Sanchayacu	13.1	18.7	24.3

3. ESTUDIO HIDRÁULICO

3.1 Introducción

En el presente apartado se va a proceder a realizar una modelización hidráulica de los cauces de las quebradas Ortega y Sanchayacu en el entorno de la localización de las cocheras de la futura Primera Línea de Metro de Quito.

En particular, el objetivo de este apartado es obtener la lámina de agua esperable en el cauce de la quebrada ortega, ya que éste debe ser atravesado por diversas infraestructuras ferroviarias.

3.2 El modelo HEC-RAS

La modelación hidráulica desarrollada en el presente estudio se lleva a cabo mediante el software HEC-RAS (*Hydrologic Engineering Center – River Analysis System*), el cual es una herramienta informática que permite el análisis de sistemas fluviales tanto simples como complejos. Este software fue desarrollado por el USACE, y en el presente estudio se hace uso de la versión 4.0.

HEC-RAS está diseñado para el desarrollo de un flujo unidireccional en cauces naturales o canales construidos, tanto en régimen permanente como transitorio. La hipótesis del flujo unidireccional es asumible en cauces naturales en los que la dirección del flujo sigue la dirección del cauce y no es perpendicular a ella.

Para una información completa sobre esta aplicación informática (de uso público) se remite a la página web del USACE: <http://www.hec.usace.army.mil/software/hec-ras/>

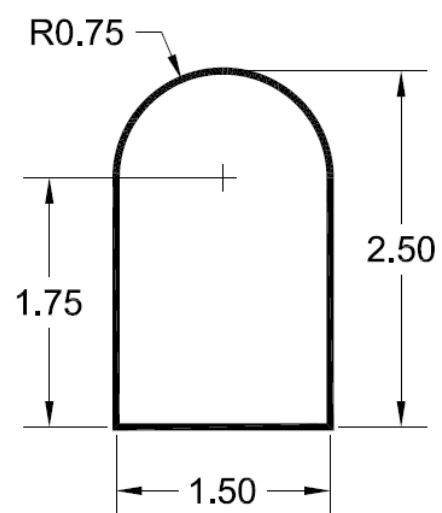
En la siguiente figura se puede ver los tramos de cauce que han sido objeto de análisis hidráulico:

Figura 5 Tramos modelizados hidráulicamente



A tal efecto, a partir de la cartografía 3D escala 1:500 de la zona de Quitumbe entregada por Metro de Quito en formato vectorial, mediante la elaboración de una red de triángulos irregulares (TIN) y su posterior proyección, se ha generado un modelo de elevación digital del terreno (MDT) con un grid de celdas de 5 x 5 m, que ha servido para la obtención de los perfiles transversales de los cauces. El MDT así generado se puede ver en la siguiente figura:

Figura 8 Croquis de las obras de fábrica



En las siguientes imágenes se pueden ver las obras de fábrica mencionadas en su localización sobre el terreno:

Figura 9 Obra de fábrica bajo la Avenida Huayanay Ñan (OF1)



Figura 10 Obra de fábrica bajo la Avenida Condor Ñan (OF2)



Figura 11 Obra de fábrica bajo la Avenida Rumichaco Ñan (OF3)



Por otro lado, aguas arriba del cruce de la quebrada Ortega con la avenida Condor Ñan y de la obra de fábrica que se puede ver en la figura anterior, el fondo del cauce de la quebrada se encuentra canalizado, dirigiéndose los caudales que por él se transportan hacia una derivación que detrae los caudales de la quebrada llevándolos a través de un colector hasta otra quebrada próxima. Esta canalización presenta un orificio o ventana en su cajero izquierdo que permite que parte de los caudales sigan por la quebrada Ortega, tal como se puede ver en las siguientes imágenes. La canalización de derivación acaba en una obra de fábrica de la misma sección que las reseñadas en el croquis anterior.

Figura 12 Encauzamiento de la quebrada Ortega aguas arriba del cruce con la avenida Condor Ñan



Figura 13 Orificio en el encauzamiento y descarga al cauce de la quebrada Ortega



Si consideramos únicamente los cajeros verticales de la obra de fábrica, es decir, una sección rectangular de anchura 1,50 m y altura 1,75 m, con una pendiente del 2%, el caudal que puede derivarse por esta canalización (en régimen uniforme) es de 18,5 m. Para quedar del lado de la seguridad, y en previsión de posibles obturaciones, se va a considerar que por esta derivación pueden detraerse 15 m³/s del caudal circulante por la quebrada Ortega.

Por lo tanto, los caudales circulantes por las quebradas para los periodos de retorno de 25, 100 y 500 años y los puntos de aplicación que se han introducido en el modelo hidráulico son los siguientes:

Tabla 6 Caudales de cálculo introducidos en la modelización hidráulica

TRAMO	CAUDALES DE CÁLCULO m ³ /s		
	T=25 años	T=100 años	T=500 años
Q. Ortega (inicio tramo analizado, aguas arriba de OF en Av. Huayanay Ñan)	22,7	30,4	40,9
Q. Ortega (tras derivación de 15 m ³ /s, aguas arriba de OF en la Av. Condor Ñan)	7,7	15,4	25,9
Q. Sanchayacu, inicio de tramo analizado	13,1	18,7	24,3
Q. Ortega, tras incorporación q. Sanchatacu, aguas arriba de OF en Av. Rumichaco Ñan	20,8	34,1	50,2

Como coeficientes de rugosidad de Manning se han tomado un valor de 0.07 en cauce y 0.06 en llanuras de inundación. Estos valores son coherentes con lo indicado por Ven Te Chow en la tabla 5-6 de su publicación *Hidráulica de Canales Abiertos*.

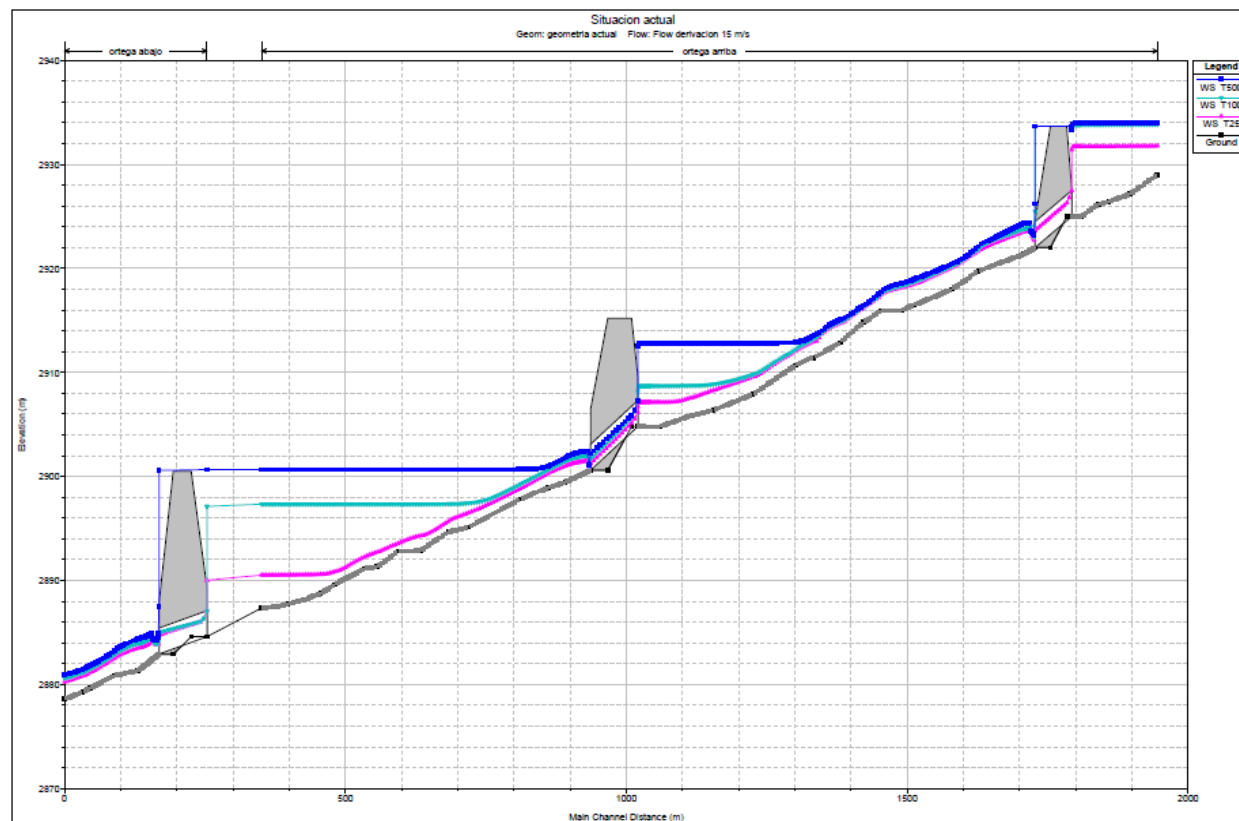
Como condiciones de contorno del modelo se ha tomado el calado uniforme para la pendiente real del cauce al inicio y final de los tramos analizados, obtenida a partir de la cartografía 1:500 entregada por Metro de Quito. El modelo se ha corrido en régimen mixto.

3.3 Resultados en la situación actual

Con las premisas anteriormente enunciadas, se han obtenido los resultados gráficos que se recogen en el Apéndice 1 (*Resultados gráficos en situación actual*). Los valores numéricos quedan recogidos en el Apéndice 2 (*Resultados numéricos en situación actual*).

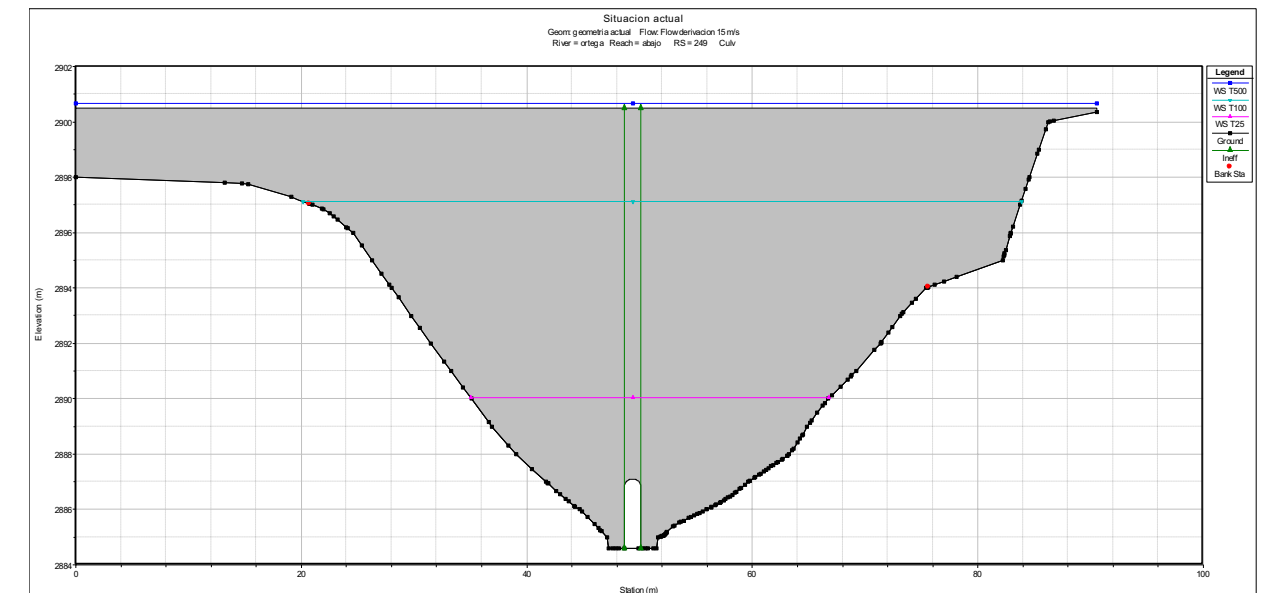
A continuación se puede ver el perfil longitudinal de la lámina de agua en la Quebrada Ortega en todo el tramo analizado.

Figura 14 Perfil longitudinal de la lámina de agua en el cauce en situación actual



Como se puede ver en esta figura, el cauce propiamente dicho de la quebrada es suficiente para mantener la crecida dentro de sus límites, es decir, sin desbordar, para los tres períodos de retorno considerados; sin embargo, las obras de fábrica no lo son, debido a su insuficiente sección, por lo que se produce una elevación de la lámina aguas arriba de las obras de fábrica que en el caso de las que se sitúan bajo las avenidas Huayanay Ñan y Rumichaco Ñan, induce a vertido por encima de la coronación de los terraplenes que soportan estos viales para el período de retorno de 500 años, tal como queda recogido en la siguiente figura:

Figura 15 Sección transversal y láminas de agua aguas arriba de la avenida Rumichaco Ñan en situación actual



3.4 Propuesta de medidas correctoras

Para solventar el problema del vertido sobre coronación para los caudales de período de retorno de 500 años, se propone en primera instancia introducir como medida correctora la sustitución de las obras de fábrica existentes OF1 y OF3.

Con esta modificación, se ha corrido de nuevo el modelo, obteniéndose los resultados gráficos que se recogen en el Apéndice 1 (*Resultados gráficos con medidas correctoras*). Los valores numéricos quedan recogidos en el Apéndice 2 (*Resultados numéricos con medidas correctoras*).

3.4.1 Nueva obra de fábrica OF1

Respecto de la geometría anterior, se han mantenido las secciones transversales anteriores a la 1849 y posteriores a la 1619. Es decir, en el nuevo modelo las secciones 1849 y la 1619 corresponden al terreno natural (secciones sacadas del MDT con HEC-GEORAS).

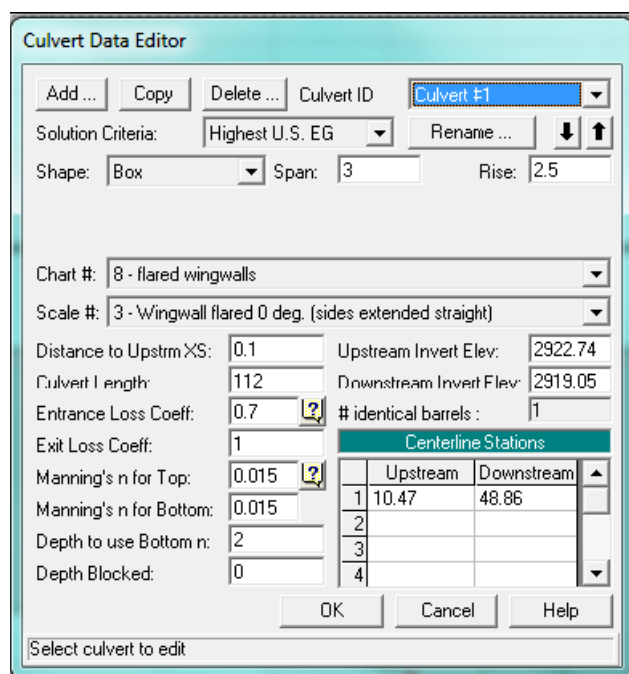
Se han introducido 3 nuevas secciones aguas arriba del culvert:

- Sección 1843, que corresponde a la entrada a la rampa. Cota de fondo 2925.62
- Sección 1838.5, que corresponde al final de la rampa e inicio del tramo horizontal. Cota de fondo (solera): 2922.74

- Sección 1832, que corresponde al final del tramo horizontal e inicio del culvert. Cota de fondo (solera): 2922.74

A partir de la sección 1832 (10 cm aguas abajo exactamente) se desarrolla el culvert. La sección es en hormigón armado, rectangular, de 3,00 m de anchura y 2,50 metros de altura. La longitud del conducto es de unos 112 m. Las características que se han introducido en el modelo son los de la siguiente figura:

Figura 16 Datos geométricos de la nueva OF1.



A partir de la salida del culvert se introducen dos secciones nuevas:

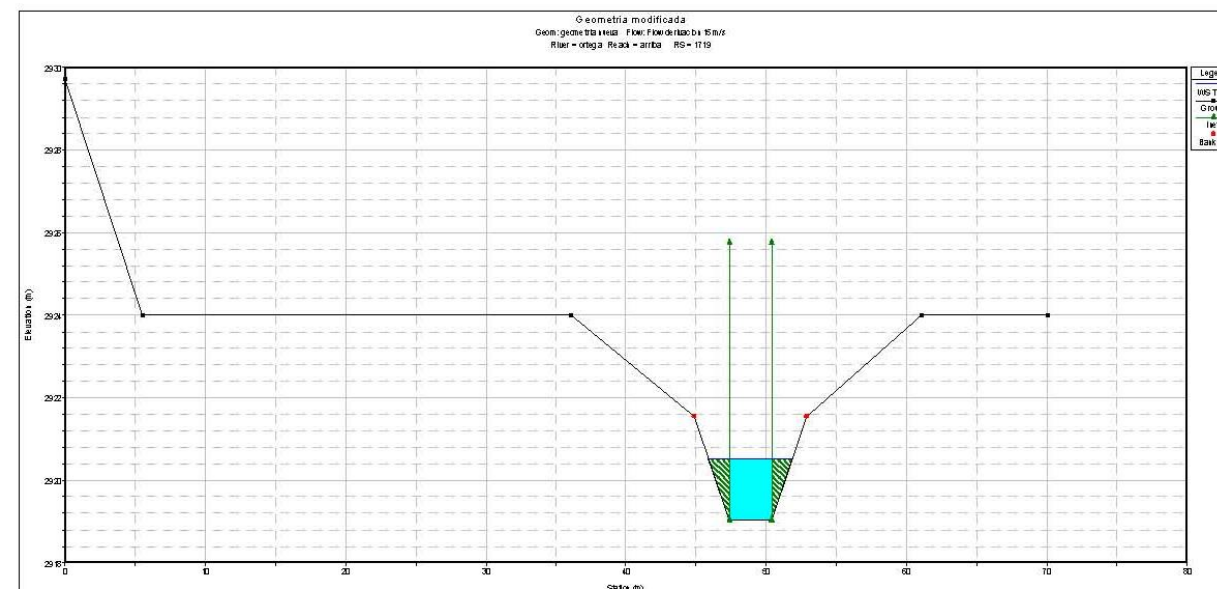
- Sección 1719, corresponde a 0.9 metros aguas abajo de la salida del culvert (113 m aguas abajo de la sección 1832). Cota de fondo (solera): 2919. Tiene sección trapezoidal, con cajeros 1H:1V y profundidad de canal 2.5m, enchachado en piedra (n=0.025)

- Sección 1693.5, final del tramo de 25.5 m con sección trapezoidal. Cota de fondo (solera): 2918. Idéntica sección que la anterior.

Entre las secciones 1849 y 1843, y entre las secciones 1693.5 y la 1619, se han interpolado nuevas secciones transversales cada 1 metro (enlace entre terreno existente y obras proyectadas).

Se han considerados áreas inefectivas de flujo a 45° aguas arriba del culvert, y a 30° aguas abajo.

Figura 17 Sección transversal y láminas de agua aguas abajo de la nueva OF1.



La cota de la lámina de agua para el caudal de periodo de retorno de 500 años, queda a la 2920.51, cumpliendo con el resguardo requerido (mínimo 2 m hasta la cota de la plataforma para la implantación de talleres y cocheras +2924).

3.4.2 Nueva obra de fábrica OF3

Se sustituye el marco existente por otro de sección rectangular de 6,00 metros de anchura y 2,50 metros de altura, en hormigón armado, con una longitud de unos 85 m y aletas en ambas embocaduras. No se varía la geometría de las secciones transversales, excepto en la 293 y 208 para encajar el conducto.

Los datos introducidos para el culvert son los reflejados en la siguiente figura:

Figura 18 Datos geométricos de la nueva OF3.

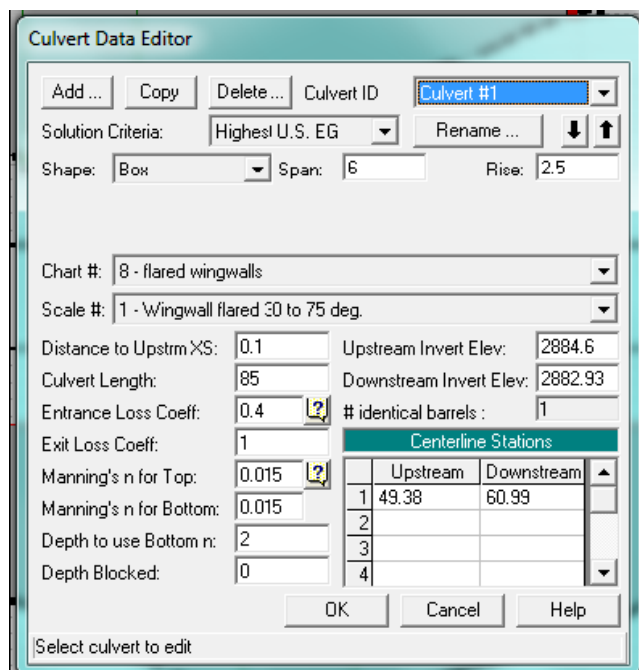
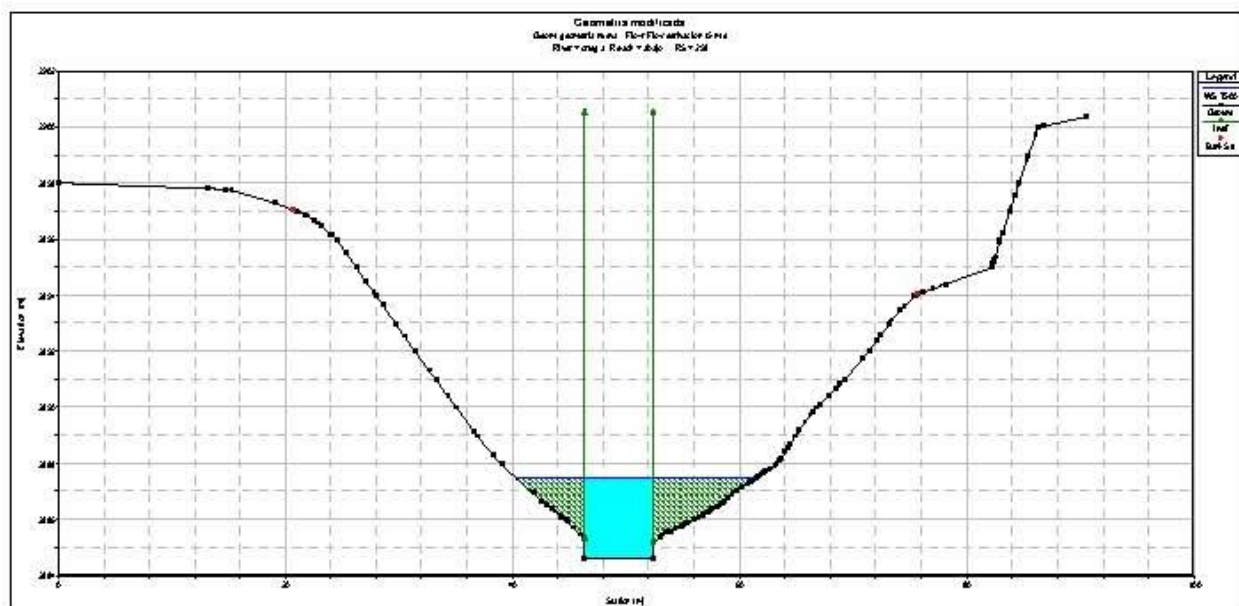


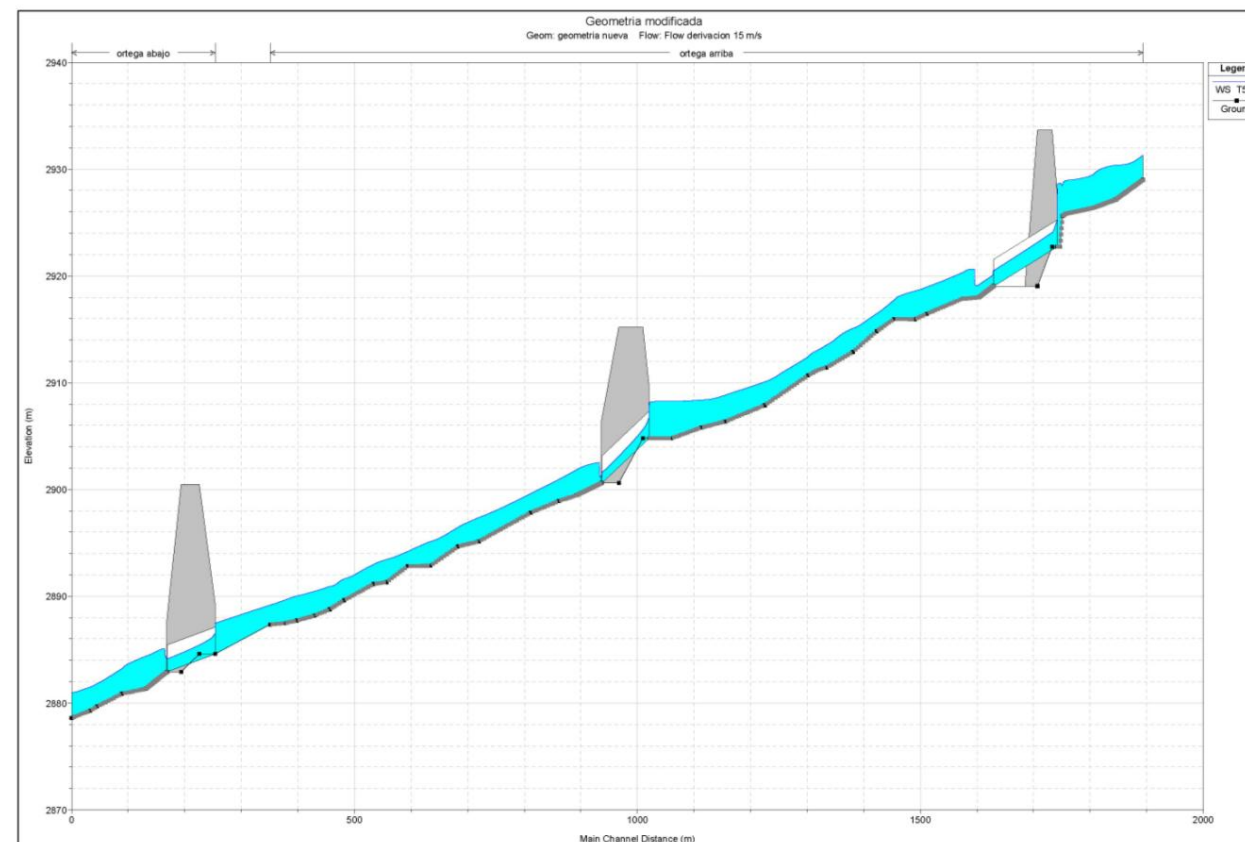
Figura 19 Sección transversal y láminas de agua aguas arriba de la nueva OF3.



En la sección 293 (aguas arriba del culvert) la cota de la lámina para el caudal de periodo de retorno de 500 años, se sitúa a la 2887.47. De esta manera se comprueba se asegura un resguardo de 1.50 m respecto del viaducto de la línea 1 de metro, cuya rasante en la zona de cruce con la vaguada (PK 10+750) se sitúa a la cota 2889.02.

En la siguiente figura se puede ver el perfil longitudinal de la lámina de agua en la Quebrada Ortega en todo el tramo analizado considerando la sustitución de las obras de fábrica OF1 y OF3:

Figura 20 Perfil longitudinal de la lámina de agua con las medidas correctoras.



Aplicando las medidas correctoras descritas (sustitución de las obras de fábrica OF1 y OF3), no se produce el vertido sobre la coronación de los terraplenes.

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

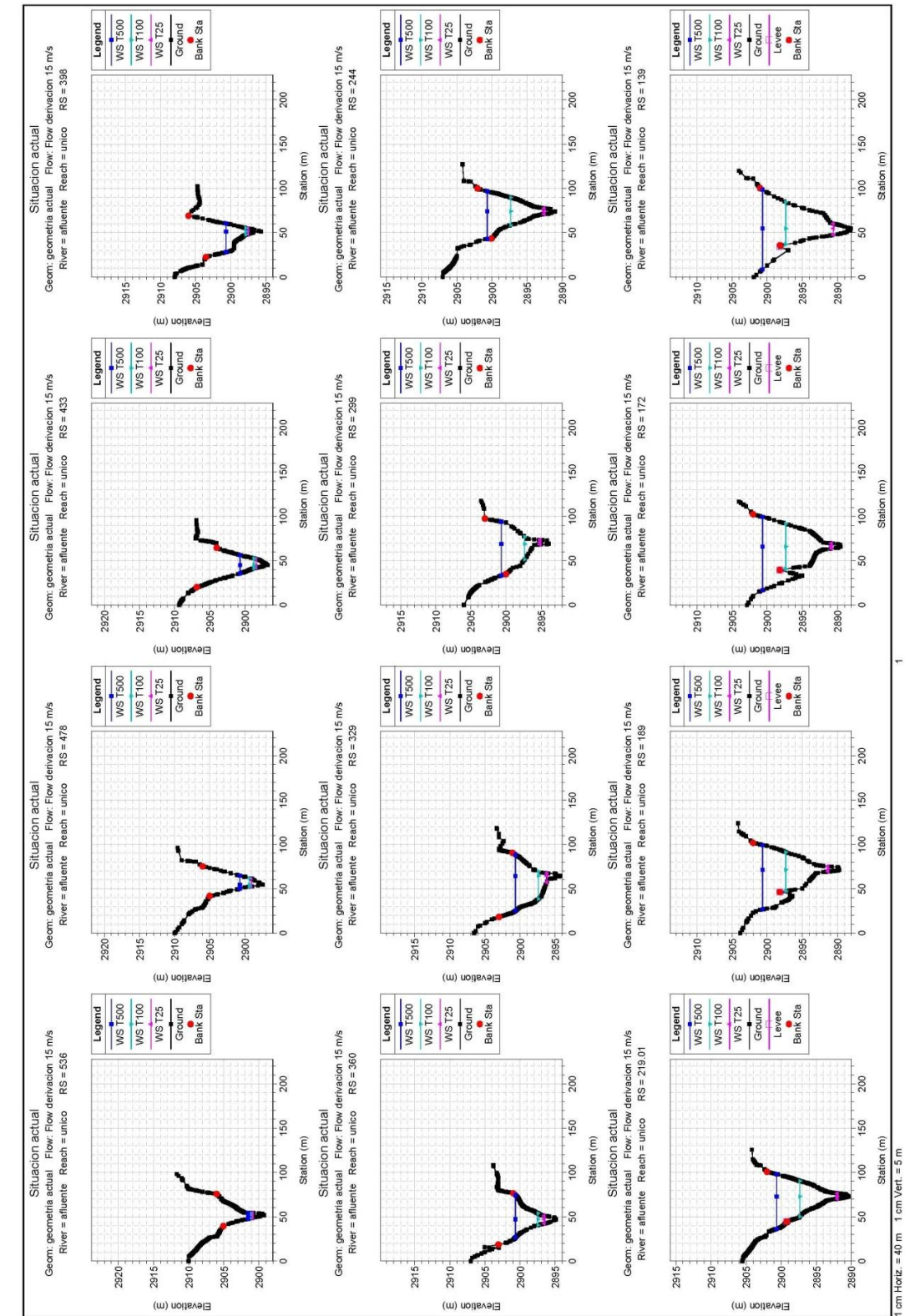
Tras los análisis hidrológico-hidráulicos efectuados pueden extraerse las siguientes conclusiones y recomendaciones:

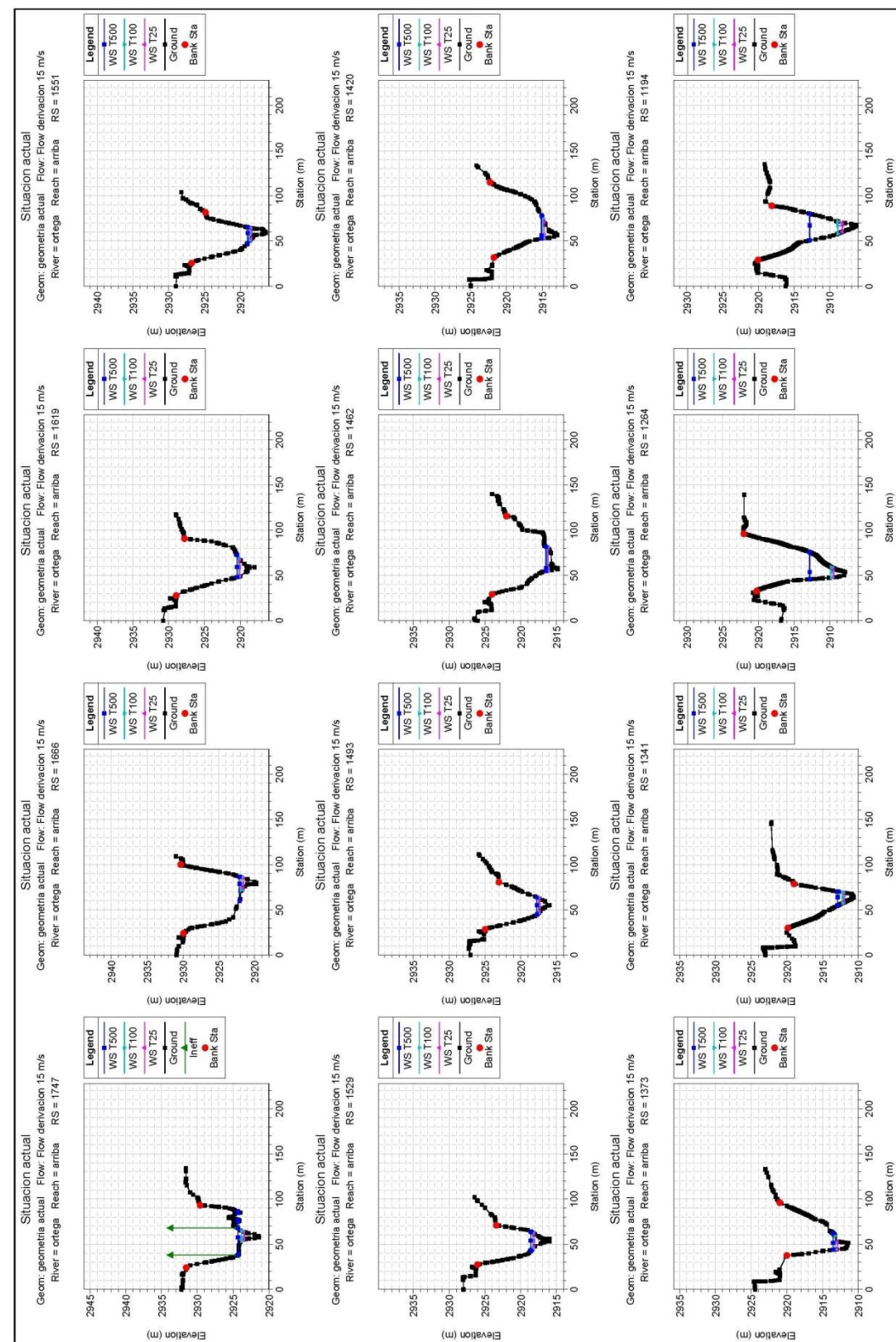
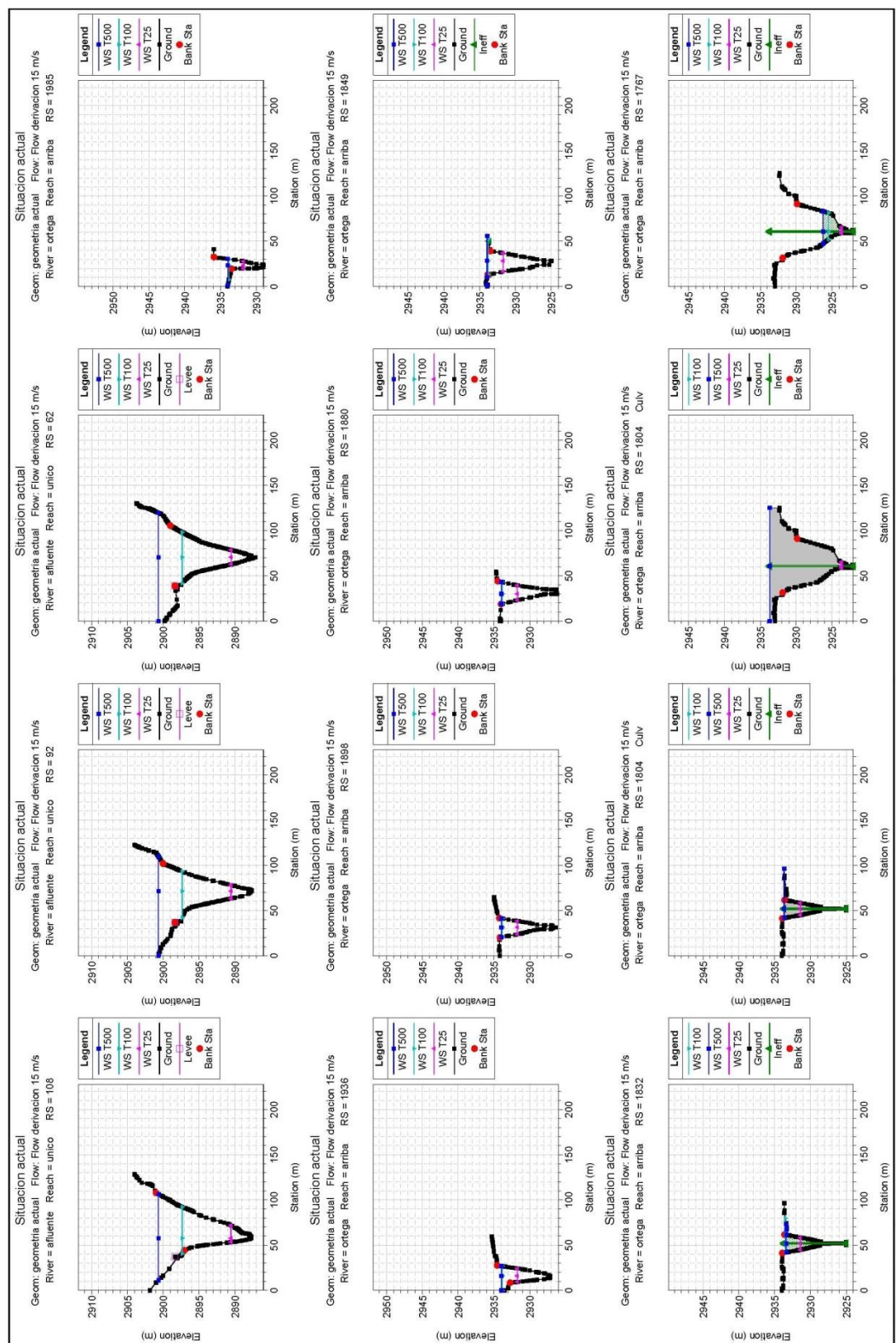
- En la situación actual, los cauces de las quebradas Ortega y su afluente la quebrada Sanchayacu son suficientes para trasegar los caudales de avenida de hasta 500 años de periodo de retorno sin desbordar. No obstante, a lo largo de su recorrido se localizan tres obras de fábrica cuya capacidad no es suficiente para los periodos de retorno de 100 y 500 años, provocando una elevación de la lámina de agua aguas arriba de su localización que en el caso de las emplazadas bajo las avenidas Huayanay Ñan y Rumichaco Ñan, inducen al vertido del flujo sobre la coronación de los terraplenes que soportan estos viales.
- Estos resultados son coherentes con la información proporcionada por el EPMAPS, en el sentido de que estas obras de fábrica se diseñaron para un periodo de retorno de 25 años.
- Se ha procedido a realizar una modelización hidráulica en la que se han sustituido las obras de fábrica OF1 y OF3 por marcos de hormigón armado de sección rectangular de 3,00 m de anchura y 2,50 metros de altura (para la OF1) y 6,00 metros de anchura y 2,50 metros de altura (para la OF3).
- La ejecución de estas nuevas obras de fábrica es compatible con la plataforma para la implantación de talleres y cocheras (cota +2924) y con el viaducto en el trazado de la línea de metro 1 (PK 10+750).
- Además de la medida correctora consistente en la sustitución de las obras de fábrica OF1 y OF3 existentes por los marcos de las dimensiones indicadas, se recomienda adecuar las embocaduras de entrada y salida de estos dispositivos de drenaje mediante la ejecución de las correspondientes aletas de hormigón a 45° y de cuencos de recepción con bloques de escollera. La introducción de esta medida favorecerá el tránsito de caudales a través de los conductos, y fijará los márgenes en previsión de desprendimientos en los cajeros actuales que pudieran obturar las obras de fábrica.

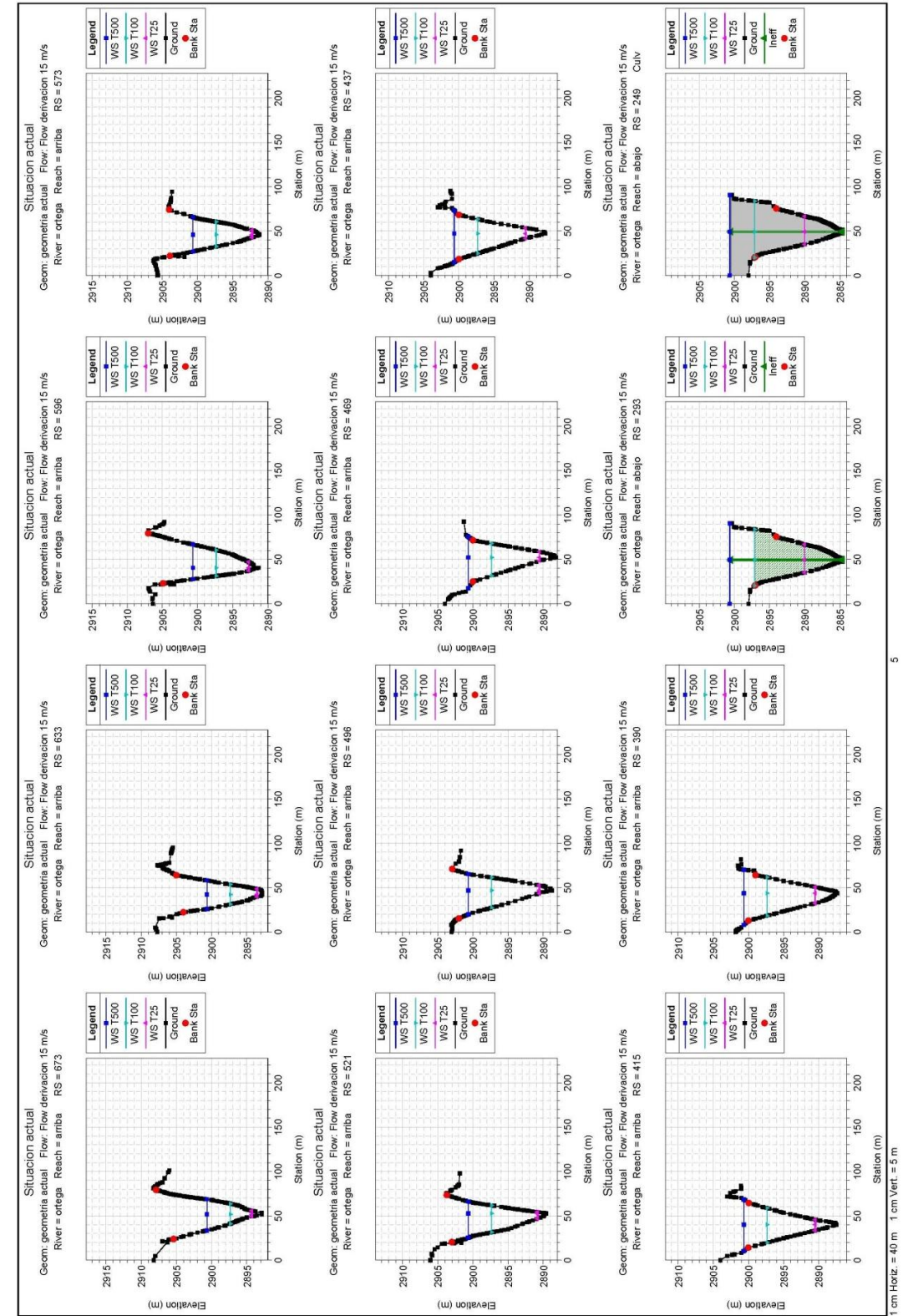
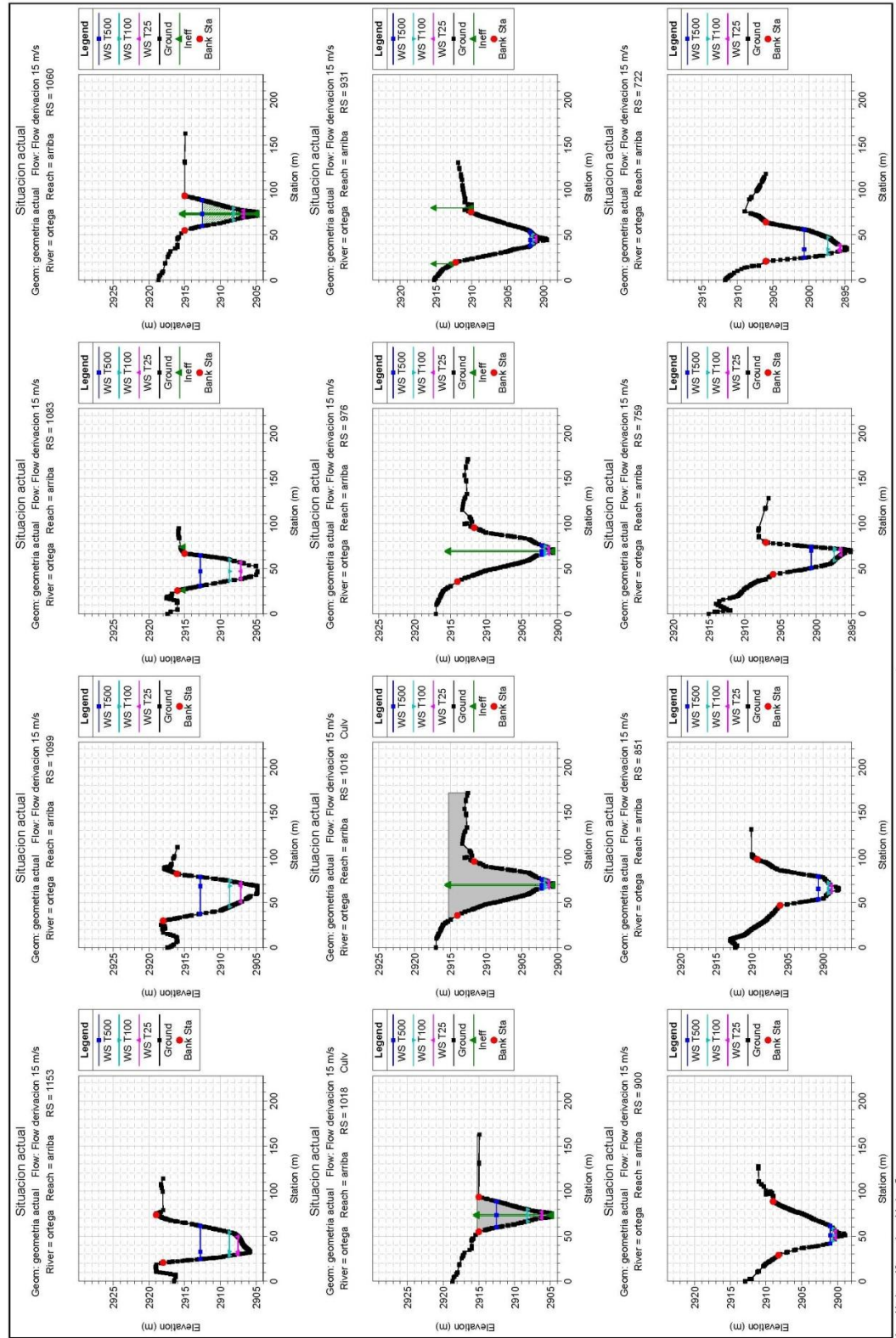
5. APÉNDICE 1

RESULTADOS GRÁFICOS DE LAS SIMULACIONES EFECTUADAS CON HEC-RAS

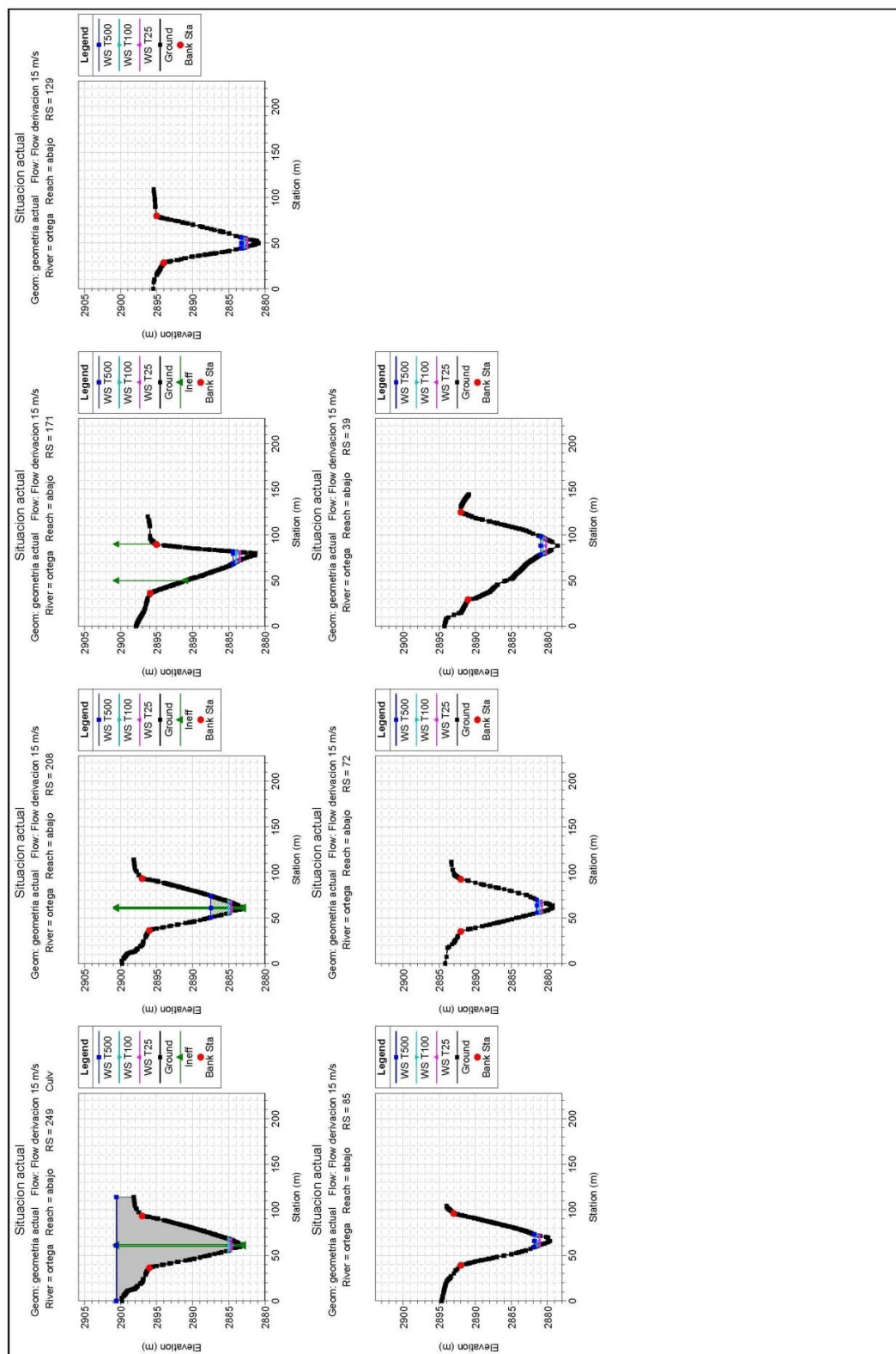
5.1. Resultados gráficos en situación actual

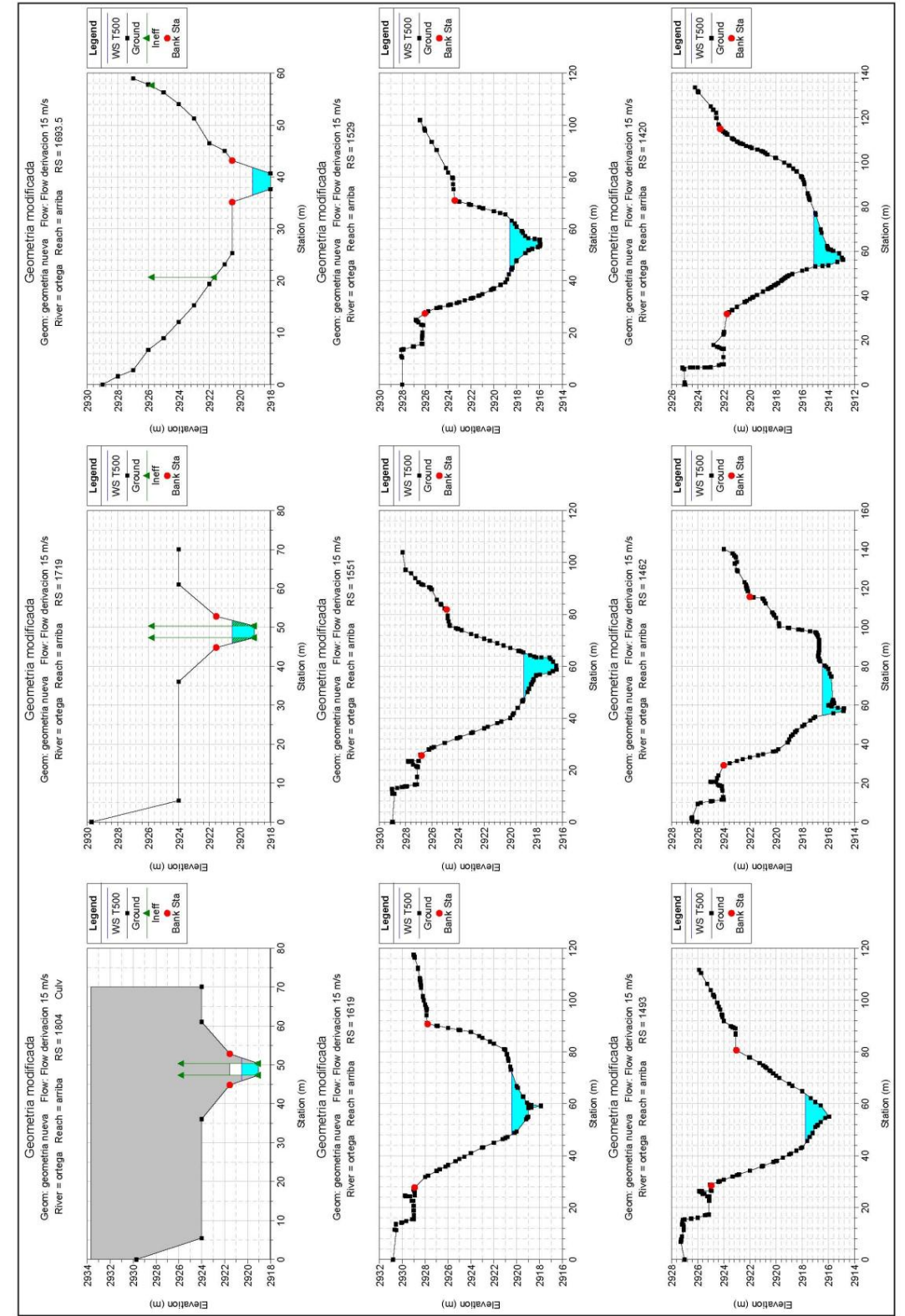
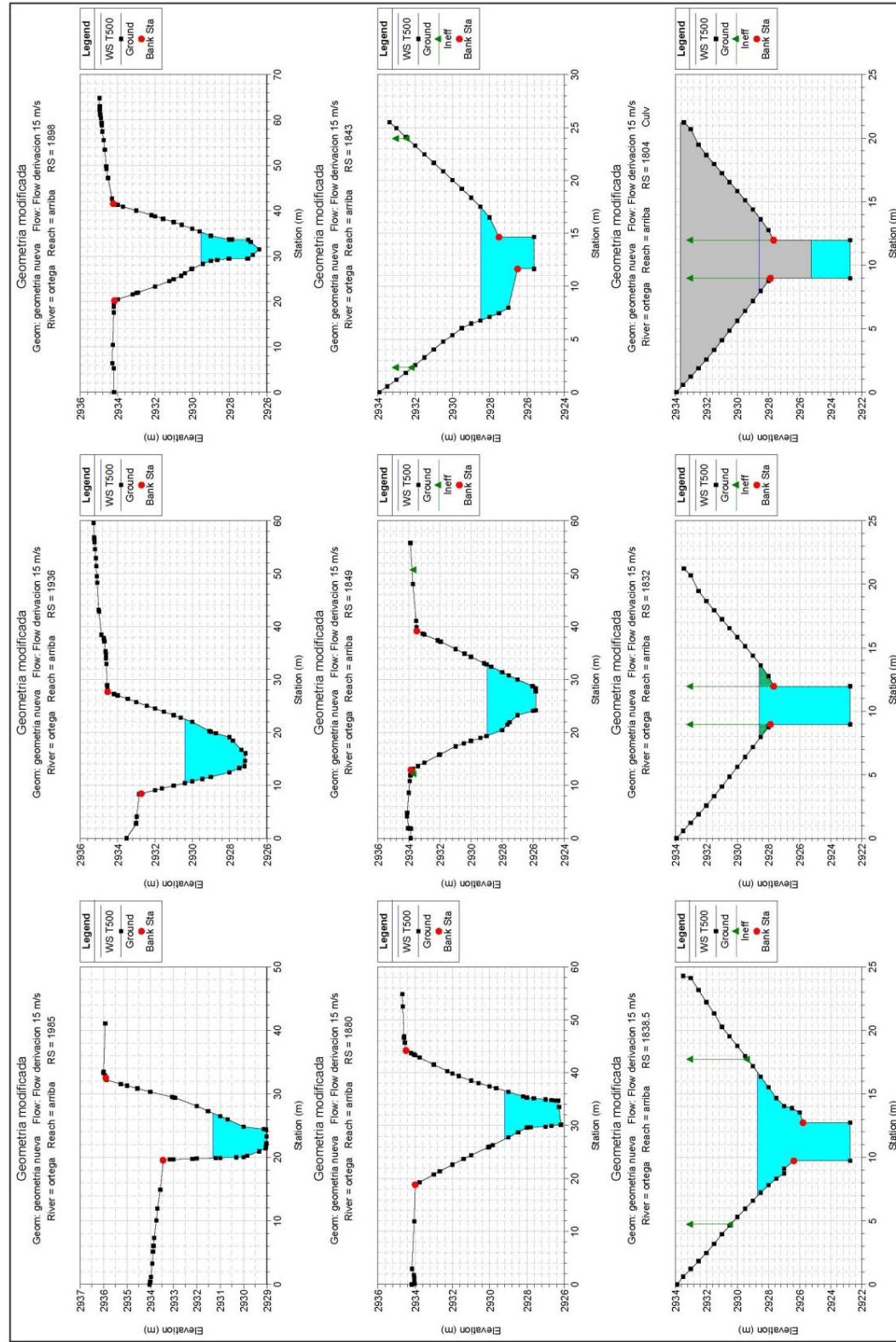


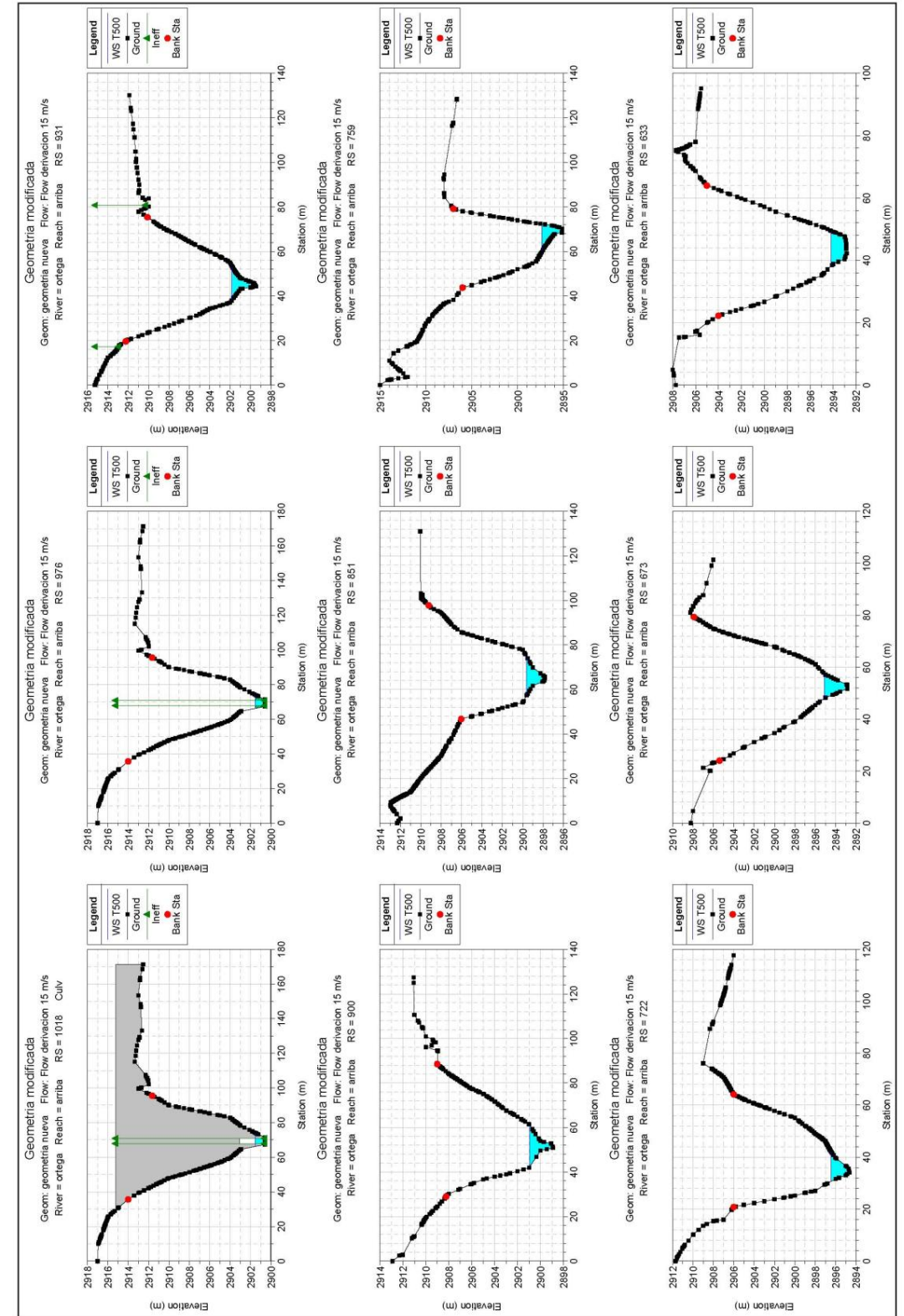
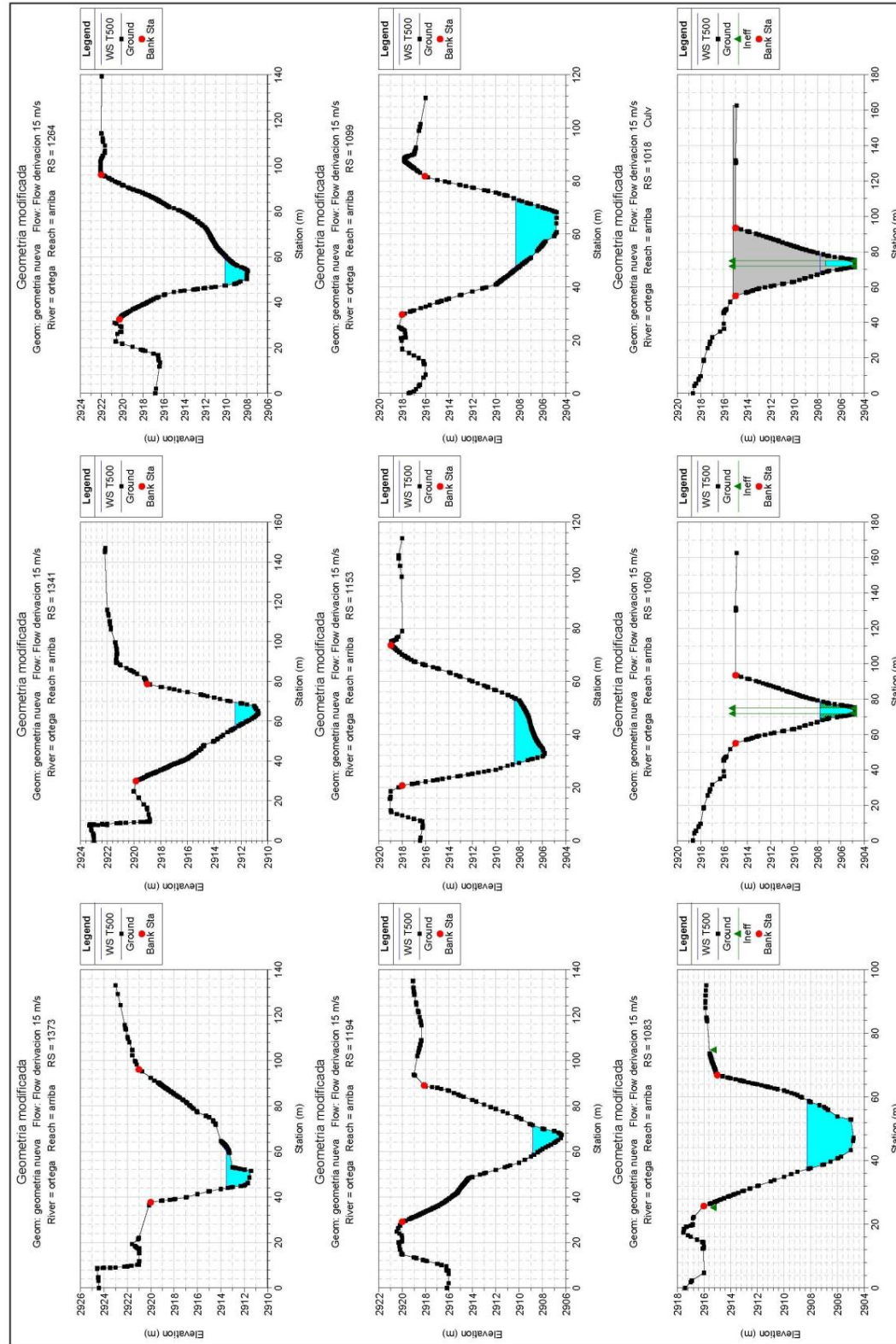


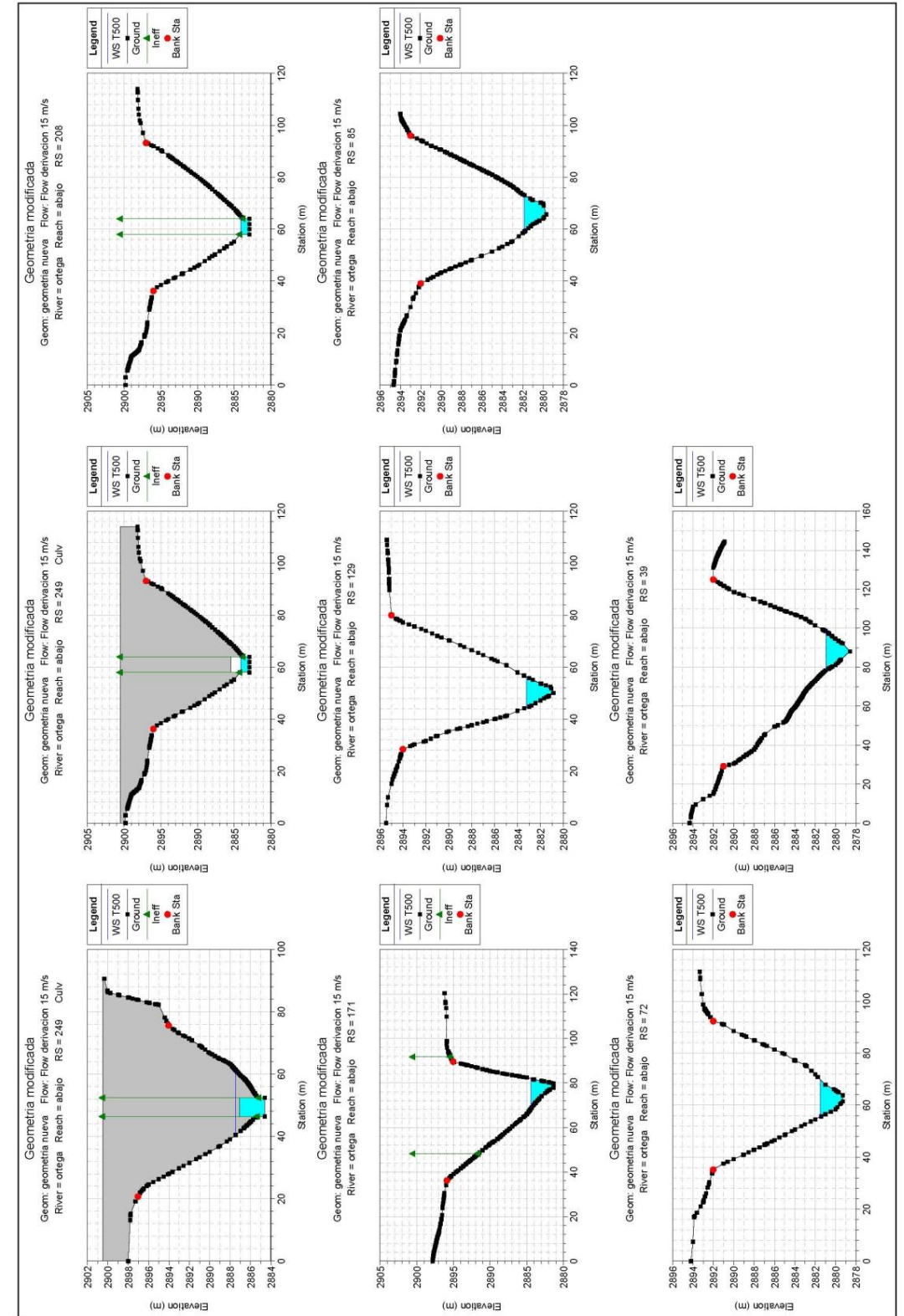
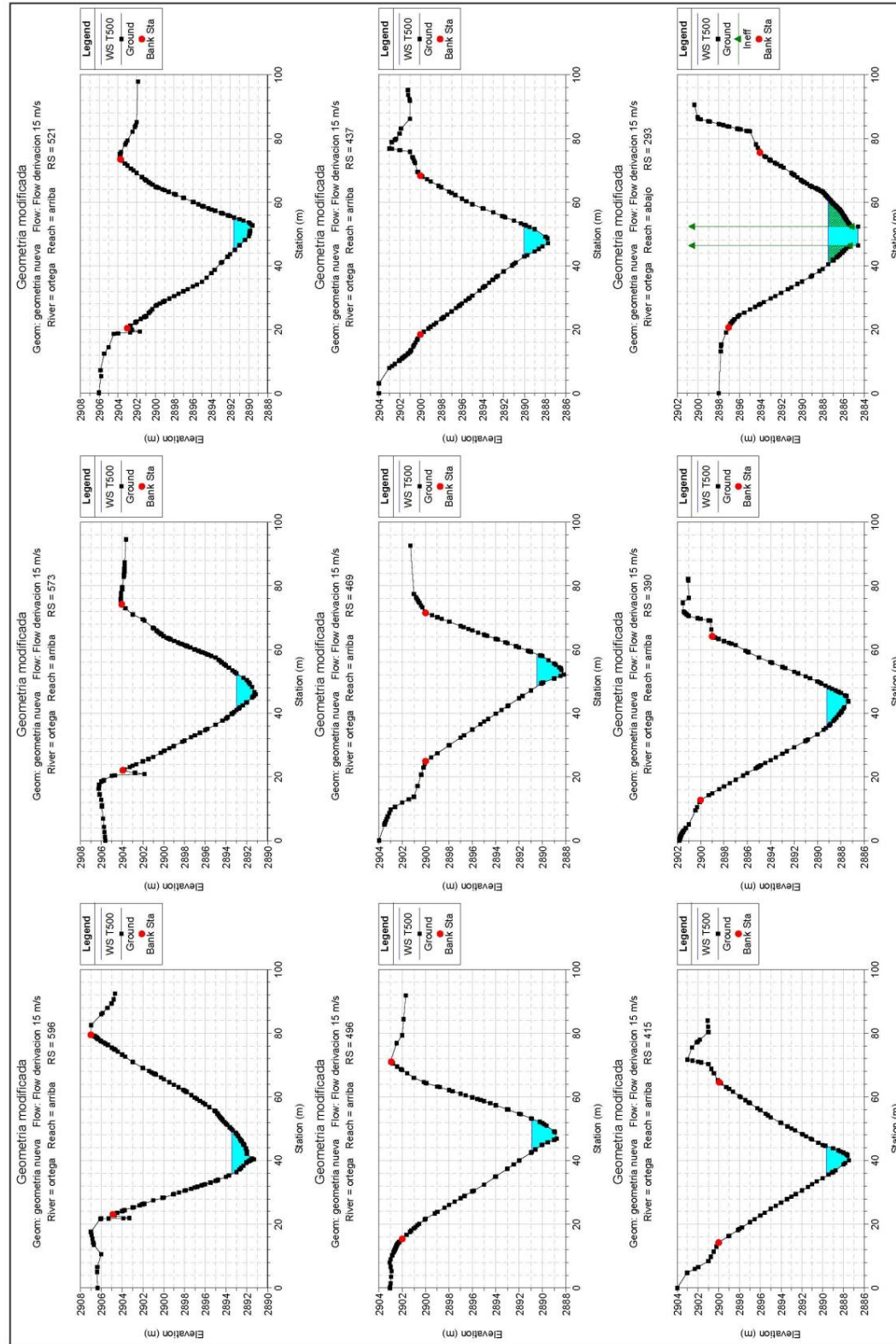


5.2. Resultados gráficos con medidas correctoras









6. APÉNDICE 2

RESULTADOS NUMÉRICOS DE LAS SIMULACIONES EFECTUADAS CON HEC-RAS

6.1. Resultados numéricos en situación actual

River	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
ortega	arriba	1985	T25	22.7	2929.01	2931.78	2930.55	2931.9	0.007098	1.5	15.15	7.9	0.35
ortega	arriba	1985	T100	30.4	2929.01	2933.83	2930.82	2933.87	0.001319	0.87	36.88	22.88	0.15
ortega	arriba	1985	T500	40.9	2929.01	2933.97	2931.15	2934.03	0.00203	1.1	40.56	29.15	0.19
ortega	arriba	1936	T25	22.7	2927.15	2931.75		2931.77	0.000402	0.51	44.11	14.91	0.1
ortega	arriba	1936	T100	30.4	2927.15	2933.83		2933.84	0.000129	0.37	85.84	26.79	0.06
ortega	arriba	1936	T500	40.9	2927.15	2933.97		2933.98	0.000209	0.48	89.63	26.97	0.07
ortega	arriba	1898	T25	22.7	2926.4	2931.73		2931.75	0.000705	0.59	38.2	14.73	0.12
ortega	arriba	1898	T100	30.4	2926.4	2933.82		2933.83	0.000201	0.41	75.02	20.38	0.07
ortega	arriba	1898	T500	40.9	2926.4	2933.96		2933.97	0.00033	0.53	77.81	20.74	0.09
ortega	arriba	1880	T25	22.7	2926.18	2931.73		2931.74	0.000326	0.45	49.94	16.34	0.08
ortega	arriba	1880	T100	30.4	2926.18	2933.82		2933.83	0.00012	0.33	91.89	23.82	0.05
ortega	arriba	1880	T500	40.9	2926.18	2933.96		2933.97	0.000199	0.43	95.15	24.33	0.07
ortega	arriba	1849	T25	22.7	2924.97	2931.72		2931.73	0.000102	0.3	76.5	20.56	0.05
ortega	arriba	1849	T100	30.4	2924.97	2933.82		2933.82	0.000047	0.24	127.91	38.98	0.04
ortega	arriba	1849	T500	40.9	2924.97	2933.96		2933.96	0.000077	0.31	133.83	47.46	0.05
ortega	arriba	1832	T25	22.7	2925	2931.41	2927.85	2931.69	0.002295	2.36	9.61	13.53	0.3
ortega	arriba	1832	T100	30.4	2925	2933.5	2928.46	2933.79	0.001603	2.38	12.76	36.13	0.26
ortega	arriba	1832	T500	40.9	2925	2933.36	2929.22	2933.91	0.003069	3.26	12.54	24.78	0.36
ortega	arriba	1804		Culvert									
ortega	arriba	1767	T25	22.7	2922	2923.66	2924.85	2927.89	0.206214	9.1	2.49	6.5	2.25
ortega	arriba	1767	T100	30.4	2922	2925.46	2925.46	2927.21	0.032074	5.85	5.19	29.25	1
ortega	arriba	1767	T500	40.9	2922	2926.23	2926.23	2928.35	0.029877	6.45	6.34	35.6	1
ortega	arriba	1747	T25	22.7	2921.37	2923.52		2923.74	0.02055	2.09	10.89	9.12	0.61
ortega	arriba	1747	T100	30.4	2921.37	2923.81		2924.06	0.021233	2.19	13.86	11.26	0.63
ortega	arriba	1747	T500	40.9	2921.37	2924.32		2924.49	0.024359	1.81	22.64	33.17	0.66
ortega	arriba	1666	T25	22.7	2919.75	2921.65		2921.9	0.033727	2.25	10.11	11.41	0.76
ortega	arriba	1666	T100	30.4	2919.75	2921.88		2922.15	0.033526	2.32	13.11	14.29	0.77
ortega	arriba	1666	T500	40.9	2919.75	2922.12		2922.37	0.044737	2.25	18.2	26.91	0.87
ortega	arriba	1619	T25	22.7	2917.99	2920.08		2920.23	0.025065	1.71	13.28	18.72	0.65
ortega	arriba	1619	T100	30.4	2917.99	2920.25		2920.42	0.024502	1.82	16.72	21.28	0.65
ortega	arriba	1619	T500	40.9	2917.99	2920.45		2920.64	0.023314	1.92	21.32	24.27	0.65
ortega	arriba	1551	T25	22.7	2916.46	2918.46		2918.63	0.017516	1.8	12.64	11.95	0.56
ortega	arriba	1551	T100	30.4	2916.46	2918.7		2918.89	0.019017	1.92	15.87	14.76	0.59
ortega	arriba	1551	T500	40.9	2916.46	2918.96		2919.17	0.019863	2.04	20.02	17.72	0.61
ortega	arriba	1529	T25	22.7	2915.95	2918.15		2918.27	0.013554	1.55	14.68	15.15	0.5
ortega	arriba	1529	T100	30.4	2915.95	2918.36		2918.51	0.014486	1.67	18.19	17.74	0.53
ortega	arriba	1529	T500	40.9	2915.95	2918.59		2918.76	0.015437	1.81	22.62	20.7	0.55
ortega	arriba	1493	T25	22.7	2915.96	2917.42		2917.66	0.038163	2.15	10.55	15.23	0.83
ortega	arriba	1493	T100	30.4	2915.96	2917.58		2917.85	0.038666	2.32	13.12	17.16	0.85
ortega	arriba	1493	T500	40.9	2915.96	2917.76		2918.08	0.038669	2.5	16.37	19.11	0.86
ortega	arriba	1462	T25	22.7	2914.82	2916.22		2916.38	0.036486	1.73	13.12	24.96	0.76
ortega	arriba	1462	T100	30.4	2914.82	2916.33		2916.52	0.036165	1.91	15.9	25.83	0.78
ortega	arriba	1462	T500	40.9	2914.82	2916.46		2916.69	0.0359	2.12	19.33	26.83	0.8
ortega	arriba	1420	T25	22.7	2912.89	2914.71		2914.84	0.020258	1.63	13.94	18.49	0.6
ortega	arriba	1420	T100	30.4	2912.89	2914.9		2915.05	0.020579	1.72	17.72	22.02	0.61
ortega	arriba	1420	T500	40.9	2912.89	2915.1		2915.27	0.020158	1.81	22.59	25.58	0.61
ortega	arriba	1373	T25	22.7	2911.42	2912.98		2913.22	0.021911	2.19	10.37	8.59	0.64
ortega	arriba	1373	T100	30.4	2911.42	2913.27		2913.52	0.030407	2.2	13.82	15.25	0.74
ortega	arriba	1373	T500	40.9	2911.42	2913.54		2913.8	0.026754	2.22	18.39	18.25	0.71
ortega	arriba	1341	T25	22.7	2910.68	2912.03		2912.32	0.035659	2.39	9.48	10.81	0.82
ortega	arriba	1341	T100	30.4	2910.68	2912.21		2912.56	0.037234	2.63	11.56	11.78	0.85
ortega	arriba	1341	T500	40.9	2910.68	2912.9		2913.1	0.013301	1.95	20.94	15.27	0.53



ADENDA: ESTUDIO HIDROLÓGICO-HIDRÁULICO DE LAS QUEBRADAS LOCALIZADAS EN LA ZONA DE COCHERAS, EN EL SECTOR DE QUITUMBE

River	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
ortega	arriba	1264	T25	22.7	2907.89	2909.55		2909.76	0.020366	2.04	11.13	10.29	0.63
ortega	arriba	1264	T100	30.4	2907.89	2909.81		2910.05	0.020204	2.18	13.94	11.55	0.63
ortega	arriba	1264	T500	40.9	2907.89	2912.82		2912.83	0.000439	0.53	77.44	30.05	0.11
ortega	arriba	1194	T25	22.7	2906.37	2908.27		2908.46	0.017314	1.93	11.74	10.35	0.58
ortega	arriba	1194	T100	30.4	2906.37	2908.88		2909.01	0.008933	1.6	18.97	13.53	0.43
ortega	arriba	1194	T500	40.9	2906.37	2912.81		2912.81	0.000148	0.38	106.86	29.6	0.06
ortega	arriba	1153	T25	22.7	2905.81	2907.53		2907.63	0.013202	1.41	16.14	19.65	0.5
ortega	arriba	1153	T100	30.4	2905.81	2908.74		2908.77	0.001172	0.68	44.76	26.01	0.17
ortega	arriba	1153	T500	40.9	2905.81	2912.81		2912.81	0.00004	0.24	173.62	36.84	0.03
ortega	arriba	1099	T25	7.7	2904.79	2907.15		2907.15	0.000151	0.23	33.25	20.88	0.06
ortega	arriba	1099	T100	15.4	2904.79	2908.72		2908.72	0.000071	0.21	72.05	28.67	0.04
ortega	arriba	1099	T500	25.9	2904.79	2912.81		2912.81	0.000008	0.12	218.9	41.03	0.02
ortega	arriba	1083	T25	7.7	2904.79	2907.14		2907.15	0.000171	0.25	30.63	18.47	0.06
ortega	arriba	1083	T100	15.4	2904.79	2908.71		2908.72	0.000086	0.24	63.15	23.14	0.05
ortega	arriba	1083	T500	25.9	2904.79	2912.81		2912.81	0.000013	0.14	181.04	33.87	0.02
ortega	arriba	1060	T25	7.7	2904.8	2906.73	2906.19	2907.09	0.014353	2.66	2.9	7.78	0.61
ortega	arriba	1060	T100	15.4	2904.8	2908.2	2907	2908.66	0.008754	3.02	5.1	12.99	0.52
ortega	arriba	1060	T500	25.9	2904.8	2912.53	2907.91	2912.78	0.001602	2.23	11.59	28.88	0.26
ortega	arriba	1018											
ortega	arriba	976	T25	7.7	2900.6	2901.26	2901.99	2904.36	0.521613	7.8	0.99	6.77	3.07
ortega	arriba	976	T100	15.4	2900.6	2901.74	2902.8	2905.87	0.332564	9	1.71	8.73	2.69
ortega	arriba	976	T500	25.9	2900.6	2902.2	2903.71	2908.13	0.304089	10.78	2.4	10.58	2.72
ortega	arriba	931	T25	7.7	2899.44	2901		2901.14	0.020571	1.69	4.55	4.86	0.56
ortega	arriba	931	T100	15.4	2899.44	2901.48		2901.66	0.027599	1.86	8.26	10.6	0.67
ortega	arriba	931	T500	25.9	2899.44	2901.82		2902.03	0.02997	2.06	12.59	15.29	0.72
ortega	arriba	900	T25	7.7	2898.92	2900.28		2900.4	0.029281	1.59	4.83	8.4	0.67
ortega	arriba	900	T100	15.4	2898.92	2900.65		2900.8	0.028217	1.72	8.97	13.98	0.68
ortega	arriba	900	T500	25.9	2898.92	2901		2901.15	0.022395	1.74	14.88	19.37	0.63
ortega	arriba	851	T25	7.7	2897.83	2898.84		2898.98	0.027288	1.68	4.59	7.29	0.67
ortega	arriba	851	T100	15.4	2897.83	2899.26		2899.43	0.027204	1.83	8.42	11.84	0.69
ortega	arriba	851	T500	25.9	2897.83	2900.69		2900.71	0.001352	0.67	38.43	25.4	0.17
ortega	arriba	759	T25	7.7	2895.14	2896.51		2896.63	0.02017	1.53	5.03	6.69	0.56
ortega	arriba	759	T100	15.4	2895.14	2897.45		2897.51	0.006042	1.08	14.24	13.22	0.33
ortega	arriba	759	T500	25.9	2895.14	2900.66		2900.67	0.000141	0.34	77.16	23.61	0.06
ortega	arriba	722	T25	7.7	2894.66	2895.67		2895.84	0.033166	1.84	4.19	6.66	0.74
ortega	arriba	722	T100	15.4	2894.66	2897.36		2897.38	0.001335	0.61	25.07	18.65	0.17
ortega	arriba	722	T500	25.9	2894.66	2900.66		2900.66	0.000057	0.24	110.15	31.28	0.04
ortega	arriba	673	T25	7.7	2892.86	2894.31		2894.4	0.011539	1.32	5.83	6.53	0.45
ortega	arriba	673	T100	15.4	2892.86	2897.34		2897.35	0.00019	0.31	49.36	22.77	0.07
ortega	arriba	673	T500	25.9	2892.86	2900.66		2900.66	0.000026	0.18	146.51	35.03	0.03
ortega	arriba	633	T25	7.7	2892.82	2893.56		2893.66	0.021033	1.43	5.39	9.06	0.59
ortega	arriba	633	T100	15.4	2892.82	2897.34		2897.34	0.000069	0.23	67.12	22.41	0.04
ortega	arriba	633	T500	25.9	2892.82	2900.66		2900.66	0.000019	0.16	157.8	32.21	0.02
ortega	arriba	596	T25	7.7	2891.32	2892.72		2892.81	0.018817	1.32	5.83	9.95	0.55
ortega	arriba	596	T100	15.4	2891.32	2897.34		2897.34	0.000024	0.15	102.29	29.39	0.03
ortega	arriba	596	T500	25.9	2891.32	2900.66		2900.66	0.000009	0.12	216.13	39.05	0.02
ortega	arriba	573	T25	7.7	2891.16	2892.26		2892.38	0.022118	1.51	5.1	8.17	0.61
ortega	arriba	573	T100	15.4	2891.16	2897.34		2897.34	0.000022	0.15	102.68	27.99	0.02
ortega	arriba	573	T500	25.9	2891.16	2900.66		2900.66	0.000009	0.12	212.51	38.99	0.02
ortega	arriba	521	T25	7.7	2889.62	2890.86		2890.95	0.013762	1.33	5.79	7.58	0.49
ortega	arriba	521	T100	15.4	2889.62	2897.34		2897.34	0.000011	0.11	134.03	30.29	0.02
ortega	arriba	521	T500	25.9	2889.62	2900.66		2900.66	0.000006	0.1	249.95	40.89	0.01
ortega	arriba	496	T25	7.7	2888.78	2890.59		2890.62	0.003141	0.79	9.77	9.16	0.24
ortega	arriba	496	T100	15.4	2888.78	2897.34		2897.34	0.000007	0.1	158.48	33.93	0.01
ortega	arriba	496	T500	25.9	2888.78	2900.66		2900.66	0.000004	0.09	289.48	45.67	0.01
ortega	arriba	469	T25	7.7	2888.19	2890.55		2890.57	0.001186	0.55	13.9	10.43	0.15



ADENDA: ESTUDIO HIDROLÓGICO-HIDRÁULICO DE LAS QUEBRADAS LOCALIZADAS EN LA ZONA DE COCHERAS, EN EL SECTOR DE QUITUMBE

River	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
ortega	arriba	469	T100	15.4	2888.19	2897.34		2897.34	0.000006	0.09	172.4	36.34	0.01
ortega	arriba	469	T500	25.9	2888.19	2900.66		2900.66	0.000003	0.08	317.05	57.93	0.01
ortega	arriba	437	T25	7.7	2887.73	2890.53		2890.54	0.000452	0.39	19.62	11.9	0.1
ortega	arriba	437	T100	15.4	2887.73	2897.34		2897.34	0.000005	0.08	188.75	38.6	0.01
ortega	arriba	437	T500	25.9	2887.73	2900.66		2900.66	0.000003	0.08	341.84	58.4	0.01
ortega	arriba	415	T25	7.7	2887.48	2890.53		2890.53	0.000342	0.35	21.73	12.32	0.09
ortega	arriba	415	T100	15.4	2887.48	2897.34		2897.34	0.000004	0.08	192.66	38.85	0.01
ortega	arriba	415	T500	25.9	2887.48	2900.66		2900.66	0.000002	0.08	347.12	58.05	0.01
ortega	arriba	390	T25	7.7	2887.36	2890.52		2890.52	0.000112	0.22	34.81	18.46	0.05
ortega	arriba	390	T100	15.4	2887.36	2897.34		2897.34	0.000002	0.06	243.94	43.43	0.01
ortega	arriba	390	T500	25.9	2887.36	2900.66		2900.66	0.000001	0.06	415.14	62.46	0.01
ortega	abajo	293	T25	20.8	2884.6	2890.03	2887.31	2890.36	0.003357	2.56	8.14	31.75	0.35
ortega	abajo	293	T100	34.1	2884.6	2897.12	2888.35	2897.29	0.000555	1.82	18.78	63.67	0.16
ortega	abajo	293	T500	50.2	2884.6	2900.66	2889.47	2900.66	0.000001	0.08	727.12	90.58	0.01
ortega	abajo	249											
ortega	abajo	208	T25	20.8	2882.92	2884.74	2885.46	2887.21	0.106494	6.96	2.99	11.01	1.64
ortega	abajo	208	T100	34.1	2882.92	2885.02	2886.44	2890.03	0.179525	9.92	3.44	12.83	2.19
ortega	abajo	208	T500	50.2	2882.92	2887.48	2887.48	2889.78	0.02921	6.71	7.48	23.63	1
ortega	abajo	171	T25	20.8	2881.34	2883.52		2883.7	0.016341	1.87	11.14	9.16	0.54
ortega	abajo	171	T100	34.1	2881.34	2883.98		2884.22	0.017655	2.16	15.79	11.09	0.58
ortega	abajo	171	T500	50.2	2881.34	2884.4		2884.69	0.019001	2.41	20.85	13.26	0.61
ortega	abajo	129	T25	20.8	2880.88	2882.51		2882.81	0.033352	2.43	8.57	8.84	0.79
ortega	abajo	129	T100	34.1	2880.88	2882.89		2883.28	0.034266	2.78	12.28	10.55	0.82
ortega	abajo	129	T500	50.2	2880.88	2883.24		2883.73	0.034832	3.1	16.22	11.92	0.85
ortega	abajo	85	T25	20.8	2879.68	2881.15		2881.37	0.023598	2.08	9.99	10.16	0.67
ortega	abajo	85	T100	34.1	2879.68	2881.5		2881.81	0.026805	2.46	13.87	12.1	0.73
ortega	abajo	85	T500	50.2	2879.68	2881.83		2882.22	0.028533	2.76	18.19	13.97	0.77
ortega	abajo	72	T25	20.8	2879.29	2880.82		2881.01	0.019582	1.94	10.73	10.65	0.62
ortega	abajo	72	T100	34.1	2879.29	2881.18		2881.45	0.022354	2.31	14.77	12.41	0.68
ortega	abajo	72	T500	50.2	2879.29	2881.5		2881.85	0.025015	2.63	19.08	14.33	0.73
ortega	abajo	39	T25	20.8	2878.6	2880.26	2879.86	2880.38	0.014017	1.54	13.49	15.12	0.52
ortega</													

River	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
afuente	unico	219.01	T25	13.1	2890.44	2892.02	2891.66	2892.21	0.020903	1.95	6.72	6.28	0.6
afuente	unico	219.01	T100	18.7	2890.44	2897.34	2891.91	2897.34	0.000036	0.16	114.27	40.06	0.03
afuente	unico	219.01	T500	24.3	2890.44	2900.66	2892.12	2900.66	0.000005	0.09	282.74	61.68	0.01
afuente	unico	189	T25	13.1	2889.72	2891.34	2890.88	2891.51	0.01762	1.86	7.03	5.81	0.54
afuente	unico	189	T100	18.7	2889.72	2897.34	2891.13	2897.34	0.000015	0.12	154.65	43.85	0.02
afuente	unico	189	T500	24.3	2889.72	2900.66	2891.35	2900.66	0.000002	0.07	376.06	72.88	0.01
afuente	unico	172	T25	13.1	2889.56	2890.85	2890.66	2891.12	0.033156	2.3	5.69	5.91	0.75
afuente	unico	172	T100	18.7	2889.56	2897.34	2890.9	2897.34	0.000007	0.09	207.34	51.02	0.01
afuente	unico	172	T500	24.3	2889.56	2900.66	2891.11	2900.66	0.000001	0.05	465.46	82.97	0.01
afuente	unico	139	T25	13.1	2888.07	2890.58	2889.14	2890.6	0.00131	0.66	19.96	12.8	0.17
afuente	unico	139	T100	18.7	2888.07	2897.34	2889.35	2897.34	0.000004	0.08	238.13	47.78	0.01
afuente	unico	139	T500	24.3	2888.07	2900.66	2889.52	2900.66	0.000001	0.05	475.59	90.16	0.01
afuente	unico	108	T25	13.1	2887.67	2890.55	2888.61	2890.56	0.000533	0.43	30.18	18.52	0.11
afuente	unico	108	T100	18.7	2887.67	2897.34	2888.81	2897.34	0.000004	0.08	245.13	51.86	0.01
afuente	unico	108	T500	24.3	2887.67	2900.66	2888.99	2900.66	0.000001	0.05	487.61	95.22	0.01
afuente	unico	92	T25	13.1	2887.64	2890.54	2888.67	2890.55	0.000634	0.5	26.41	14.96	0.12
afuente	unico	92	T100	18.7	2887.64	2897.34	2888.86	2897.34	0.000006	0.09	216.5	51.47	0.01
afuente	unico	92	T500	24.3	2887.64	2900.66	2889.04	2900.66	0.000001	0.06	467.35	109.88	0.01
afuente	unico	62	T25	13.1	2887.15	2890.53	2888.53	2890.54	0.000512	0.45	28.9	15.98	0.11
afuente	unico	62	T100	18.7	2887.15	2897.34	2888.75	2897.34	0.000005	0.08	239.97	56.51	0.01
afuente	unico	62	T500	24.3	2887.15	2900.66	2888.92	2900.66	0.000001	0.05	552.45	119.72	0.01

6.2. Resultados numéricos con medidas correctoras

HEC-RAS Plan: rampa of 1 Profile: T500

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
arriba	1985	T500	40.90	2929.01	2931.31	2931.15	2931.94	0.046966	3.53	11.59	7.08	0.88
arriba	1936	T500	40.90	2927.15	2930.38		2930.51	0.005738	1.60	25.63	12.05	0.35
arriba	1898	T500	40.90	2926.40	2929.53		2929.99	0.031977	3.00	13.64	7.19	0.70
arriba	1880	T500	40.90	2926.18	2929.20		2929.46	0.015771	2.28	17.93	9.16	0.52
arriba	1849	T500	40.90	2925.84	2928.95		2929.07	0.005518	1.53	26.76	13.37	0.34
arriba	1843	T500	40.90	2925.62	2928.47		2929.00	0.004936	3.66	17.36	10.67	0.69
arriba	1838.5	T500	40.90	2922.74	2928.70		2928.89	0.001155	2.05	26.68	9.71	0.27
arriba	1832	T500	40.90	2922.74	2928.60	2925.42	2928.88	0.002279	2.33	17.58	5.96	0.31
arriba	1804											
arriba	1719	T500	40.90	2919.05	2920.51	2921.70	2924.93	0.032611	9.31	4.39	5.93	2.46
arriba	1693.5	T500	40.90	2918.00	2919.17	2920.09	2922.73	0.061202	8.35	4.90	5.35	2.78
arriba	1619	T500	40.90	2917.88	2920.45		2920.64	0.023368	1.91	21.37	24.25	0.65
arriba	1551	T500	40.90	2916.46	2918.97		2919.18	0.019599	2.03	20.13	17.80	0.61
arriba	1529	T500	40.90	2915.95	2918.59		2918.76	0.015437	1.81	22.62	20.70	0.55
arriba	1493	T500	40.90	2915.96	2917.76		2918.08	0.038669	2.50	16.37	19.11	0.86
arriba	1462	T500	40.90	2914.82	2916.46		2916.69	0.035900	2.12	19.33	26.83	0.80
arriba	1420	T500	40.90	2912.89	2915.10		2915.27	0.020104	1.81	22.62	25.60	0.61
arriba	1373	T500	40.90	2911.42	2913.52		2913.79	0.028320	2.27	18.03	18.13	0.73
arriba	1341	T500	40.90	2910.68	2912.43	2912.31	2912.85	0.036225	2.88	14.22	12.88	0.87
arriba	1264	T500	40.90	2907.89	2910.09		2910.37	0.021018	2.36	17.35	13.15	0.66
arriba	1194	T500	40.90	2906.37	2908.84		2909.09	0.017481	2.22	18.41	13.30	0.60
arriba	1153	T500	40.90	2905.81	2908.40		2908.46	0.004131	1.14	35.93	24.91	0.30
arriba	1099	T500	25.90	2904.79	2908.29		2908.30	0.000327	0.43	60.24	26.45	0.09
arriba	1083	T500	25.90	2904.79	2908.28		2908.29	0.000389	0.49	53.36	21.70	0.10
arriba	1060	T500	25.90	2904.80	2907.79	2906.76	2908.22	0.009441	2.88	8.98	11.49	0.53
arriba	1018											
arriba	976	T500	25.90	2900.60	2901.52	2902.56	2906.00	0.481670	9.38	2.76	7.85	3.12
arriba	931	T500	25.90	2899.44	2901.82		2902.03	0.030021	2.06	12.59	15.28	0.72
arriba	900	T500	25.90	2898.92	2900.94		2901.12	0.027387	1.88	13.75	18.47	0.70
arriba	851	T500	25.90	2897.83	2899.62		2899.80	0.025371	1.90	13.66	17.45	0.68
arriba	759	T500	25.90	2895.14	2897.37		2897.57	0.020564	1.96	13.24	12.66	0.61
arriba	722	T500	25.90	2894.66	2896.46		2896.73	0.029736	2.31	11.19	11.58	0.75
arriba	673	T500	25.90	2892.86	2895.13		2895.35	0.018069	2.09	12.38	9.70	0.59
arriba	633	T500	25.90	2892.82	2894.19		2894.44	0.024863	2.21	11.72	11.37	0.69
arriba	596	T500	25.90	2891.32	2893.45		2893.61	0.015496	1.76	14.73	14.10	0.55
arriba	573	T500	25.90	2891.16	2893.00		2893.22	0.020979	2.09	12.36	11.49	0.64
arriba	521	T500	25.90	2889.62	2891.63		2891.84	0.017621	2.02	12.80	10.55	0.59
arriba	496	T500	25.90	2888.78	2890.92		2891.12	0.016544	1.99	12.99	10.46	0.57
arriba	469	T500	25.90	2888.19	2890.47		2890.67	0.015789	1.98	13.08	10.13	0.56
arriba	437	T500	25.90	2887.73	2890.03		2890.20	0.012166	1.83	14.12	10.07	0.49
arriba	415	T500	25.90	2887.48	2889.63		2889.86	0.018518	2.14	12.09	9.31	0.60
arriba	390	T500	25.90	2887.36	2889.19		2889.37	0.017082	1.89	13.73	12.86	0.58
abajo	293	T500	50.20	2884.60	2887.47	2886.52	2887.90	0.013150	2.91	17.23	20.89	0.55
abajo	249											
abajo	208	T500	50.20	2882.92	2884.12	2884.84	2886.60	0.277616	6.98	7.19	7.03	2.04
abajo	171	T500	50.20	2881.34	2884.39		2884.69	0.019165	2.42	20.78	13.23	0.62
abajo	129	T500	50.20	2880.88	2883.24		2883.73	0.034832	3.10	16.22	11.92	0.85
abajo	85	T500	50.20	2879.68	2881.83		2882.22	0.028294	2.75	18.24	14.00	0.77
abajo	72	T500	50.20	2879.29	2881.50		2881.85	0.024698	2.62	19.17	14.37	0.72
abajo	39	T500	50.20	2878.60	2880.95	2880.41	2881.15	0.014009	1.96	25.61	19.94	0.55

ANEJO Nº 11

POZOS DE VENTILACIÓN Y SALIDAS DE EMERGENCIA



ÍNDICE

1.	INTRODUCCIÓN	1	APÉNDICE 14. CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS DE SALIDA DE EMERGENCIA 8 Y POZO DE BOMBEO 6 PK 22+300
2.	CRITERIOS DE DISEÑO	1	APÉNDICE 15. CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS DE POZO DE VENTILACIÓN 6 PK 22+720
	2.1. Salidas de Emergencia	1	APÉNDICE 16. CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS DE POZO DE VENTILACIÓN 7 PK 23+840
	2.2. Sistema de Ventilación	3	APÉNDICE 17. CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS DE POZO DE VENTILACIÓN 8 PK 25+000
	2.3. Pozos de Bombeo	4	APÉNDICE 18. CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS DE POZO DE VENTILACIÓN 9 PK 26+290
3.	ESQUEMA GENERAL	5	APÉNDICE 19. CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS DE POZO DE VENTILACIÓN 10 PK 27+140
4.	CÁLCULO DE POZOS	7	APÉNDICE 20. CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS DE POZO DE BOMBEO 8 PK 27+990
	<u>APÉNDICES</u>		APÉNDICE 21. CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS DE SALIDA DE EMERGENCIA 9 PK 28+330
	APÉNDICE 1. CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS DE SALIDA DE EMERGENCIA 1 PK 11+390		APÉNDICE 22. CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS DE POZO DE VENTILACIÓN 11 PK 28+480
	APÉNDICE 2. CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS DE SALIDA DE EMERGENCIA 2 PK 12+620		APÉNDICE 23. CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS DE SALIDA DE EMERGENCIA 10 Y POZO DE BOMBEO 9 PK 29+740
	APÉNDICE 3. CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS DE POZO DE VENTILACIÓN 1 PK 13+020		APÉNDICE 24. CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS DE POZO DE VENTILACIÓN 12 PK 29+840
	APÉNDICE 4. CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS DE SALIDA DE EMERGENCIA 3 PK 13+680		APÉNDICE 25. CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS DE POZO DE VENTILACIÓN 13 PK 30+950
	APÉNDICE 5. CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS DE POZO DE VENTILACIÓN 2 PK 14+660		
	APÉNDICE 6. CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS DE POZO DE VENTILACIÓN 3 PK 16+030		
	APÉNDICE 7. CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS DE SALIDA DE EMERGENCIA 4 Y POZO DE BOMBEO 3 PK 16+220		
	APÉNDICE 8. CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS DE POZO DE VENTILACIÓN 4 PK 17+470		
	APÉNDICE 9. CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS DE SALIDA DE EMERGENCIA 5 PK 18+080		
	APÉNDICE 10. CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS DE POZO DE BOMBEO 4 PK 18+500		
	APÉNDICE 11. CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS DE SALIDA DE EMERGENCIA 6 PK 19+190		
	APÉNDICE 12. CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS DE POZO DE VENTILACIÓN 5 Y DE EXTRACCIÓN 2 PK 20+000		
	APÉNDICE 13. CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS DE SALIDA DE EMERGENCIA 7 PK 20+860		

ANEJO Nº 11

ANEJO Nº 11. POZOS DE VENTILACIÓN Y SALIDAS DE EMERGENCIA

1. INTRODUCCIÓN

Dentro de la infraestructura de una línea de transporte metropolitano subterráneo es necesario definir una serie de estructuras auxiliares complementarias al túnel y a las estaciones que son necesarias para el funcionamiento y explotación del sistema de transporte. Estos elementos normalmente se localizan en pozos anexos a la traza del túnel y se clasifican según su tipología en:

- Salidas de emergencia de túnel
- Pozos de ventilación (extracción) de túnel
- Pozos de bombeo de pluviales

En este documento se detallan los criterios de localización y dimensionamiento de estos elementos. Se describe la propuesta funcional con la situación de los pozos a lo largo de la traza y el procedimiento constructivo empleado en cada uno de los pozos. En último lugar se incluyen los cálculos de las estructuras que albergan cada una de estas instalaciones. Los cálculos de los pozos se incluyen en los apéndices anexos a esta memoria. Los planos de definición de los pozos se incluyen en el capítulo 9 del documento nº 2 Planos.

2. CRITERIOS DE DISEÑO

2.1. Salidas de Emergencia

Las salidas de emergencia, entendidas estas como vías de escape para los usuarios de tren suburbano en caso de incendios o cualquier otra incidencia que pueda poner en riesgo la integridad de éstos, se dispondrán en los siguientes casos:

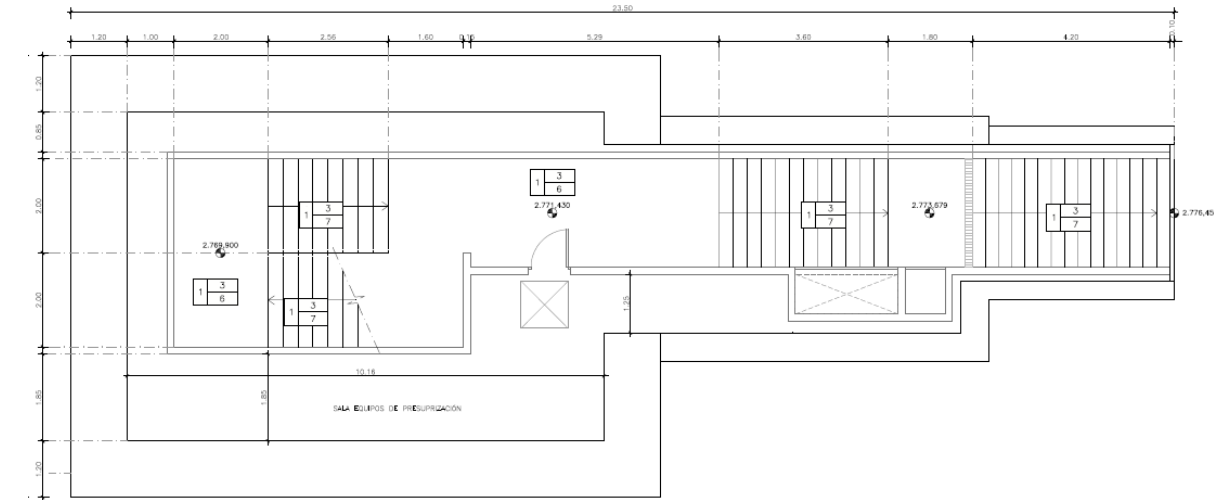
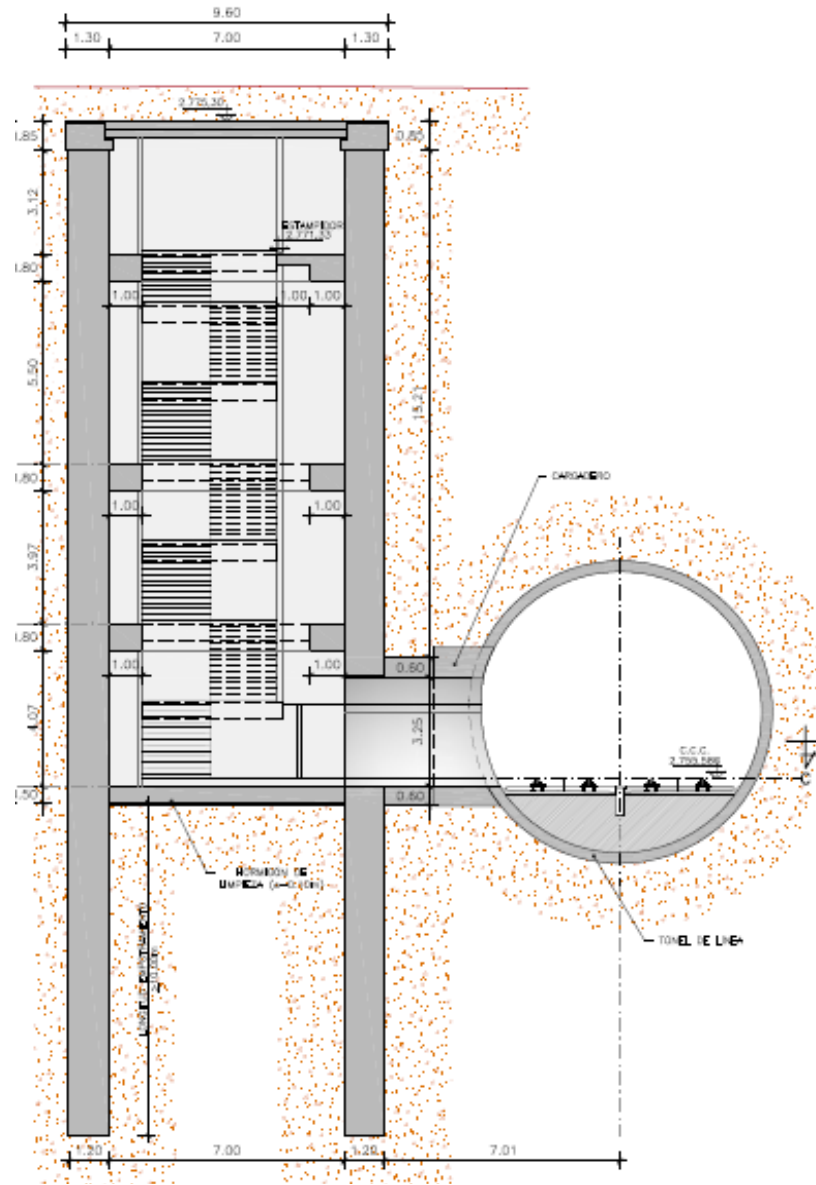
1. En las estaciones que no cuenten con doble vestíbulo. Las salidas de emergencia se dispondrán a nivel de andén con recorrido independiente y desembarco seguro en superficie.
2. En los tramos de túnel que superen los 1.000 m de longitud entre dos estaciones.

Dentro de este anejo se incluye el diseño y cálculo de estas últimas, salidas de emergencia de túnel. El diseño y cálculo de las salidas de emergencia de las estaciones en las que son necesarias se incluyen en los anejos 13 Túnel de línea y estructuras y en el Anejo nº 15 Diseño funcional y arquitectónico de Estaciones.

Para el diseño de las salidas de emergencia se ha seguido la Norma **NFPA-130**, *Norma para sistemas de tránsito sobre rieles fijos y sistemas de transporte ferroviario de pasajeros*, en la que se especifica las condiciones de protección contra incendios y seguridad en los sistemas de transporte ferroviarios subterráneos. También se ha utilizado la normativa propia de Metro de Madrid respecto a estas instalaciones, más restrictiva que la anterior en algunos aspectos.

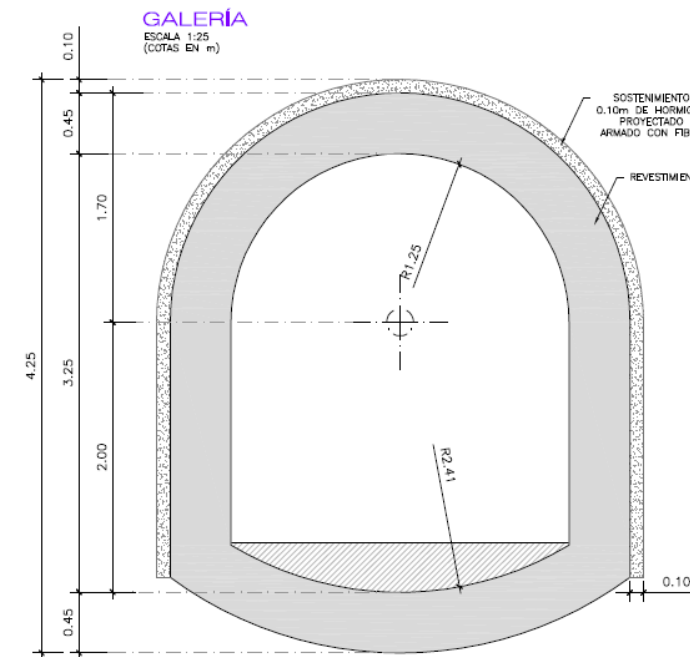
En base a esta normativa los criterios de diseño de estas instalaciones han sido los siguientes:

- Las salidas deberán estar conectadas al exterior, dando salida a una zona peatonal, protegida y señalizada convenientemente.
- Las salidas de emergencia podrán situarse junto a pozos de bombeo del túnel pero no junto a pozos de ventilación (extracción) del túnel. La distancia mínima entre un pozo de ventilación y una salida de emergencia será de al menos 100 m.



- Las salidas de emergencia de túnel se equiparán con **sistemas de presurización** del vestíbulo de independencia. Para ello se habilita en el nivel superior del pozo de la salida de emergencia, una sala para los equipos requeridos. Será necesario en cubierta habilitar un hueco de 1 m² de superficie. Desde la sala de presurización hasta el vestíbulo de independencia la extracción e introducción de aire se realizará mediante conductos que se han tenido en cuenta en el diseño de la estructura de la salida de emergencia, En el caso de las salidas de emergencia de las estaciones no se ha considerado necesario presurizar el vestíbulo de independencia.

- La cota de acceso a las salidas de emergencia se sitúan al nivel de la cota de cabeza de carril del túnel en la que se sitúan.
- El ancho de las escaleras de evacuación será de al menos 1,80 m.
- La galería de conexión entre el túnel de línea y la escalera dispuesta es de 2,50 m de ancho (estructura).



- Acabados:
 - Puertas: se abrirán en el sentido de la evacuación. Se deben emplear menos de 220N para poder abrir las puertas totalmente y deben disponer de un sistema de autocierre. Se debe tener en cuenta en su diseño la presión positiva y negativa del paso de trenes y el sistema de ventilación del túnel. La capacidad máxima de paso de puerta será de 0.0893personas/mm²min. La anchura mínima de las puertas será de 1120 mm y la altura mínima 2100 mm.
 - Todo el recorrido de evacuación debe disponer de alumbrado y los puntos del sistema de evacuación estarán iluminados.

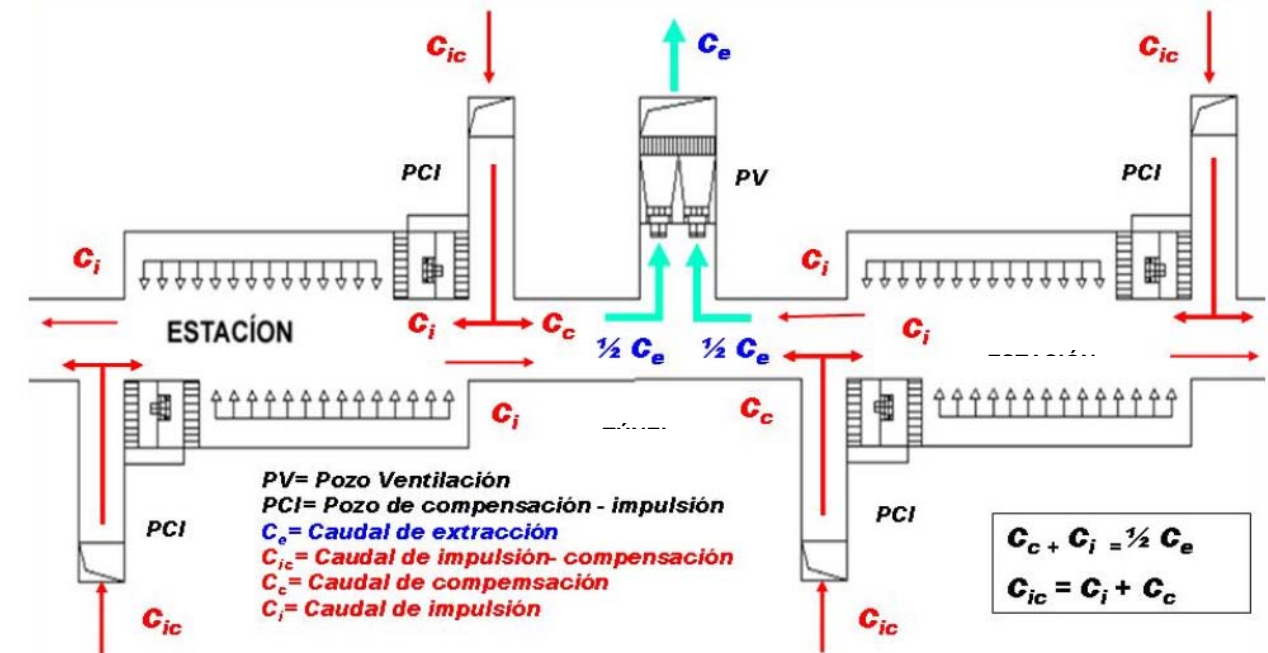
2.2. Sistema de Ventilación

Los objetivos que bajo el concepto genérico de “ventilación”, en estaciones y túneles de metro, se han de cumplir, en condiciones normales de explotación son básicamente los siguientes:

- Renovación del ambiente interior del sistema, extrayendo el aire viciado e introduciendo aire fresco del exterior, siempre que el aire captado a nivel de superficie cumplan con los requisitos mínimos de pureza.
- Limitación de la carga térmica en el sistema, producida por los trenes, personas y demás cargas caloríficas (alumbrado, centros de transformación, motores, equipos de climatización, etc.)
- Limitación de las corrientes de aire y variaciones de presión provocadas por el efecto pistón que efectúa el tren a su paso.

Existe, asimismo, otro objetivo del sistema de ventilación. En situaciones de emergencia el sistema de ventilación deberá garantizar la extracción de humos o de atmósferas peligrosas (humos, emanaciones de gases combustibles o vapores tóxicos).

El sistema de ventilación propuesto para la Línea 1 del Metro de Quito es el que responde al esquema de ventilación forzada. En este tipo de sistemas los equipos mecánicos aseguran unos caudales estables de aires bajo cualquier condición, si bien a costa de un consumo de energía.



Esquema de sistema de ventilación forzada

El sistema de ventilación de túneles y acondicionamiento ambiental de las estaciones está basado en la creación de la siguiente infraestructura:

- Pozos de extracción
- Pozos de inmisión
- Pozos de compensación

Los pozos de inmisión y compensación se sitúan en las estaciones y se desarrollan en los Anejos 13 y 15 de este proyecto. En este anejo se especifican los criterios de diseño y se incluyen los cálculos de los **pozos de extracción**.

Los pozos de extracción se sitúan en las interestaciones generalmente en las proximidades del punto medio de los distintos tramos de túnel. Los pozos de extracción deberán ser de tamaño suficiente para albergar los equipos mecánicos resultantes del diseño.

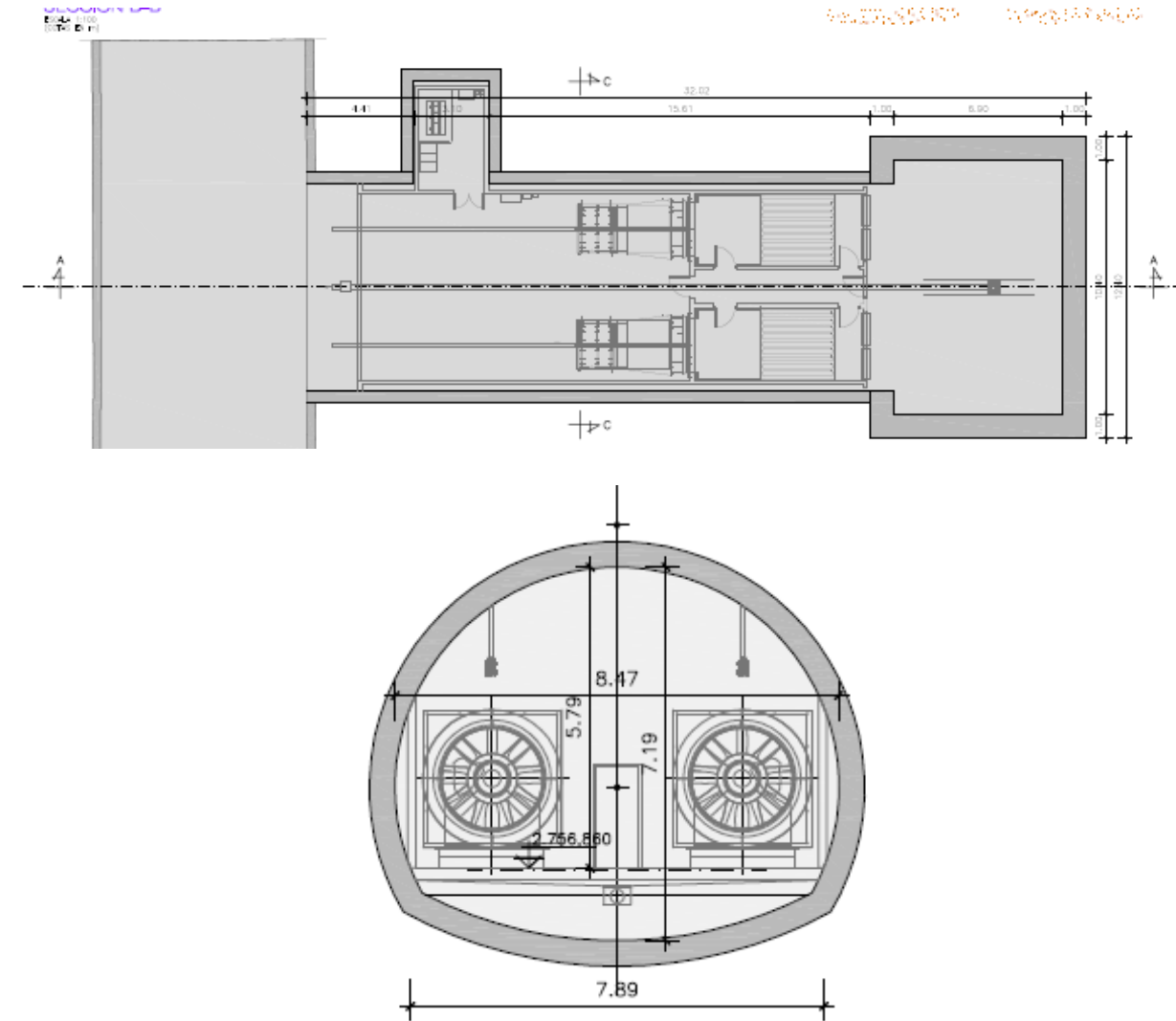
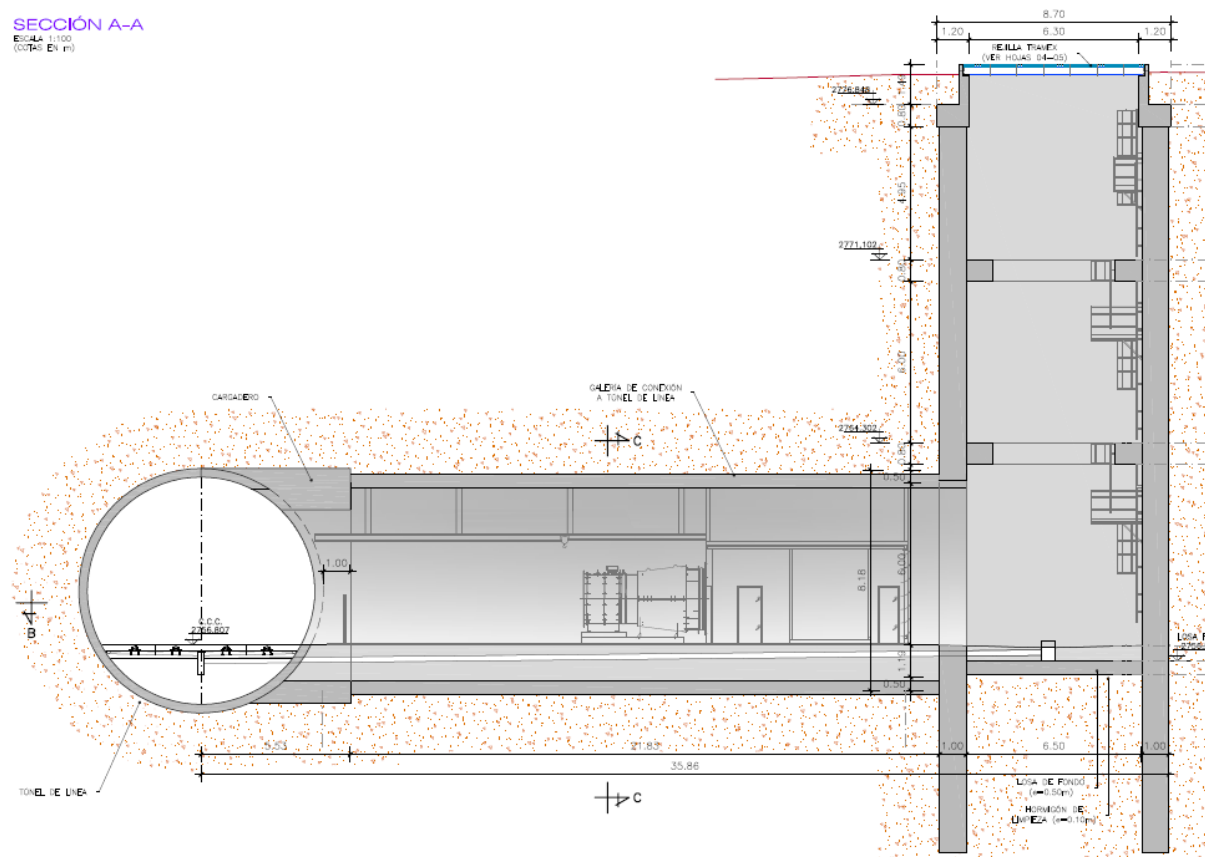
Los pozos de extracción serán de dimensiones tales que el aire extraído no supere la velocidad de 2,5 m/s en el caso de salida en zona peatonal y de 3,5 m/s en caso en calzadas y jardines. La rejilla exterior deberá ser de al menos 32 m² de superficie y se calcularán con carga de tráfico sobre su superficie.

A efectos de evitar molestias, la rejilla no deberá quedar localizada en zonas transitables por peatones y se ubicarán alejadas de las edificaciones. Por otra parte, para evitar la entrada del agua desde el exterior, deberá estudiarse el entorno de implantación, evitando puntos bajos y canales de recogida de agua, procurando, ubicarla en lugares que permitan sobreelevarla. Siempre que las rejillas no se encuentren en un vial las rejillas se han sobreelevado al menos 30 cm respecto a la cota de calle.

Los pozos se componen de:

- Un Pozo vertical que va desde el nivel de la galería de equipos (ventiladores) hasta la superficie. Para facilitar el acceso desde calle se habilitará una escalera perimetral en la Pozo que facilite el acceso. La escalera será de acero inoxidable.
- Galería de equipos: de dimensiones 8,20 m de ancho y 16 m de largo. En cuanto a su altura en caso de ejecutarse mediante medios convencionales debe haber disponible en el hastial 4 m rectos y 4,50 m al menos en clave. Si se ejecuta a cielo abierto entre pantallas el gálibo vertical será de 4,50 m. La galería de equipos cuando se sitúa a nivel de vía se proyecta a cota de cabeza de carril.

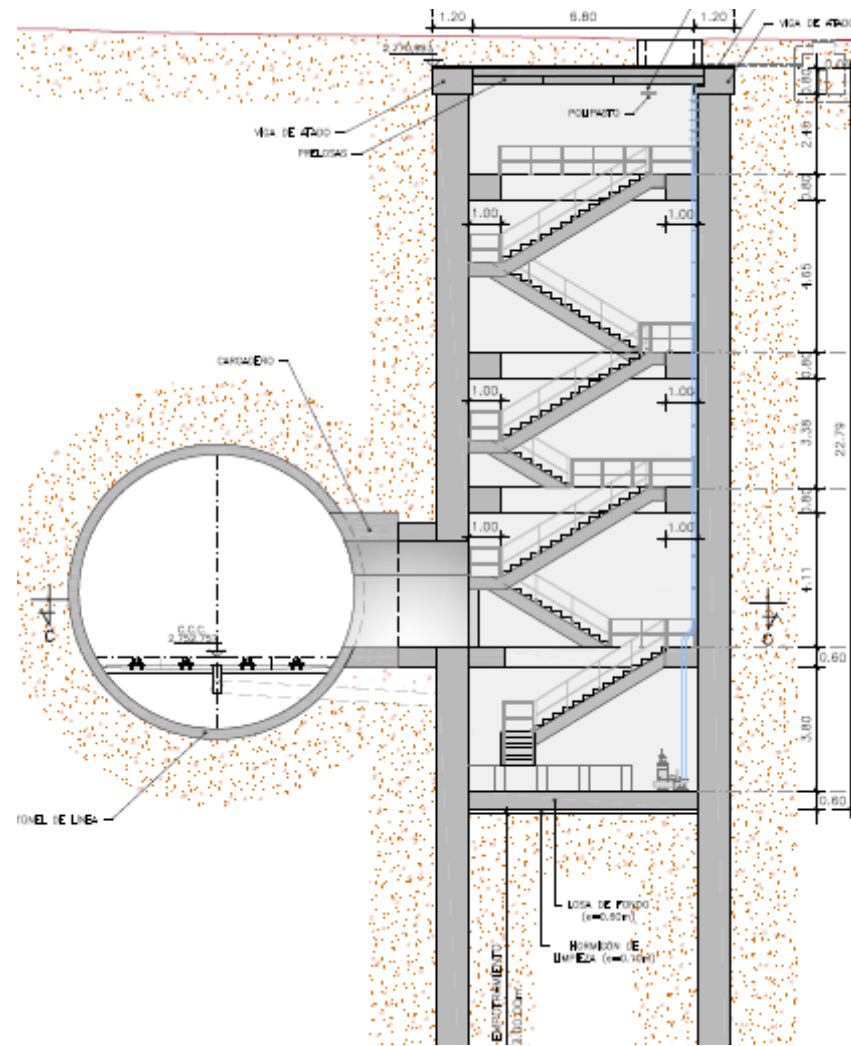
SECCIÓN A-A
ESCALA 1:100
(COTAS EN M)



Los pozos de extracción pueden ser implantados juntos con los de bombeo, pero deberán mantener una distancia mínima de 100 m con respecto a las salidas de emergencia como se ha comentado en el apartado anterior.

2.3. Pozos de Bombeo

Los pozos de bombeo deberán ubicarse en los puntos bajos del trazado, donde se recogen los caudales provenientes de escorrentía e infiltración del resto de tramo que drenan hacia él.



Sección de pozo bombeo tipo

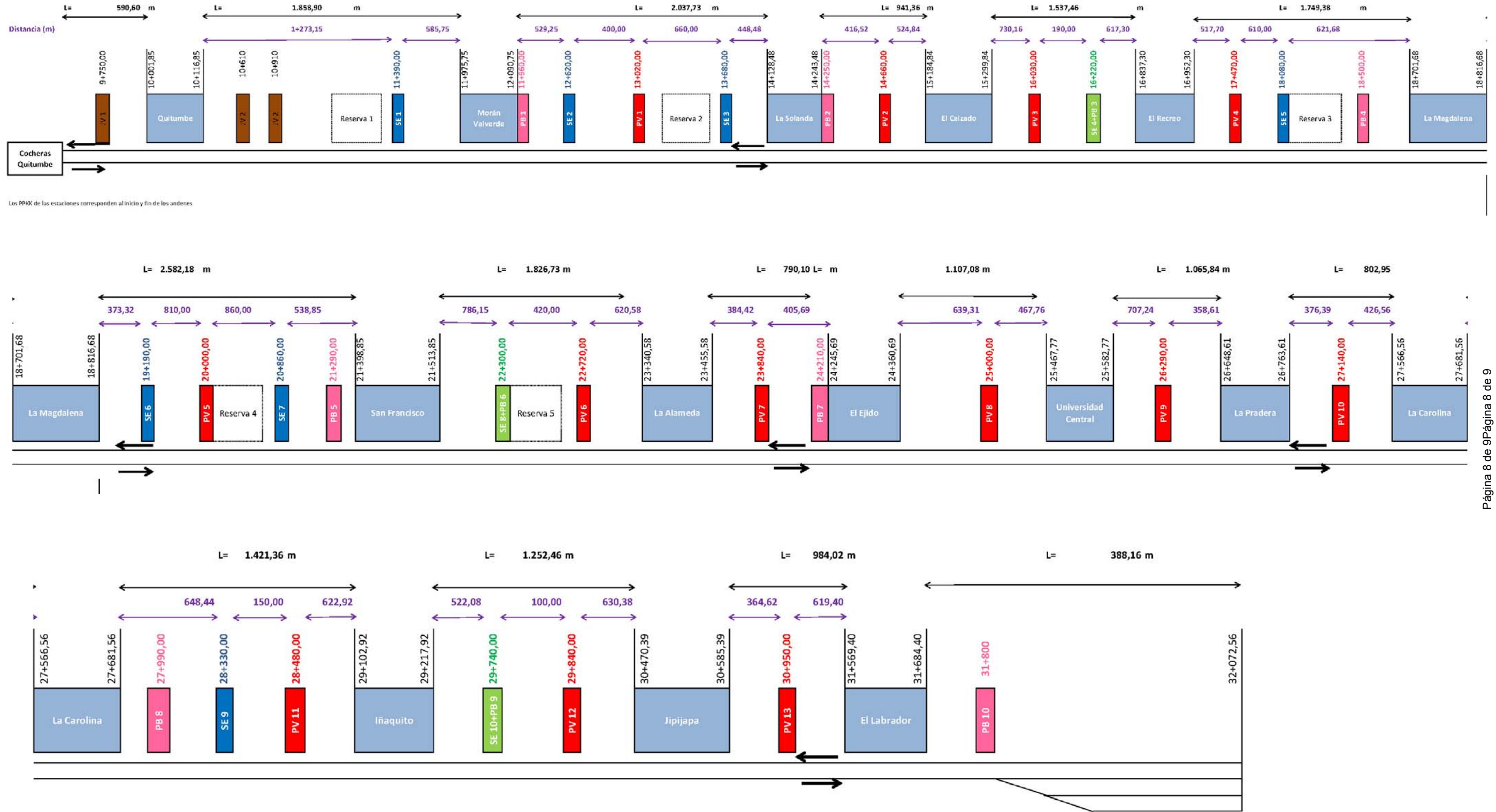
Estos pozos estarán provistos de aljibes capaces de recoger, en ausencia de bombeo por cualquier hipotética incidencia, los caudales afluentes totales de 4 horas y equipados con tres bombas sumergibles. Los pozos de bombeo podrán situarse junto con los pozos de ventilación y salidas de emergencia.

Serán accesibles desde el nivel de vía y desde la calle de manera que sea posible la extracción de las bombas desde el nivel de calle sin tener que interrumpir la circulación de trenes o esperar a corte nocturno (aunque estas opciones serán siempre viables).

- Escaleras de acceso. Estos pozos estarán dotados de escaleras de hormigón accesibles desde el nivel de calle hasta la losa de cubierta del aljibe situado a nivel de vía de túnel. Estas escaleras de servicio tendrán un ancho de al menos 1 m.
- Aljibe: el volumen del aljibe necesario en cada pozo se determina en el anejo 10 de Drenaje y Bombeo de este documento. La losa de cubierta del aljibe se sitúa 30 cm sobre la cota de cabeza de carril del túnel en el punto donde se sitúa el pozo de bombeo. Desde la losa de cubierta del aljibe se accederá a la base del vaso mediante una escalera de hormigón de al menos 80 cm de anchura. Sobre la losa de fondo del aljibe se disponen una cuadrícula de tabiques de 80 cm de alto que permiten la decantación de los posibles elementos recogidos por la red. Entre la cara superior de estos tabiques y la cara inferior de la losa de cubierta del aljibe debe existir altura suficiente para que cualquier persona andando sobre ellos pueda registrar las instalaciones.
- Galería de conexión con túnel: se proyecta con una anchura de 2,50 m.

3. ESQUEMA GENERAL

A continuación se incluye el esquema general de la línea con la disposición de pozos de ventilación, bombeo y estaciones propuestos y la distancia relativa entre ellos.



4. CÁLCULO DE POZOS

En la tabla adjunta se recogen los anejos y apéndices en los que se incluye los cálculos de cada uno de los pozos descritos en el epígrafe anterior.

	POZOS DEL TÚNEL DE LÍNEA	ANEJO EN EL QUE SE INCLUYE EL CÁLCULO
1	JET VENTILACIÓN 1 PK 9+750	Anejo 13. Apéndice 1.
2	JET VENTILACIÓN 2 PK 10+610	Anejo 13. Apéndice 1.
3	JET VENTILACIÓN 3 PK 11+020	Anejo 13. Apéndice 1.
4	SALIDA DE EMERGENCIA 1 PK 11+390	Anejo 11. Apéndice 1.
5	POZO DE BOMBEO 1 PK 11+960	Anejo 13. Apéndice 4.2
6	SALIDA DE EMERGENCIA 2 PK 12+620	Anejo 11. Apéndice 2.
7	POZO DE VENTILACIÓN 1 PK 13+020	Anejo 11. Apéndice 3.
8	SALIDA DE EMERGENCIA 3 PK 13+680	Anejo 11. Apéndice 4.
9	POZO DE BOMBEO 2 PK 14+250	Anejo 13. Apéndice 4.3
10	POZO DE VENTILACIÓN 2 PK 14+660	Anejo 11. Apéndice 5.
11	POZO DE VENTILACIÓN 3 PK 16+030	Anejo 11. Apéndice 6.
12	SALIDA DE EMERGENCIA 4 Y POZO DE BOMBEO 3 PK 16+220	Anejo 11. Apéndice 7.
13	POZO DE VENTILACIÓN 4 PK 17+470	Anejo 11. Apéndice 8.
14	SALIDA DE EMERGENCIA 5 PK 18+080	Anejo 11. Apéndice 9.
15	POZO DE BOMBEO 4 PK 18+500	Anejo 11. Apéndice 10.
16	SALIDA DE EMERGENCIA 6 PK 19+190	Anejo 11. Apéndice 11.
17	POZO DE VENTILACIÓN 5 PK 20+000	Anejo 11. Apéndice 12.
18	SALIDA DE EMERGENCIA 7 PK 20+860	Anejo 11. Apéndice 13.
19	POZO DE BOMBEO 5 PK 21+290	Anejo 13. Apéndice 4.8.
20	SALIDA DE EMERGENCIA 8 Y POZO DE BOMBEO 6 PK 22+300	Anejo 11. Apéndice 14.
21	POZO DE VENTILACIÓN 6 PK 22+720	Anejo 11. Apéndice 15.
22	POZO DE VENTILACIÓN 7 PK 23+840	Anejo 11. Apéndice 16.
23	POZO DE BOMBEO 7 PK 24+210	Anejo 13. Apéndice 4.10.
24	POZO DE VENTILACIÓN 8 PK 25+000	Anejo 11. Apéndice 17.
25	POZO DE VENTILACIÓN 9 PK 26+290	Anejo 11. Apéndice 18.
26	POZO DE VENTILACIÓN 10 PK 27+140	Anejo 11. Apéndice 19.
27	POZO DE BOMBEO 8 PK 27+990	Anejo 11. Apéndice 20.
28	SALIDA DE EMERGENCIA 9 PK 28+330	Anejo 11. Apéndice 21.
29	POZO DE VENTILACIÓN 11 PK 28+480	Anejo 11. Apéndice 22.
30	SALIDA DE EMERGENCIA 10 Y POZO DE BOMBEO 9 PK 29+740	Anejo 11. Apéndice 23.
31	POZO DE VENTILACIÓN 12 PK 29+840	Anejo 11. Apéndice 24.
32	POZO DE VENTILACIÓN 13 PK 30+950	Anejo 11. Apéndice 25.
33	POZO DE BOMBEO 10 PK 31+800	Anejo 13. Apéndice 5.2.