

Anejo nº8

Estudio hidrológico e hidráulico

Proyecto básico de nuevos amarres en el puerto de Cullera (Valencia)

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	5
2. ESTUDIO HIDROLÓGICO	5
2.1. CARACTERÍSTICAS DE LA CUENCA HIDROGRÁFICA DEL JÚCAR	5
2.2. METODOLOGÍA HIDROLÓGICA	7
2.2.1. Caracterización del régimen de caudales	7
2.2.2. Nivel de la lámina de agua.....	11
3. ESTUDIO HIDRÁULICO	16
3.1. DATOS DE PARTIDA.....	16
3.1.1. Datos geométricos	16
3.1.2. Datos del flujo	18
3.2. RESULTADOS	18
4. RIESGO DE INUNDACIÓN.....	20
5. CONCLUSIONES	21

1. INTRODUCCIÓN

El objetivo de este anejo es determinar los caudales que circulan por el río en su curso por la zona de actuación y los niveles de agua asociados a estos, así como el riesgo y zonas de inundabilidad.

El estudio de las crecidas del río resulta determinante para el diseño de las infraestructuras portuarias, así como para garantizar una correcta funcionalidad y seguridad de las mismas, a la vez que permite determinar las zonas inundables.

En primer lugar, se realiza el estudio hidrológico para establecer los caudales máximos y nivel de agua asociado que permitan definir el régimen hidrológico del río.

A continuación, a partir de los datos del estudio anterior se analiza el comportamiento hidráulico del río frente a las nuevas infraestructuras portuarias.

En un tercer apartado se estudia el riesgo de inundación y las zonas del puerto de Cullera que se puedan ver afectadas.

Por último, se resumen las conclusiones extraídas de los diferentes estudios.

2. ESTUDIO HIDROLÓGICO

Con el estudio hidrológico se pretende conocer los caudales máximos anuales que pueden circular por el río Júcar correspondientes a distintos periodos de retorno y niveles de la lámina de agua, valores necesarios para poder realizar el estudio del comportamiento hidráulico del mismo.

Para ello, se aplican una serie de métodos de cálculo en función de las características de la cuenca y condiciones meteorológicas que actúan sobre ella.

2.1. CARACTERÍSTICAS DE LA CUENCA HIDROGRÁFICA DEL JÚCAR

La superficie total del territorio de la Demarcación Hidrográfica del Júcar es de 42.735 km², de los que 10.813,30 pertenecen a la provincia de Valencia.



Figura 8.1. Ámbito territorial de la Demarcación Hidrográfica del Júcar (Fuente: Confederación Hidrográfica del Júcar, O.A., 2019)

Teniendo en cuenta su comportamiento hidrodinámico, las agrupaciones litológicas presentes en el tramo final del curso fluvial son arenas y gravas con contenido en arcillas y alternancia de calizas, areniscas, arcilla, margas y calizas margosas.

En el primer grupo la presencia de altos contenidos en arcilla hace que disminuya la transmisividad, mientras que el segundo se caracteriza por una secuencia de capas delgadas de materiales sedimentarios con porosidad secundaria.

En general, los materiales de la superficie del ámbito territorial de la cuenca son muy permeables, lo que favorece la infiltración de las aguas superficiales de precipitación hacia estratos subterráneos.



Figura 8.2. Mapa de litología y permeabilidades (Fuente: Memoria Identificación y caracterización de la interrelación que se presenta entre aguas subterráneas, cursos fluviales, descarga por manantiales, zonas húmedas y otros ecosistemas naturales de especial interés hídrico. 081.142 Plana de Valencia Sur)

Esta permeabilidad del suelo afecta al régimen hidrográfico pues un sustrato permeable como el calizo, absorbe y retiene una cantidad importante de agua, lo que repercute en el desfase temporal existente entre el momento de la lluvia y el crecimiento del caudal.

El río Júcar junto con los ríos Turia y Mijares proporcionan aproximadamente un tercio de la escurriencia superficial circulante media de todo el ámbito territorial de la cuenca hidrográfica. Son ríos mediterráneos típicos que muestran una moderada longitud y un caudal reducido.

El régimen pluvial mediterráneo de caudales registra un máximo principal en otoño y otro secundario a finales del invierno o principios de la primavera, asociados al periodo de lluvias.

La pluviosidad media anual es de unos 660 mm, siendo característico en la zona mediterránea el fenómeno de "gota fría", precipitación de gran intensidad y corta duración, que produce las crecidas del río caracterizando su régimen pluvial.

Son numerosas las infraestructuras hidráulicas existentes en el Ámbito territorial de la Demarcación Hidrográfica del Júcar, destacando 27 embalses, siendo Tous uno de los más importantes en el río Júcar; 708 azudes en explotación, como el Azud de la Marquesa cercano a la desembocadura del Júcar; y un total de 95 canales y conducciones, en la zona de estudio se puede resaltar la Acequia Real del Júcar que distribuye el agua para el riego en el tramo final del mismo río que le da nombre.

2.2. METODOLOGÍA HIDROLÓGICA

La modelización hidrológica de la cuenca permite la obtención, para diferentes periodos de retorno, del caudal máximo anual generado por una tormenta teórica. A partir de esos caudales máximos se obtienen los caudales máximos de avenida, que provocan el desbordamiento del cauce y la ocupación de las llanuras de inundación.

Debido a la complejidad de la cuenca hidrográfica del Júcar por su tamaño, los afluentes y numerosos elementos de regulación y derivación, además de la falta de datos y el alcance del presente documento se aborda el siguiente estudio mediante el análisis de los siguientes documentos:

- “Proyecto de Ampliación del Puerto de Cullera” realizado por la UTE ARIN - Iberport Consulting en 2008.
- “Memoria técnica del Mapa de caudales máximos” realizada por CEDEX en 2011.
- “Estudio y dimensionamiento de actuaciones estructurales de defensa y zonificación de la llanura de inundación del río Júcar” publicado por el CEDEX en 2006.
- “Caracterización hidrodinámica y ambiental del río Júcar en su tramo desde el Azud de la Marquesa hasta su desembocadura” realizado por Tecnomia, Grupo TYPESA en 2009.

De estos documentos se extraen las conclusiones necesarias para el desarrollo de este anejo.

2.2.1. Caracterización del régimen de caudales

Como consecuencia de la falta de datos la caracterización del régimen de caudales se ha realizado mediante la recopilación de los resultados obtenidos de los trabajos del CEDEX.

Los estudios consultados se centran en la determinación de los caudales máximos de avenida, como resultado de la caracterización estadística de dicho fenómeno mediante una ley de frecuencia. Esta ley relaciona la magnitud del caudal punta de avenida con su frecuencia de ocurrencia representada por el periodo de retorno.

La metodología seguida en los mismos parte de la selección de series de datos que aportan suficiente información sobre los caudales máximos y a los que aplican diferentes técnicas estadísticas para verificar la calidad de la información.

A continuación, se detallan varios de los puntos de dicho estudio, en concreto para la zona de actuación del presente proyecto.

Selección de series de datos

- **Estaciones de aforo de la Red Oficial de Estaciones de Aforos (ROEA)**

Las estaciones que se emplean en dicho estudio tienen un registro con longitud mínima de entre 15 y 20 datos anuales de caudal máximo medio diario o de caudal instantáneo.

En el tramo final del río Júcar se encuentran tres de estas estaciones cuyas ubicación y características se muestran en las siguientes figura y tabla.



Figura 8.3. Localización de las Estaciones de Aforo cercanas a Cullera (Fuente: GeoPortal MAPAMA, 2019)

Código estación	Nombre de la estación	Estado	Serie de datos		
			Nº de meses disponibles	Amplitud de la serie	Índice de representatividad
08049	Cullera	Inactiva	355	1912 - 1996	0,35
08153	Azud de la Marquesa	Inactiva	33	2012 - 2014	-
08154	Azud de la Marquesa (canal)	Inactiva	24	2013 - 2014	-

Tabla 8.1. Características de las Estaciones de Aforo cercanas a Cullera (Fuente: Anuario de Aforos del Centro de Estudios Hidrográficos, CEDEX)

Como resulta evidente ninguna de estas estaciones se considera en los trabajos de referencia por falta de datos que proporcionen una serie representativa.

- **Información histórica de las mayores avenidas ocurridas en la zona**

Este tipo de información aporta más precisión en la estimación de los cuantiles de caudal máximo con más alto periodo de retorno, pues estos tienen menos probabilidad de ocurrencia y no estarán suficientemente representados en registros de pequeña longitud como son las estaciones de aforo.

Para el caso que se trata las fuentes consultadas en el estudio son:

- "Estudio de las inundaciones del Júcar de 1864", José Gómez Ortega et al., Confederación Hidrográfica del Júcar, 1988.
- "Estudio en modelo matemático de las inundaciones de octubre de 1982 en la plana del Júcar", CEDEX, 1988.
- "Estudio hidrológico e hidráulico de la crecida de noviembre de 1987 en la ribera del Júcar", CEDEX, 1988.

- "Nuevos datos sobre la crecida del Júcar de octubre de 1982", M. Arenillas Parra et al., Revista de Obras Públicas, Julio-Agosto 1993, Pág. 65-74.
- "Avenidas motivadas por las lluvias extraordinarias de los días 13 y 14 de octubre de 1957", Manuel Cánovas García, Revista de Obras Públicas, febrero 1958, Pág. 59-68.
- "Las inundaciones de la Ribera", Francisco Fogués, anales del Centro de Cultura Valenciana, Pág. 232-250.

En la figura 8.4 y tabla 8.2 se muestran los datos empleados en el estudio para la zona de Cullera.



Figura 8.4. Localización de las avenidas históricas consideradas en las proximidades del municipio de Cullera (Fuente: Memoria técnica del Mapa de caudales máximos)

DEMARCACIÓN	Localización	Fecha de la avenida	Caudal (m ³ /s)	T (años)
JÚCAR	Río Júcar (Huerto Mulet)	1864	13000	727
		1982	8500	261
		1805	8400	159
		1814	6400	114
		1779	6200	89
		1987	5200	69
		1923	4800	42

Tabla 8.2. Datos históricos avenidas en Huerto Mulet (Fuente: Memoria técnica del Mapa de caudales máximos)

• Sistema Autonómico de Información Hidrológica (SAIH)

En la zona de estudio, debido al escaso número de estaciones con caudales máximos instantáneos, y la dificultad de transformar los caudales medios diarios en instantáneos para un régimen extremo, es necesario el empleo de datos adicionales como los proporcionados por SAIH.

Puntos de red no aforados

Por otra parte, en dicho estudio se estiman los cuantiles de los puntos de la red no aforados. Para el tramo final del río Júcar se emplean modelos estadísticos regionales pues el área de la cuenca es muy grande y el uso de los modelos hidrometeorológicos no es adecuado.

Resultados

Del trabajo realizado para la elaboración de la memoria de referencia se obtiene una serie de mapas que proporcionan una estimación de los caudales máximos correspondientes a distintos periodos de retorno en régimen natural en cualquier punto de la red fluvial.

Para determinar el valor de caudal máximo para la zona de actuación se ha consultado dicho mapa de caudales máximos realizado por el CEDEX mediante la aplicación informática que dispone la empresa ServiGIS en su página web.

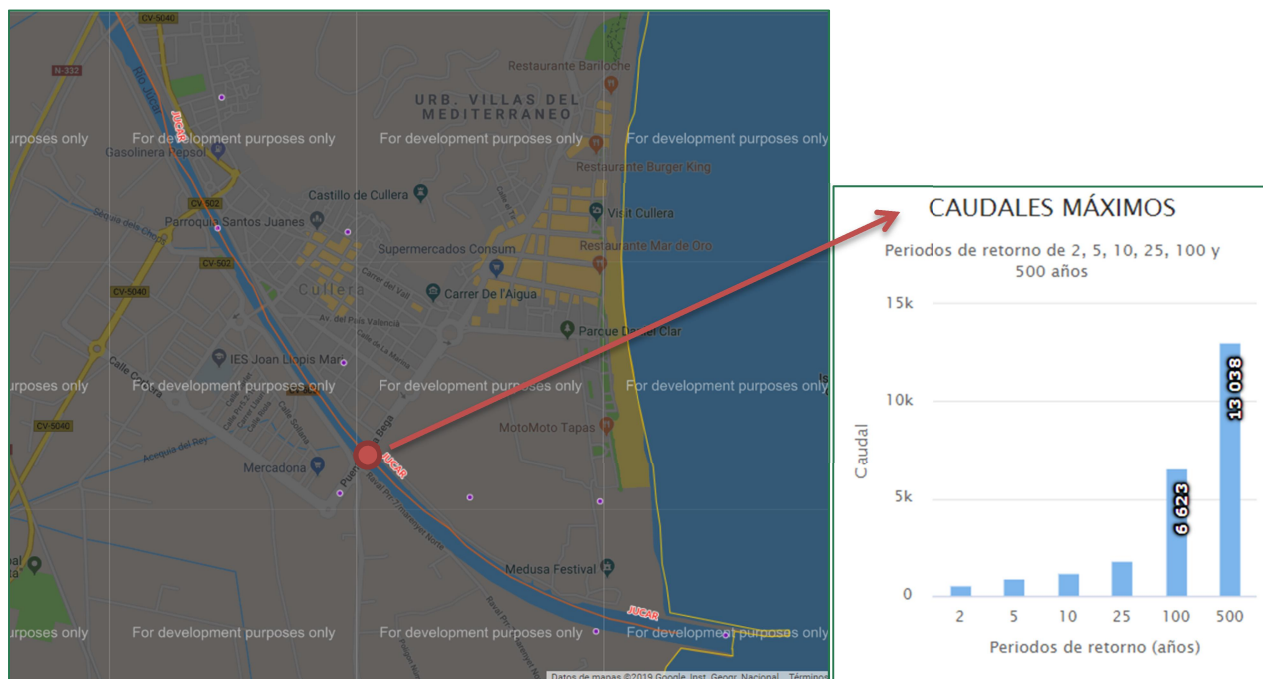


Figura 8.5. Mapa de caudales máximos en la zona de actuación (Fuente: ServiGIS, 2019)

En la tabla 8.3 se indican los valores de caudal máximo que proporciona la aplicación.

Periodo de retorno, T (años)	$Q_{\text{máx}}$ (m³/s)
500	13.038
100	6.623
50	1.795
10	1210
5	914
2	533

Tabla 8.3. Caudales máximos para periodos de retorno entre 2 y 500 años en la zona de actuación

En el *Anejo Nº 4. Criterios de diseño*, se ha establecido a efectos de cálculos un periodo de retorno de 112 años, a pesar de ello, el caudal máximo que se emplea en el estudio hidráulico no es el correspondiente a este periodo. Ello se debe a que los resultados del estudio hidráulico de referencia que se detalla a continuación, parten de un caudal máximo de 400 m³/s.

Según los valores obtenidos del mapa, un caudal de 400 m³/s sería similar al caudal máximo anual. Esta cifra se toma como válida pues está del lado de seguridad ya que se asocia a un régimen de caudales de avenida.

Otro resultado que se puede extraer del trabajo realizado por el CEDEX es el caudal correspondiente a la máxima crecida ordinaria, el que provoca el desbordamiento del cauce.

Según lo recogido en dicho trabajo, a partir de la siguiente expresión se obtiene el periodo de retorno correspondiente al caudal de la máxima crecida:

$$T_{MCO} = 5 \cdot C_V$$

siendo,

T_{MCO} , periodo de retorno de la máxima crecida ordinaria.

C_V , coeficiente de variación de la serie temporal de caudales máximos anuales. El Puerto de Cullera se sitúa en la región 82 del estudio, a la que se le asigna un coeficiente de 1,21 y por tanto, un periodo de retorno igual a 6 años.

La aplicación informática del mapa de caudales permite interpolar el valor de caudal máximo para periodos de retorno comprendidos entre 2 y 500 años. Para la serie de caudales máximos en el punto anteriormente indicado y un periodo de retorno igual a 6 años, se obtiene un caudal máximo de 949 m³/s, asociado a la máxima crecida ordinaria.

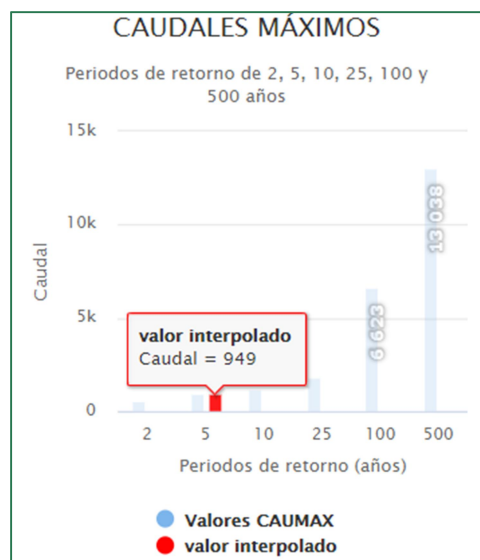


Figura 8.6. Interpolación del caudal máximo de la crecida ordinaria (Fuente: ServiGis, 2019)

2.2.2. Nivel de la lámina de agua

Debido a que no se disponen de datos de los niveles asociados al régimen de caudales se determinan a partir de los resultados de los siguientes estudios:

- "Proyecto de Ampliación del Puerto de Cullera" donde se incluyen los datos del estudio de "Análisis de los niveles de crecida del río Xúquer en su desembocadura", realizado por el Departamento de Ingeniería Hidráulica y del Medio Ambiente de la Universidad Politécnica de Valencia en 1993.

- "Caracterización hidrodinámica y ambiental del río Júcar en su tramo desde el Azud de la Marquesa hasta su desembocadura", realizado por Tecnomia del Grupo TYPESA en 2009.

En el Proyecto de Ampliación se incluyen los niveles de la lámina de agua correspondientes al régimen de caudales de avenida para distintos periodos de retorno. En la tabla 8.4 se muestran los niveles que contiene dicho proyecto, según el tramo del río en el que se el punto de medida.

T (años)	Punto A	Punto B	Punto C
100	1,38 m	1,53 m	2,07 m
50	1,38 m	1,53 m	2,07 m
25	1,38 m	1,53 m	2,07 m
10	1,38 m	1,53 m	2,06 m
5	1,20 m	1,31 m	1,75 m

Tabla 8.4. Niveles de agua para el régimen de caudales de crecida del río Júcar (Fuente: Proyecto de Ampliación del Puerto de Cullera)

La ubicación de los puntos de control que se toman en dicho proyecto es la siguiente:

- Punto A: entre la desembocadura y 1.600 m aguas adentro de ésta.
- Punto B: puente de piedra situado aguas arriba del Club Náutico.
- Punto C: puente de ferrocarril Silla – Gandía.

En la siguiente figura se representa la localización de cada uno de los puntos.



Figura 8.7. Localización de los puntos de control

Se puede observar que el valor tiene una tendencia hacia una cota fija según el punto de control, ese valor indica el desbordamiento a partir del que el nivel no puede aumentar pues el agua sale del cauce.

Las nuevas instalaciones se proyectan aguas abajo del Puente de la Vega situado entre los puntos de control A y B, aproximadamente a la misma distancia de uno y otro. Se establece como nivel del agua la media entre los valores de cada punto, obteniendo la cifra de 1,46 m asociado a un caudal de 365 m³/s.

Aunque el nivel se corresponde con un caudal menor que el establecido como caudal máximo, se considera como válido pues está obtenido del régimen de avenidas y por tanto, aportará resultados del lado de la seguridad.

En cuanto a la propagación del oleaje dentro del cauce del río, que pueda provocar variaciones en el nivel de agua, para la zona que se estudia se concluye que no supone afección significativa.

En el estudio "*Caracterización hidrodinámica y ambiental del río Júcar en su tramo desde el Azud de la Marquesa hasta su desembocadura*", se comprueba que para el caso más crítico en la bocana, oleaje con dirección Este, el oleaje penetraría dentro del cauce unos 500 m con una disipación del 90% de la altura del oleaje de aguas profundas.

En la siguiente tabla y figura se muestran los resultados de dicho estudio.

Punto de control ubicado al frente de la desembocadura.

θ	T (s)	H _{so} (m), Aguas profundas	H _s (m), Punto de control *
NE	7.5	1.000	0.875
ENE	8.2	1.000	0.925
E	7.7	1.000	0.975
ESE	7.6	1.000	0.875

Tabla 8.5. Alturas de ola según dirección del oleaje

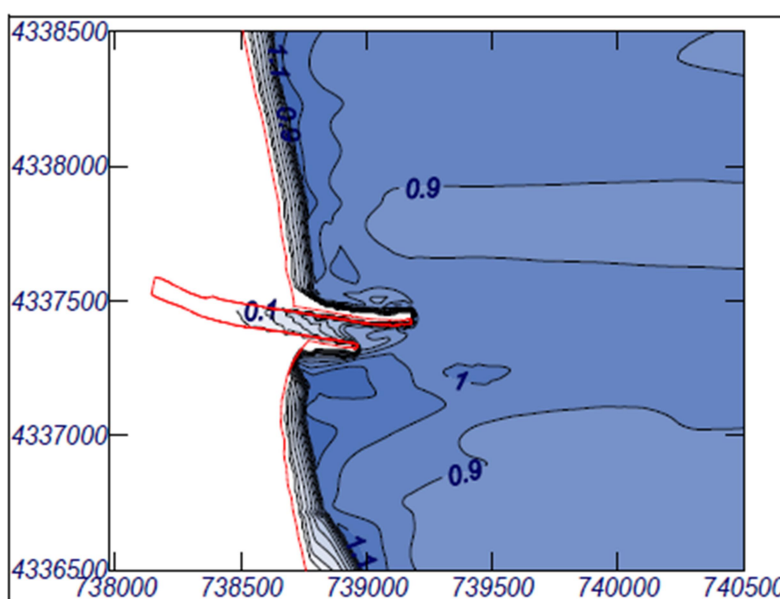


Figura 8.8. Penetración del oleaje con dirección Este dentro del cauce del río Júcar

Para establecer un rango de valores del nivel de la lámina de agua que suele darse en el río Júcar se emplean los resultados de la memoria *"Identificación y caracterización de la interrelación que se presenta entre aguas subterráneas, cursos fluviales, descargas por manantiales, zonas húmedas y otros ecosistemas naturales de especial interés hídrico"*, Masa de agua subterránea, 081.142 Plana de Valencia Sur, realizado por el Instituto Geológico y Minero de España; esta información de referencia se ha completado con el *"Informe de evolución de niveles piezométricos en la demarcación hidrográfica del Júcar"*, Año hidrológico 2016/2017, realizado por la Confederación Hidrográfica del Júcar en 2018.

Según dicha memoria la desembocadura del Júcar es considerada un humedal de aguas de transición con descarga natural hacia el mar y una lámina de agua permanente que se ve favorecida por el efecto regulador del nivel del mar.

En la misma se estudian los datos piezométricos e hidrométricos que sustentan el modelo conceptual asignado a la desembocadura, mediante un piezómetro de la red oficial de piezometría de la CHJ con código 08.26.018, situado a escasos metros al norte de la desembocadura.



Figura 8.9. Red representativa en la masa de agua subterránea Plana de Valencia Sur (Fuente: Informe de evolución de niveles piezométricos en la demarcación hidrográfica del Júcar)

En la siguiente figura se muestra la serie de alturas piezométricas obtenida que comprende el periodo desde 1972 a 2008.

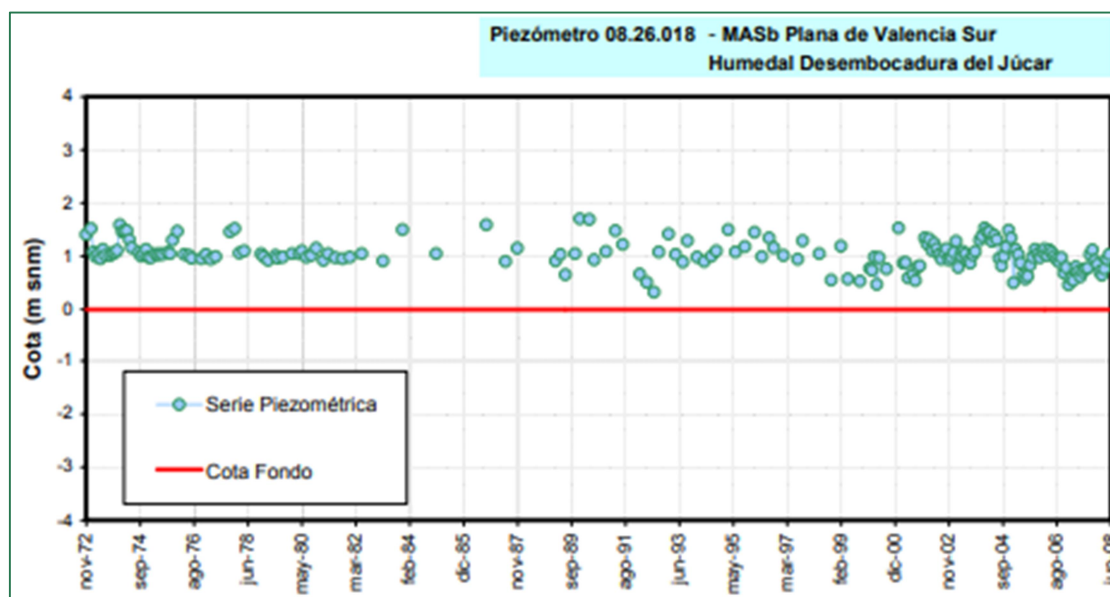


Figura 8.10. Niveles piezométricos de la serie 1972 a 2006 en la desembocadura del Júcar (Fuente: Identificación y caracterización de la interrelación que se presenta entre aguas subterráneas, cursos fluviales, descargas por manantiales, zonas húmedas y otros ecosistemas naturales de especial interés hídrico)

Se puede observar que la lámina de agua se sitúa por encima del nivel del mar y del fondo del cauce, fluctuando, de forma generalizada, entre valores cuya diferencia es inferior a 1 metro.

En el informe anteriormente citado se incluye la serie histórica de alturas piezométricas desde el mismo año de comienzo de medidas que la anterior hasta 2016.

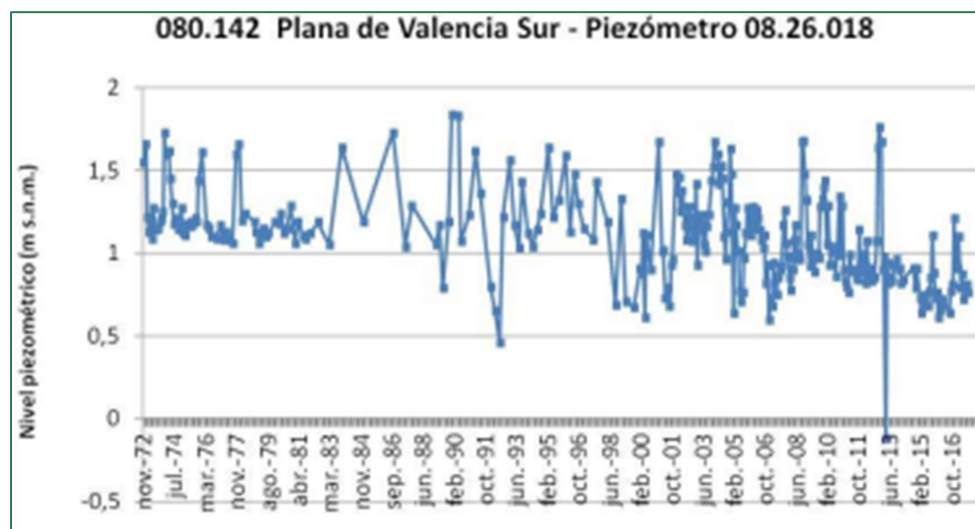


Figura 8.11. Niveles piezométricos para la serie histórica 1972 – 2016 en la desembocadura del Júcar (Fuente: Informe de evolución de niveles piezométricos en la demarcación hidrográfica del Júcar)

En el gráfico se aprecia que para los años posteriores a 2008 el comportamiento es similar.

Finalmente, tomando las consideraciones anteriores se asume que los niveles del cauce del río serán similares a estos resultados, y se establece como nivel mínimo de la lámina de agua 0,6 m.

Todos los niveles están referidos respecto al NMMA.

3. ESTUDIO HIDRÁULICO

Las nuevas instalaciones que se proyectan en el Puerto de Cullera se sitúan en el cauce del río, zona considerada de protección del espacio fluvial que se puede ver afectada por las mismas. Por ello, es necesario realizar un estudio y análisis de la influencia sobre el comportamiento del flujo que pueden tener las actuaciones en el cauce y márgenes del río.

Además, de dicho estudio se establecerán la variación de nivel y nivel máximo de las aguas en el tramo de cauce que discurre por la zona de actuación. Posteriormente, los datos obtenidos se emplearán en el diseño de las instalaciones de forma que sean funcionales.

La herramienta informática de referencia para elaborar este tipo de estudios es el software HEC-RAS, desarrollado por el *Hydrologic Engineering Center del US Army Corps of Engineers*. Se trata de un programa que proporciona un modelo hidráulico, en este caso de un río, teniendo en cuenta numerosos factores como la forma del cauce, su pendiente, presencia de vegetación, topografía, etc.

Dado que no se dispone de todos los datos necesarios para poder realizar una correcta modelización del flujo del río mediante HEC-RAS, se emplean los resultados del estudio realizado en el Proyecto de ampliación del puerto de Cullera.

3.1. DATOS DE PARTIDA

A continuación, se detallan los datos que se introducirían en el software HEC-RAS para la modelización del cauce.

3.1.1. Datos geométricos

En primer lugar, se define la geometría del cauce del tramo de estudio, en este caso es el comprendido entre el puente de la Vega y la desembocadura del río, para ello se debe disponer de las coordenadas UTM del tramo que permitan georeferenciarlo y obtener un perfil longitudinal.

A continuación, se divide el tramo en secciones transversales donde quede representado el cambio de forma del cauce.

A falta de suficientes datos geométricos se muestra el perfil longitudinal y secciones transversales del tramo final del río Júcar, entre el Puente de la Vega y la desembocadura, obtenido del "*Proyecto de ampliación del puerto de Cullera*".

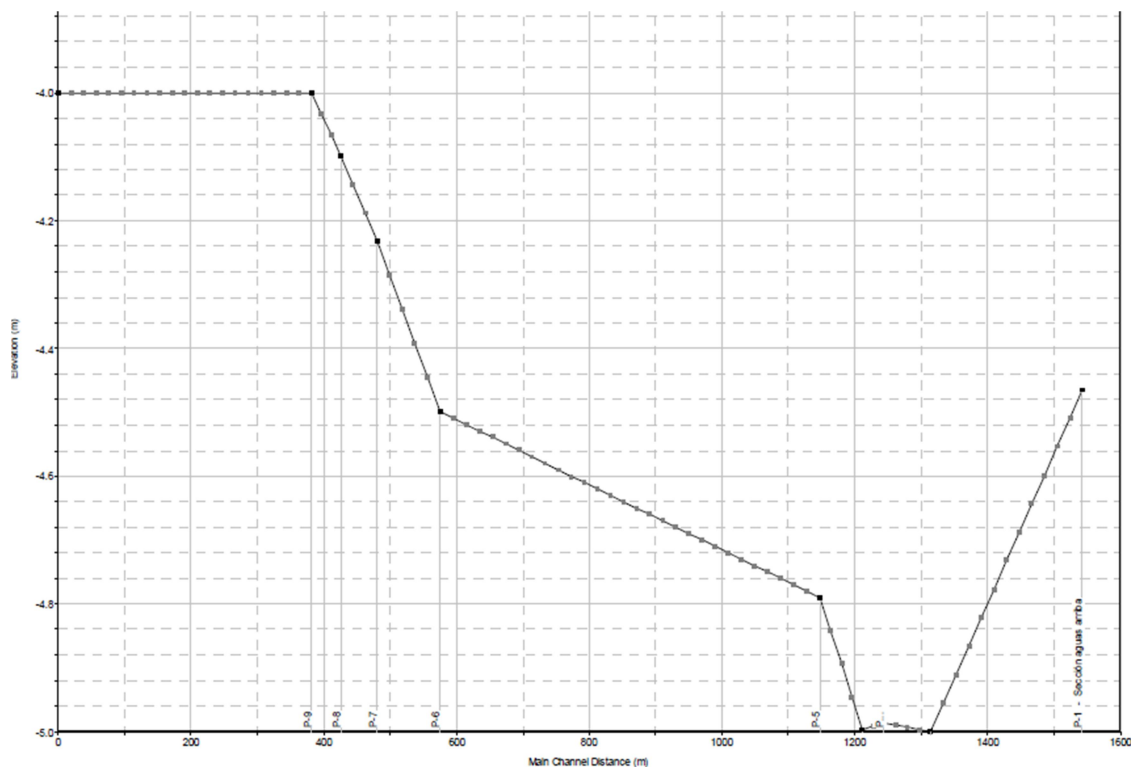


Figura 8.12. Perfil longitudinal del fondo del cauce del río Júcar en su desembocadura (Fuente: Proyecto de ampliación del puerto de Cullera)

Para el tramo de estudio y según la batimetría obtenida en el *Anejo nº 5. Topografía y Batimetría*, el fondo del cauce varía entre los 4,5 y 5,5 m de altura a lo largo de 1.600 m de longitud, generando pendientes suaves, inferiores al 1%.

Respecto a las secciones transversales se puede observar que por lo general, presentan formas similares en cuanto a la inclinación de las márgenes y las alturas alcanzadas por las mismas.

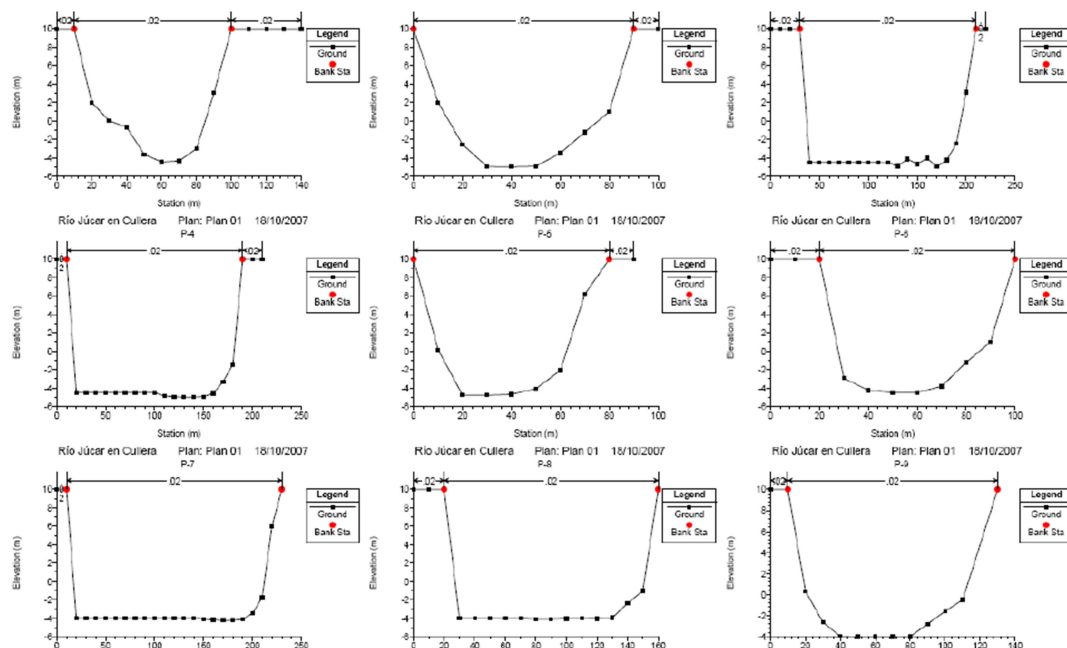


Figura 8.13. Secciones transversales del cauce en el tramo de la desembocadura (Fuente: Proyecto de ampliación del puerto de Cullera)

3.1.2. Datos del flujo

Se parte del siguiente supuesto, el río Júcar se considera un canal abierto natural que en su tramo final hacia la desembocadura en el mar presenta un flujo permanente gradualmente variado, que implica una distribución de presiones hidrostática y aceleraciones verticales despreciables.

Este flujo es calculado mediante la ecuación de conservación de la energía entre dos secciones. Suponiendo un tramo sin irregularidades ni singularidades especiales, se escogen como secciones de control las extremas del tramo.

Dado que la pendiente en el fondo del cauce es suave sin presentar cambios importantes tanto en la pendiente como en la sección, se realiza un análisis del tramo suponiendo un régimen subcrítico (régimen lento). La condición de contorno para este caso se da aguas abajo, por tanto es necesaria sólo una sección de control extrema del tramo, la de aguas abajo.

Para esta sección de contorno se introduce como dato conocido el nivel de agua especificado anteriormente.

El otro dato necesario para establecer la hipótesis de cálculo es el caudal máximo anual que circula por el cauce. El valor que se emplea es el estimado en el apartado anterior.

Finalmente, la hipótesis de cálculo es para un caudal máximo de 400 m³/s y un nivel de agua en la sección de contorno de 1,50 m sobre el NMMA, quedando del lado de la seguridad.

Atendiendo a la morfología del cauce y las recomendaciones del manual de HEC-RAS, se han tomado los siguientes coeficientes de Manning.

	Margen derecha	Cauce	Margen izquierda
Coef. de Manning	0,05	0,03	0,05

Tabla 8.6. Coeficientes de Manning

3.2. RESULTADOS

El programa HEC-RAS permite obtener resultados gráficos y numéricos sobre diferentes situaciones según una serie de parámetros. Los primeros aportan información en dos formas, a través de las secciones transversales introducidas y mediante la representación en 3D de la planta del cauce. Por otra parte, los resultados numéricos recogen, en forma de tabla, los datos más relevantes del comportamiento del agua para cada sección y periodo de retorno asociado.

Se plantean dos escenarios de estudio, el primero de ellos representa el cauce en su estado actual, y el segundo muestra el comportamiento del flujo de agua en el cauce tras realizar las pertinentes actuaciones.

Puesto que no se puede realizar el estudio por falta de datos, se considera que las actuaciones no suponen una alteración de importancia sobre el flujo basándose en la ocupación de las mismas sobre el cauce y la disposición lineal de las instalaciones a la circulación del mismo.

A continuación, con el fin de mostrar información visual de lo que se obtendría en la simulación, se muestra un ejemplo de los resultados proporcionados por HEC-RAS para el estudio realizado en el proyecto mencionado.

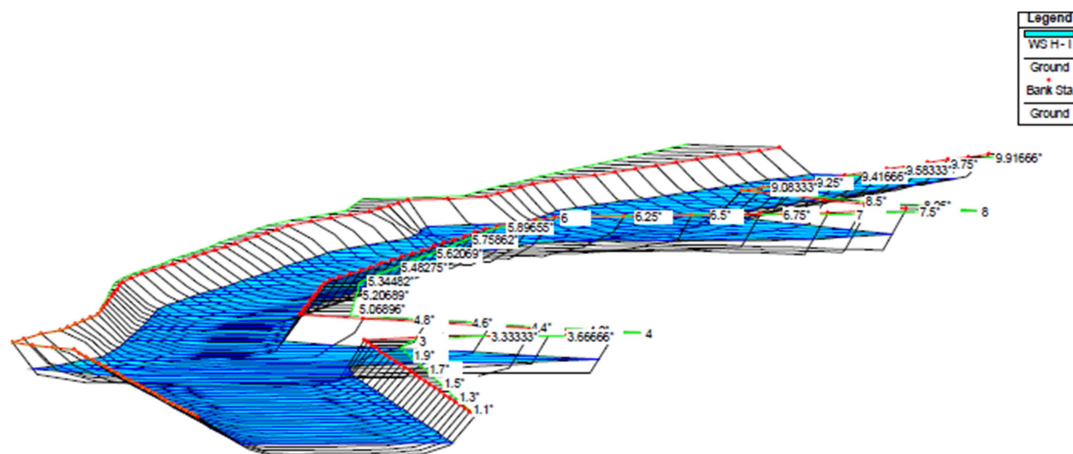


Figura 8.14. Resultados 3D situación posterior a la actuación (Fuente: Proyecto de ampliación del puerto de Cullera)

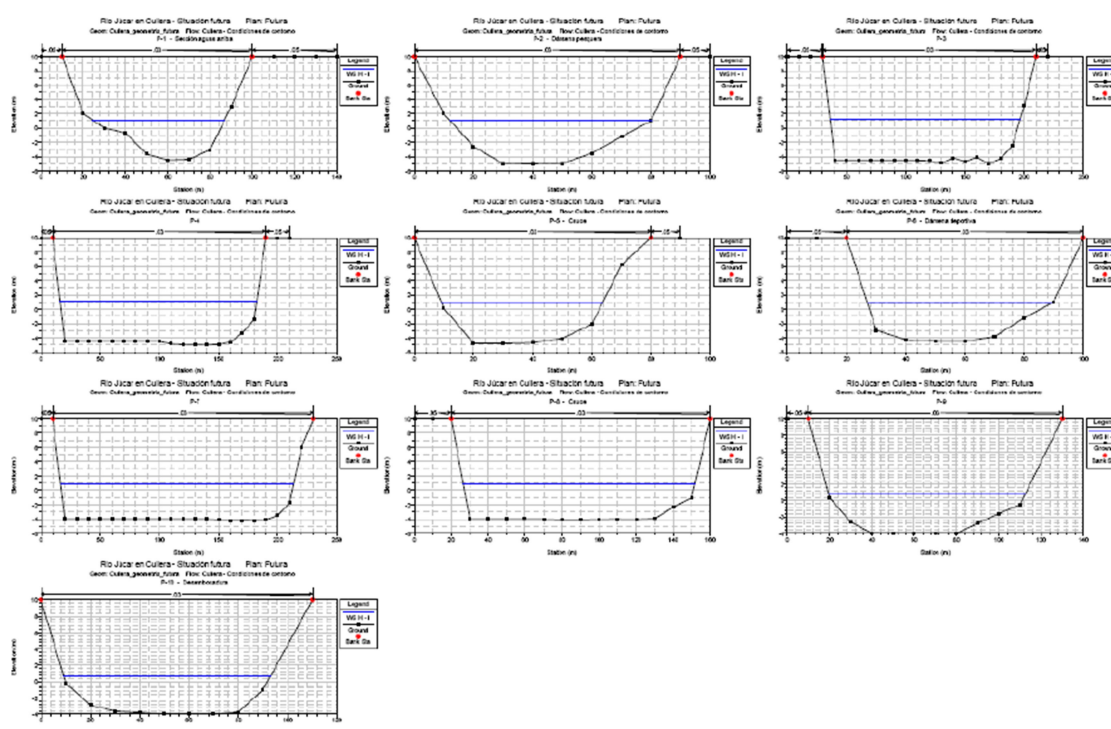


Figura 8.15. Resultados gráficos de las secciones transversales posteriores a la actuación (Fuente: Proyecto de ampliación del puerto de Cullera)

HEC-RAS Plan: Futura	River: Júcar	Reach: Principal	Profile: H - I								
Reach	River Sta	Profile	E.G. Elev	W.S. Elev	Vel Head	Frctn Loss	C & E Loss	Q Left	Q Channel	Q Right	Top Width
			(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m3/s)	(m3/s)	(m3/s)	(m)
Principal	10	H - I	1.31	1.14	0.17	0.01	0		400		62.58
Principal	9	H - I	1.2	1.1	0.1	0	0.01		400		68.13
Principal	8	H - I	1.16	1.15	0.01	0	0		400		160.4
Principal	7	H - I	1.16	1.15	0.01	0	0		400		166.17
Principal	6	H - I	1.14	1.01	0.13	0.01	0		400		54.64
Principal	5	H - I	0.94	0.81	0.13	0	0.02		400		62.03
Principal	4	H - I	0.89	0.88	0.01	0	0		400		196.89
Principal	3	H - I	0.89	0.86	0.03	0	0		400		125.18
Principal	2	H - I	0.88	0.81	0.07	0	0		400		93
Principal	1	H - I	0.8	0.72	0.08				400		83.94

Tabla 8.7. Resultados numéricos situación posterior a la actuación (Fuente: Proyecto de ampliación del puerto de Cullera)

4. RIESGO DE INUNDACIÓN

Uno de los objetivos de este estudio es conocer el riesgo de inundación de la zona que se propone para el emplazamiento de las nuevas instalaciones portuarias.

El riesgo de inundación, a nivel estatal, está recogido en las sucesivas hojas del Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables, del Ministerio para la Transición Ecológica, que pone a disposición en su web, y que muestran los mapas de riesgo de inundación por Confederaciones Hidrográficas.

A continuación, se muestra el mapa de riesgo de inundación de la demarcación hidrográfica del Júcar focalizado en el sector de la zona de estudio.

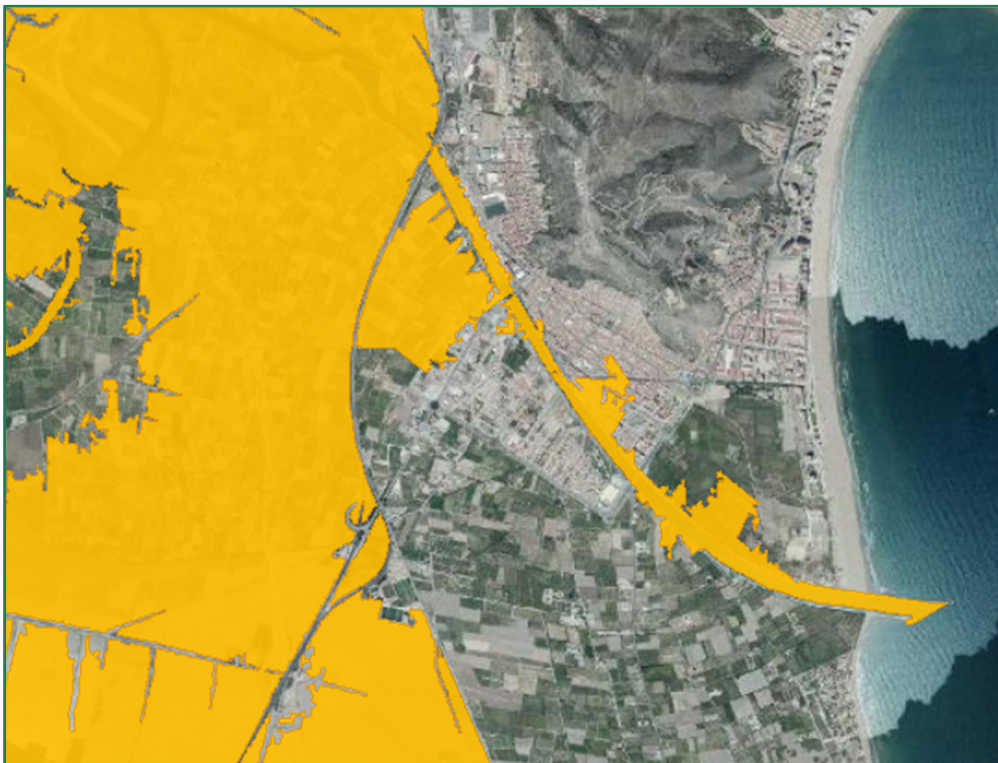


Figura 8.16. Zona con riesgo de Inundación de origen fluvial para un periodo de retorno de 100 años

Se puede observar que la zona inundable con probabilidad media u ocasional ($T=100$ años) en el ámbito de estudio, principalmente, es el cauce del río y dos áreas en la margen izquierda del río, una aguas abajo del Puente de Piedra y la otra aguas abajo del Puente de la Vega.

A nivel autonómico, se aplica el Plan de Acción Territorial de carácter sectorial sobre prevención del Riesgo de Inundación en la Comunidad Valenciana (PATRICOVA), aprobado por el decreto 201/2015, de 29 de octubre del Consell.

En el visor web del Instituto Cartográfico de Valencia hay disponible una capa de ordenación territorial donde se pueden consultar los resultados del PATRICOVA. En la siguiente captura del visor se muestra la peligrosidad de inundación para la zona de estudio.



Figura 8.17. Peligrosidad de inundación (PATRICOVA)

De acuerdo con la información consultada se puede concluir que la zona de actuación se corresponde con tres zonas con peligro de inundación del PATRICOVA.

El cauce del río se asocia a una zona de peligrosidad de inundación 1, caracterizada por una frecuencia alta del suceso y un calado superior a 0,8 metros; mientras que la margen derecha se corresponde con una zona de peligrosidad de inundación 6, frecuencia de ocurrencia baja y calado menor a 0,8 metros; por otra parte la margen izquierda se asocia a una zona con peligrosidad geomorfológica, pues es considerada según el PATRICOVA como un ambiente morfosedimentario, en concreto una llanura de inundación.

5. CONCLUSIONES

En base a los resultados aportados por los diferentes estudios y proyecto citados en el anejo, para el tramo de análisis, se extraen las siguientes conclusiones:

- La actuación no supone una perturbación significativa en el flujo del río.
- El caudal de desbordamiento del cauce se establece en 949 m³/s.
- El nivel de agua asociado al caudal máximo anual es 1,50 m.

Puesto que los nuevos amarres se localizan en el cauce del río resulta más condicionante, para su diseño y cálculo, la masa de agua que circula por el cauce fluvial que el cambio del nivel del mar ocasionado por las mareas que para la zona mediterránea, como la que se trata, son poco significativas.