
Anejo nº5:

ESTUDIO HIDRÁULICO



ÍNDICE DEL DOCUMENTO

1	OBJETO DEL PRESENTE ANEJO	1
1.1	CONDICIONANTES PARA LA AUTORIZACIÓN DEL PROYECTO	1
2	ÁMBITO DE ACTUACIÓN DEL PROYECTO.....	1
3	ANTECEDENTES Y ANÁLISIS DE ZONAS INUNDABLES.....	1
4	MODELIZACIÓN HIDRÁULICA.....	3
4.1	PARÁMETROS DE DISEÑO.....	3
4.1.1	Datos geométricos del modelo	3
4.1.2	Estructuras del modelo	4
4.1.3	Condiciones de contorno	4
5	SIMULACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS	5
5.1	ESTADO ACTUAL SIN PUENTE	5
5.2	ESTADO PROYECTADO CON PUENTE.....	6
6	CONCLUSIONES	7

1 Objeto del presente anejo

El objeto del presente anejo es el estudio del funcionamiento hidráulico del cauce tras la construcción del nuevo puente y su posible afección al mismo.

1.1 Condicionantes para la autorización del proyecto

Por tratarse de una obra emplazada dentro de la zona de dominio público hidráulico, es necesaria la autorización de la Confederación Hidrográfica del Júcar.

Este estudio hidráulico se centrará en cumplir los requisitos especificados por la CHJ para la aprobación de la obra, que se pueden consultar en el Anexo 1 de este documento.

2 Ámbito de actuación del proyecto

El ámbito de las actuaciones del presente proyecto de construcción queda comprendido entre las calles Jesús Martí Martín y la Avenida de Alcora, pasando sobre el cauce del Río Seco.



Figura 1. Zona de actuación

3 Antecedentes y análisis de zonas inundables

El llamado Río Seco es en realidad una rambla, un cauce torrencial formado en épocas de lluvias intensas, pero en el que habitualmente no discurre agua. A lo largo de los años este cauce ha sufrido importantes crecidas, causando daños a estructuras existentes e inundaciones.

Por esto, el PATRICOVA incluía entre sus actuaciones su encauzamiento en el tramo final. Esta ficha, extraída de su *Documento 2: Programa de actuaciones*, muestra un resumen de las actuaciones planificadas.

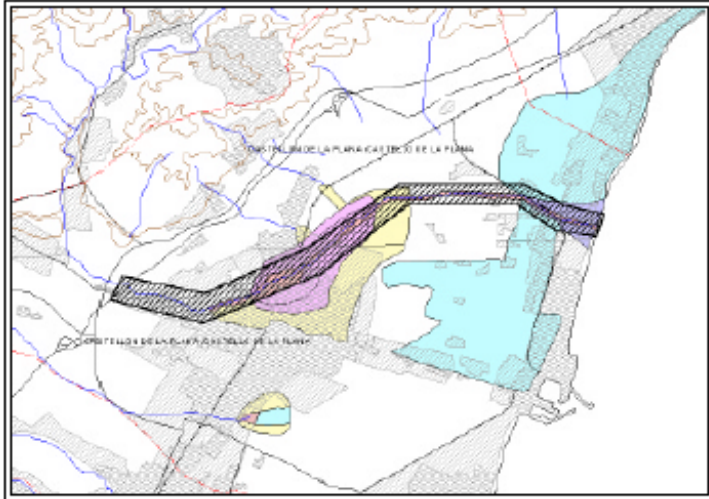
Título: Encauzamiento del Río Seco de Castellón		
Zona: Marjal de Castellón (CC14) / Río Seco (o Rambla de Borriol) (CC18)		Código: ECC143+
Descripción de la medida: Encauzamiento del río Seco desde la A7 hasta el mar, con un longitud de 10.800 m., incluyendo seis nuevos puentes (N-340, Caminàs, els Molins, En Riera, Donació y la Costa), siendo la capacidad hidráulica recomendable de 600 m3/s.		
Municipios: Castellón de la Plana		
Localización: 		
Hojas: 616 641		
Objetivo: Incremento umbral de desbordamiento / Eliminación punto crítico		
Descripción del problema resuelto: Proteger la zona de la Universidad Jaime I y el área metropolitana de Castellón frente a las avenidas del río Seco, dando continuidad a la zona urbana. Evitar el corte de la N-340. Facilitar los accesos al litoral.		
Oportunidad: Actuación contemplada en el PHJ (03.02) y en el Convenio 2000 MMA-GV		
Efectos negativos: 1.- Posible alteración del régimen hidrológico de la zona húmeda.		
Alternativas: 1.- Encauzamiento sólo del tramo urbano.		Coordinación con: Castellón de la Plana
Agente encargado: CHJ		Tiempo estimado: 24 meses
Prioridad: ALTA		24.050.000 euros

Figura 2. Ficha del programa de actuaciones de PATRICOVA.

Cabe destacar que para esta actuación se evalúa el caudal de la avenida de periodo de retorno T=500 años en 600 m³/s.

Las obras de encauzamiento fueron llevadas a cabo por la Confederación Hidrográfica del Júcar, y tienen su inicio a una distancia de aproximadamente 500 metros aguas abajo del punto donde se ubica el nuevo puente. Esta actuación contemplaba también la regularización del cauce 1000 metros aguas arriba de donde comienza el encauzamiento. El puente quedará por tanto dentro de esta zona de cauce natural regularizado.



Figura 3. Imágenes de las obras de encauzamiento llevadas a cabo en el Río Seco.

Se ha realizado una consulta de la Cartografía de zonas inundables del *Sistema Nacional de Zonas Inundables* para el periodo de retorno de T=500 años, obteniendo la información recogida en la siguiente imagen:



Figura 4. Río Seco en la zona de actuaciones. Fuente: Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables.

También se ha consultado la información disponible sobre el Dominio Público Hidráulico de la cartografía.

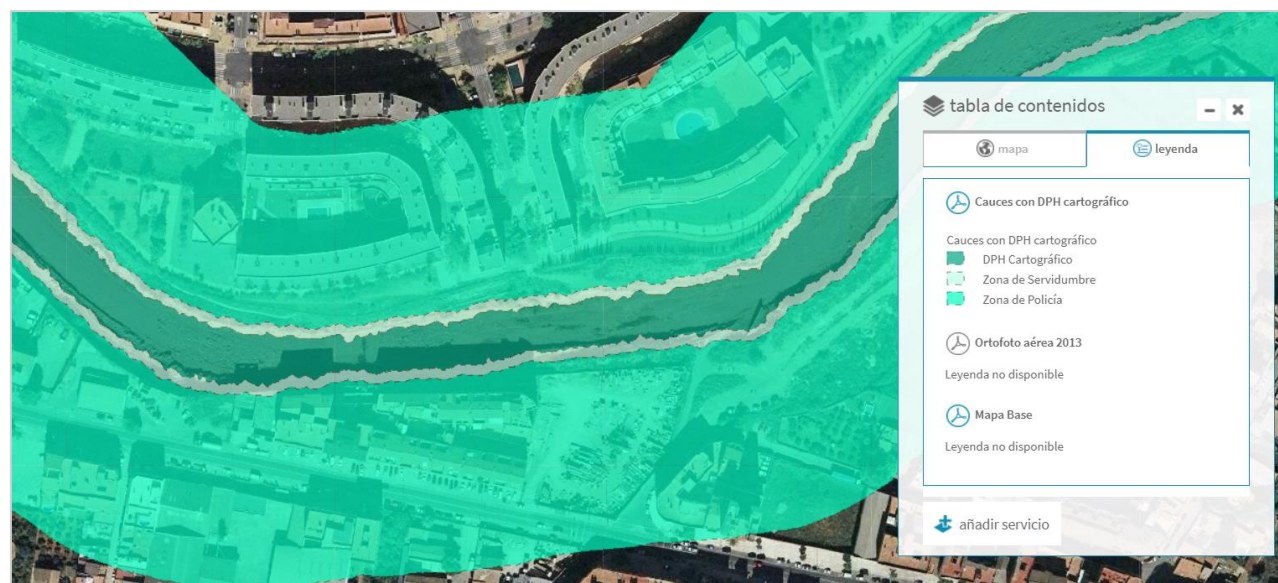


Figura 5. Información sobre el Dominio público Hidráulico. Fuente: Sistema Nacional de Cartografía de zonas inundables.

Teniendo esto en consideración, además de la necesidad de no reducir la sección del cauce mediante ningún elemento que impida la libre circulación de las aguas, se dispondrán los estribos fuera de la zona inundada por la avenida de periodo de retorno $T=500$ años, ocupando estos únicamente la Zona de Policía.

La luz mínima que deberá tener la estructura será por tanto de 40 metros. Además, el puente debe de estar a una cota de +8,57 m sobre el punto central del cauce. De esta forma se mantiene el trazado definido anteriormente.

Por último, el estudio de la no afección del nuevo puente al régimen de avenidas del Río Seco se ha efectuado para un caudal de $600 \text{ m}^3/\text{s}$, caudal contemplado en el PATRICOVA para un periodo de retorno de 500 años.

4 Modelización hidráulica

La modelización hidráulica se realiza mediante el programa HEC-RAS, desarrollado por *Hydrologic Engineering Center* del cuerpo de ingenieros del ejército de los Estados Unidos. Es un programa internacionalmente conocido y muy utilizado en el ámbito de la modelización de cauces en régimen estacionario y no estacionario. El programa obtiene el perfil de la lámina libre entre dos secciones a través de la ecuación de la energía, indicada a continuación:

$$Z_1 + Y_1 + \alpha_1 \cdot \frac{v_1^2}{2g} = Z_2 + Y_2 + \alpha_2 \cdot \frac{v_2^2}{2g}$$

De este modo, para que el resultado que aporte el programa sea razonablemente preciso, hay que introducir un buen número de secciones transversales. Por otro lado, HEC-RAS también permite introducir estructuras singulares, como puentes.

4.1 Parámetros de diseño

En el modelo nos interesa determinar la posible afección del puente al cauce. Por ello, el modelo del cauce se ha realizado desde una distancia suficiente para alejar las condiciones de contorno de borde de la zona de estudio, y evitar así que los posibles errores cometidos en la definición de estas perjudiquen a la zona de estudio.

4.1.1 Datos geométricos del modelo

El modelo realizado tiene una longitud total de 1000 metros. Comienza a una distancia de aproximadamente 500 metros aguas arriba del puente (quedando el puente en el P.K. 490+000), y tiene su fin en el encauzamiento. También incluye el puente ya construido aguas arriba del que ocupa este estudio, en el P.K. 140+000, y se incluirá en el modelo para incluir su posible afección al régimen.

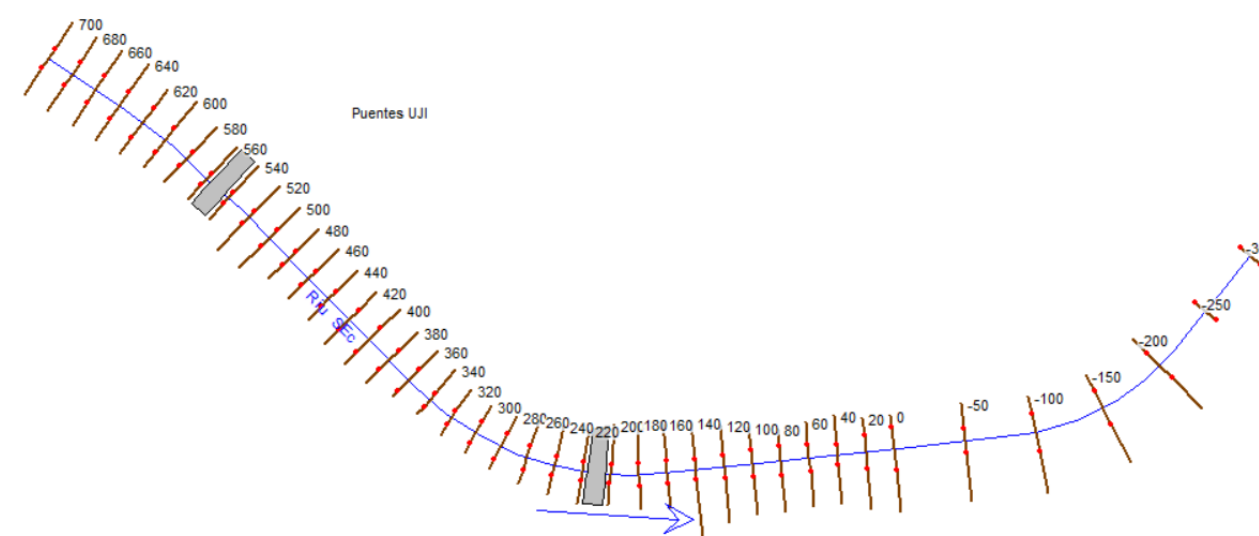


Figura 6. Planta del modelo con el puente construido en el P.K. 140 y el puente a estudiar en el P.K. 490.

La geometría que define el cauce es irregular, por lo que para su modelización se han definido secciones transversales del mismo cada 20 metros (estas secciones han sido definidas mediante un levantamiento topográfico (proporcionado para este proyecto por la empresa COMAYPA S.A.) que se adjuntan en el *Anexo 1* de este documento.

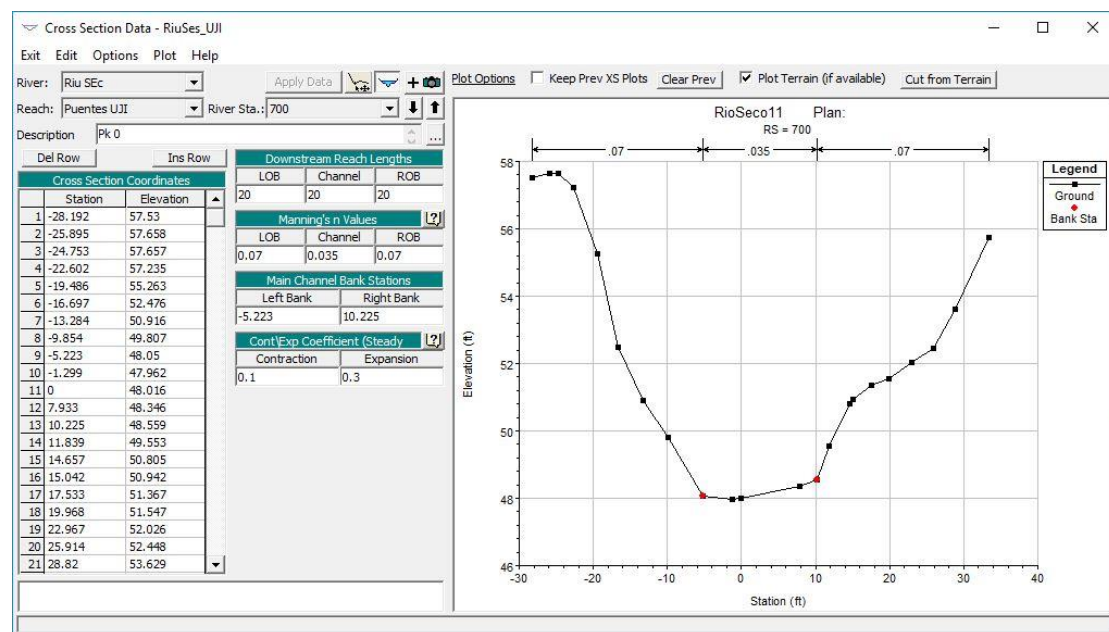


Figura 7. Ejemplo de sección transversal introducida en el programa HEC-RAS (P.K. 0+000).

Para el valor del coeficiente de contracción se toma 0,10, mientras que el coeficiente de expansión adopta el valor de 0,30, como se puede ver en la Figura 6. Dichos valores adoptados coinciden con los utilizados de forma habitual en simulaciones en régimen subcrítico con transiciones suaves.

El valor de los coeficientes de rugosidad de Manning que se definen en el cauce se obtiene de la estimación de n propuesta en Chow, 1959:

Type of Channel and Description	Minimum	Normal	Maximum
Natural streams - minor streams (top width at floodstage < 100 ft)			
1. Main Channels			
a. clean, straight, full stage, no rifts or deep pools	0.025	0.030	0.033
b. same as above, but more stones and weeds	0.030	0.035	0.040
c. clean, winding, some pools and shoals	0.033	0.040	0.045
d. same as above, but some weeds and stones	0.035	0.045	0.050
e. same as above, lower stages, more ineffective slopes and sections	0.040	0.048	0.055
f. same as "d" with more stones	0.045	0.050	0.060
g. sluggish reaches, weedy, deep pools	0.050	0.070	0.080
h. very weedy reaches, deep pools, or floodways with heavy stand of timber and underbrush	0.075	0.100	0.150

Tabla 1. Valores aproximados del número de Manning propuestos en Chow, 1959, para cauces naturales.

En nuestro caso, para el cauce natural se escoge un valor de 0,035, que corresponde al caso b de la Tabla 1. Para ambos bancos del cauce se toma un valor mayor, de 0,045, que corresponde al caso d.

5. Lined or Constructed Channels			
a. Cement			
1. neat surface	0.010	0.011	0.013
2. mortar	0.011	0.013	0.015
b. Wood			
1. planed, untreated	0.010	0.012	0.014
2. planed, creosoted	0.011	0.012	0.015
3. unplanned	0.011	0.013	0.015
4. plank with battens	0.012	0.015	0.018
5. lined with roofing paper	0.010	0.014	0.017
c. Concrete			
1. trowel finish	0.011	0.013	0.015
2. float finish	0.013	0.015	0.016
3. finished, with gravel on bottom	0.015	0.017	0.020
4. unfinished	0.014	0.017	0.020
5. gunite, good section	0.016	0.019	0.023
6. gunite, wavy section	0.018	0.022	0.025
7. on good excavated rock	0.017	0.020	
8. on irregular excavated rock	0.022	0.027	
d. Concrete bottom float finish with sides of:			
1. dressed stone in mortar	0.015	0.017	0.020
2. random stone in mortar	0.017	0.020	0.024
3. cement rubble masonry, plastered	0.016	0.020	0.024
4. cement rubble masonry	0.020	0.025	0.030
5. dry rubble or riprap	0.020	0.030	0.035

Tabla 2. Valores aproximados del número de Manning propuestos en Chow, 1959, para canales revestidos.

Para las secciones que se encuentran dentro del tramo encauzado y revestido con hormigón, siendo por tanto el número de Manning de 0,017 tanto para el canal principal como para los bancos.

4.1.2 Estructuras del modelo

Se deben introducir dos estructuras en el modelo: el puente que se va a construir y para el cual se realiza este estudio, y el puente ya ejecutado aguas arriba del mismo, ya que entra dentro del tramo modelizado.

En el programa HEC-RAS, el puente se define desde el editor de puentes ubicado en el propio editor de la geometría del programa. Para definir correctamente las dimensiones del puente, en primer lugar, se introduce la sección media donde se va a ubicar el puente. Posteriormente se definen las secciones del tablero aguas abajo de la sección media donde se ha introducido la estructura. Para ello se calcula la línea de cotas inferior (low chord) y superior de la sección del tablero (high chord). Se definen también el ancho del puente (width), y la distancia del tablero a la sección del modelo aguas arriba del puente.

4.1.3 Condiciones de contorno

Las condiciones de contorno son necesarias para definir los niveles de agua de partida, tanto aguas arriba como aguas abajo. Permiten suministrar al modelo la información necesaria para reproducir la realidad de la manera más precisa. Se pueden distinguir tres posibilidades en función del régimen de flujo:

- Régimen lento o subcrítico: es necesario conocer las condiciones de contorno en el extremo aguas abajo.
- Régimen rápido o supercrítico: es necesario conocer las condiciones de contorno en el extremo aguas arriba.
- Régimen mixto: es necesario definir las condiciones de contorno en los dos extremos del tramo a considerar.

En el modelo representado existen zonas con cambio de régimen, ya que el terreno es irregular, por lo que se simulará con régimen mixto. De este modo, se definen las condiciones de contorno en ambos extremos del encauzamiento.

HEC-RAS permite definir cuatro tipos de condiciones de contorno:

- Nivel de agua conocido (known water Surface elevation): condición de aplicación cuando tenemos algún dato de la sección, normalmente dado por un limnómetro. Por ejemplo, cuando en un extremo se está limitado por el nivel del mar.
- Calado crítico (critical depth): se define cuando en la sección existe un elemento de control de calado/caudal basado en el calado crítico. En esta opción no es necesario introducir datos, ya que el programa toma como dato el cálculo del calado crítico de la sección.
- Calado uniforme (normal depth): es el caso en el que el flujo se aproxima al uniforme.
- Curva de calado (rating curve): se empleará cuando se posea la curva de caudal de la sección, es decir, los datos que relacionan calado con caudal.

En nuestro modelo se deben definir las condiciones de contorno tanto aguas arriba como aguas abajo, ya que como se ha comentado, se simulará en régimen mixto.

Aguas abajo del modelo, como se ha comentado, existe un encauzamiento. Debido a esto, se define la condición de contorno de calado uniforme, ya que se considera que el régimen aguas abajo está regularizado.

Aguas arriba, sin embargo, no disponemos de mayor información en relación al flujo. Debido a esto, se han realizado una serie de pruebas en el modelo. Se ha definido la condición de calado normal con la pendiente que presenta el primer tramo modelizado, y otra condición con calado crítico.

Finalmente se empleará la condición de calado crítico, ya que las variaciones inducidas en el régimen por esta condición son casi nulas y localizadas en el entorno del borde, sin afectar al flujo en la estructura de estudio.

5 Simulación y análisis de resultados

En este apartado se realiza la interpretación de los resultados para las dos situaciones que se estudian en este proyecto: sin puente (estado actual) y con el puente nuevo. Se expondrán los resultados de mayor relevancia en cada uno de los casos (el listado de resultados completo obtenido para cada uno de los modelos se pueden consultar en el Anexo 2 de este documento).

5.1 Estado actual sin puente

El perfil longitudinal del modelo en el estado actual es el siguiente:

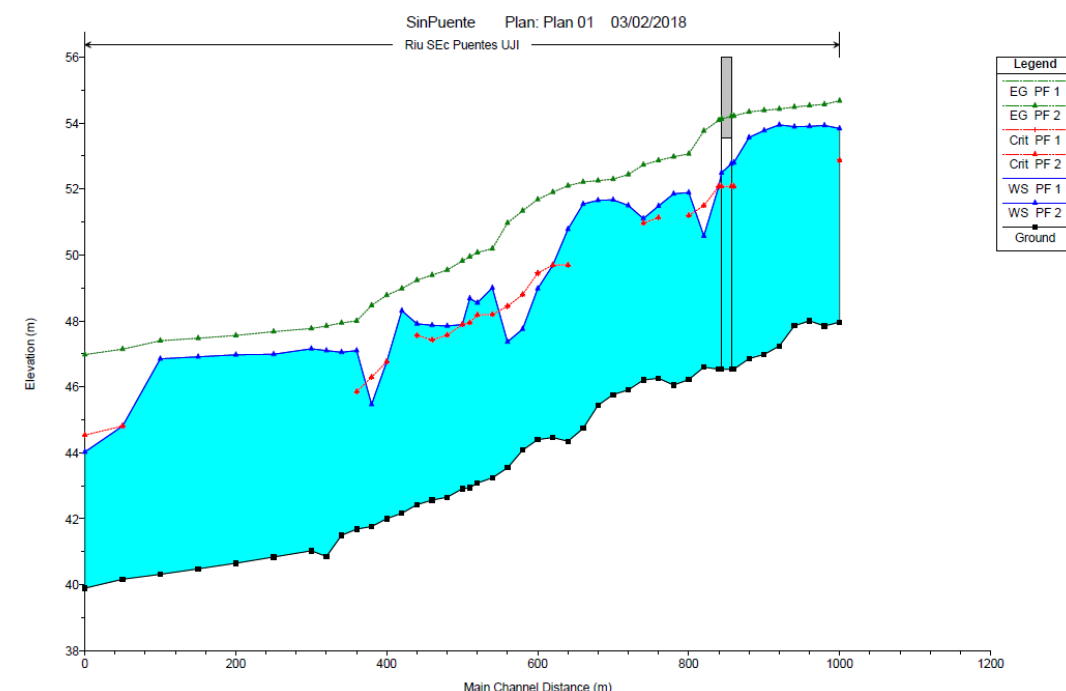


Figura 8. Perfil longitudinal sin puente

Pese a las fluctuaciones del régimen debido a las irregularidades del terreno, se observa un régimen lento.

En las siguientes figuras y tablas se muestran las secciones transversales más relevantes con los valores obtenidos de calado para cada una de ellas:

SECCIÓN TRANSVERSAL PUENTE EXISTENTE

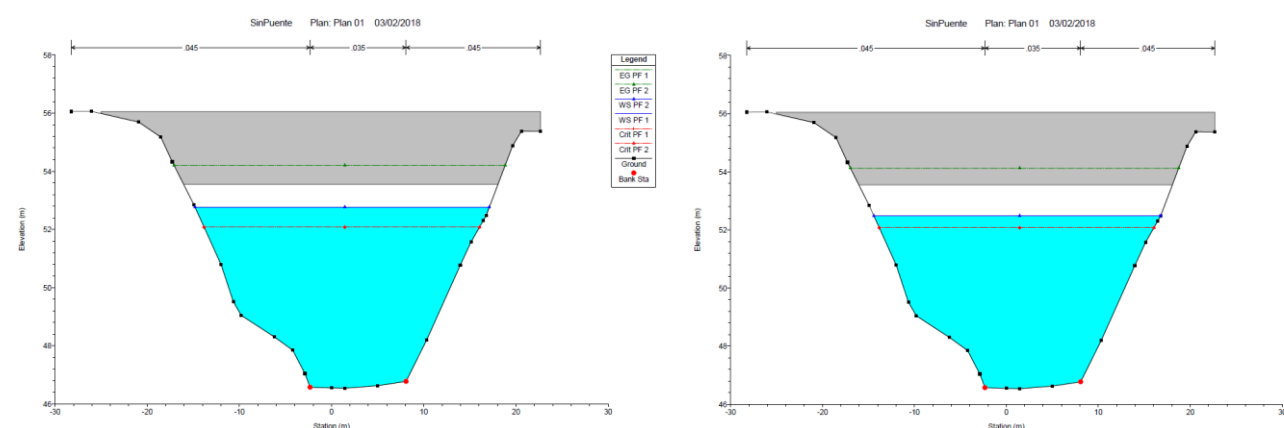


Figura 9. Secciones transversales del puente existente aguas arriba y aguas abajo.

	Aguas arriba	Aguas abajo
Cota calado estimada	52.77	52.49
Cota inferior del cauce	46.55	46.55
Calado aproximado	6.22	5.94
Cota parte inferior del tablero	53.55	53.55
Resguardo estimado	0.78	1.06

Tabla 3. Cotas de calado y resguardos en metros.

SECCIÓN TRANSVERSAL P.K. 490

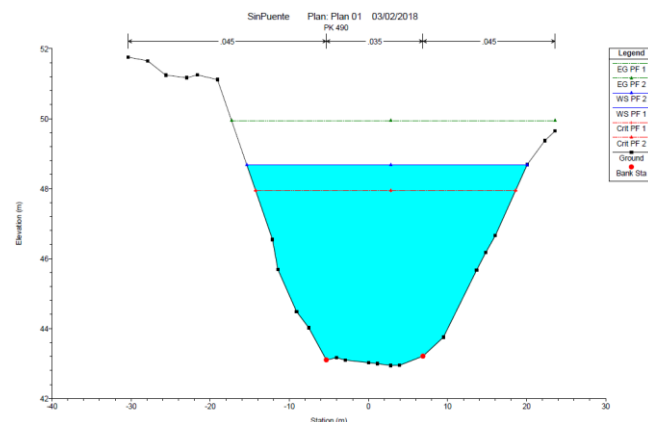


Figura 10. Sección transversal donde se ubicará el nuevo puente.

SECCIÓN TRANSVERSAL P.K. 1000. INICIO ENCAUZAMIENTO HORMIGÓN

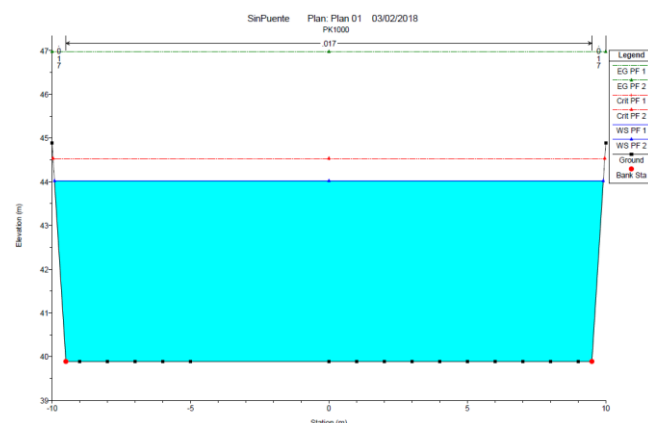


Figura 11. Sección transversal al inicio del encauzamiento.

5.2 Estado proyectado con puente

Para el estado proyectado, el perfil longitudinal obtenido para el caudal de proyecto es el siguiente:

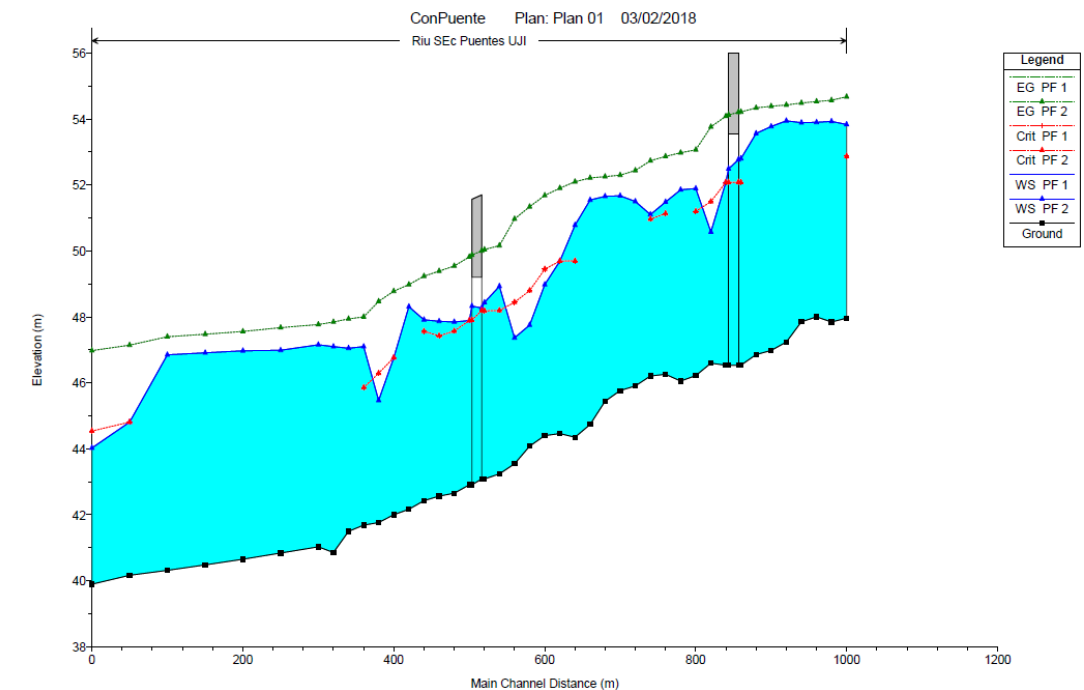


Figura 12. Perfil longitudinal con nuevo puente.

En las siguientes figuras y tablas se muestran las secciones transversales más relevantes con los valores obtenidos de calado para cada una de ellas:

SECCIÓN TRANSVERSAL PUENTE EXISTENTE

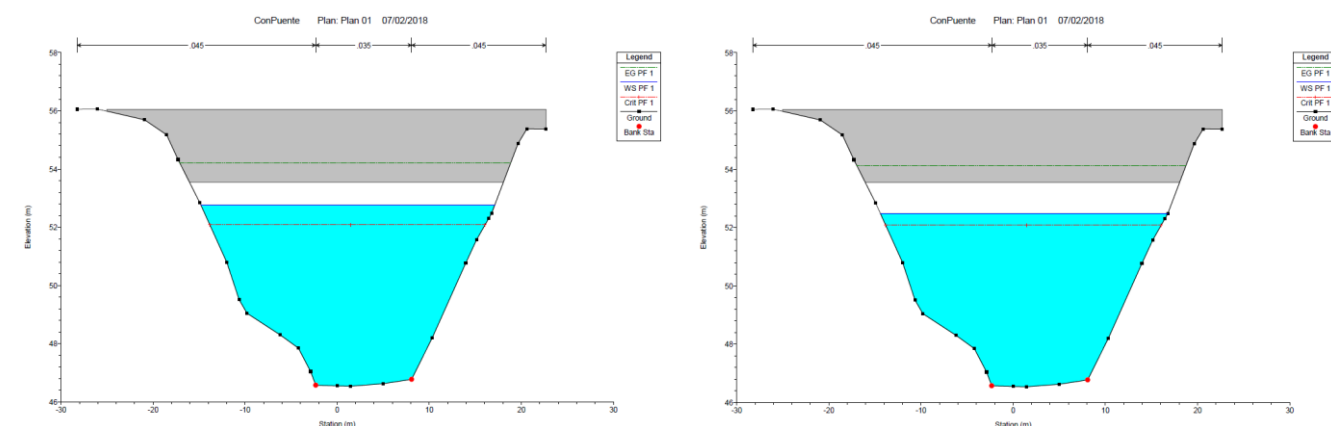


Figura 13. Secciones transversales del puente existente aguas arriba y aguas abajo.

	Aguas arriba	Aguas abajo
Cota calado estimada	52.77	52.49
Cota inferior del cauce	46.55	46.55

Calado aproximado	6.22	5.94
Cota parte inferior del tablero	53.55	53.55
Resguardo estimado	0.78	1.06

Tabla 4. Cotas de calado y resguardo en metros.

PUENTE NUEVO EN P.K 490

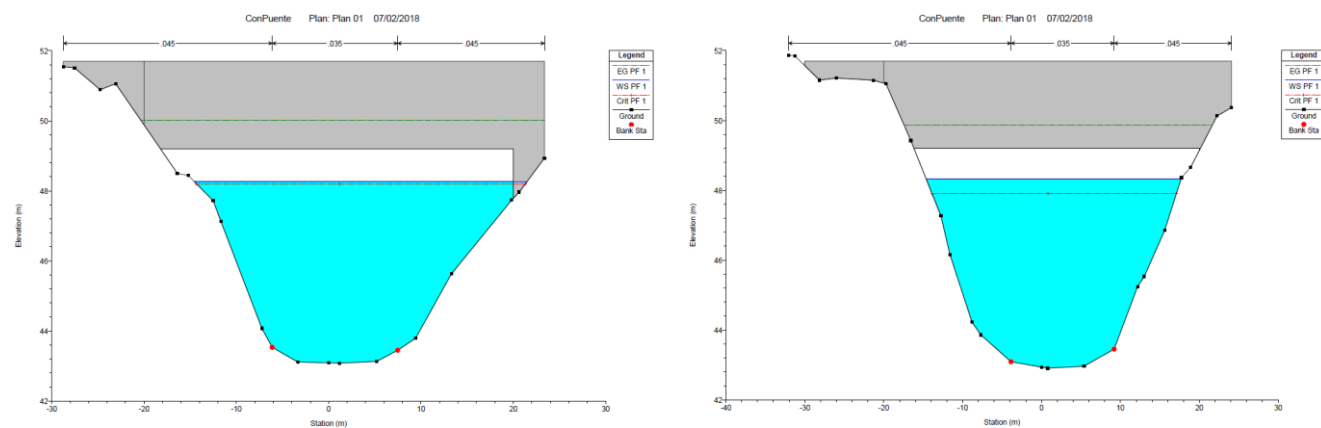


Figura 14. Secciones transversales del nuevo puente aguas arriba y aguas abajo.

	Aguas arriba	Aguas abajo
Cota calado estimada	48.27	48.32
Cota inferior del cauce	43.08	42.93
Calado aproximado	5.19	4.39
Cota parte inferior del tablero	49.2	49.2
Resguardo estimado	0.93	0.88

Tabla 5. Cotas de calado y resguardos en metros.

SECCIÓN TRANSVERSAL P.K. 1000. INICIO ENCAUZAMIENTO HORMIGÓN

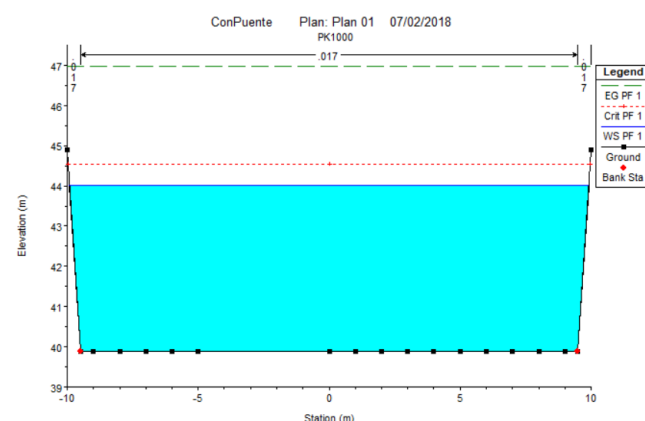


Figura 15. Sección transversal al inicio del encauzamiento.

6 Conclusiones

A la vista de los resultados obtenidos, y comparando el funcionamiento del cauce con y sin puente, queda justificado la estructura proyectada no modifica el régimen de avenidas para el periodo de retorno de 500 años.

Anexo 1:

CONDICIONANTES HIDRÁULICOS PARA LA APROBACIÓN DE LA OBRA (CHJ)

ASUNTO: SOLICITUD DE INFORMACIÓN REFERENTE A LA CONSTRUCCIÓN DE UN PUENTE SOBRE EL RÍO SECO, EN EL TÉRMINO MUNICIPAL CASTELLÓN . (CASTELLÓN).

En relación con el expediente de referencia, se comprueba que, con fecha 20/06/2016, el AYUNTAMIENTO DE CASTELLÓN DE LA PLANA ha solicitado información en relación a la construcción de un nuevo puente sobre el río Seco, que conectaría la zona universitaria y el polígono Río Seco Con la zona de la Carretera de L'Alcora a la altura de la cuadra del Saboner, en el término municipal de Castellón del a Plana.

Una vez examinada la documentación presentada, esta Confederación Hidrográfica del Júcar ha acordado informar lo siguiente:

- A. Para cualquier tipo de actuación que afecte al Dominio Público Hidráulico o a su zona de policía (100 metros a cada lado de las márgenes del cauce público), es preceptivo obtener previamente la autorización de esta Confederación Hidrográfica del Júcar,** a tenor de lo previsto en el Texto Refundido de la Ley de Aguas (R.D.L. 1/2001, de 20 de julio).

Para el caso particular de puentes, es necesario aportar la siguiente documentación:

- Instancia suscrita por el titular o promotor de las obras, dirigida al Sr. Comisario de Aguas de la Confederación Hidrográfica del Júcar.
- Coordenadas UTM referidas a un punto que caracterice la actuación solicitada.
- Memoria descriptiva y justificativa de las obras.
- Estudio Hidrológico e Hidráulico, suscrito por técnico competente, calculado para un periodo de retorno de 500 años si se tratara de zona urbana y de 100 años para zona rural, en el que se justifique que la sección de desagüe adoptada es capaz de desaguar el caudal de avenida asociado a ese periodo de retorno, con un plano completo de la cuenca de aporte. Asimismo, el Estudio Hidráulico deberá contener los posibles cambios, tanto en la morfología del cauce como en el régimen hidráulico (no se deberán producir sobreelevaciones ni alteraciones en el régimen hidráulico, que puedan producir daños significativos) de forma que se compruebe que no se producen alteraciones en el cauce ni aguas arriba ni aguas abajo del puente.
- Planos de planta, a escala adecuada, donde se situará el cauce (señalando ambas márgenes) así como la obra proyectada. Especialmente, se acotará el ancho de la obra proyectada, así como el ancho del cauce en el punto de afección, de forma que se puedan calcular los metros cuadrados de ocupación de Dominio Público Hidráulico.
- Sección transversal al cauce, a escala adecuada, donde se señalen ambas márgenes y se delimiten distancias y diferencias de cota de la obra con respecto a la margen y lecho del cauce, en su situación actual y la prevista tras la actuación. Es necesario que, en todo momento, el puente permita la libre circulación de las aguas, de forma que no se reduzca la sección de desagüe del cauce.

- B. Para el diseño de puentes se deberá tener en cuenta, además, con carácter general, las siguientes indicaciones:**

- o La capacidad de desagüe de las obras será suficiente para permitir el paso del caudal de avenida de cálculo, sin que se produzca sobreelevación aguas arriba de la lámina de agua que pueda producir daños significativos..
- o Si el tramo de cauce donde se pretenden realizar las obras se encuentra estudiado dentro en el Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables (como es el presente caso), se deberá tener en consideración la información allí disponible. Enlace de consulta: <http://siq.magrama.es/snczi/visor.html?herramienta=DPHZI>
- o Es necesario que la solución propuesta respete el ancho de la sección del cauce, de forma que la actuación no suponga una reducción de la sección geomorfológica ni de desagüe del mismo, impidiendo que la obra de paso sea un obstáculo a la libre circulación de la corriente.

C. La autorización que en su caso se pudiera conceder se otorga sin perjuicio del derecho de la Administración General del Estado a la ejecución de las actuaciones que se incluyan en sus planes.

En su caso, el autorizado queda obligado a ejecutar a su costa cuantas modificaciones se le impusieran por razón de dichas obras estatales, e incluso a reponer la situación a su estado anterior, a su cargo y sin derecho a indemnización, quedando en dicho momento sin efecto la autorización.

D. La autorización que en su caso se pudiera conceder está sujeta a un canon anual de utilización del Dominio Público Hidráulico, según lo dispuesto en el artículo 112 del Texto Refundido de la Ley de Aguas (RDL 1/2001, de 20 de julio), que se deduce de la aplicación del tipo impositivo del 5 por cien fijado en el citado artículo, que se aplicará sobre el valor de la base imponible constituida por la ocupación de los metros cuadrados de terreno de Dominio Público Hidráulico, en su caso por el valor estimado de los terrenos que fije la Junta de Gobierno de la Confederación Hidrográfica del Júcar.

Esta base imponible se revisará anualmente en función de las variaciones del IPC correspondiente al año anterior. Oportuna y previamente se notificará la liquidación anual de dicho canon para su ingreso.

El devengo de la tasa se produce con el otorgamiento inicial de la autorización, y el mantenimiento anual de la misma, todo ello según lo dispuesto en el mencionado artículo, puesto que el hecho imponible es el disponer de la autorización para su ejecución.

E. El Reglamento de Dominio Público Hidráulico, en sus artículos 6 y siguientes, se establece:

Artículo 6

1. Se entiende por riberas las fajas laterales de los cauces públicos situadas por encima del nivel de aguas bajas y por márgenes los terrenos que lindan con los cauces. .
2. La protección del dominio público hidráulico tiene como objetivos fundamentales los enumerados en el artículo 92 del Texto Refundido de la Ley de Aguas. Sin perjuicio de las técnicas específicas dedicadas al cumplimiento de dichos objetivos, las márgenes de los terrenos que lindan con dichos cauces están sujetas, en toda su extensión longitudinal:
 - a) A una zona de servidumbre de cinco metros de anchura para uso público que se regula en este Reglamento.

- b) A una zona de policía de cien metros de anchura en la que se condicionará el uso del suelo y las actividades que en él se desarrollen.
3. La regulación de dichas zonas tiene por finalidad la consecución de los objetivos de preservar el estado del dominio público hidráulico, prevenir el deterioro de los ecosistemas acuáticos, contribuyendo a su mejora, y proteger el régimen de las corrientes en avenidas, favoreciendo la función de los terrenos colindantes con los cauces en la laminación de caudales y carga sólida transportada.
 4. En las zonas próximas a la desembocadura en el mar, en el entorno inmediato de los embalses o cuando las condiciones topográficas o hidrográficas de los cauces y márgenes lo hagan necesario para la seguridad de personas y bienes, podrá modificarse la anchura de ambas zonas en la forma que se determina en este Reglamento.

Artículo 7

1. La zona de servidumbre para uso público definida en el artículo anterior tendrá los fines siguientes:
 - a) Protección del ecosistema fluvial y del dominio público hidráulico.
 - b) Paso público peatonal y para el desarrollo de los servicios de vigilancia, conservación y, salvamento, salvo que por razones ambientales o de seguridad el organismo de cuenca considere conveniente su limitación.
 - c) Varado y amarre de embarcaciones de forma ocasional y en caso de necesidad.
2. Los propietarios de estas zonas de servidumbre podrán libremente sembrar y plantar especies no arbóreas, siempre que no deterioren el ecosistema fluvial o impidan el paso señalado en el apartado anterior.

Las talas o plantaciones de especies arbóreas requerirán autorización del organismo de cuenca.
3. Con carácter general, no se podrá realizar ningún tipo de construcción en esta zona, salvo que resulte conveniente o necesaria para el uso del dominio público hidráulico, o para su conservación o restauración. Solo podrán autorizarse edificaciones en zona de servidumbre en casos muy justificados.

Las edificaciones que se autoricen se ejecutarán en las condiciones menos desfavorables para la propia servidumbre y con la mínima ocupación de la misma, tanto en su suelo como en su vuelo. Deberá garantizarse la efectividad de la servidumbre, procurando su continuidad o su ubicación alternativa y la comunicación entre las áreas de su trazado que queden limitadas o cercenadas por aquellas.

Artículo 8

Por razones topográficas, hidrográficas, o si lo exigieran las características de la concesión de un aprovechamiento hidráulico, podrá modificarse la zona de servidumbre. La modificación se hará por causas justificadas de exigencia del uso público, previa la tramitación de un expediente en el que se oirá al propietario del terreno y, en su caso, al titular de la, concesión,

determinándose da correspondiente indemnización de acuerdo con la legislación de expropiación forzosa, si procediera.

Artículo 9

1. En la zona de policía de 100 metros de anchura medidos horizontalmente a partir del cauce quedan sometidos a lo dispuesto en este Reglamento las siguientes actividades y usos del suelo:
 - a) Las alteraciones sustanciales del relieve natural del terreno.
 - b) Las extracciones de áridos.
 - c) Las construcciones de todo tipo tengan carácter definitivo o provisional.
 - d) Cualquier otro uso o actividad que suponga un obstáculo para la corriente en régimen de avenidas o que pueda ser causa de degradación o deterioro del estado de la masa de agua, del ecosistema acuático y, en general, del dominio público hidráulico.

2. Sin perjuicio de la modificación de los límites de la zona de policía, cuando concurra alguna de las causas señaladas en el artículo 6.2 TRLA, la zona de policía podrá ampliarse, ello fuese necesario, para incluir la zona o zonas donde se concentra preferentemente el flujo, al objeto específico de proteger el régimen de corrientes en avenidas, y reducir el riesgo de producción de daños en personas y bienes. En estas zonas o vías de flujo preferente sólo podrán ser autorizadas por el organismo de cuenca aquellas actividades no vulnerables frente a las avenidas y que no supongan una reducción significativa de la capacidad de desagüe de dicha vía.

La zona de flujo preferente es aquella zona constituida por la unión de la zona o zonas donde se concentra preferentemente el flujo durante las avenidas, o vía de intenso desagüe, y de la zona donde, para la avenida de 100 años de periodo de retorno, se puedan producir graves daños sobre las personas y los bienes, quedando delimitado su límite exterior mediante la envolvente de ambas zonas.

A los efectos de la aplicación de la definición anterior, se considerará que pueden producirse graves daños sobre las personas y los bienes cuando las condiciones hidráulicas durante la avenida satisfagan uno o más de los siguientes criterios:

- a) Que el calado sea superior a 1 metro.
- b) Que la velocidad sea superior a 1 m/s.
- c) Que el producto de ambas variables sea superior a 0,5 m²/s.

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

En la delimitación de la zona de flujo preferente se empleará toda la información de índole histórica o geomorfológica existente, a fin de garantizar la adecuada coherencia de los resultados con las evidencias físicas disponibles sobre el comportamiento hidráulico del río.

3. La modificación de los límites de la zona de policía, cuando concurra alguna de las causas señaladas en apartado 2 del presente artículo, sólo podrá ser promovida por la Administración General del Estado, Autonómica o Local.

La competencia para acordar la modificación corresponderá al Organismo de cuenca, debiendo instruir al efecto el oportuno expediente en el que deberá practicarse el trámite de información pública, y el (e audiencia a los Ayuntamientos y Comunidades Autónomas en cuyo territorio se encuentren los terrenos gravados y a los propietarios afectados. La Resolución deberá ser motivada y publicada, al menos, en el «Boletín Oficial» de las provincias afectadas.

4. La ejecución de cualquier obra o trabajo en la zona de policía de cauces precisará autorización administrativa previa del Organismo de cuenca, sin perjuicio de los supuestos especiales regulados en este Reglamento. Dicha autorización será independiente de cualquier otra que haya de ser otorgada por los distintos órganos de las administraciones públicas.

Artículo 72

1. La utilización o aprovechamiento por los particulares de los cauces o de los bienes situados en ellos requerirá la previa autorización administrativa.
 2. En el otorgamiento de autorizaciones para aprovechamientos de áridos, vegetación arbórea o arbustiva, establecimiento de puentes o pasarelas, embarcaderos e instalaciones para baños públicos, se considerará la posible incidencia ecológica desfavorable, debiendo exigirse las adecuadas garantías para la restitución del medio.

Artículo 78

1. Para realizar cualquier tipo de construcción en zona de policía de cauces, se exigirá la autorización previa al Organismo de cuenca, a menos que el correspondiente Plan de Ordenación Urbana, otras figuras de ordenamiento urbanístico, o planes de obras de la Administración, hubieran sido informados por el Organismo de cuenca y hubieran recogido las oportunas previsiones formuladas al efecto.

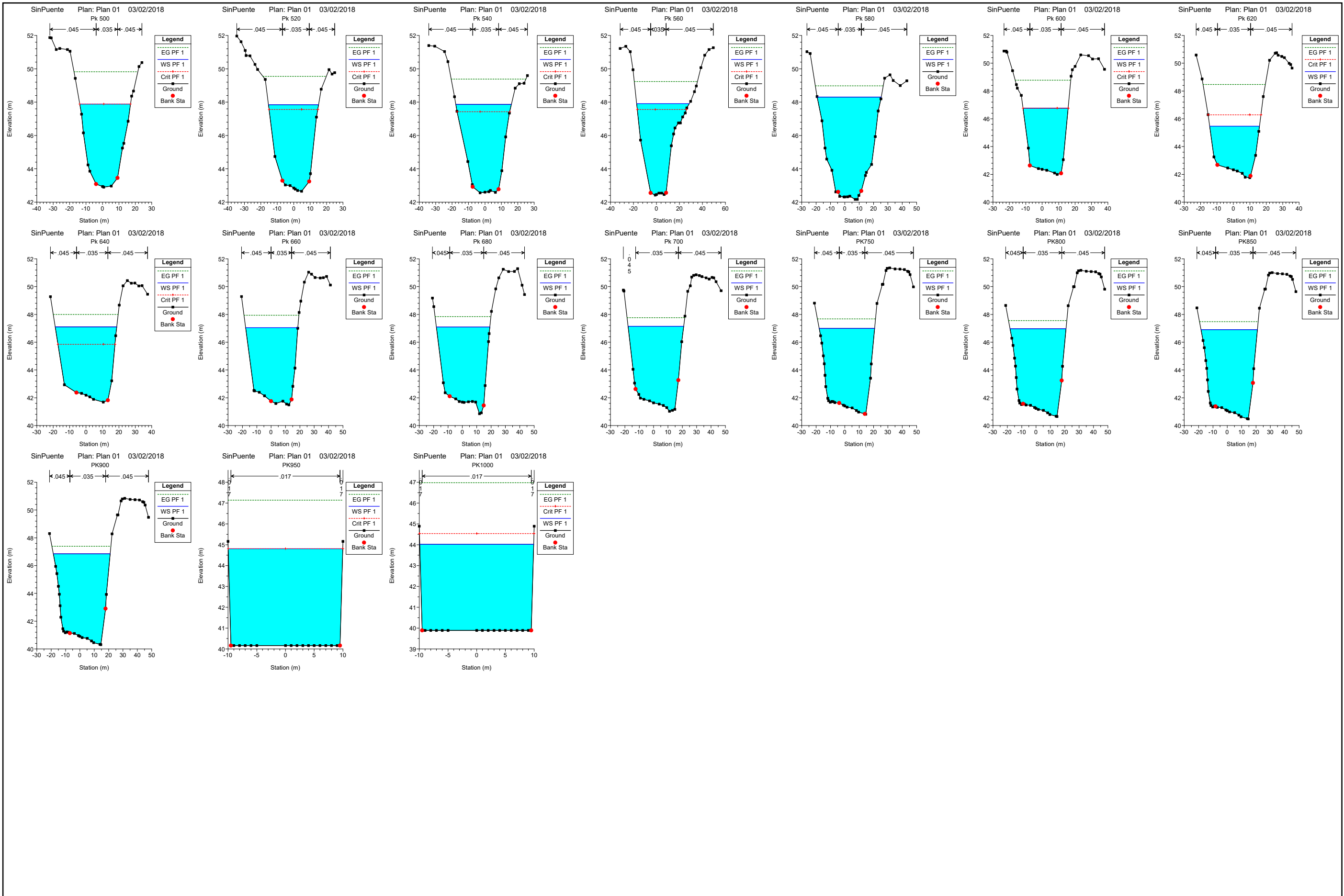
Anexo 2:

RESULTADOS PROGRAMA HEC-RAS

ESTADO ACTUAL SIN PUENTE, TABLA Y TRANSVERSALES

HEC-RAS Plan: Plan 01 River: Rio SEo Reach: Puentes UJI Profile: PF 1

Reach	River Sta	Profile	G 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
Puentes UJI	700	PF 1	600.00	47.96	53.83	52.87	54.67	0.002854	4.68	175.28	47.32	0.63
Puentes UJI	680	PF 1	600.00	47.85	53.93		54.57	0.001884	3.95	194.13	46.85	0.53
Puentes UJI	660	PF 1	600.00	48.00	53.90		54.53	0.001763	3.79	191.65	44.13	0.51
Puentes UJI	640	PF 1	600.00	47.85	53.89		54.48	0.001608	3.67	194.85	42.18	0.49
Puentes UJI	620	PF 1	600.00	47.23	53.94		54.42	0.001174	3.26	214.92	43.12	0.42
Puentes UJI	600	PF 1	600.00	46.98	53.77		54.38	0.001489	3.71	192.46	39.02	0.47
Puentes UJI	580	PF 1	600.00	46.85	53.56		54.33	0.001929	4.44	178.98	35.30	0.55
Puentes UJI	560	PF 1	600.00	46.54	52.80	52.08	54.21	0.004078	6.15	135.76	32.01	0.79
Puentes UJI	550		Bridge									
Puentes UJI	540	PF 1	600.00	46.54	52.08	52.08	54.08	0.006814	7.21	113.47	29.88	0.88
Puentes UJI	520	PF 1	600.00	46.59	50.58	51.49	53.76	0.016182	9.01	86.75	29.98	1.46
Puentes UJI	500	PF 1	600.00	46.22	51.89	51.20	53.07	0.003700	5.35	147.17	40.82	0.73
Puentes UJI	480	PF 1	600.00	46.05	51.85		52.98	0.003783	5.45	147.10	36.15	0.74
Puentes UJI	460	PF 1	600.00	46.25	51.48	51.13	52.87	0.004953	5.98	134.77	37.75	0.84
Puentes UJI	440	PF 1	600.00	46.21	51.10	50.96	52.73	0.006117	6.31	122.06	35.55	0.92
Puentes UJI	420	PF 1	600.00	45.90	51.50		52.44	0.003080	4.73	160.21	42.28	0.66
Puentes UJI	400	PF 1	600.00	45.77	51.67		52.29	0.001605	3.77	193.82	47.62	0.51
Puentes UJI	380	PF 1	600.00	45.44	51.65		52.25	0.001705	3.82	201.89	48.17	0.50
Puentes UJI	360	PF 1	600.00	44.73	51.55		52.21	0.001644	3.87	187.58	39.92	0.50
Puentes UJI	340	PF 1	600.00	44.35	50.78	49.69	52.10	0.003681	5.76	138.12	31.37	0.74
Puentes UJI	320	PF 1	600.00	44.46	49.69	49.69	51.90	0.007801	7.43	103.43	24.95	1.05
Puentes UJI	300	PF 1	600.00	44.40	48.98	49.45	51.68	0.009779	7.47	88.95	24.22	1.15
Puentes UJI	280	PF 1	600.00	44.08	47.75	48.80	51.34	0.018621	8.62	76.38	26.75	1.52
Puentes UJI	260	PF 1	600.00	43.54	47.36	48.44	50.97	0.018048	8.76	77.79	27.98	1.50
Puentes UJI	240	PF 1	600.00	43.24	49.00	48.19	50.19	0.003854	5.58	147.25	39.72	0.75
Puentes UJI	220	PF 1	600.00	43.08	48.55	48.18	50.07	0.004942	6.14	131.25	38.79	0.85
Puentes UJI	210	PF 1	600.00	42.94	48.68	47.94	49.94	0.004106	5.79	140.71	35.43	0.78
Puentes UJI	200	PF 1	600.00	42.90	47.89	47.89	49.82	0.007138	6.90	111.55	30.91	1.00
Puentes UJI	180	PF 1	600.00	42.65	47.84	47.57	49.54	0.005637	6.20	116.71	30.52	0.89
Puentes UJI	160	PF 1	600.00	42.56	47.86	47.42	49.38	0.004794	5.94	126.37	33.84	0.83
Puentes UJI	140	PF 1	600.00	42.42	47.91	47.56	49.23	0.004399	5.84	143.97	45.83	0.80
Puentes UJI	120	PF 1	600.00	42.16	48.31		48.98	0.001997	4.19	191.10	44.64	0.55
Puentes UJI	100	PF 1	600.00	42.00	48.76	46.76	48.78	0.007065	6.51	103.74	27.49	0.98
Puentes UJI	80	PF 1	600.00	41.76	45.47	46.29	48.47	0.017001	8.08	84.18	30.32	1.44
Puentes UJI	60	PF 1	600.00	41.88	47.10	45.85	48.00	0.003001	4.63	158.45	37.47	0.66
Puentes UJI	40	PF 1	600.00	41.49	47.05		47.94	0.003025	4.83	159.98	36.29	0.66
Puentes UJI	20	PF 1	600.00	40.85	47.10		47.84	0.002109	4.04	171.39	37.25	0.55
Puentes UJI	0	PF 1	600.00	41.02	47.15		47.77	0.001661	3.55	181.64	38.74	0.45
Puentes UJI	-50	PF 1	600.00	40.84	46.99		47.67	0.002007	4.12	183.94	38.60	0.58
Puentes UJI	-100	PF 1	600.00	40.65	46.97		47.55	0.001548	3.52	189.74	39.01	0.47
Puentes UJI	-150	PF 1	600.00	40.48	46.91		47.47	0.001475	3.49	194.00	39.30	0.46
Puentes UJI	-200	PF 1	600.00	40.31	46.85		47.39	0.001417	3.46	198.39	39.60	0.45
Puentes UJI	-250	PF 1	600.00	40.16	44.81	44.81	47.14	0.001712	6.78	90.41	19.93	1.00
Puentes UJI	-300	PF 1	600.00	39.89	44.02	44.54	46.98	0.002536	7.62	80.17	19.83	1.20



Anexo 3:

RESULTADOS PROGRAMA HEC-RAS

ESTADO PROYECTADO CON PUENTE, TABLA Y TRANSVERSALES

HEC-RAS Plan: Plan 01 River: Rio SEo Reach: Puentes UJI Profile: PF 1

Reach	River Sta	Profile	G 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
Puentes UJI	700	PF 1	600.00	47.96	53.83	52.87	54.67	0.002854	4.68	175.28	47.32	0.63
Puentes UJI	680	PF 1	600.00	47.85	53.93		54.57	0.001884	3.95	194.13	46.85	0.53
Puentes UJI	660	PF 1	600.00	48.00	53.90		54.53	0.001763	3.79	191.65	44.13	0.51
Puentes UJI	640	PF 1	600.00	47.85	53.89		54.48	0.001808	3.67	194.85	42.18	0.49
Puentes UJI	620	PF 1	600.00	47.23	53.94		54.42	0.001174	3.26	214.92	43.12	0.42
Puentes UJI	600	PF 1	600.00	46.98	53.77		54.38	0.001489	3.71	192.46	39.02	0.47
Puentes UJI	580	PF 1	600.00	46.85	53.56		54.33	0.001929	4.44	178.98	35.30	0.55
Puentes UJI	560	PF 1	600.00	46.54	52.80	52.08	54.21	0.004078	6.15	135.76	32.01	0.79
Puentes UJI	550		Bridge									
Puentes UJI	540	PF 1	600.00	46.54	52.08	52.08	54.08	0.006814	7.21	113.47	29.88	0.98
Puentes UJI	520	PF 1	600.00	46.59	50.58	51.49	53.76	0.016182	9.01	86.75	29.98	1.46
Puentes UJI	500	PF 1	600.00	46.22	51.89	51.20	53.07	0.003700	5.35	147.17	40.82	0.73
Puentes UJI	480	PF 1	600.00	46.05	51.85		52.98	0.003783	5.45	147.10	36.15	0.74
Puentes UJI	460	PF 1	600.00	46.25	51.48	51.13	52.87	0.004953	5.98	134.77	37.75	0.84
Puentes UJI	440	PF 1	600.00	46.21	51.10	50.96	52.73	0.006117	6.31	122.06	35.55	0.92
Puentes UJI	420	PF 1	600.00	45.90	51.50		52.44	0.003080	4.73	160.21	42.28	0.66
Puentes UJI	400	PF 1	600.00	45.77	51.67		52.29	0.001605	3.77	193.82	47.62	0.51
Puentes UJI	380	PF 1	600.00	45.44	51.65		52.25	0.001705	3.82	201.89	48.17	0.50
Puentes UJI	360	PF 1	600.00	44.73	51.55		52.21	0.001644	3.87	187.58	39.92	0.50
Puentes UJI	340	PF 1	600.00	44.35	50.78	49.69	52.10	0.003681	5.76	138.12	31.37	0.74
Puentes UJI	320	PF 1	600.00	44.46	49.69	49.69	51.90	0.007801	7.43	103.43	24.95	1.05
Puentes UJI	300	PF 1	600.00	44.40	48.98	49.45	51.68	0.009779	7.47	88.95	24.22	1.15
Puentes UJI	280	PF 1	600.00	44.08	47.75	48.80	51.34	0.018621	8.62	76.38	26.75	1.52
Puentes UJI	260	PF 1	600.00	43.54	47.36	48.44	50.97	0.018048	8.76	77.79	27.98	1.50
Puentes UJI	240	PF 1	600.00	43.24	48.93	48.19	50.16	0.004072	5.88	144.26	39.46	0.77
Puentes UJI	220	PF 1	600.00	43.08	48.43	48.18	50.04	0.005326	6.29	128.99	37.15	0.88
Puentes UJI	210		Bridge									
Puentes UJI	200	PF 1	600.00	42.90	47.89	47.89	49.82	0.007138	6.90	111.55	30.91	1.00
Puentes UJI	180	PF 1	600.00	42.65	47.84	47.57	49.54	0.005637	6.20	116.71	30.52	0.89
Puentes UJI	160	PF 1	600.00	42.56	47.86	47.42	49.38	0.004794	5.94	126.37	33.84	0.83
Puentes UJI	140	PF 1	600.00	42.42	47.91	47.56	49.23	0.004399	5.84	143.97	45.83	0.80
Puentes UJI	120	PF 1	600.00	42.16	48.31		48.98	0.001997	4.19	191.10	44.64	0.55
Puentes UJI	100	PF 1	600.00	42.00	48.76	46.76	48.78	0.007065	6.51	103.74	27.49	0.98
Puentes UJI	80	PF 1	600.00	41.78	45.47	46.29	48.47	0.017001	8.08	84.18	30.32	1.44
Puentes UJI	60	PF 1	600.00	41.88	47.10	45.85	48.00	0.003001	4.83	158.45	37.47	0.66
Puentes UJI	40	PF 1	600.00	41.49	47.05		47.94	0.003025	4.83	159.98	36.29	0.66
Puentes UJI	20	PF 1	600.00	40.85	47.10		47.84	0.002109	4.04	171.39	37.25	0.55
Puentes UJI	0	PF 1	600.00	41.02	47.15		47.77	0.001661	3.55	181.64	38.74	0.48
Puentes UJI	-50	PF 1	600.00	40.84	46.99		47.67	0.002007	4.12	183.94	38.60	0.55
Puentes UJI	-100	PF 1	600.00	40.65	46.97		47.55	0.001548	3.52	189.74	39.01	0.47
Puentes UJI	-150	PF 1	600.00	40.48	46.91		47.47	0.001475	3.49	194.00	39.30	0.46
Puentes UJI	-200	PF 1	600.00	40.31	46.85		47.39	0.001417	3.46	198.39	39.60	0.45
Puentes UJI	-250	PF 1	600.00	40.16	44.81	44.81	47.14	0.001712	6.78	90.41	19.93	1.00
Puentes UJI	-300	PF 1	600.00	39.89	44.02	44.54	46.98	0.002536	7.62	80.17	19.83	1.20

