

DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA DE LAS CUENCAS  
MEDITERRÁNEAS ANDALUZAS

# Plan de Gestión del Riesgo de Inundación

Segundo ciclo (2022-2027)



**ANEJO 3: JUSTIFICACIÓN DE LAS MEDIDAS  
ESTRUCTURALES DEL PLAN**



## **ANEJO III**

### **JUSTIFICACIÓN DE LAS MEDIDAS ESTRUCTURALES DEL PLAN**

## ÍNDICE

1 INTRODUCCIÓN.....	3
2 ACTUACIONES ESTRUCTURALES PREVISTAS EN LA PLANIFICACIÓN ANTERIOR.....	5
3 ACTUACIONES ESTRUCTURALES PREVISTAS EN EL PRESENTE CICLO DE PLANIFICACIÓN.....	7
4 ACTUACIONES EN EJECUCIÓN EN EL BAJO GUADALHORCE.....	11
<b>APÉNDICE:</b> MEMORIAS RESUMEN DE LOS ANÁLISIS COSTE/BENEFICIO Y ESTUDIOS DE ALTERNATIVAS REALIZADOS EN EL ÁMBITO DE ESTA DEMARCACIÓN. ....	18
ACTUACIÓN 62. LAMINACIÓN DE AVENIDAS DEL RÍO ANTAS. RÍO ANTAS. TT.MM. de VERA Y GARRUCHA (PROVINCIA DE ALMERÍA).....	19
ACTUACIÓN 66. REPOSICIÓN Y ADECUACIÓN DEL ENCAUZAMIENTO DEL RÍO ADRA. RÍO ADRA. TTMM ADRA (PROVINCIA DE ALMERÍA).....	80
ACTUACIÓN 68. ENCAUZAMIENTO DEL RÍO ANDARAX DESDE BOQUERA DE LA HIGUERA HASTA EL MAR. RIO ANDARAX. TT.MM. DE ALMERÍA, VIATOR Y HUÉRCAL DE ALMERÍA (PROVINCIA DE ALMERÍA).....	135
ACTUACIÓN 69. ADECUACIÓN DEL CURSO BAJO DEL GUADALHORCE. RÍO GUADALHORCE. T.M. DE MÁLAGA.....	195

## 1 INTRODUCCIÓN

El contenido esencial del PGRI es el Programa de Medidas, orientado, como se recoge en el artículo 11.5 del Real Decreto 903/2010, a lograr los objetivos de la gestión del riesgo de inundación para cada zona identificada partiendo de los principios generales de solidaridad, coordinación entre las distintas Administraciones Públicas e instituciones implicadas, coordinación con otras políticas sectoriales (Urbanismo y Ordenación del Territorio, Protección Civil, Medio Ambiente, Agricultura, Políticas Forestales, Protección del Patrimonio Cultural, etc.), respeto al medio ambiente y el planteamiento estratégico con criterios de sostenibilidad a largo plazo. De todas las medidas posibles, aquellas clasificadas como medidas estructurales deben disponer de estudios coste-beneficio que las justifiquen, cumpliendo así con el Real Decreto 903/2010, de 9 de julio, de evaluación y gestión de riesgos de inundación, Anexo, Parte A. También deben disponer, según se indica en el artículo 46.5 del Real Decreto Legislativo 1/2001, de 20 de julio, por el que se aprueba el Texto Refundido de la ley de Aguas, de los estudios base para realizar el informe que justifique la viabilidad económica, técnica, social y ambiental de una obra, incluyendo un estudio específico sobre la recuperación de los costes.

La inversión en infraestructuras y medidas relacionadas con los recursos hídricos y la gestión de riesgos ambientales, como las inundaciones, requieren una programación de costes asociados, fuentes de financiación y criterios de recuperación de inversiones hacia un desarrollo sostenible y seguro, puesto que desencadenan efectos políticos, sociales y ambientales en el territorio. Es importante justificar adecuadamente cualquier inversión, no solo desde el punto de vista de la rentabilidad, sino también del cumplimiento de los objetivos de desarrollo sostenible.

La Comisión Europea también exige que se justifique la viabilidad de las actuaciones estructurales de los planes españoles en relación al cumplimiento de los objetivos ambientales de las masas de agua afectadas por una medida estructural, que se encuentran fijados en los planes hidrológicos, o la exención al cumplimiento de los mismos, según los artículos 4.1. y 4.7. de la Directiva Marco del Agua y otros puntos de aplicación del artículo 4. Objetivos ambientales. Por último, también se debe cumplir con los objetivos medioambientales indicados en el artículo 92 bis del Real Decreto Legislativo 1/2001, de 20 de julio, por el que se aprueba el Texto Refundido de la Ley de Aguas. Desde el punto de vista ambiental las futuras obras deberán cumplir con la Ley 9/2018, de 5 de diciembre, por la que se modifica la Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental y seguir las “Recomendaciones para incorporar la evaluación de efectos sobre los objetivos ambientales de las masas de agua y zonas protegidas en los documentos de evaluación de impacto ambiental de la Administración General del Estado” del MITECO. Deberá cumplir también con la legislación autonómica en materia de prevención ambiental. Por último, en cuanto a la legislación vigente de aplicación para realizar estos estudios, cabe añadir la Ley 10/2001, de 5 de julio, del Plan Hidrológico



Nacional en lo que respecta a distribución de competencias en las actuaciones sobre cauces en tramos urbanos.

Los informes realizados para justificar la viabilidad económica, técnica, social y ambiental de las medidas estructurales analizadas, comprenden los siguientes estudios:

- Análisis de la documentación precedente.
- Análisis de la peligrosidad, en el escenario actual y considerando construidas cada una de las alternativas de la obra analizada. Índices de peligrosidad y riesgo.
- Análisis de los daños por inundación producidos en esos escenarios.
- Determinación de los costes de la obra, de las expropiaciones, del mantenimiento de la seguridad y de explotación y de mantenimiento en el periodo de considerado (100 años), actualizados al año 2018.
- Aplicación del protocolo hidromorfológico a las ARPSIs y a las masas de aguas afectadas, en situación actual y con obra.
- Valoración de los posibles efectos producidos en los cauces y en las masas de agua tras la construcción de la obra y evaluación necesidad de aplicación del artículo 4.7. de la DMA.
- Análisis de afecciones ambientales a zonas o figuras protegidas (Red Natura 2000, Espacio Natural Protegido, hábitats, vías pecuarias y BIC).
- Identificación del procedimiento de tramitación ambiental.
- Análisis de la demanda de la obra y la aceptación social. Encuesta a los agentes sociales, económicos y ambientales relacionados con la obra.
- Análisis de la disponibilidad de terrenos para la ejecución de la obra y ámbito competencial de la misma.
- Valoración del impacto del Cambio Climático.

Dentro de la bibliografía aplicada en las metodologías específicas para este trabajo se destaca:

- Jiménez, A., Hernández, A, 2018. *Guía metodológica para el análisis coste-beneficio de actuaciones estructurales de defensa frente a inundaciones (Borrador)*. Centro de Estudios Hidrográficos. CEDEX. Madrid, España.
- García Cantón, A, 2012. *Guía Técnica para la caracterización de las actuaciones a considerar en planes hidrológicos y estudios de viabilidad*, Centro de Estudios Hidrográficos. CEDEX. Madrid, España.



- *Protocolo de caracterización hidromorfológica de masas de agua de la categoría ríos. MITECO, 2019.*

En la Demarcación Hidrográfica de las Cuencas Mediterráneas Andaluzas se han realizado hasta la fecha cuatro estudios coste-beneficio relativos a actuaciones estructurales declaradas de interés general del Estado. Los documentos de memoria-resumen de dichos estudios se incluyen en el Apéndice de este Anexo: **“Memorias resumen de los análisis coste/beneficio y estudios de Alternativas de las medidas estructurales realizados”**, donde se analizan las diferentes alternativas de solución a los riesgos de inundación existentes en las cuatro Arpsis estudiadas; se representa gráficamente la simulación de las zonas inundables para cada una de las alternativas consideradas y los tres escenarios de probabilidad (PR 10 años, 100 años y 500 años) y se exponen los principales resultados y conclusiones obtenidos del estudio coste/beneficio.

## 2 ACTUACIONES ESTRUCTURALES PREVISTAS EN LA PLANIFICACIÓN ANTERIOR

En los instrumentos de planificación hidrológica anterior estaban programadas las siguientes medidas de carácter estructural:

NOMBRE DE LA ACTUACIÓN	PREVISTA EN PH ANTERIOR (CÓDIGO)	ADMINISTRACIÓN RESPONSABLE	PRESUPUESTO 2021 (M €)	PRESUPUESTO TOTAL (M €)
Encauzamiento del río Guadarranque a su paso por la estación de San Roque	Sí (CMA-0270-C)	Administración General del Estado	15	30
Adecuación del curso bajo del río Guadalhorce. Sustitución del puente sobre la antigua N-340 y adecuación del encauzamiento existente	Sí (CMA-1046-C)	Administración General del Estado	60	60
Reposición y adecuación del encauzamiento del río Adra	Sí (CMA-0319-C)	Administración General del Estado	9,581	9,581
Encauzamiento del río Andarax. Sustitución de puentes y ampliación de la capacidad del encauzamiento existente	Sí (CMA-1031-C)	Administración General del Estado	0,5	0,5
Laminación de avenidas y regulación del río Antas	Sí (CMA-0290-C)	Administración General del Estado	29,149	29,149
Proyecto de desagüe de la Balsa del Sapo, en El Ejido	Sí (CMA-0279-C)	Administración General del Estado	-	-
Río Guadiaro en Cañada del Real Tesoro,	Sí	Junta de	35	35

NOMBRE DE LA ACTUACIÓN	PREVISTA EN PH ANTERIOR (CÓDIGO)	ADMINISTRACIÓN RESPONSABLE	PRESUPUESTO 2021 (M €)	PRESUPUESTO TOTAL (M €)
Cortes de la Frontera (Málaga)	(Actuaciones de Defensa de Avenidas en núcleos urbanos declarados de interés general de la C.A. de Andalucía (CMA-1037-C))	Andalucía		
Río Campanillas a su paso por Campanillas (Málaga)				
Rambla Solanillo en el núcleo de El Marchal, municipio de Lubrín (Almería)				
Rambla Azora a su paso por Santa Cruz de Marchena (Almería)				
Barranco Gafarillos en Gafarillos, Sorbas (Almería)				
Río de las Herrerías en la Barriada del Valle de Serón (Almería)				
Encauzamiento de arroyos en La Línea de la Concepción y San Roque	Sí (CMA-0271-C)	Administración General del Estado	3,8	3,8
Limpieza, adecuación y protección de las ramblas Aljibillos, Peñas Negras y Capitán Andrés Pérez	Sí (CMA-0280-C)	Administración General del Estado	-	-
Defensa ramblas Campo de Dalías	Sí (CMA-0282-C)	Administración General del Estado	-	-
Dragado y protección de márgenes de la rambla de Los Santos	Sí (CMA-0284-C)	Administración General del Estado	-	-
Limpieza, dragado y defensa parcial de márgenes de la rambla de El Pantano. T.M. Níjar	Sí (CMA-0285-C)	Administración General del Estado	-	-
Terminación del encauzamiento río Aguas Vega	Sí (CMA-0289-C)	Administración General del Estado	-	-
Encauzamiento del río Almanzora	Sí (CMA-0293-C)	Administración General del Estado	-	-
Encauzamiento de la rambla del Saliente	Sí (CMA-0294-C)	Administración General del Estado	-	-
Construcción de las ramblas Buenavista, Almacete y desvío del Almacete a la rambla del Loco	Sí (CMA-0341-C)	Administración General del Estado	-	-

Cabe señalar que la mayor parte de las actuaciones recogidas en el cuadro anterior proceden de actuaciones que fueron declaradas de Interés General del Estado por la Ley 10/2001, de 5 de julio, del Plan Hidrológico Nacional (Anexo II), por lo que su ejecución corresponde a la Administración General del Estado, y otras que están declaradas de Interés General de la Comunidad Autónoma de Andalucía, según el Anexo II del Decreto 189/2002, de 2 de julio.

Salvo la ejecución de contadas excepciones, como el encauzamiento de la Rambla del Saliente, la mayor parte de estas actuaciones sigue padeciendo un retraso sistemático que se ha ido arrastrando en los planes hidrológicos precedentes. Tan solo unas pocas cuentan ya con proyecto redactado (Antas y Aguas). El resto se encuentra sin iniciar precisando muchas de ellas de una mayor concreción y actualización, ya que en algunos casos las actuaciones que se plantearon inicialmente en el Plan Hidrológico Nacional adolecen de un alto grado de indefinición, y en otros ni siquiera tienen asignadas partidas presupuestarias. Respecto a este segundo grupo de actuaciones de interés general del Estado que no están definidas ni presupuestadas, se corresponden con medidas que se plantearon en el Plan de Defensa Integral frente a las Avenidas de Campo de Dalías, redactado por la entonces CH del Sur en 1984 y que fueron incluidas en el Anejo II de la Ley 10/2001, de 5 de julio, del Plan Hidrológico Nacional. Pese a la antigüedad y falta de concreción de estas actuaciones, se ha considerado conveniente su mantenimiento en el Programa de Medidas, con la intención de que se realice, al menos, el estudio coste-beneficio de cada una de ellas, donde se analicen: las actuaciones que siguen siendo prioritarias por afectar a ámbitos ARPSIs y núcleos de población; las actuaciones que siguen siendo viables y cuentan con mayores posibilidades de ejecución y en aquellas áreas donde las posibilidades de intervención son más difíciles y reducidas, la reorientación de las actuaciones hacia otras alternativas de actuación mejor adaptadas a la realidad física actual de los cauces y acordes con el cumplimiento de los objetivos ambientales de las masas de agua.

### 3 ACTUACIONES ESTRUCTURALES PREVISTAS EN EL PRESENTE CICLO DE PLANIFICACIÓN

Respecto a las actuaciones estructurales recogidas en el Plan del presente ciclo, no todas las actuaciones se encuentran en el mismo nivel de concreción y desarrollo, según el cual caben distinguir las siguientes fases:

- Ejecución: actuación específica con proyecto redactado o con estudio coste-beneficio realizado y resultado favorable.
- Realización de Estudio coste-beneficio de aquellas actuaciones técnicamente no definidas y, por tanto, sin contar aun con presupuesto específico asignado.
- Nueva propuesta de actuación. Pendiente de realización de estudio-coste beneficio durante el período de vigencia del Plan.

A continuación, se relacionan las distintas actuaciones estructurales incluidas en el vigente ciclo y la fase en la que se encuentran:

De las actuaciones anteriores declaradas de Interés General del Estado en esta Demarcación, cuatro cuentan ya con un estudio coste-beneficio elaborado por la Dirección General del Agua del MITERD y uno está en proceso de elaboración. De los cuatro realizados, los tres primeros cuentan con resultado favorable de los estudios coste-beneficio y de alternativas encontrándose los proyectos ya redactados o en redacción pendientes de la firma de los convenios entre las distintas administraciones implicadas (local, autonómica y central) para su ejecución. El estudio coste-beneficio del Encauzamiento del río Andarax tiene realizado estudio coste-beneficio, pero el Ministerio ha manifestado en el seno de la Comisión de Autoridades Competentes celebrada el 20 de diciembre de 2022 que del estudio coste beneficio se *“se concluye que ninguna de las alternativas estudiadas hasta el momento es viable, y que el nivel de protección existente puede ser suficiente. En consecuencia, tal y como se ha planteado la actuación por las distintas administraciones competentes hasta el momento, no se encuentra ninguna alternativa viable, por lo que no se prevé que se pueda ejecutar la actuación en este segundo ciclo, ya que a la vista del estudio ya realizado es necesario replantear desde el inicio las posibles actuaciones y buscar alternativas que fomenten la autoprotección, por lo que se entiende que procede indicar en el PGRI que esta actuación debe ser replanteada, ya que no se podrá ejecutar durante este ciclo”*.

Así mismo, para la actuación Encauzamiento del Guadarranque a su paso por la Estación de San Roque (Cádiz), el Ministerio plantea que su ejecución estará condicionada al resultado del estudio de coste beneficio y de viabilidad, actualmente en realización, y para la actuación correspondiente a la Defensa de arroyos en La Línea de la Concepción y San Roque, el Ministerio no contempla que puedan estar ejecutadas antes de 2028, ya que aun no se ha iniciado la realización del correspondiente estudio coste-beneficio.

ACTUACIÓN	ESTUDIO COSTE-BENEFICIO
Adecuación del curso bajo del río Guadalhorce. Permeabilización del puente sobre la antigua N-340 y adecuación del encauzamiento existente	Realizado
Reposición y adecuación del encauzamiento del río Adra	Realizado
Laminación de avenidas y regulación del río Antas	Realizado
Encauzamiento del río Andarax. Sustitución de puentes y ampliación de la capacidad del encauzamiento existente	Realizado
Encauzamiento del río Guadarranque a su paso por la estación de San Roque (Prov. de Cádiz)	En elaboración

En cuanto a las actuaciones realizadas por la Administración autonómica, se encuentran en ejecución las obras del proyecto: *Actuaciones de defensa del Guadalhorce frente a inundaciones (T.M. Málaga)*, con una inversión prevista de 7,38 millones de euros y se ha redactado el proyecto: *Defensa ante inundaciones del río Campanillas a su paso por Campanillas (T.M. Málaga)* con un presupuesto previsto de 18 millones de euros. Además de la ejecución de sendos proyectos, en el nuevo Plan se ha incluido la elaboración de los correspondientes estudios coste-beneficio del resto de actuaciones declaradas de interés autonómico.

EJECUCIÓN DE ACTUACIONES ESTRUCTURALES PREVISTAS EN EL PLAN		
Actividad específica a desarrollar	Administración responsable	Observaciones
Defensa ante inundaciones del río Campanillas a su paso por Campanillas T.M. Málaga. ARPSI: Río Campanillas, desde aguas arriba de Campanillas hasta su desembocadura. Málaga	Admón. Hidráulica de Andalucía	Actuación de interés general de la Junta de Andalucía. Proyecto redactado
Adecuación del curso bajo del río Guadalhorce. Sustitución del puente sobre la antigua N-340 y adecuación del encauzamiento existente. T.M. de Málaga	Admón. General del Estado	Actuación declarada de interés general del Estado
Ejecución del Proyecto: Actuaciones de defensa del Guadalhorce frente a inundaciones T.M. de Málaga	Admón. Hidráulica de Andalucía	Proyecto actualmente en ejecución
Ejecución del Proyecto de Laminación de avenidas y regulación del río Antas	Admón. General del Estado	Actuación declarada de interés general del Estado con proyecto redactado
Ejecución del Proyecto Reposición y adecuación del encauzamiento del río Adra	Admón. General del Estado	Actuación declarada de interés general del Estado con proyecto redactado
Otras actuaciones de defensa ante inundaciones en la Demarcación	Admón. Hidráulica de Andalucía	Ejecución de otras actuaciones declaradas de interés de la Junta de Andalucía

Respecto a las actuaciones de interés general del Estado/interés autonómico que no están completamente definidas ni presupuestadas, se ha considerado conveniente su mantenimiento en el Programa de Medidas del nuevo Plan, ya que se considera necesario que se realice, al menos, un estudio coste-beneficio de cada una de ellas, donde se analicen: las actuaciones que siguen siendo prioritarias por afectar a ámbitos ARPSIs y núcleos de población; las actuaciones que siguen siendo

viables y cuentan con mayores posibilidades de ejecución y en aquellas áreas donde las posibilidades de intervención son más difíciles y reducidas, la reorientación de las actuaciones hacia otras alternativas de actuación mejor adaptadas a la realidad actual e incluso hacia actuaciones más blandas cuando puedan comprometer el cumplimiento de los objetivos ambientales establecidos en el Plan Hidrológico para las masas de agua.

<b>REALIZACIÓN DE ESTUDIOS COSTE-BENEFICIO DE ACTUACIONES ESTRUCTURALES</b>		
<b>Nombre de la Actuación</b>	<b>Administración responsable</b>	<b>Observaciones</b>
Encauzamiento del Río Guadarranque a su paso por la Estación de San Roque. ARPSI: Río Guadarranque. T.M. de San Roque	Admón. General del Estado	En realización
Defensa de arroyos en La Línea de la Concepción y San Roque.	Admón. General del Estado	No iniciada
Construcción de las ramblas Buenavista, Almacete y desvío del Almacete a la rambla del Loco	Admón. General del Estado	No iniciada
Defensas ramblas Campo de Dalías	Admón. General del Estado	No iniciada
Limpieza, adecuación y protección de las ramblas Aljibillos, Peñas Negras y Capitán Andrés Pérez	Admón. General del Estado	No iniciada
Limpieza, dragado y defensa parcial de márgenes de la rambla de El Pantano. T.M. Níjar	Admón. General del Estado	No iniciada
Proyecto de desagüe de la Balsa del Sapo, en El Ejido	Admón. General del Estado	No iniciada
Terminación del encauzamiento río Aguas Vega	Admón. General del Estado	No iniciada
Dragado y protección de márgenes de la rambla de Los Santos	Admón. General del Estado	No iniciada
Defensa de inundaciones río Guadiaro en Cañada del Real Tesoro. (Cortes de la Frontera)	Administración Hidráulica de Andalucía	No iniciada

<b>REALIZACIÓN DE ESTUDIOS COSTE-BENEFICIO DE ACTUACIONES ESTRUCTURALES</b>		
<b>Nombre de la Actuación</b>	<b>Administración responsable</b>	<b>Observaciones</b>
Defensa de inundaciones del río Nacimiento en Alboloduy	Administración Hidráulica de Andalucía	No iniciada
Defensa de inundaciones río de las Herrerías en barriada del Valle. Serón	Administración Hidráulica de Andalucía	No iniciada
Defensa de inundaciones acequia carretera en Turre	Administración Hidráulica de Andalucía	No iniciada
Defensa de inundaciones barranco Cartagena en Béznar. Lecrín	Administración Hidráulica de Andalucía	No iniciada
Defensa de inundaciones arroyo Alpechín en Benamargosa	Administración Hidráulica de Andalucía	No iniciada
Defensa de inundaciones barrancos Cañada de la Viña (la Huelga) y Gafarillos. Sorbas	Administración Hidráulica de Andalucía	No iniciada
Medidas de defensa frente a inundaciones en el tramo bajo del río Guadalhorce (T.M. de Salobreña y Motril)	Administración Hidráulica de Andalucía	No iniciada

#### **4 ACTUACIONES EN EJECUCIÓN EN EL BAJO GUADALHORCE**

El bajo Guadalhorce desde la confluencia del río Campanillas hasta la desembocadura se corresponde con la ARPSI fluvial ES060\_ARPS\_0048. La declaración de esta ARPSI responde a criterios de riesgo histórico comprobado, de acuerdo con los antecedentes de inundaciones registrados en el Catálogo Nacional de Inundaciones Históricas en los años: 1901, 1902, 1907, 1917, 1918, 1926, 1927, 1933, 1949, 1969, 1970, 1971, 1977, 1978, 1979, 1989, 1997, 2001, 2002, 2003, 2004, 1998, 2010 y 2016, destacando entre todos ellos, por la gravedad de los daños, los episodios sufridos en 1907 y, más recientemente, en el año 1989. También responde al criterio de riesgo probable determinado por los diferentes estudios hidrológico-hidráulicos que han tratado de analizar la problemática de las inundaciones en esta cuenca. De acuerdo con dichos antecedentes, la zona del Bajo Guadalhorce fue declarada ARPSI en la Evaluación Preliminar del Riesgo de Inundación del primer ciclo de aplicación de la Directiva Europea de Inundaciones. En la revisión y actualización de la Evaluación Preliminar del Riesgo de Inundación para el presente ciclo se propuso modificar el ámbito de esta ARPSI para incluir aquellas zonas inundables que ya se habían detectado en el ciclo anterior que eran inundables afectando a zonas vulnerables de la margen izquierda y en las márgenes de los cauces afluentes y que, sin

embargo, habían quedado fuera de los límites. Por tanto, no cabe hablar de ampliación de la zona inundable del Bajo Guadalhorce, sino que el ámbito de análisis se ha acomodado al alcance de las zonas que ya se sabía que eran inundables en el primer ciclo y, sin embargo, quedaban fuera de la zona declarada de riesgo.

La representación de las zonas inundables en los mapas realizados para este segundo ciclo no difiere mucho en cuanto a su extensión de los realizados en el primer ciclo, aunque con una mayor precisión en cuanto a la trayectoria del flujo de avenida a través del entramado urbano que no podía realizarse con la modelización unidimensional del ciclo anterior. En los nuevos mapas se confirma la presencia de riesgo de inundación con afecciones sobre áreas de uso industrial y comercial especialmente en la margen izquierda del encauzamiento y de uso residencial en el tramo de desembocadura.



Figura 1. Situación preoperacional: extensión de la zona inundable para periodo de retorno T-500 años

Si bien la ejecución de las medidas de mayor calado para reducir el riesgo de inundación corresponde a la Administración General del Estado, al tratarse de una actuación declarada de interés General del Estado, ante la problemática de la Inundabilidad de esta ARPSI, la Junta de Andalucía ha decidido adelantar las medidas de solución acometiendo las obras más urgentes, que deberán complementarse con otras actuaciones a cargo de las otras dos administraciones. A través de las reuniones mantenidas recientemente se ha establecido un marco de colaboración entre las tres administraciones competentes (Ministerio, Junta de Andalucía y Ayuntamiento de Málaga) corresponsabilizándose en la ejecución de las medidas correctoras que se ejecutarán temporalmente en tres fases, representadas de forma resumida en la figura 2, donde se definen las actuaciones, las administraciones responsables y su distribución espacial.

La Junta de Andalucía se encarga de la primera Fase ya iniciada, consistente en la ejecución de las obras contempladas en el Proyecto “Actuaciones de defensa del Guadalhorce frente a inundaciones en el Término de Málaga” redactado por la consultora Irtene, a iniciativa de la Asociación de Polígonos Industriales y Comerciales de Málaga, actuación que ha sido objeto de licitación y ha dado comienzo en enero de 2022. Las actuaciones que contempla el proyecto son:

- ① Recrecimiento de las motas en arroyos Jurado, Carambuco y Merino
- ② Adecuación del cauce de aguas altas del río Guadalhorce
- ③ Recrecimiento de motas en ambas márgenes del encauzamiento del Guadalhorce aguas arriba de la MA-21
- ④ Recrecimiento del encauzamiento del Arroyo de las Cañas
- ⑤ Ampliación de la capacidad del puente de la MA-21
- ⑥ Ampliación de la capacidad del cauce de aguas altas junto al puente de la MA-21
- ⑦ Protección de la cimentación del puente

Por su parte, el Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, partiendo de las conclusiones del “Estudio numérico de la capacidad hidráulica del encauzamiento del curso bajo del río Guadalhorce (Málaga)” realizado por el CEDEX en junio de 2018 y de la elaboración del estudio de coste-beneficio de la Adecuación del curso bajo del Guadalhorce, se ha comprometido a la redacción de un proyecto de obras complementarias a las ya iniciadas. Las medidas barajadas por el Ministerio a partir de las conclusiones del estudio coste-beneficio, donde considera como más favorable la Alternativa 2, contempla las siguientes actuaciones:



**FASE 1 (JUNTA DE ANDALUCÍA):**

1. RECRECIMIENTO DE MOTA ARROYO JURADO, CARAMBUCO Y MERINO
2. ADECUACIÓN DEL CAUCE DE AGUAS ALTAS
3. RECRECIMIENTO DE MOTAS
4. RECRECIMIENTO DEL ENCAUZAMIENTO DEL ARROYO LAS CAÑAS
5. AMPLIACIÓN DE LA CAPACIDAD DEL PUENTE EXISTENTE
6. AMPLIACIÓN DE LA CAPACIDAD DEL CAUCE DE AGUAS ALTAS
7. PROTECCIÓN DE LA CIMENTACIÓN DEL PUENTE EXISTENTE

**FASE 2 (MITERD):**

1. AMPLIACIÓN ESTRIBOS EN MA-21 (PUENTE CALZADA 1 Y PUENTE CALZADA 2)
2. ELIMINACIÓN DE LA ROTONDA Y DE LA EDIFICACIÓN
3. PROLONGACIÓN DE LOS MUROS EXISTENTES
4. ELIMINACIÓN DEL PUENTE Y ESTRIBO DEL FERROCARRIL
5. ELEVACIÓN DE CAJEROS EN LOS BARRANCOS

**FASE 3 (AYMTO DE MÁLAGA):**

1. AMPLIACIÓN DE OBRAS DE PASO EN ZONAS DE CRUCE CON ESTRUCTURAS VIARIAS
2. ACTUACIÓN SOBRE REDES PLUVIALES

Figura 2. Fases de ejecución de las actuaciones

- Aumento de la capacidad de desagüe del puente de la MA-21 (antigua N-340) por su margen derecha, mediante la sustitución de los terraplenes existentes por nuevos vanos (4 vanos de 30 m/vano), con lo que se aumentaría la capacidad para desaguar hasta 4160 m<sup>3</sup>/s, caudal equivalente a la avenida asociada al periodo de retorno de 200 años.
- Eliminación de la rotonda de la margen izquierda y de la edificación existente en la bifurcación del encauzamiento.
- Prolongación de los muros del encauzamiento aguas abajo del puente de la MA-21, con una altura de 2.5 m y una longitud de 672 m. para evitar su desbordamiento, ya que se estima que para avenidas de período de retorno superior a 50 años la lámina de agua sobrepasa la rasante del puente.
- Eliminación de la plataforma, terraplén, puente y estribo de la antigua vía del ferrocarril.
- Elevación de los cajeros de los barrancos: Arroyo Ciriano modificación de los cajeros en una longitud de 583 m, en 362 m del Arroyo Buenavista y en 1590 m del Arroyo Cañas para evitar los desbordamientos por el remanso producido por la avenida del Guadalhorce.

Para una solución completa de los problemas de inundación en el Bajo Guadalhorce, es necesario complementar las actuaciones previstas por la Junta de Andalucía y Ministerio, con una actuación específica dirigida a la corrección de los problemas relacionados con las aguas pluviales que discurren en parte canalizadas y en parte soterradas sobre la margen izquierda. Estas aguas, cuando superan la capacidad de las infraestructuras desbordan por el entramado viario y no tienen una fácil salida hacia el encauzamiento del Guadalhorce, que actúa de pantalla, y terminan remansadas en la parte baja de la margen izquierda del encauzamiento. Para su resolución se requiere, por tanto, una actuación completamente independiente de las dos anteriores que se correspondería con la tercera fase de actuación por parte del ayuntamiento de Málaga, dado el carácter urbano de estos suelos, donde se incluyen dos tipos o ámbitos de actuaciones: la ampliación de la sección de las obras de drenaje transversal en varios ejes viarios sobre el arroyo de las Cañas y las posibles medidas necesarias para desbloquear las redes de pluviales que quedan retenidas en la margen izquierda sin salida hacia el encauzamiento. Además de las posibles medidas infraestructurales es necesario que se contemple como línea de trabajo para aquellas instalaciones más vulnerables posibles medidas de autoprotección, ámbito en el que el Ministerio ha realizado diversos estudios piloto sobre protección de actividades económicas relevantes y para la que ha ofrecido al ayuntamiento la posibilidad de establecer un convenio de colaboración para el diseño de las medidas y posibles líneas de subvención.

En las siguientes imágenes se representa la situación futura de las llanuras de inundación del Guadalhorce para el escenario T-500 años tras la ejecución de las obras proyectadas en las tres fases: en el primer caso (Figura 3) considerando la ampliación de la sección del puente contemplada en la alternativa 2 del estudio coste-beneficio elaborada por el Ministerio. Con dicha alternativa el caudal

de avenida queda contenida en su mayor parte dentro del encauzamiento y se eliminan los desbordamientos sobre la zona de los polígonos, aunque no se corrigen los derrames aguas abajo de la MA-21 a través del tablero del puente discurriendo aguas abajo sobre ambas márgenes.

Ante los derrames que se observan aguas abajo de la MA-21, se ha simulado hidráulicamente también la situación esperada con las mismas actuaciones, pero contemplando como alternativa la sustitución completa del puente por otro que permita la máxima capacidad de desagüe del encauzamiento, dando como resultado la eliminación de las fugas anteriores (figura 4).

Aunque estas simulaciones suponen una aproximación a la imagen objetivo que cabe esperar con las actuaciones que se pretenden llevar a cabo, se trata de simulaciones hidráulicas de proyecto que solo se realizan a efectos de prever los resultados de dichas actuaciones, pero en ningún caso tienen validez como mapas de peligrosidad y de riesgo, dado que aún existen imponderables sobre los proyectos que se están redactando y el alcance real de las medidas. Será, por tanto, necesario realizar una simulación de la situación postoperacional más ajustada a la realidad una vez finalizadas las obras sobre la topografía modificada, procediéndose entonces a la actualización de los Mapas de peligrosidad y de riesgo con los nuevos resultados.

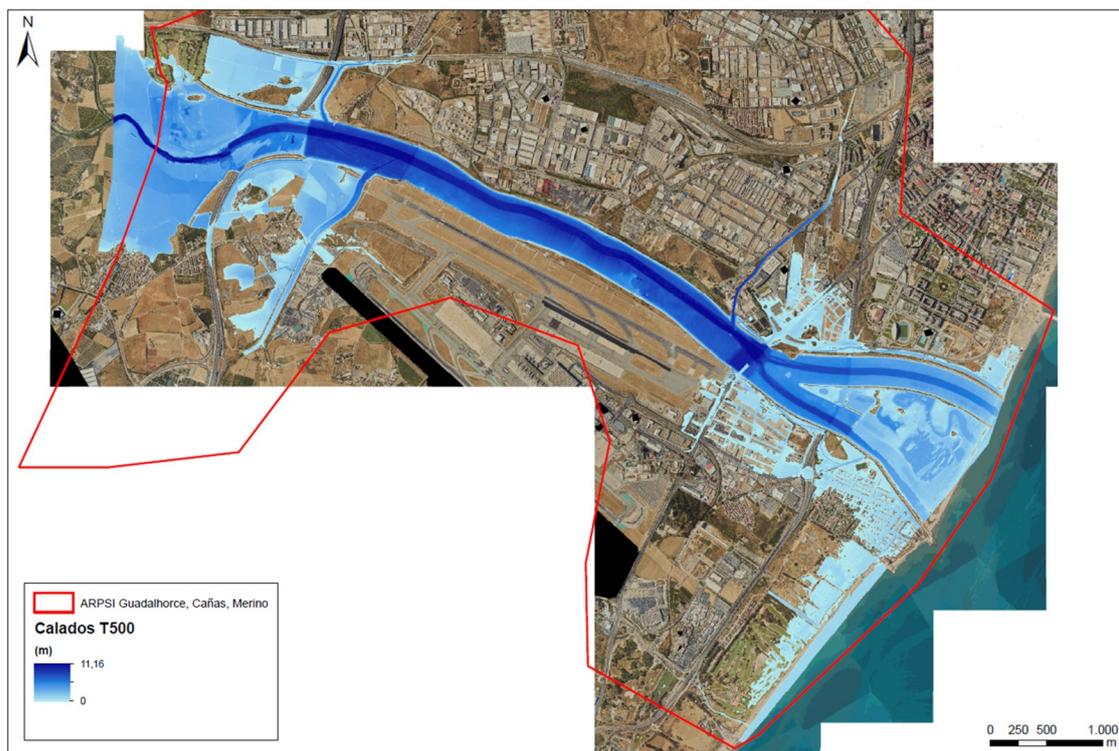


Figura 3. Situación prevista con la ejecución de las 3 Fases aumentando la sección del puente de la MA-21

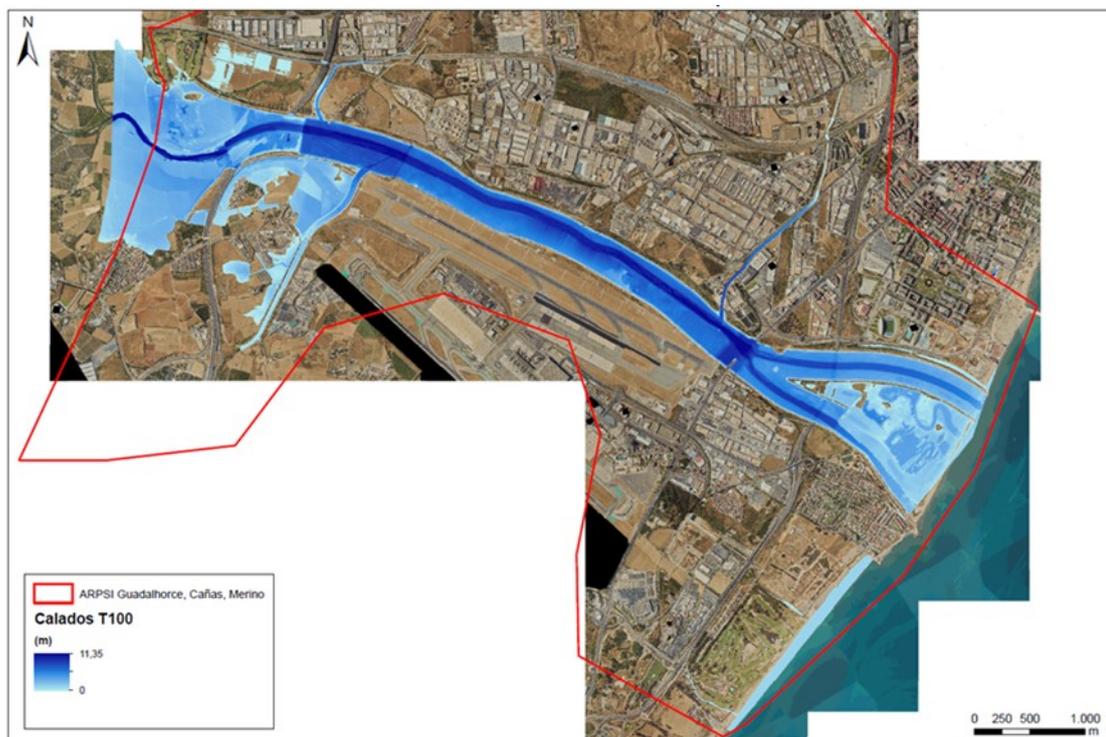


Figura 4. Situación prevista con la ejecución de las 3 Fases con la sustitución del puente de la MA-21

**APÉNDICE: MEMORIAS RESUMEN DE LOS ANÁLISIS COSTE/BENEFICIO Y ESTUDIOS DE ALTERNATIVAS REALIZADOS EN EL ÁMBITO DE ESTA DEMARCACIÓN.**

ACTUACIÓN 62. LAMINACIÓN DE AVENIDAS DEL RÍO ANTAS. RÍO ANTAS. TT.MM. de VERA Y GARRUCHA (PROVINCIA DE ALMERÍA)

ACTUACIÓN 66. REPOSICIÓN Y ADECUACIÓN DEL ENCAUZAMIENTO DEL RÍO ADRA. RÍO ADRA. TTMM ADRA (PROVINCIA DE ALMERÍA)

ACTUACIÓN 68. ENCAUZAMIENTO DEL RÍO ANDARAX DESDE BOQUERA DE LA HIGUERA HASTA EL MAR. RIO ANDARAX. TT.MM. DE ALMERÍA, VIATOR Y HUÉRCAL DE ALMERÍA (PROVINCIA DE ALMERÍA)

ACTUACIÓN 69. ADECUACIÓN DEL CURSO BAJO DEL GUADALHORCE. RÍO GUADALHORCE. T.M. DE MÁLAGA



## **ANEJO 6.1. ACTUACIÓN 62**

### **LAMINACIÓN DE AVENIDAS DEL RÍO ANTAS.**

#### **RÍO ANTAS.**

#### **TTMM VERA Y GARRUCHA (ALMERÍA, ANDALUCÍA)**

## INDICE

1. MARCO GENERAL DE LA ACTUACIÓN .....	7
2. ANTECEDENTES.....	8
3. DESCRIPCIÓN DE LAS ALTERNATIVAS .....	10
4. DEFINICIÓN DEL ÁREA AFECTADA.....	15
5. MODELOS DIGITALES DEL TERRENO .....	15
6. ANÁLISIS HIDROLÓGICO DE CADA ALTERNATIVA .....	17
7. MODELO HIDRÁULICO .....	18
7.1. Situación actual. Alternativa 0 .....	18
7.2. Alternativa 1 .....	20
7.3. Alternativa 2 .....	21
7.4. Alternativa 3 .....	22
7.5. Alternativa 4 .....	23
7.6. Zona de alta peligrosidad .....	25
8. ANÁLISIS COSTE-BENEFICIO .....	27
8.1. Valoración económica de cada alternativa .....	27
8.1.1. Costes procedentes de proyecto existente .....	27
8.1.2. Resumen de costes actuación .....	28
8.1.3. Costes de explotación y mantenimiento.....	29
8.2. Puntos de especial importancia.....	29
8.3. Análisis de daños .....	30
8.4. Coste beneficio de cada alternativa. ....	32
8.5. Análisis de sensibilidad .....	33
9. ÍNDICES DE PELIGROSIDAD Y RIESGO .....	33
10. IMPACTO DEL CAMBIO CLIMÁTICO .....	35
10.1. Análisis de los caudales de 100 años de periodo de retorno .....	36
10.2. Análisis cualitativo de factores que influyen en la formación de escorrentía.....	37
11. FASES Y PLAZO DE LA ACTUACIÓN .....	38
12. ANÁLISIS HIDROMORFOLÓGICO. APLICACIÓN DEL PROTOCOLO PHMF .....	38
13. ANÁLISIS DE LOS EFECTOS SOBRE LOS OBJETIVOS AMBIENTALES DE LAS MASAS DE AGUA .....	39
14. ANÁLISIS DE LA TRAMITACIÓN AMBIENTAL EN RELACIÓN CON LA LEY 21/2013, DE 9 DE DICIEMBRE, DE EVALUACIÓN AMBIENTAL Y SU MODIFICACIÓN POR LEY 9/2018 .....	41
15. ANÁLISIS SOCIAL .....	43
15.1. Disponibilidad de terrenos .....	44
15.2. Encuesta .....	46
15.3. Demanda y viabilidad social de la actuación .....	47
15.4. Ámbito competencial de la actuación .....	48

15.5. Objetivos de desarrollo sostenible .....	48
<b>16. PLANOS.....</b>	<b>50</b>
<b>17. CONCLUSIONES.....</b>	<b>53</b>
17.1. Sobre la reducción del riesgo de inundación .....	53
17.2. Sobre el coste-beneficio .....	55
17.3. Sobre el efecto que tiene la actuación sobre las masas de agua .....	55
17.4. Sobre el posible impacto ambiental y la complejidad de la tramitación ambiental .....	57
17.5. Sobre el ámbito competencial de la actuación, la colaboración entre distintas administraciones y la disponibilidad de terrenos .....	57
17.6. Sobre la aceptación y demanda social.....	57
17.7. Sobre el Cambio Climático.....	58
17.8. Sobre la solución .....	59
17.9. Conclusión general .....	59

**Apéndice 6.1.1.** Informe de la actuación

**Apéndice 6.1.2.** Informe documentación de la actuación

**Apéndice 6.1.3.** Informe hidráulico de la actuación

**Apéndice 6.1.4.** Informe coste/beneficio de la actuación

**Apéndice 6.1.5.** Protocolo y efectos sobre los objetivos ambientales de las masas de agua afectadas por la actuación

**Apéndice 6.1.6.** Informe del análisis de la tramitación ambiental de la actuación

**Apéndice 6.1.7.** Viabilidad social de la actuación, disponibilidad de terrenos y objetivos de desarrollo sostenible.

**Apéndice 6.1.8.** Encuesta

**Apéndice 6.1.9.** Índices de peligrosidad y riesgo

**Apéndice 6.1.10.** Impacto del cambio climático

**Apéndice 6.1.11.** Planos de la actuación

6.1.0. Actuación 62. Río Antas. TTMM. Vera y Garrucha. Ámbito de estudio.

6.1.1. Actuación 62. Río Antas. TTMM. Vera y Garrucha. Zonas Inundables. Situación Actual

6.1.2. Actuación 62. Río Antas. TTMM. Vera y Garrucha. Zonas Inundables. Alternativa 1

6.1.3. Actuación 62. Río Antas. TTMM. Vera y Garrucha. Zonas Inundables. Alternativa 2

6.1.4. Actuación 62. Río Antas. TTMM. Vera y Garrucha. Zonas Inundables. Alternativa 3

6.1.5. Actuación 62. Río Antas. TTMM. Vera y Garrucha. Zonas Inundables. Alternativa 4

6.1.6. Actuación 62. Río Antas. TTMM. Vera y Garrucha. Daños-Situación Actual

6.1.7. Actuación 62. Río Antas. TTMM. Vera y Garrucha. Daños-Alternativa 1

- 6.1.8. Actuación 62. Río Antas. TTMM. Vera y Garrucha. Daños-Alternativa 2
- 6.1.9. Actuación 62. Río Antas. TTMM. Vera y Garrucha. Daños-Alternativa 3
- 6.1.10. Actuación 62. Río Antas. TTMM. Vera y Garrucha. Daños-Alternativa 4
- 6.1.11. Actuación 62. Río Antas. TTMM. Vera y Garrucha. Expropiaciones-Alternativa 1
- 6.1.12. Actuación 62. Río Antas. TTMM. Vera y Garrucha. Expropiaciones-Alternativa 2
- 6.1.13. Actuación 62. Río Antas. TTMM. Vera y Garrucha. Expropiaciones-Alternativa 3
- 6.1.14. Actuación 62. Río Antas. TTMM. Vera y Garrucha. Expropiaciones-Alternativa 4
- 6.1.15. Actuación 62. Río Antas. TTMM. Vera y Garrucha. Zona de alta peligrosidad-Situación Actual
- 6.1.16. Actuación 62. Río Antas. TTMM. Vera y Garrucha. Zona de alta peligrosidad -Alternativa 1
- 6.1.17. Actuación 62. Río Antas. TTMM. Vera y Garrucha. Zona de alta peligrosidad -Alternativa 2
- 6.1.18. Actuación 62. Río Antas. TTMM. Vera y Garrucha. Zona de alta peligrosidad -Alternativa 3
- 6.1.19. Actuación 62. Río Antas. TTMM. Vera y Garrucha. Zona de alta peligrosidad -Alternativa 4

## FIGURAS

Figura 1: Tramo bajo del río Antas y ámbito de la actuación. ....	7
Figura 2: Expansión urbanística en la zona costera de Vera. Secuencia histórica. ....	8
Figura 3: Inundaciones de septiembre de 2012. Fuentes: veraplayazul.blogspot.com, eltiempo.es, youtube.com, Afonso Hidalgo Moreno, Francisco Bonilla.....	9
Figura 4: Desdoblamiento de la carretera A-352.....	9
Figura 5: Construcción de nuevo puente sobre la carretera A-352. ....	10
Figura 6: Alternativa 1. Croquis de las medidas.....	11
Figura 7: Alternativa 2. Croquis de las medidas.....	12
Figura 8: Alternativa 3. Croquis de las medidas.....	13
Figura 9: Alternativa 4. Croquis de las medidas.....	14
Figura 10: Detalle del MDT generado de la situación actual. Alternativa 0. ....	16
Figura 11: Detalle de los MDT generados de las distintas alternativas.....	17
Figura 12: Cuenca del Río Antas .....	18
Figura 13: Inundaciones de septiembre de 2012. ....	19
Figura 14: Detalle de la zona inundable de la alternativa 0. ....	20
Figura 15: Detalle de la zona inundable de la alternativa 1. ....	20
Figura 16: Detalle de la ampliación del puente propuesta en la carretera AL-7107.....	21
Figura 17: Detalle del aliviadero lateral y canal de alivio.....	21
Figura 18: Detalle de la zona inundable de la alternativa 2. ....	22
Figura 19: Detalle de la zona inundable de la alternativa 3. ....	22
Figura 20: Resultados obtenidos en la alternativa 3. Alturas de las protecciones necesarias. ....	23
Figura 21: Plano del sector RC4. ....	24
Figura 22: Detalle de la zona inundable de la alternativa 4. ....	24
Figura 23: Superficie de alta peligrosidad Antas, alternativa 0. ....	25
Figura 24: Superficie de alta peligrosidad Antas, alternativa 1. ....	26
Figura 25: Superficie de alta peligrosidad Antas, alternativa 2. ....	26
Figura 26: Superficie de alta peligrosidad Antas, alternativa 3. ....	26
Figura 27: Superficie de alta peligrosidad Antas, alternativa 4. ....	27
Figura 28: Puntos de especial importancia definidos dentro de la actuación. ....	29
Figura 29: Mapa de daños estimado. Alternativa 0_ T100. ....	31

Figura 30: Daños por periodo de retorno, alternativa y uso .....	31
Figura 31: Comparativa del reparto de las indemnizaciones realizadas por el CCS (2012) y los daños para Alternativa 0 y un periodo de retorno de 10 años en función del uso del bien afectado dentro del ámbito de la actuación. ....	32
Figura 32: Salida gráfica representando la peligrosidad arriba y riesgo abajo en situación actual a la izquierda y a la derecha con la alternativa seleccionada (alternativa 4). ....	34
Figura 33: Gráfica de peligrosidad y riesgo para la situación actual y alternativas 1, 2, 3 y 4. ....	35
Figura 34: Valoración del estado HMF ponderado del río Antas para el conjunto de cauces estudiados. ....	38
Figura 35: Mapa de clasificación del suelo procedente del Sistema de información urbana (SIU). Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana .....	45
Figura 36: Distribución de daños por sectores .....	54

## TABLAS

Tabla 1: Caudales punta utilizados .....	18
Tabla 2: Superficies obtenidas para la zona de alta peligrosidad. ....	25
Tabla 3: Listado de puntos de especial importancia.....	30
Tabla 4: Daños calculados por alternativa y periodo de retorno.....	30
Tabla 5: Resultados Estudio Rentabilidad de la actuación.....	32
Tabla 6: Resumen estudio rentabilidad.....	33
Tabla 7: Índice global de peligrosidad y riesgo.....	34
Tabla 8: Valores de precipitación y temperatura para datos históricos y para los escenarios RCP4.5 y RCP8.5 en el periodo 2041-2070 .....	36
Tabla 9: Valores de precipitación y su influencia para los escenarios RCP4.5 y RCP8.5 en el periodo 2041-2070 .....	37
Tabla 10: Valor del efecto del cambio climático por la componente usos del suelo .....	37
Tabla 11: Valor global del efecto del cambio climático en la actuación .....	37
Tabla 12: Comparativa de calidad de la MAS sin proyecto y con proyecto. ....	39
Tabla 13: Comparativa de calidad de la MASb sin proyecto y con proyecto. ....	40
Tabla 14: Medidas de mitigación seleccionadas para las actuaciones estructurales de protección frente a inundaciones en Vera (Almería). ....	40
Tabla 15: Propuesta de medidas de mejora hidromorfológica para las actuaciones estructurales de protección frente a inundaciones en Vera (Almería).....	41
Tabla 16: Descripción del medio .....	41
Tabla 17: Tramitación actual .....	43
Tabla 18: Población afectada para la situación actual y alternativa seleccionada (habitantes) .....	44
Tabla 19: Mejora sobre la población afectada (%) .....	44
Tabla 20: Administraciones competentes .....	48
Tabla 21: Objetivos de Desarrollo Sostenible conseguidos con el proyecto.....	50
Tabla 22: Indicadores hidromorfológicos.....	56
Tabla 23: Indicadores sobre los objetivos ambientales y su cumplimiento.....	56

## 1. Marco general de la actuación

El ámbito de esta actuación se sitúa en los términos municipales de Vera y Garrucha en la provincia de Almería (Andalucía). El cauce estudiado es el río Antas, desde aguas arriba de la carretera A-352 hasta su desembocadura en la playa de Puerto Rey donde se forma una pequeña laguna.

Se ha identificado como área de riesgo potencial significativo ARPSI ES060\_ARPS\_0130, desembocadura del Río Antas, según el PGRI de la Demarcación Hidrográfica de las Cuencas Mediterráneas Andaluzas. En el Plan Hidrológico de la Demarcación se clasifica el cauce como masa de agua: MAS S060MSPF0652010 "Río Antas". La masa de agua subterránea presente en el ámbito de actuación es la MASb ES060MSBT060.005 "Cubeta de Ballabona-Sierra Lisbona-Río Antas", presenta conexión temporal con la MAS.

El objetivo de la actuación es disminuir los daños producidos por las inundaciones causadas por el río Antas. En particular la actuación está orientada a la reducción de los riesgos de inundación en Vera (Almería), causados por el desbordamiento del tramo bajo del río Antas, en el entorno de las urbanizaciones de Pueblo Laguna y Puerto-Rey. Ámbito de la actuación. Fuente MTN-IGN.

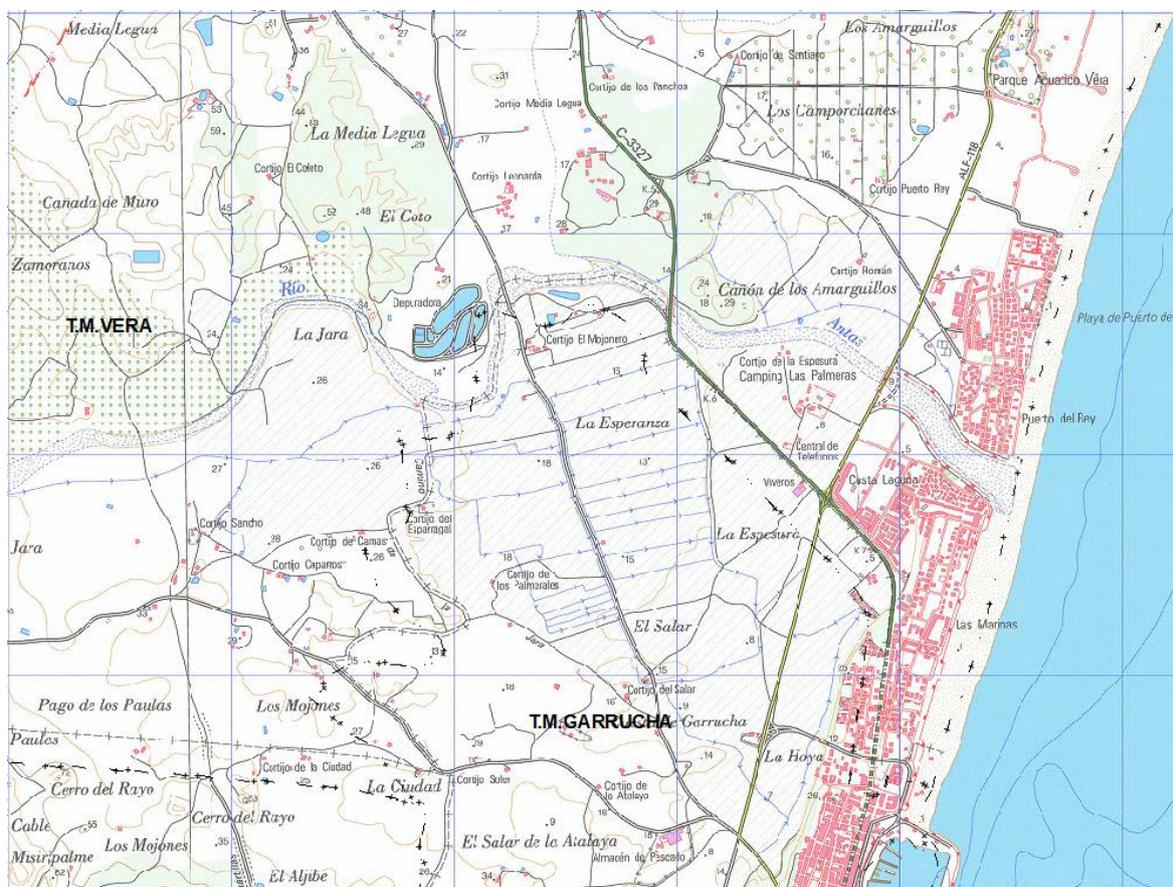


Figura 1: Tramo bajo del río Antas y ámbito de la actuación.

La medida está clasificada como obra de interés general del estado en el anexo II del PHN según la Ley 10/2001: Laminación de avenidas y regulación del río Antas.

Para consultar más datos generales de la caracterización sobre peligrosidad y riesgo de la ARPSI y sobre los datos de presiones, impactos y objetivos ambientales de la masa de agua se puede consultar el [Apéndice 6.1.1. Informe de la actuación.](#)

## 2. Antecedentes

Como es la tónica general en las zonas costeras mediterráneas, la expansión urbanística ha sido notable en la costa de Vera. Como se aprecia en las fotografías del vuelo americano de 1956, en la desembocadura del río Antas no existía ninguna edificación hasta la fecha. En el vuelo interministerial de 1973 se aprecian las primeras construcciones en la zona, pero es a partir de 1980 cuando las se desarrolla todo el frente marítimo con el resultado de la alta ocupación territorial actual, siguiendo un plan de desarrollo turístico de la zona.

Por otro lado, ligado al desarrollo urbanístico, se encauza el río Antas en la zona de desembocadura para proteger estas nuevas urbanizaciones a pie de playa. La dinámica litoral de este tramo de costa ha formado una playa amplia y homogénea siguiendo el contorno litoral. El río Antas al desembocar en el mar se encuentra con esta barra de arena litoral que produce un remanso aguas arriba, al que se le añaden las aportaciones de la rambla de la Jara por la margen izquierda y de la rambla del Algarrobo por la margen derecha.



Figura 2: Expansión urbanística en la zona costera de Vera. Secuencia histórica.

Debido a estos desarrollos urbanísticos, el riesgo de inundación ha aumentado significativamente al incrementarse la exposición de elementos vulnerables en el ámbito de estudio. Así, en las últimas décadas han ocurrido varios episodios de inundación como los de 1973, 1989, 2019, siendo el más destacable el sufrido en 2012. Las lluvias fueron muy intensas el día 28 de septiembre del 2012, registrándose hasta 136mm en 3 horas en el embalse de Cuevas de Almanzora y 156mm en Sierra Almagro con un máximo diario de 240mm, valor cercano al periodo de retorno de 500 años. Estas lluvias provocaron graves inundaciones en la desembocadura del río Antas.

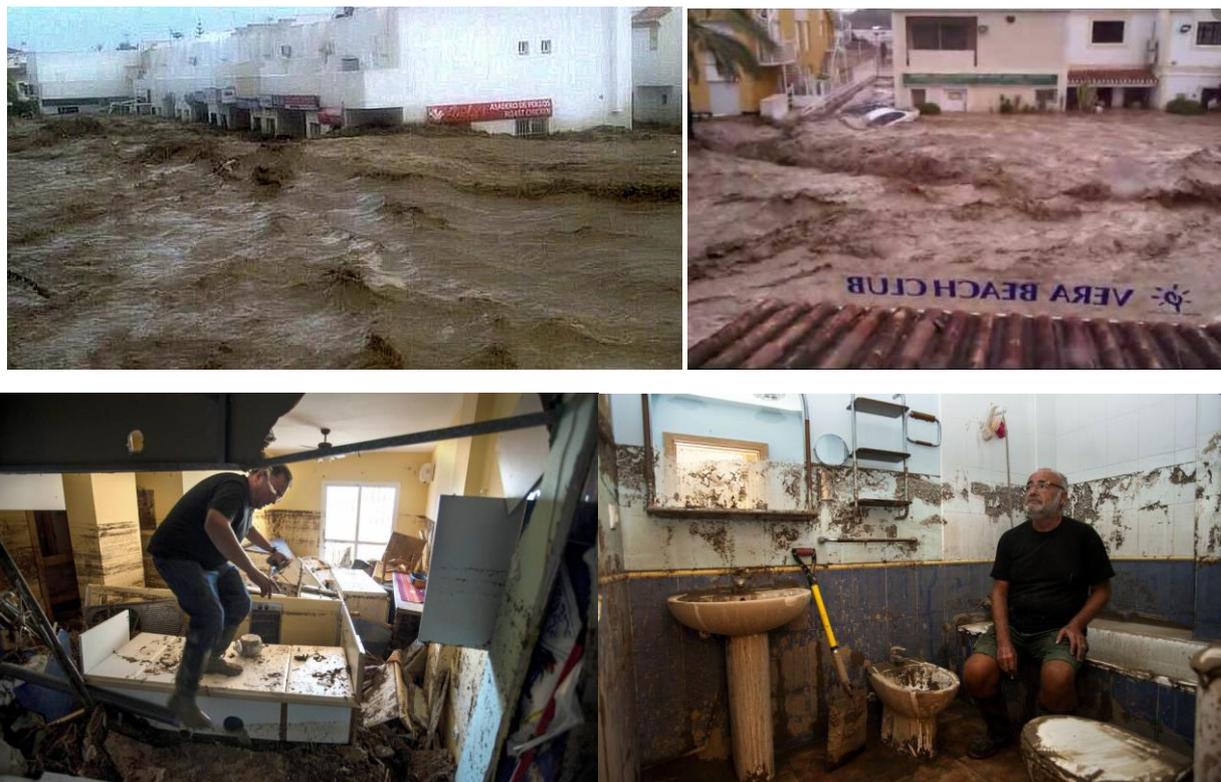


Figura 3: Inundaciones de septiembre de 2012. Fuentes: veraplayazul.blogspot.com, eltiempo.es, youtube.com, Afonso Hidalgo Moreno, Francisco Bonilla

En el momento de redacción de este informe se está desdoblando la carretera A-352 de Vera a Garrucha, proyecto de 2018 con clave D.G.I. 3-AL-1369-M.2-0.0-ON y clave AOPJA C-AL1087/OEJO “Desdoblamiento de la carretera A-352 (antigua A-1200) de Vera a Garrucha, tramo: P.K. 8+200 al 12+200”. Esta obra supone la sustitución del puente sobre el río Antas.



Figura 4: Desdoblamiento de la carretera A-352.



Figura 5: Construcción de nuevo puente sobre la carretera A-352.

No hay un proyecto un específico redactado pero si han sido redactados cuatro proyectos sobre el río Antas desarrollados en los últimos años desde distintos organismos:

- Proyecto de Drenaje de la Llanura de Inundación de la Jara al Río Antas, (Ayto. de Garrucha, 2005).
- Proyecto de Construcción de Adecuación y Encauzamiento del Río Antas y de la Rambla del Algarrobo, (CODEUR S.A. y Ayto. de Vera, 2007).
- Proyecto de Actuaciones de Restauración Hidrogeomorfológica y Naturalización del río Antas desde la pedanía de Aljáziz hasta su desembocadura (T.M. de Antas, Garrucha y Vera), (TRAGSATEC, 2018).
- Proyecto de urbanización de la unidad de actuación única del sector 2 de las NN.SS. de Garrucha (Cetec, Ayto. de Garrucha, 2019).

En el [Apéndice 6.1.1. Informe de la actuación](#), se incluyen los datos básicos, pero en el [Apéndice 6.1.2. Informe documentación de la actuación](#), se pueden consultar el resumen de datos importantes como descripción de las alternativas, caudales de diseño y caudales considerados por periodo de retorno, presupuestos, expropiaciones, documentos ambientales, modelo hidráulico y aquellas consideraciones que por su singularidad se ha considerado importante incluir.

### 3. Descripción de las alternativas

Se han planteado 4 alternativas además de la alternativa 0 que supone la simulación de la situación actual.

Tras el análisis de las zonas inundables para la situación actual y evaluando el comportamiento hidráulico del tramo de estudio, se han planteado medidas con el objetivo de disminuir el riesgo en la zona de la desembocadura del río Antas. El nivel de protección objetivo para la zona urbana es el correspondiente a 500 años de periodo de retorno. El resto de las alternativas incluyen obras que disminuyen el riesgo de inundación. Estas obras, salvo excepciones no están incluidas en ningún estudio previo por lo que se han dimensionado hidráulicamente dentro de este trabajo.

La **alternativa 1** tiene como objetivo la laminación de la avenida y la protección de la zona urbanizada asegurando el desagüe de la misma a través del encauzamiento del flujo en su desembocadura.

Esta alternativa incluye las siguientes medidas:

- Construcción de muros de protección aguas arriba de la carretera A-352 en la margen derecha. El primer tramo de muro mide 50 m de longitud y el segundo 150 m, con alturas comprendidas entre 1 m y 1,5 m.
  - Aguas arriba de la carretera AL-7107 se delimitan las zonas de laminación existentes mediante la colocación de motas transversales con núcleo de hormigón en ambas márgenes y protección de la carretera AL-7107. Las alturas de las motas varían entre 0,5 m y 2,5 m de altura en la margen derecha, con una longitud de aproximadamente 575 m, y entre 0,5 m y 2 m en la margen izquierda con una longitud de unos 600 m.
  - Sustitución del puente de la carretera AL-7107, por otro con una longitud de 230 m aproximadamente, con 12 vanos de 20 m de longitud aproximada y con una anchura de 12 m.
  - Recrecimiento de la carretera AL-7107 en la margen derecha del río, de aproximadamente 1,5 m de altura.
  - Aguas abajo de la carretera AL-7107 se eliminan las motas existentes para ampliar la sección del cauce y se construyen muros de protección para el núcleo urbano en ambas márgenes, cuyas alturas varían entre 0,5 m y 3m en la margen derecha con una longitud de 770 m y entre 1 m y 2 m en la margen izquierda con una longitud de 730 m.
- Las alturas superiores de muro se dan aguas abajo del talud de la carretera AL-7107 debido a que en esa zona existe una depresión del terreno hasta alcanzar la urbanización.

El resguardo de seguridad que se ha tenido en cuenta para estas obras es de 0,5 m.



Figura 6: Alternativa 1. Croquis de las medidas.

La **alternativa 2** es una modificación de la alternativa 1 en la que se propone un aliviadero lateral en la margen izquierda aguas arriba de la carretera A-352, que conecta con un canal de alivio que deriva al flujo de caudal hacia la zona de laminación de la margen izquierda. En agua derivada retornaría al Antas para salir al mar. Además, en lugar de sustituir el puente de la carretera AL-7107 existente, se propone ampliar su capacidad respetando la estructura existente. Así, esta alternativa cuenta con las siguientes medidas:

- Aguas arriba de la carretera A-352 se mantienen los muros de la alternativa 1 en la margen derecha. El primer tramo de muro mide 50 m de longitud y el segundo 150 m, con alturas comprendidas entre 1 m y 1,5 m.
- Construcción de un vertedero lateral únicamente activo en crecidas hacia un canal que transporta el caudal circulante hasta la zona de laminación natural. Para mantener el funcionamiento de la carretera A-352 sería necesaria la construcción de un puente sobre el canal de alivio.
- Se mantiene la zona de laminación de la alternativa 1 aguas arriba de la carretera AL-7107.
- Ampliación del puente de la carretera AL-7107, por la margen derecha, mediante la construcción de otra estructura de 4 vanos de 20 m de longitud aproximada cada uno.
- Recrecimiento de la carretera AL-7107 en la margen derecha del río de 1,60m de altura media.
- Aguas abajo de la carretera AL-7107, al igual que en la alternativa 1, se eliminan las motas existentes y se construyen muros de protección para el núcleo urbano en ambas márgenes con las mismas mediciones.

El resguardo que se ha tenido en cuenta para estas obras es de 0,5 m.



Figura 7: Alternativa 2. Croquis de las medidas.

La **alternativa 3** es una variante de la alternativa 2 en la que se mantiene la ampliación del puente de la carretera AL-7107 en la margen derecha, mediante la construcción de 4 vanos de 20 m de longitud cada uno, pero no se realiza el desvío aguas arriba de la carretera A-352, manteniendo el resto de propuestas planteadas de elementos de protección.

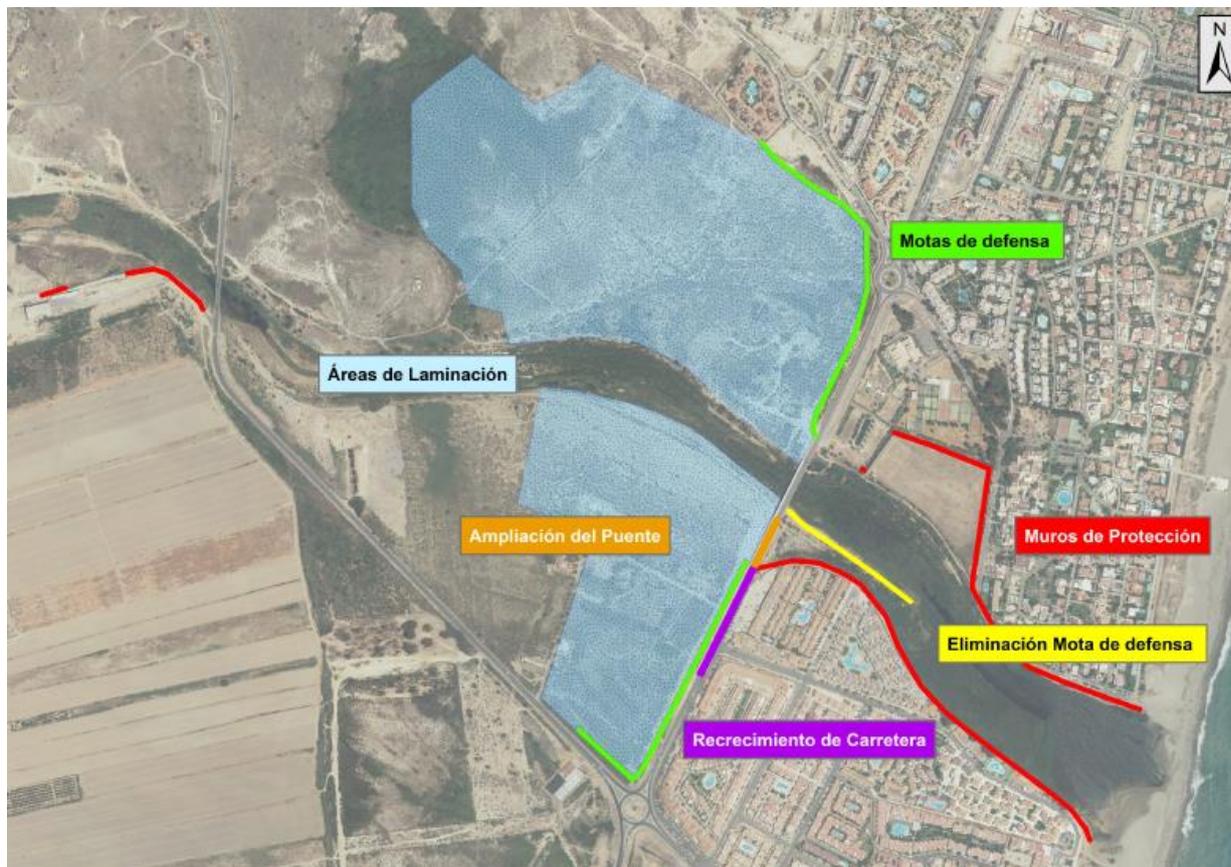


Figura 8: Alternativa 3. Croquis de las medidas.

Por último, la **alternativa 4** es una variante de la alternativa 3 en la que se ha considerado la entrada, en la margen derecha del río Antas, de caudales procedentes de la obra de drenaje de la Rambla de la Jara. Además, se ha modificado el trazado de las motas de protección de las zonas de laminación de ambas márgenes, respetando la zona de servicio de la carretera A-352 y la zona residencial del futuro desarrollo urbanístico del sector RC4.

Así, esta alternativa cuenta con las siguientes medidas:

- Aguas arriba de la carretera A-352 se realizan unos muros de protección en la margen derecha. El primer tramo de muro mide 50 m de longitud y el segundo 150 m, con alturas comprendidas entre 1 m y 1,5 m.
- Aguas arriba de la carretera AL-7107 se mantiene la zona de laminación en ambas márgenes del río, pero la zona situada en la margen izquierda se ha limitado considerando el futuro desarrollo del sector RC4. Para ello es necesario construir una protección de las futuras zonas urbanizables, que en este caso se ha presupuestado como unas motas de protección con núcleo de hormigón. La función de estas motas es la delimitación de las áreas de laminación de los caudales del río Antas. En la margen derecha también se ha proyectado la construcción de motas de protección que, además de delimitar la zona de laminación, protegerá las carreteras A-352 y AL-7107 y almacenará también la avenida de diseño procedente de la rambla de la Jara, según el “Proyecto

de drenaje de la llanura de inundación de la Jara al río Antas” del Ayuntamiento de la Garrucha. Las alturas de las motas varían entre 0,5 m y 2,7 m de altura en la margen derecha, con una longitud de aproximadamente 687 m, y entre 0,5 m y 2 m en la margen izquierda con una longitud de unos 1.044 m.

- Adaptación de la obra de entrada de la rambla de la Jara, mediante la prolongación de la propuesta por el Ayuntamiento de la Garrucha, bajo la rotonda. Son 3 marcos de 8 metros ancho y 2,20 m de gálibo cada uno. La longitud mínima necesaria desde el paso bajo la rotonda hasta la obra de laminación es de 65 m, ya que se respeta la zona de servidumbre de la carretera A-352. Esta obra deberá realizar la descarga a la zona de laminación a la cota más alta posible, de forma que en caso de desbordamiento del río Antas, la descarga de caudal de esta obra siga siendo posible. Esta medida quedará englobada dentro del alcance del futuro proyecto de drenaje de la Jara.
- Ampliación del puente de la carretera AL-7107, en la margen derecha, mediante la construcción de 4 vanos de 20 m de longitud aproximada cada uno.
- Recrecimiento de la carretera AL-7107 en la margen derecha del río, de aproximadamente 1,7 m de altura media y 135 m de longitud.
- Aguas abajo de la carretera AL-7107 se eliminan las motas existentes en la zona de vegetación existente en la margen derecha y se construyen muros de protección en ambas márgenes con el objetivo de proteger el núcleo urbano, cuyas alturas varían entre 0,5 m y 3,2 m en la margen derecha con una longitud de 770 m y entre 1m y 2,70 m en la margen izquierda con una longitud de 730 m.

El resguardo de seguridad que se ha tenido en cuenta para estas obras es de 0,5 m.



Figura 9: Alternativa 4. Croquis de las medidas.

Una mayor descripción de las alternativas se incluye en el [Apéndice 6.1.3. Informe hidráulico de la actuación](#).

#### 4. Definición del área afectada

En la definición del área afectada se han considerado varios criterios: la longitud del tramo ARPSI y de la masa de agua (cuando procede), la zona inundable de 500 años de periodo de retorno del tramo ARPSI y los posibles daños importantes, o necesarios de considerar fuera del ámbito ARPSI pero ligados a las zonas inundables existentes o claramente vinculados, y el terreno ocupado por la obra.

En este caso, la obra es urbana y centrada en los desbordamientos del río Antas en su desembocadura, por lo que resultan más limitantes el resto de factores, como es la longitud del ARPSI. El área se extiende al del modelo hidráulico del tramo ARPSI correspondiente. El área estudiada comprende 521,37 ha y 5,63 km de longitud de cauce.

En el [Apéndice 6.1.11. Planos de la actuación](#), plano [6.1.0. Ámbito de la actuación](#), se muestra la citada área afectada.

#### 5. Modelos digitales del terreno

El MDT generado para la **alternativa 0** se ha obtenido a partir del vuelo LIDAR del PNOA de 2014. Los datos LAS proceden del IGN, cuentan con una precisión altimétrica de 20 cm y una densidad mínima de 0,5 puntos/m<sup>2</sup>. El MDT generado a través de estos ficheros se ha modificado en función de los datos existentes. El MDT resultante tiene un tamaño de celda de 2 metros y cuenta con la representación de los edificios.

La corrección realizada se ha apoyado en la ortofotografía aérea de máxima actualidad (PNOA 2016), en las capas de usos de suelo existentes (SIOSE y BTN/BCN) y en la información topográfica recibida de estudios antecedentes.

Así, se ha añadido también la nueva carretera Vera-Garrucha, obtenida del proyecto de construcción "Desdoblamiento de la carretera A-352 (antigua A-1200) de Vera a Garrucha. Tramo P.k. 8+200 al 12+200" elaborado por la Junta de Andalucía.

Por último también se han considerado para la modificación del MDT los datos recogidos en la campaña de campo realizada, dentro de este mismo estudio, para la caracterización hidromorfológica de este tramo de río.

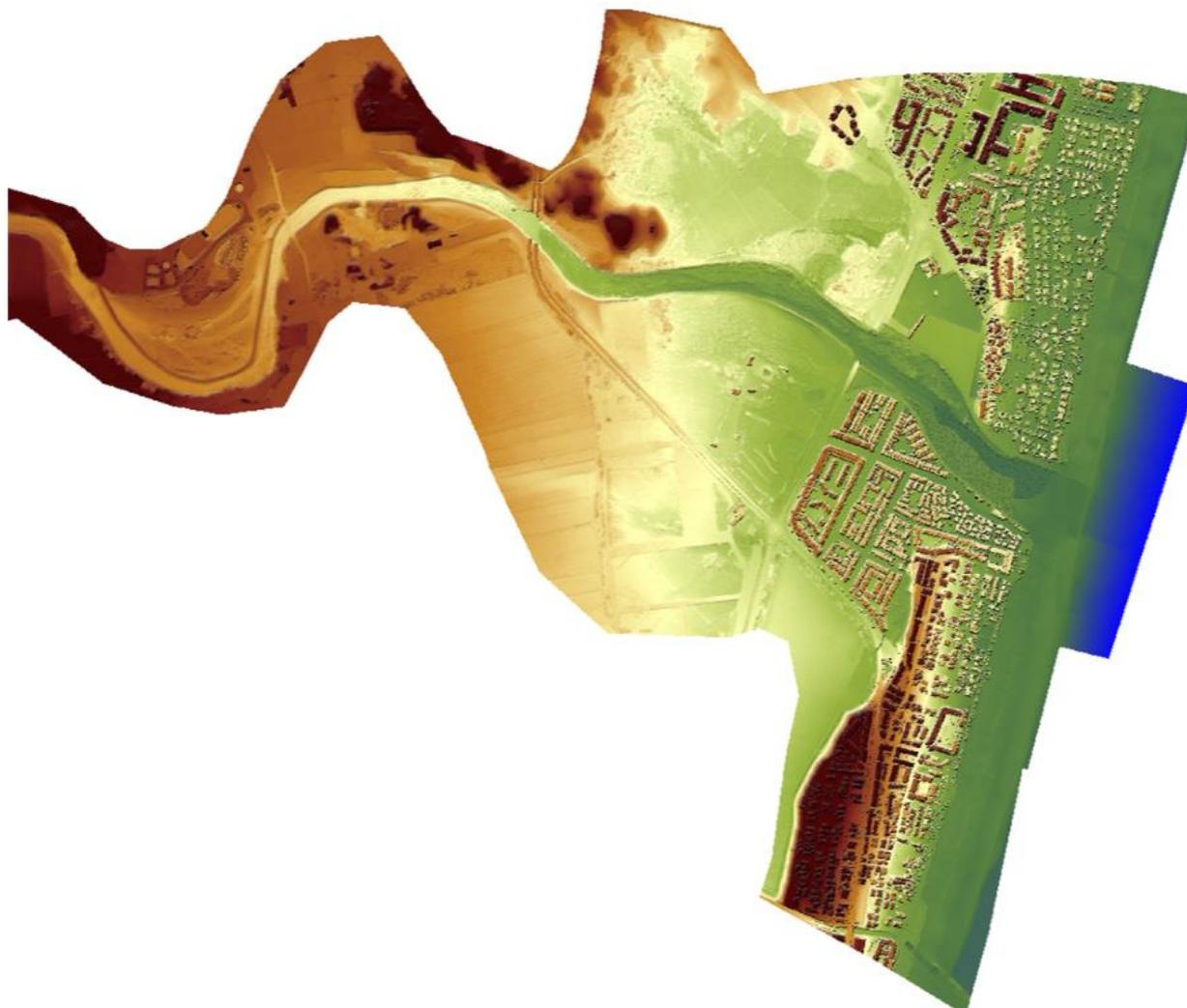


Figura 10: Detalle del MDT generado de la situación actual. Alternativa 0.

El MDT de las **alternativas 1, 2, 3 y 4** han sido generados a partir del obtenido para la situación actual incorporando todas aquellas medidas planteadas en cada alternativa. De esta forma se ha obtenido un MDT para el cálculo hidráulico acorde a las soluciones planteadas en cada alternativa.

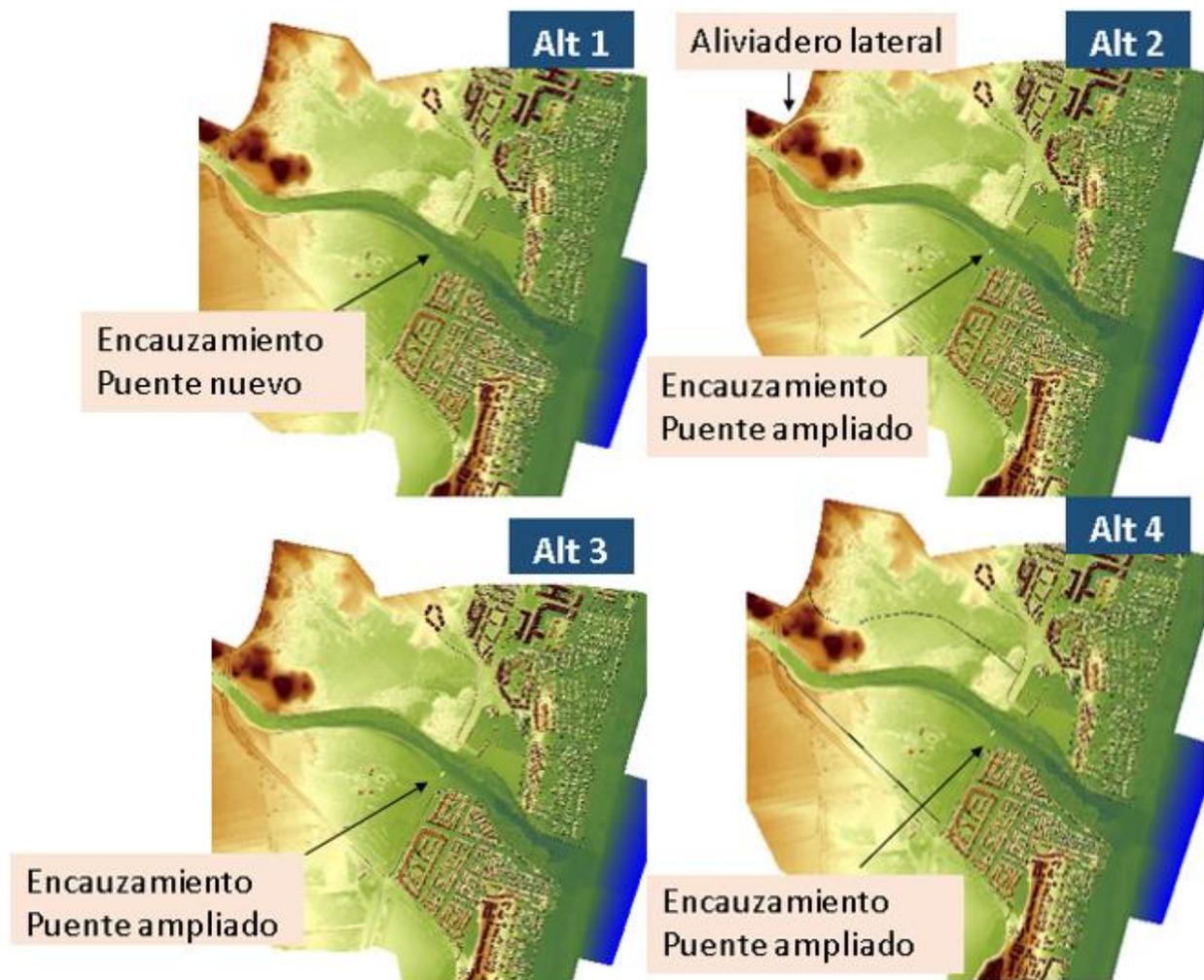


Figura 11: Detalle de los MDT generados de las distintas alternativas

## 6. Análisis hidrológico de cada alternativa

El valor del caudal punta y para los periodos de retorno de 100 y 500 años han sido facilitados por la Junta de Andalucía, correspondiendo a los calculados para los Mapas de Peligrosidad del primer ciclo. El caudal del periodo de retorno de 10 años ha sido estimado mediante papel doblemente logarítmico ajustando a la curva construida a partir de los valores de los periodos de retorno de 5, 25, 50, 100 y 500 años, todos facilitados por la Junta de Andalucía.

Los caudales punta aplicados para la entrada del canal de drenaje del barranco de la Jara son los definidos dentro del “Proyecto de Drenaje de la Llanura de Inundación de la Jara al Río Antas, (2005)”.

Los hidrogramas considerados del río Antas para las distintas alternativas son los mismos. Sin embargo la aportación de la rambla de la Jara solo se incluye en la Alternativa 4.

La cuenca del río Antas tiene una superficie aportante de 249,83 km<sup>2</sup>, una longitud de cauce de 60,21 km y un tiempo de concentración de 15 h (método de Témez).

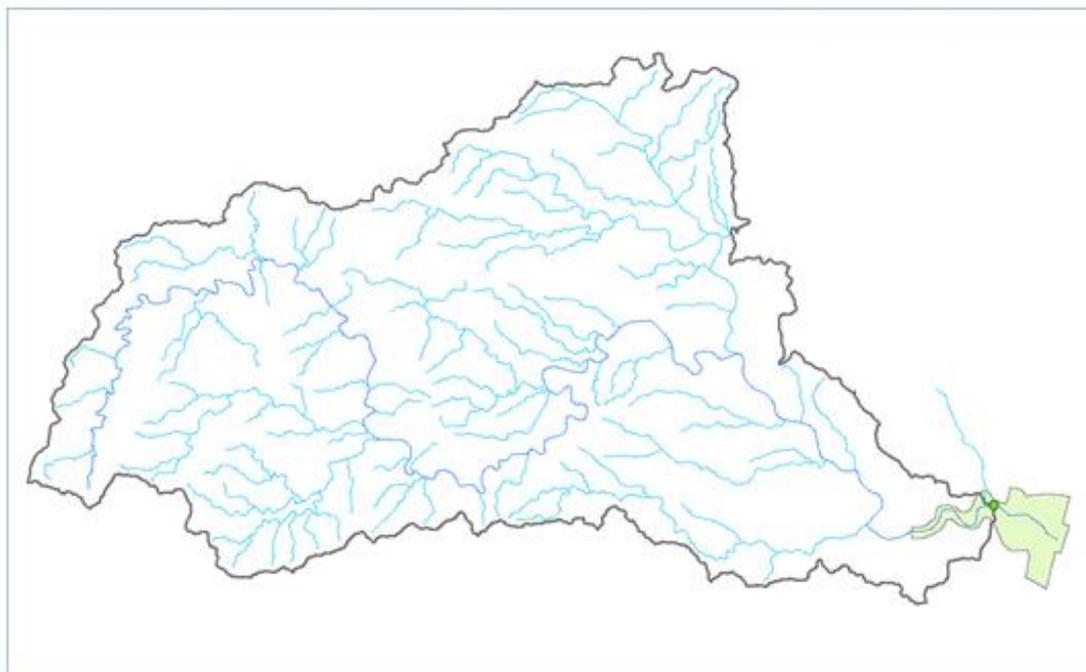


Figura 12: Cuenca del Río Antas

El cuadro siguiente muestra los valores punta de dichos hidrogramas.

Cauce	Q10 (m <sup>3</sup> /s)	Q100 (m <sup>3</sup> /s)	Q500 (m <sup>3</sup> /s)
Río Antas	352,0	797,2	1.251,0
Barranco de La Jara	49	85	115

Tabla 1: Caudales punta utilizados

Para determinar el hidrograma de simulación, se procedió a realizar la comparativa entre un modelo previo en el que se simulaban los caudales con la distribución del hidrograma triangular de Témez y otro modelo a caudal constante. Tras comprobar que no existían diferencias significativas entre ambos resultados, se ha supuesto como metodología la simulación a caudal constante al reducirse así el tiempo de simulación del modelo hidráulico.

En el [Apéndice 6.1.3. Informe hidráulico de la actuación](#) se incluyen los hidrogramas de la misma.

## 7. Modelo hidráulico

### 7.1. Situación actual. Alternativa 0

El modelo hidráulico bidimensional se ha construido mediante el software Guad 2D.

El MDT de cálculo hidráulico ha sido generado, como se ha comentado anteriormente, en base el último vuelo LiDAR disponible, realizando además las correcciones oportunas. A partir de los MDT generados se han construido una malla triangular de cálculo para cada alternativa, limitando a 15 cm de error máximo en altura.

Se ha incorporado la geometría de los puentes al modelo, introduciendo a su vez los nuevos puentes proyectados sobre el río Antas. En el caso de la A-352, esta geometría ha sido extraída del proyecto

“Desdoblamiento de la carretera A-352 (antigua A-1200) de Vera a Garrucha, tramo: P.k. 8+200 al 12+200”. En total se han modelizado 4 estructuras, salvo en la alternativa 4. En esta alternativa se ha añadido el paso de la rambla de la Jara, bajo la rotonda de la A-352, y que conecta la rambla con la zona de laminación de la margen derecha del río Antas.

La rugosidad se define a través de la clasificación de usos de suelo de la zona de estudio, obtenida mediante combinación cartográfica de las coberturas de usos (SIOSE y BTN/BCN) con las correcciones pertinentes mediante digitalización en base a la ortofotografía aérea de máxima actualidad (PNOA 2016). A cada uso de suelo de la capa resultante se le ha asignado un valor del número de Manning acorde con lo establecido en la “Guía Metodológica para el desarrollo del Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables”.

Como condiciones de contorno al modelo, indicar que los hidrogramas de entrada se han introducido bajo la hipótesis de caudal constante. El caudal del río Antas es el mismo para todas las alternativas, pero el de la rambla de la Jara solo se incorpora en el modelo de la alternativa 4. Como condición de salida se ha introducido el valor del nivel de pleamar. Este nivel es de 0,39 m para la zona de estudio.

El modelo en situación actual ha sido calibrado con los datos obtenidos de la avenida de septiembre de 2012.



Figura 13: Inundaciones de septiembre de 2012.

Los croquis del modelo y detalles del mismo pueden consultar en el [Apéndice 6.1.3. Informe hidráulico de la actuación](#), alternativa 0. Para más información, se pueden consultar las zonas inundables resultado del cálculo hidráulico en el [Apéndice 6.1.11. Planos de la actuación](#), plano 6.1.1. [Zonas inundables de la situación actual](#).

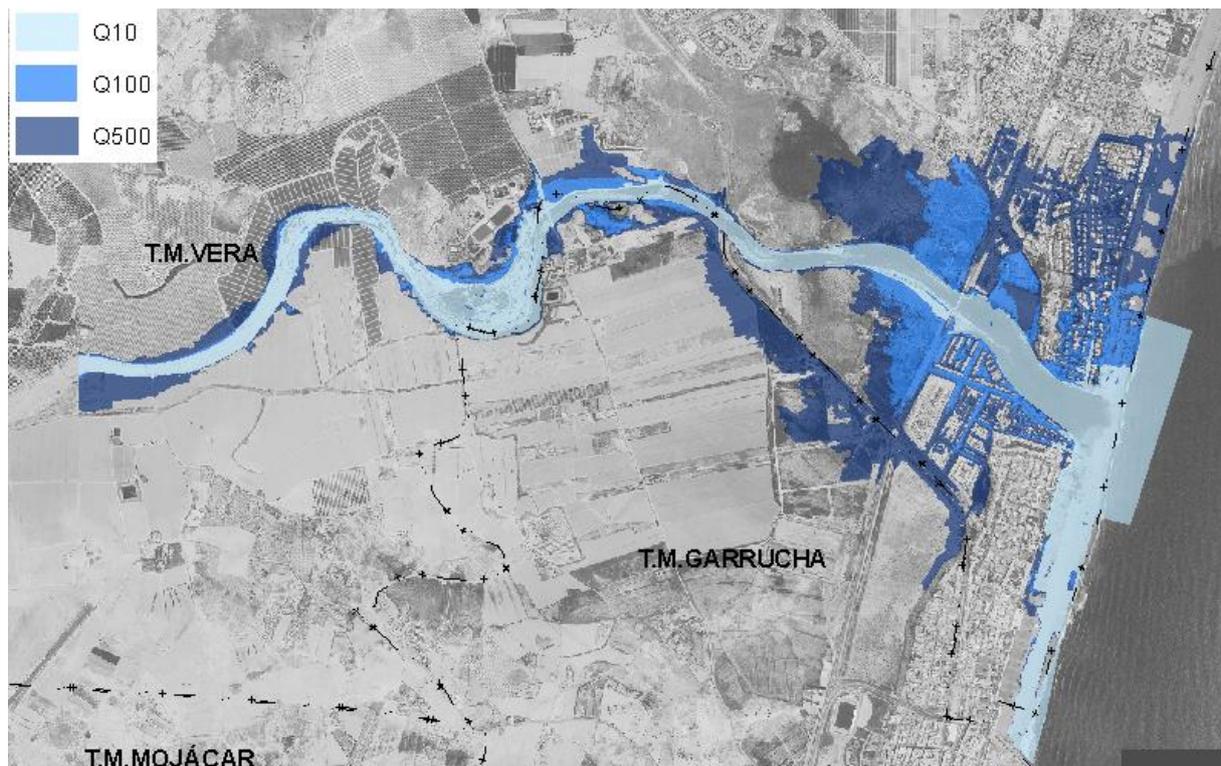


Figura 14: Detalle de la zona inundable de la alternativa 0.

## 7.2. Alternativa 1

Tomando como base el modelo generado para la alternativa 0, se ha modificado el MDT para introducir las medidas correspondientes a la alternativa 1. Además, se ha introducido el nuevo puente en la carretera AL-7107 sustituyendo el puente existente.

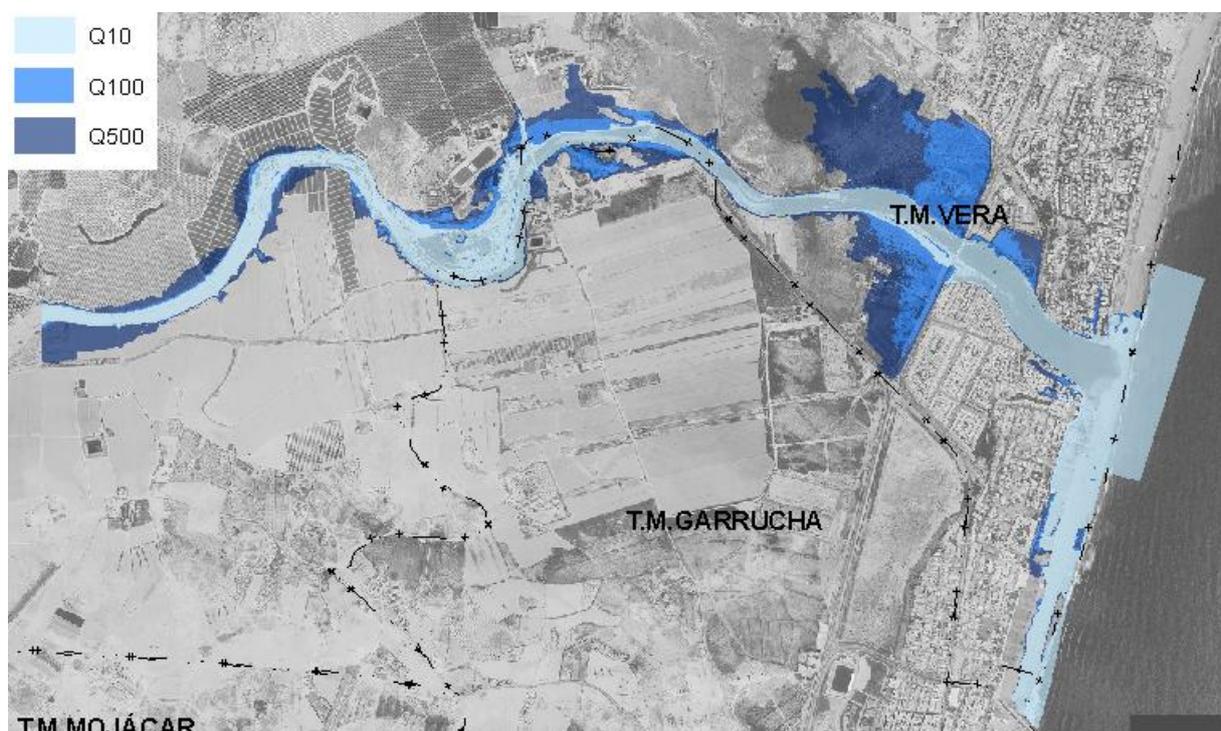


Figura 15: Detalle de la zona inundable de la alternativa 1.

Los croquis del modelo y detalles del mismo pueden consultar en el [Apéndice 6.1.3. Informe hidráulico de la actuación](#), alternativa 1. Para más información, se pueden consultar las zonas inundables resultado del cálculo hidráulico en el [Apéndice 6.1.11. Planos de la actuación](#), plano 6.1.2. Zonas inundables de la alternativa 1.

### 7.3. Alternativa 2

De la misma forma que para la alternativa 1, se ha modificado el MDT de la alternativa 0 incorporando las medidas que conforman esta alternativa. Como nuevas modificaciones respecto a la alternativa 1, se plantea la ampliación del puente sobre la carretera AL-7107 en lugar de su sustitución y el vertedero lateral y canal de alivio en crecidas aguas arriba del puente de la carretera A-352.

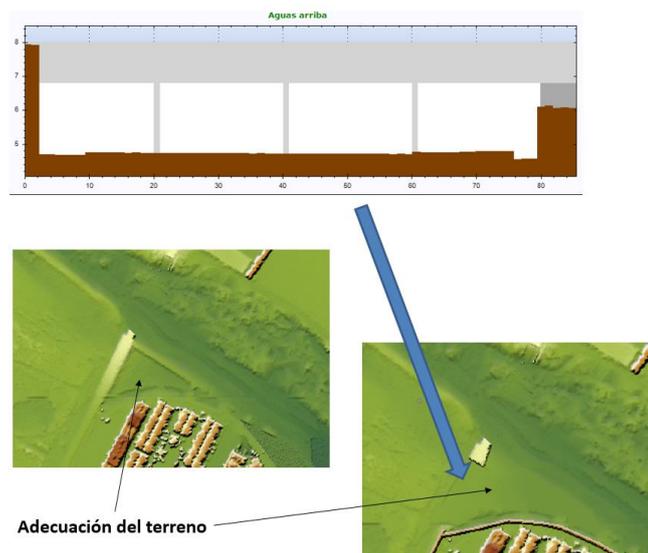


Figura 16: Detalle de la ampliación del puente propuesta en la carretera AL-7107

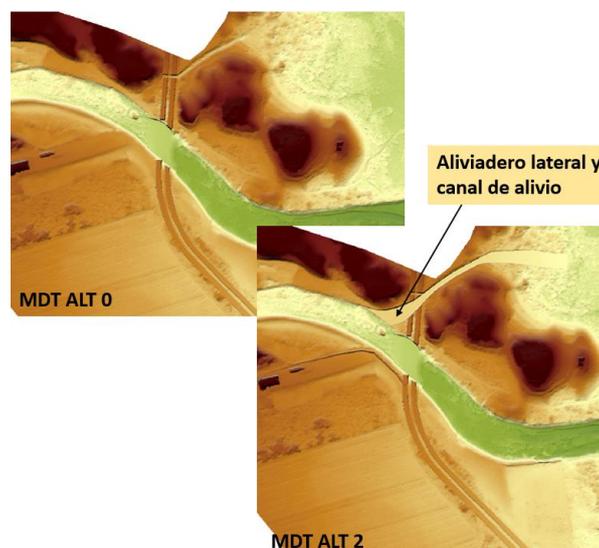


Figura 17: Detalle del aliviadero lateral y canal de alivio

Los croquis del modelo y detalles del mismo pueden consultar en el [Apéndice 6.1.3. Informe hidráulico de la actuación](#), alternativa 2. Para más información, se pueden consultar las zonas inundables resultado del cálculo hidráulico en el [Apéndice 6.1.11. Planos de la actuación](#), plano 6.1.3. Zonas inundables de la alternativa 2.

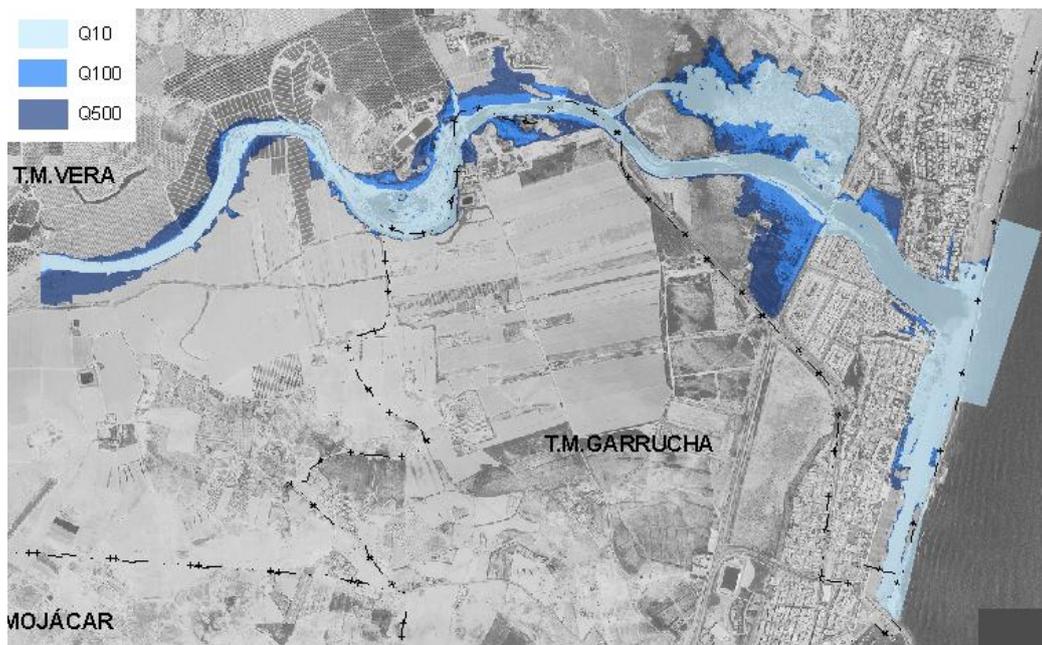


Figura 18: Detalle de la zona inundable de la alternativa 2.

### 7.4. Alternativa 3

De la misma forma que para los casos anteriores, se ha modificado el MDT de acuerdo a las medidas planteadas. Esta alternativa modifica la alternativa 1 cambiando la sustitución del puente de la carretera AL-7107 por la ampliación propuesta en la alternativa 2.

Los croquis del modelo y detalles del mismo pueden consultar en el [Apéndice 6.1.3. Informe hidráulico de la actuación](#), alternativa 3. Para más información, se pueden consultar las zonas inundables resultado del cálculo hidráulico en el [Apéndice 6.1.11. Planos de la actuación](#), plano 6.1.4. Zonas inundables de la alternativa 3.

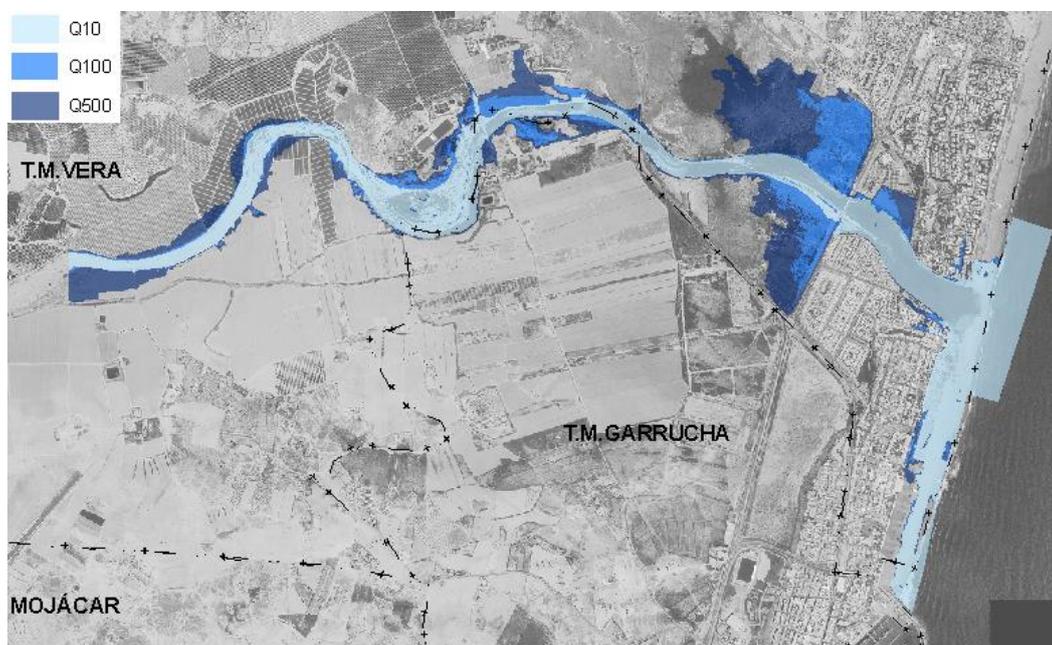


Figura 19: Detalle de la zona inundable de la alternativa 3.

En la imagen que a continuación se muestra, se puede observar la lámina de agua para el periodo de retorno de 500 años de la alternativa 3 en color azul intenso, la lámina del mismo periodo de retorno para la situación actual en azul turquesa y el MDT, permitiendo así ajustar la altura de muro necesaria para la protección de las zonas urbanizadas.

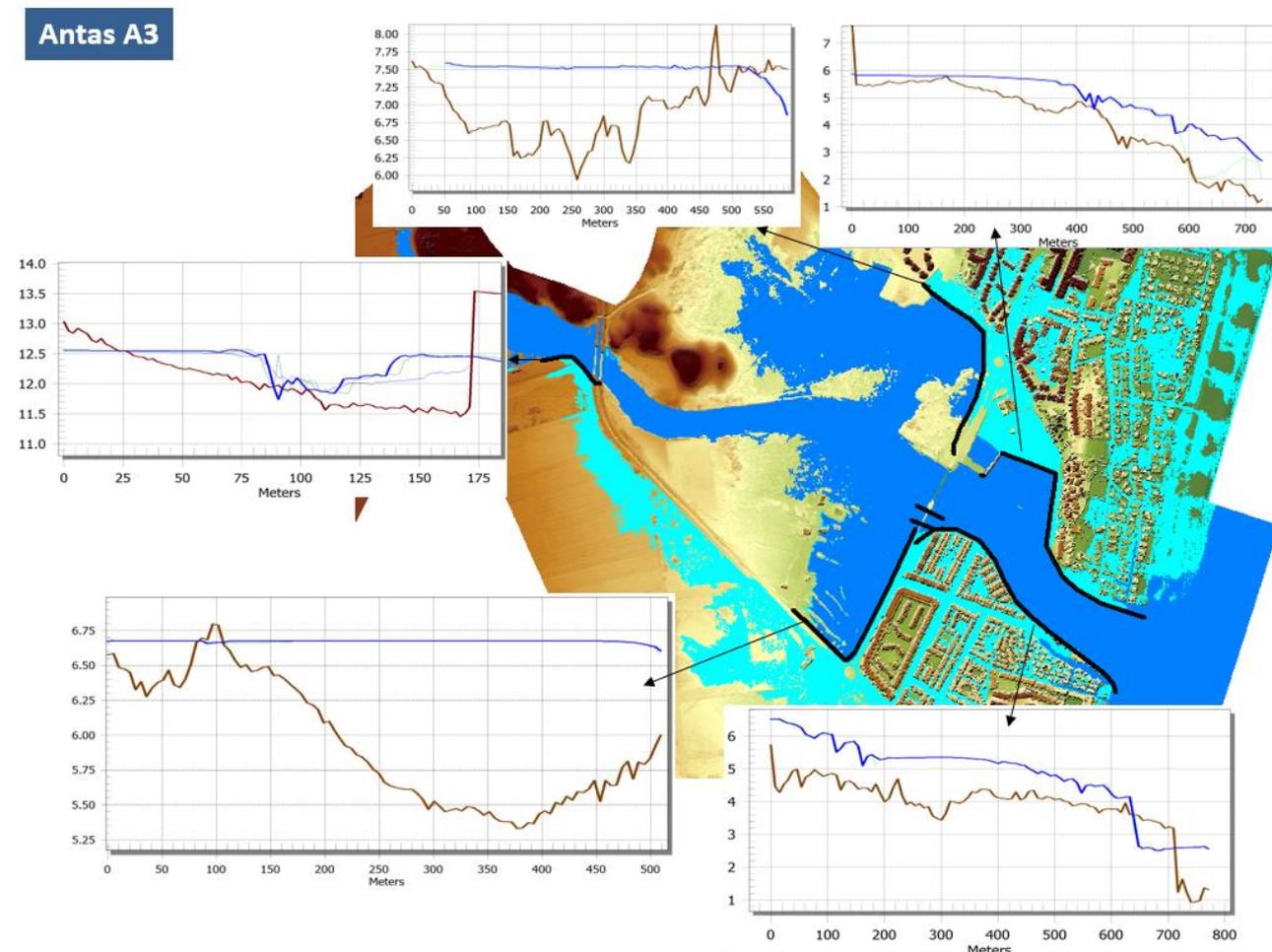


Figura 20: Resultados obtenidos en la alternativa 3. Alturas de las protecciones necesarias.

## 7.5. Alternativa 4

De la misma forma que para los casos anteriores, se ha modificado el MDT de la alternativa 0 de acuerdo a las medidas planteadas en esta alternativa. Esta alternativa modifica la alternativa 3 cambiando el trazado de las motas de defensa de ambos márgenes del río, reduciendo las áreas de laminación y añadiendo en la margen derecha la entrada de los caudales procedentes de la Rambla de La Jara.

Por la margen derecha se ha respetado la zona de servidumbre de la carretera A-352, por la margen izquierda, la zona de laminación cierra por el vial que divide la zona residencial con las dotaciones de espacios libres y dotaciones, que quedaría dentro de la zona de laminación.

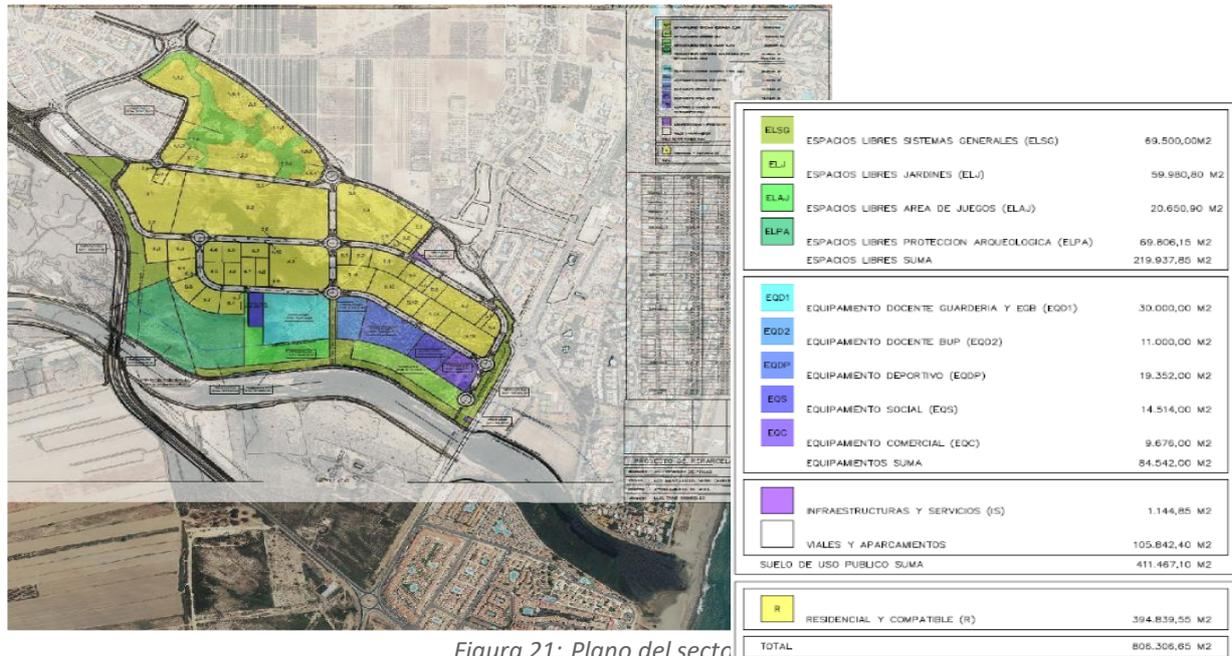


Figura 21: Plano del sector

Los croquis del modelo y detalles del mismo pueden consultar en el [Apéndice 6.1.3. Informe hidráulico de la actuación](#), alternativa 4. Para más información, se pueden consultar las zonas inundables resultado del cálculo hidráulico en el [Apéndice 6.1.11. Planos de la actuación](#), plano 6.1.4. *Zonas inundables de la alternativa 4.*



Figura 22: Detalle de la zona inundable de la alternativa 4.

## 7.6. Zona de alta peligrosidad

Tras el análisis de los resultados hidráulicos obtenidos, se ha procedido a calcular para cada periodo de retorno y alternativa, la zona de alta peligrosidad entendida como el área del territorio donde se da al menos una de las siguientes condiciones, descontando el área correspondiente al cauce natural o artificial de forma que se pueda analizar las mejoras que proporcionan las obras asociadas a cada una de las alternativas dentro de las zonas en las que se producen daños por inundaciones:

- Calado superior a 1 m.
- Velocidad mayor a 1 m/s.
- Producto de calado por velocidad es mayor de 0,5 m<sup>2</sup>/s.

Una vez calculado, se ha evaluado la superficie resultante para cada periodo de retorno y alternativa:

Actuación	Antas Alt.0	Antas Alt.1		Antas Alt.2		Antas Alt.3		Antas Alt.4	
	Sup (m <sup>2</sup> )	Sup (m <sup>2</sup> )	% mejora						
<b>T10</b>	43.945	42.483	3,3	42.483	-18,5	52.081	4,0	66.738	-51,87
<b>T100</b>	199.848	157.527	18,0	163.901	-4,8	209.425	14,1	196.339	1,76
<b>T500</b>	540.404	368.588	27,4	392.289	10,4	484.028	26,3	386.018	28,57

Tabla 2: Superficies obtenidas para la zona de alta peligrosidad.

En la simulación de la alternativa 4 se ha incluido el caudal de la rambla de la Jara. Esto produce que al comparar con la situación actual, sobre todo para periodos de retorno bajos, el porcentaje de mejora quede distorsionado, siendo en la realidad prácticamente igual al el de la Alternativa 3.

A continuación, se muestra en las siguientes imágenes la zona de alta peligrosidad para el periodo de retorno de 100 años con el cauce incluido, según los criterios que indica el Reglamento del Dominio Público Hidráulico (Real Decreto 638/2016, de 9 de diciembre) para situación actual y alternativas 1, 2, 3 y 4:

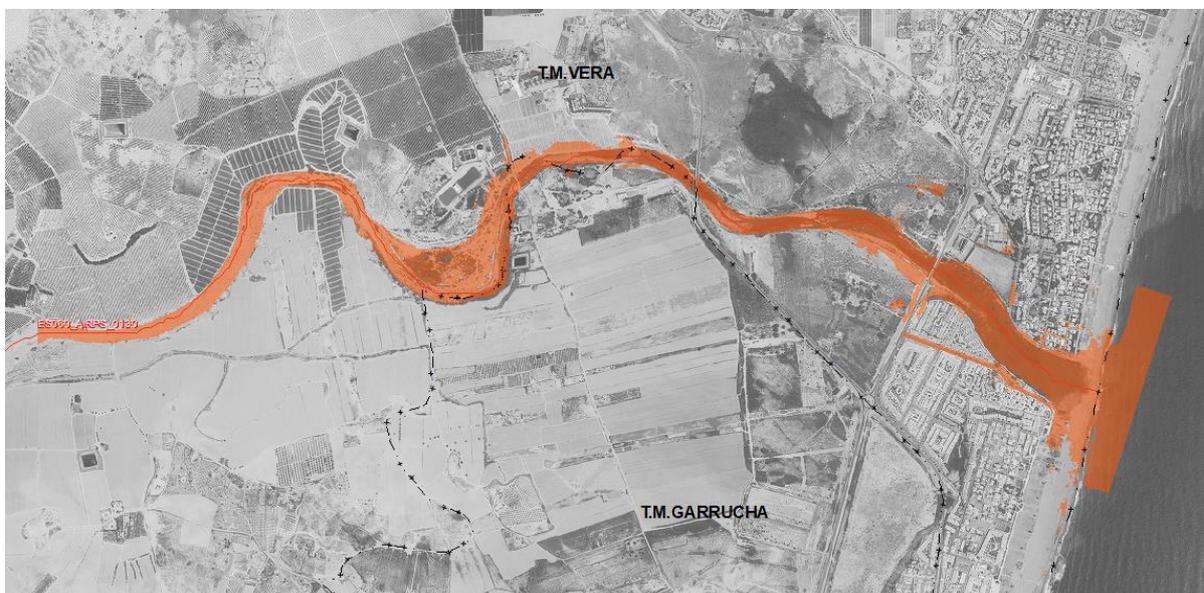


Figura 23: Superficie de alta peligrosidad Antas, alternativa 0.



Figura 24: Superficie de alta peligrosidad Antas, alternativa 1.

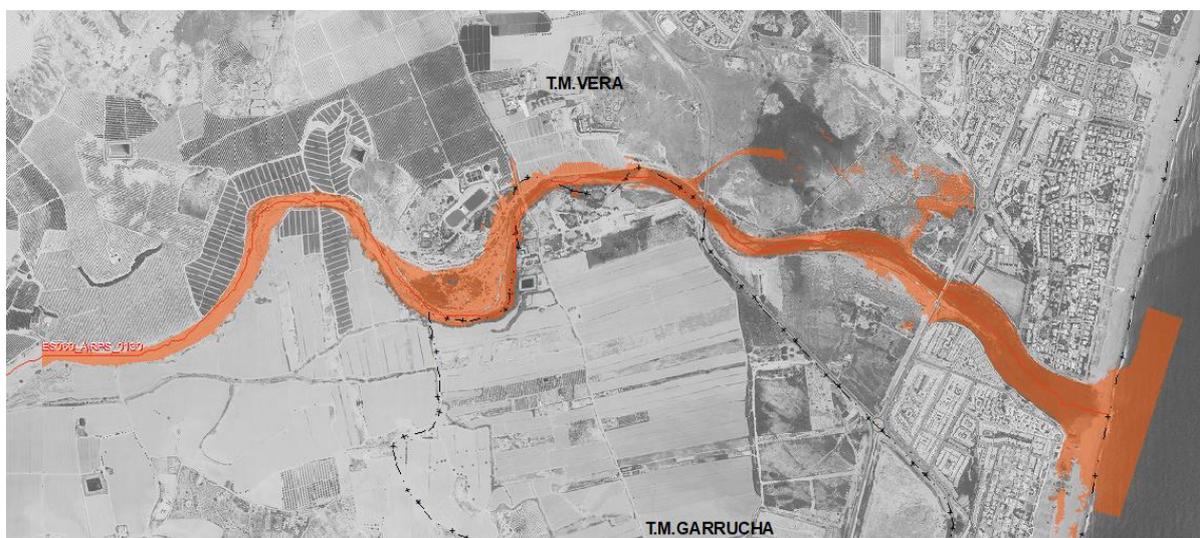


Figura 25: Superficie de alta peligrosidad Antas, alternativa 2.

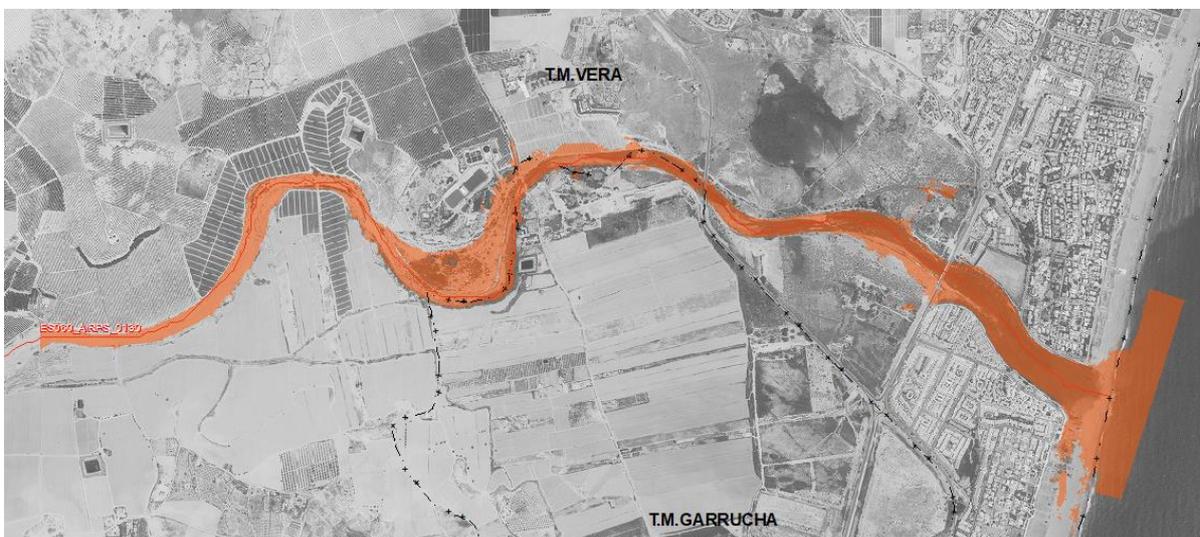


Figura 26: Superficie de alta peligrosidad Antas, alternativa 3.



Figura 27: Superficie de alta peligrosidad Antas, alternativa 4.

## 8. Análisis coste-beneficio

El análisis coste beneficio realizado está basado en el cálculo económico de todos los costes y beneficios de la actuación comparando todos los datos económicos de las alternativas en un mismo año común. El desarrollo de la metodología de cálculo completa está desarrollado dentro del [Apéndice 6.1.4. Informe coste/beneficio de la actuación](#).

### 8.1. Valoración económica de cada alternativa

Para la valoración económica de cada alternativa se ha seguido una metodología de trabajo por la cual se ha estudiado toda la información previa disponible, se han analizado las actuaciones propuestas anteriormente, se ha establecido el alcance las alternativas estudiadas y por último se ha realizado una estimación a nivel de estudio de viabilidad de los costes de cada una de las alternativas.

En el [Apéndice 6.1.4. Informe coste/beneficio de la actuación](#), se describen todos los criterios generales que se han tenido en cuenta como puede ser la actualización de precios al año de referencia, la revisión de que los presupuestos estimados para las alternativas incluyan todas las partidas generales necesarias (control de calidad, medidas correctoras y plan de vigilancia, gestión de residuos, etc.). Se han definido las expropiaciones necesarias, se han incluido el coste de redacción del proyecto, los costes de los servicios de control y vigilancia de las obras y los costes de mantenimiento y explotación de la obra durante el periodo de estudio y los costes de reconstrucción de las obras de fábrica de menor entidad.

En los siguientes apartados se muestran los valores definitivos aplicados en el análisis coste-beneficio.

#### 8.1.1. Costes procedentes de proyecto existente

Para el desarrollo de las alternativas estudiadas para reducir, o solucionar, la problemática derivada de las inundaciones ocurridas en la zona de la desembocadura del río Antas no se ha partido de ningún proyecto existente, que sirviera de base para la selección de las alternativas analizadas dentro del presente estudio.

### 8.1.2. Resumen de costes actuación

El presupuesto de las obras propuestas para la **alternativa 1**, al actualizarlo a 2018, año base comparativo de todas las actuaciones estudiadas, es el s:

- Presupuesto de Ejecución material de la obra: 8.345.179,22 €.
- Presupuesto totales asociados a la Actuación (con IVA): 14.623.470,80 €.
  - Presupuesto Base de Licitación (con IVA): 12.016.223,56 €.
  - Costes de licitación del contrato de redacción de proyecto de la obra (con IVA): 360.486,71 €.
  - Costes de licitación del contrato de servicios para el control y vigilancia de las obras (con IVA): 360.486,71 €.
  - Costes expropiaciones 1.886.273,83 €.

El presupuesto de las obras propuestas para la **alternativa 2**, al actualizarlo a 2018, año base comparativo de todas las actuaciones estudiadas, es:

- Presupuesto de Ejecución material de la obra: 6.962.638,79 €.
- Presupuesto totales asociados a la Actuación (con IVA): 14.080.805,53 €.
  - Presupuesto Base de Licitación de la obra (con IVA): 10.025.503,59 €.
  - Costes de licitación del contrato de redacción de proyecto de la obra (con IVA): 300.765,11 €.
  - Costes de licitación del contrato de servicios para el control y vigilancia de las obras (con IVA): 300.765,11 €.
  - Costes expropiaciones: 3.453.771,73 €.

El presupuesto de las obras propuestas para la **alternativa 3**, al actualizarlo a 2018, año base comparativo de todas las actuaciones estudiadas, es:

- Presupuesto de Ejecución material de la obra: 4.431.536,03 €.
- Presupuesto totales asociados a la Actuación (con IVA): 8.650.100,69 €.
  - Presupuesto Base de Licitación de la obra (con IVA): 6.380.968,74 €.
  - Costes de licitación del contrato de redacción de proyecto de la obra (con IVA): 191.429,06 €.
  - Costes de licitación del contrato de servicios para el control y vigilancia de las obras (con IVA): 191.429,06 €.
  - Costes expropiaciones: 1.886.273,83 €.

El presupuesto de las obras propuestas para la **alternativa 4**, al actualizarlo a 2018, año base comparativo de todas las actuaciones estudiadas, es:

- Presupuesto de Ejecución material de la obra: 4.893.278,04 €.
- Presupuesto totales asociados a la Actuación (con IVA): 8.593.542,27 €.
  - Presupuesto Base de Licitación de la obra (con IVA): 7.045.831,04 €.
  - Costes de licitación del contrato de redacción de proyecto de la obra (con IVA): 211.374,93 €.
  - Costes de licitación del contrato de servicios para el control y vigilancia de las obras (con IVA): 211.374,93 €.
  - Costes expropiaciones: 1.124.961,36 €.

### 8.1.3. Costes de explotación y mantenimiento

De forma resumida los costes de explotación y mantenimiento asociados a las obras proyectadas en la **alternativa 1** son:

- Costes de mantenimiento y explotación anuales: 35.455,37 €.
- Costes de reconstrucción de obras civiles menores (cada 50 años): 3.097.474,70 €.

Los costes de explotación y mantenimiento asociados a las obras proyectadas en la **alternativa 2** son:

- Costes de mantenimiento y explotación anuales: 60.374,95 €.
- Costes de reconstrucción de obras civiles menores (cada 50 años): 5.333.120,51 €.

Los costes de explotación y mantenimiento asociados a las obras proyectadas en la **alternativa 3** son:

- Costes de mantenimiento y explotación anuales: 34.684,60 €.
- Costes de reconstrucción de obras civiles menores (cada 50 años): 3.063.806,50 €.

Los costes de explotación y mantenimiento asociados a las obras proyectadas en la **alternativa 4** son:

- Costes de mantenimiento y explotación anuales: 41.063,27 €.
- Costes de reconstrucción de obras civiles menores (cada 50 años): 3.627.255,20 €.

## 8.2. Puntos de especial importancia

Para el correcto cálculo de esta actuación ha sido necesario realizar una búsqueda de todos los elementos de especial importancia (valor estratégico, servicio social, disponibilidad en la emergencia, etc.) presentes dentro del ámbito de estudio. Se ha revisado la información incluida en el PGRI y la disponible para la elaboración de los mapas de riesgo del segundo ciclo de planificación, ampliándose con una búsqueda específica. En este caso se han identificado 2 puntos, con ubicación comprobada gracias a Google Earth y Maps.



Figura 28: Puntos de especial importancia definidos dentro de la actuación.

Estos puntos corresponden a edificios, cuyo valor es mayor al medio por lo que sus daños potenciales también. En este caso, dichos puntos corresponden a: depuradora de agua residual e industrial y centro deportivo.

ID	Puntos de especial importancia
1	Instalaciones deportivas
2	EDAR

Tabla 3: Listado de puntos de especial importancia

### 8.3. Análisis de daños

Toda la metodología para el cálculo de los daños producidos por una inundación, así como los valores máximos establecidos, obtenidos de los valores catastrales oficiales de la Sede Electrónica del Catastro, las curvas calado - daños, la consideración de daños indirectos y otros criterios se pueden consultar en el [Apéndice 6.1.4. Informe coste/beneficio de la actuación](#). Una vez obtenidos los daños por periodo de retorno se calculó el daño anual medio de la situación actual y de las diferentes alternativas. La metodología para este cálculo también se incluye en el apéndice citado anteriormente.

El resumen de los valores que alcanzan los daños estimados en la actuación para la situación actual y de las diferentes alternativas son los siguientes:

Actuación	T10	T100	T500
Antas Alt.0	1.949.851,28 €	18.208.624,03 €	65.452.602,02 €
Antas Alt.1	1.802.281,78 €	3.312.357,61 €	5.230.799,16 €
Antas Alt.2	1.817.238,56 €	3.362.463,93 €	5.237.637,35 €
Antas Alt.3	1.786.364,48 €	3.304.305,20 €	5.256.254,38 €
Antas Alt.4	1.847.916,94 €	3.400.175,40 €	5.335.915,80 €

Tabla 4: Daños calculados por alternativa y periodo de retorno.

El daño anual medio que se produce en la situación actual y las obras propuestas son:

- Daño anual medio Alt.0: 1.470.174,06 €
- Daño anual medio Alt.1: 364.907,09 €
- Daño anual medio Alt.2: 368.824,22 €
- Daño anual medio Alt.3: 363.153,11 €
- Daño anual medio Alt.4: 374.176,20 €

El beneficio anual medio que produce las obras propuestas, calculado a partir del daño evitado son:

- Beneficio anual medio Alt.1: 1.105.266,97 €
- Beneficio anual medio Alt.2: 1.101.349,84 €
- Beneficio anual medio Alt.3: 1.107.020,95 €
- Beneficio anual medio Alt.4: 1.095.997,86 €

Como resultado de este cálculo, se han elaborado los mapas de daño, diferenciando por parcela el valor del mismo. Estos planos se encuentran en el **Apéndice 6.1.11. Planos de la actuación**. Los planos se presentan por valor de daño en la parcela y por valor del daño/m<sup>2</sup> en la parcela.

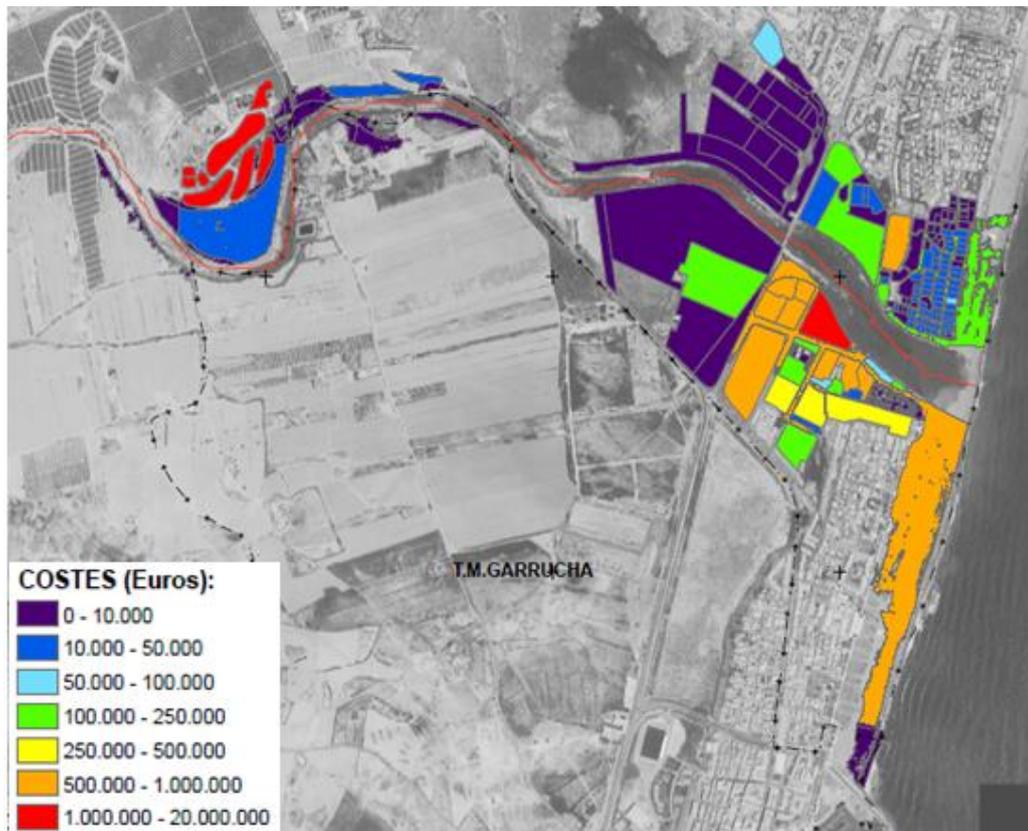


Figura 29: Mapa de daños estimado. Alternativa 0\_ T100.

La siguiente figura muestra, por periodo de retorno y alternativa, los daños por uso, identificándose el grado de reducción del riesgo.

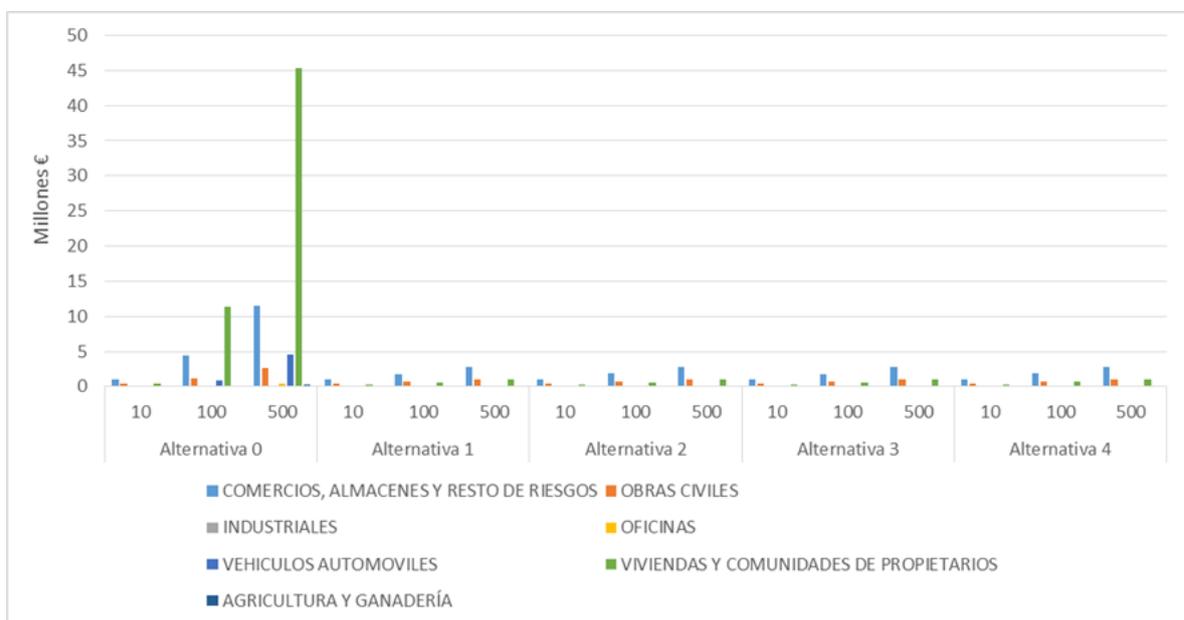


Figura 30: Daños por periodo de retorno, alternativa y uso

Según los datos del Consorcio de Compensación de Seguros, el año de mayor presupuesto en indemnizaciones fue el año 2012 (56 millones) siendo ligeramente inferior a los daños estimados para una avenida de 500 años. En el análisis de los datos del consorcio las viviendas y comunidades de propietarios destacan ya que son superiores al siguiente grupo (comercios, almacenes y resto de riesgos).

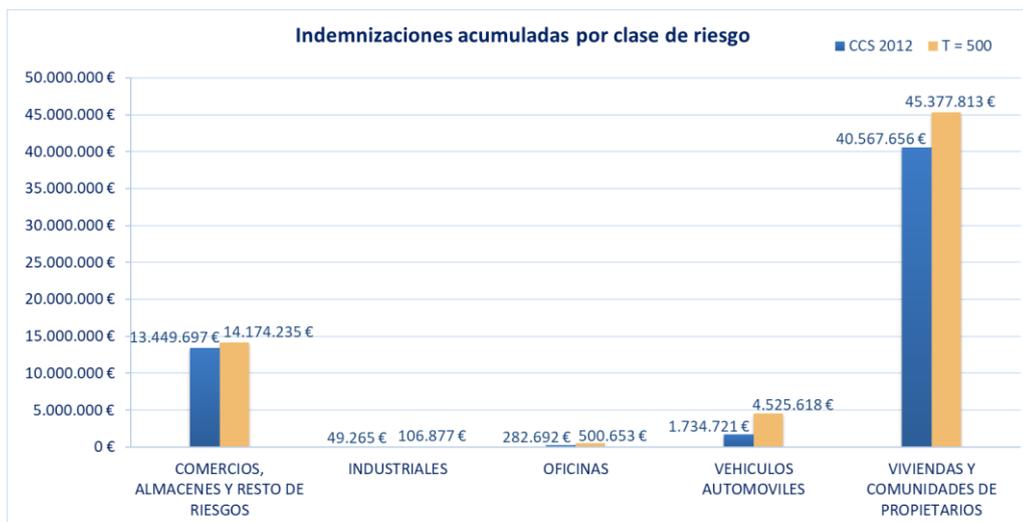


Figura 31: Comparativa del reparto de las indemnizaciones realizadas por el CCS (2012) y los daños para Alternativa 0 y un periodo de retorno de 10 años en función del uso del bien afectado dentro del ámbito de la actuación.

Los datos de indemnizaciones, así como el análisis de calibración de los daños calculados se pueden consultar en el [Apéndice 6.1.4. Informe coste/beneficio de la actuación.](#)

#### 8.4. Coste beneficio de cada alternativa.

Con todos los datos anteriores se ha realizado un estudio de rentabilidad de la actuación para analizar si resulta beneficiosa económicamente hablando la realización de las obras de la alternativa propuesta. La metodología y los umbrales a partir de los cuales se considera rentable cada uno de los indicadores analizados también se pueden consultar en el [Apéndice 6.1.4. Informe coste/beneficio de la actuación.](#)

El periodo a lo largo del cual se realiza el estudio de rentabilidad es de 100 años de mantenimiento y explotación, más el plazo de construcción de la obra. Para analizar la rentabilidad se aplica una tasa de descuento del 3% durante la fase de explotación y mantenimiento.

Actuación	VAN (€) Valor actualizado neto	TIR Tasa interna de retorno	B/C Beneficio/Coste	PRI (años) Periodo de recuperación de la inversión
Antas Alt.1	20.685.436,79 €	8,58%	2,45	15,0
Antas Alt.2	19.440.700,22 €	8,44%	2,27	15,0
Antas Alt.3	25.709.565,56 €	14,34%	3,77	8,0
Antas Alt.4	25.210.033,55 €	14,45%	3,68	8,0

Tabla 5: Resultados Estudio Rentabilidad de la actuación.

Como se puede ver en los resultados, todas las alternativas son rentables, pero destacan las alternativas 3 y 4. En caso de llevarse a cabo su construcción, producirán más beneficios que las otras dos alternativas.

Sin embargo, a pesar de tener ambas alternativas una rentabilidad similar, por ser la Alternativa 4 una evolución de la Alternativa 3 en la que se han tenido en cuenta tanto el futuro desarrollo urbanístico del sector RC4, como la construcción del canal de drenaje del barranco de la Jara hacia el río Antas previsto en el “Proyecto de drenaje de la llanura de inundación de la Jara al río Antas”, se considera que esta es la alternativa que debe ser elegida para su desarrollo dentro de la redacción del correspondiente proyecto constructivo.

## 8.5. Análisis de sensibilidad

Por último, se ha realizado un análisis de sensibilidad para analizar la volatilidad de los resultados obtenidos e identificar los indicadores más sensibles y en función de qué valores. En el [Apéndice 6.1.4. Informe coste/beneficio de la actuación](#) se pueden consultar los gráficos y valores correspondientes de los indicadores que resultan de variar el coste de inversión, los costes de mantenimiento y explotación, los beneficios obtenidos o la tasa de descuento.

Como resumen se puede ver en la siguiente tabla el efecto de variar los costes de inversión o los beneficios producidos en el VAN y en el ratio B/C, y a partir de qué error producido, la rentabilidad de la alternativa cambiaría.

Escenario	VAN (€)	B/C	Cambio rentabilidad
Variación beneficio_Alt.1	Baja	Media	-56%/-60%
Variación costes de inversión_Alt.1	Baja	Media	-
Variación costes de inversión_Alt.2	Baja	Media	-52%/-56%
Variación costes de inversión_Alt.2	Baja	Media	-
Variación beneficio_Alt.3	Baja	Media-alta	-
Variación costes de inversión_Alt.3	Baja	Media-alta	-
Variación beneficio_Alt.4	Baja	Media-alta	-
Variación costes de inversión_Alt.4	Baja	Media-alta	-

Tabla 6: Resumen estudio rentabilidad.

Se puede observar en los resultados que la volatilidad de la rentabilidad es muy baja en todas las alternativas, siendo las inversiones de características similares. Todas tienen una sensibilidad similar a variaciones en los costes de inversión o en los beneficios producidos, siendo más sensible el ratio beneficio/coste que el Valor Actualizado Neto, ya que son inversiones de costes relativamente bajos que producen beneficios importantes, pero siempre en proporción a los costes de inversión.

## 9. Índices de Peligrosidad y riesgo

Siguiendo la metodología propuesta por el MAGRAMA en la “Propuesta para la caracterización de la peligrosidad y el riesgo (octubre 2014)” se ha obtenido el índice de peligrosidad y riesgo para el tramo de estudio. De forma resumida, la metodología se basó en la selección de aquellos parámetros que se consideran que determinan la existencia de peligrosidad y riesgo de inundación en mayor medida.

Para la determinación del índice de peligrosidad se han calculado los parámetros de superficie inundada, los calados y velocidades medios, el tiempo de concentración de la cuenca, el transporte de

sedimentos y los obstáculos existentes en el cauce. A la peligrosidad global así obtenida se le aplica un factor de corrección según el grado de regulación de la cuenca.

Para el caso del riesgo, las variables seleccionadas son: la población afectada, las actividades económicas afectadas, diferenciando superficie afectada y daños producidos, los puntos de especial importancia y las áreas de importancia medioambiental.

Cada uno de los parámetros citados, en cada escenario de probabilidad, se valora en una escala de cinco categorías, en función de si la afección es muy grave, en cuyo caso se le asignan 5 puntos; grave, 3 puntos; moderada, 2 puntos; leve, 1 punto o sin afección con 0 puntos.

Se han calculado estos índices para casi todo el área de riesgo potencial significativo de inundación ES060\_ARPS\_0130 Río Antas en situación actual (alternativa 0) como tras la ejecución de sus alternativas (1, 2, 3 y 4).

En el gráfico radial de cinco puntas que se representa a continuación se muestra el resultado, expresado como el porcentaje de la superficie total del pentágono resultante (situación más desfavorable) con afección. Esta forma de representación permite también visualizar la evolución de la contribución de cada parámetro a la valoración global.

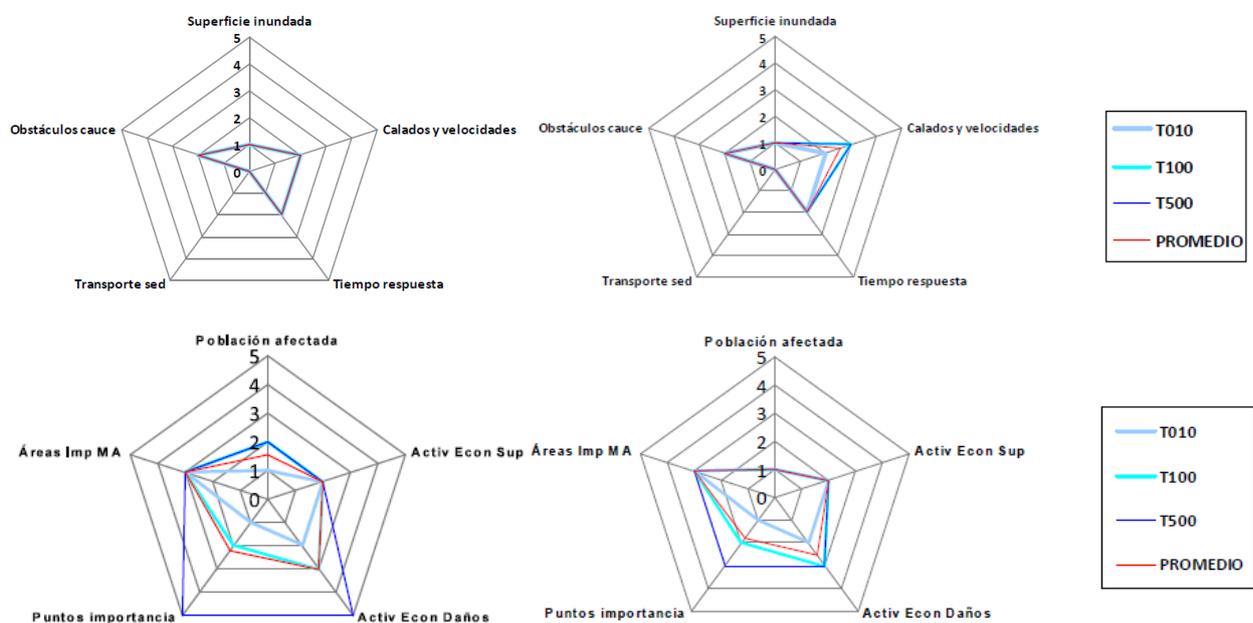


Figura 32: Salida gráfica representando la peligrosidad arriba y riesgo abajo en situación actual a la izquierda y a la derecha con la alternativa seleccionada (alternativa 4).

El resultado global de estos índices se muestra en las siguientes tablas:

Id	APSFRCODE	Alternativa	Peligrosidad Global	Riesgo global
0	A62_0_ES060_ARPS_0130	0	1,2	2,3
1	A62_1_ES060_ARPS_0130	1	1,2	1,8
2	A62_2_ES060_ARPS_0130	2	1,2	1,9
3	A62_3_ES060_ARPS_0130	3	1,2	1,8
4	A62_4_ES060_ARPS_0130	4	1,3	1,9

Tabla 7: Índice global de peligrosidad y riesgo.

A partir de estos valores ponderados relativos a la peligrosidad y al riesgo de la ARPSI con sus distintas alternativas, se establecería un diagrama de dispersión Peligrosidad-Riesgo. Dentro del gráfico, la peligrosidad se ha dividido en dos intervalos: el primero; de 0 a 3 (de significativa a muy alta), y el segundo, de 3 a 5 (de muy alta a extrema). Análogamente, el riesgo se ha dividido en el intervalo de 0 a 3 (de significativo a muy alto) y el intervalo de 3 a 5 (de muy alto a extremo).

El diagrama de dispersión resultante se divide, a su vez, en cuatro cuadrantes:

- A) Peligrosidad significativa-muy alta y riesgo muy alto-extremo
- B) Peligrosidad muy alta-extrema y riesgo muy alto-extremo
- C) Peligrosidad significativa-muy alta y riesgo significativo-muy alto
- D) Peligrosidad muy alta-extrema y riesgo significativo-muy alto

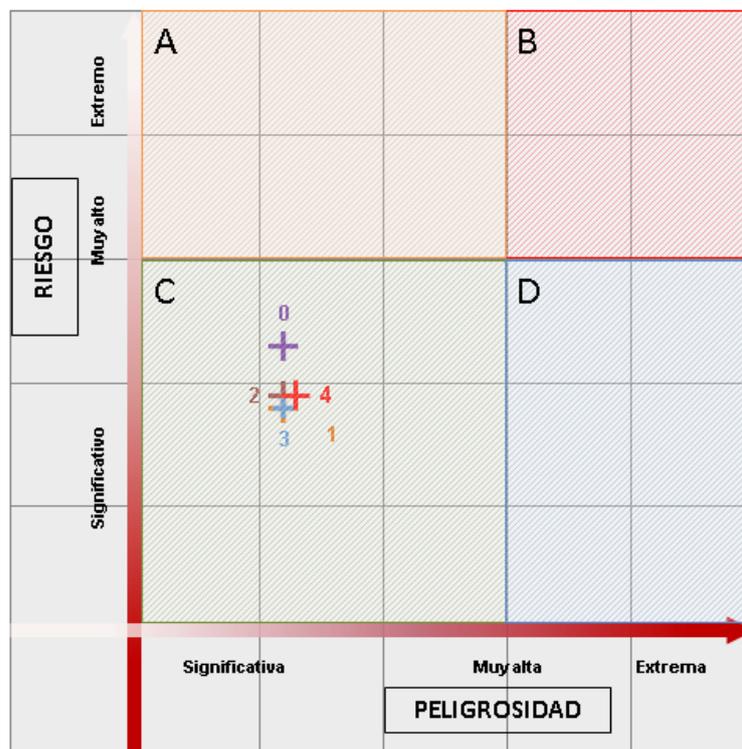


Figura 33: Gráfica de peligrosidad y riesgo para la situación actual y alternativas 1, 2, 3 y 4.

En este caso, la situación actual y las 4 alternativas de Antas se encuentran en el cuadrante C de peligrosidad significativa-muy alta y riesgo significativo-muy alto: la ARPSI ubicadas en este cuadrante poseen valores medios-bajos tanto de peligrosidad como de riesgo. Se reduce el riesgo para la ARPSI ES060\_ARPS\_0130.

La información relacionada con todos los parámetros de peligrosidad y riesgo se puede consultar en los informes de caracterización en el [Apéndice 6.1.9 Índices de Peligrosidad y riesgo](#).

## 10. Impacto del Cambio Climático

El impacto del Cambio Climático (RCP 4.5 y 8.5, periodo 2041-2070) en los episodios de avenidas se ha estudiado con dos enfoques:

- Por una aproximación del **cambio en los caudales punta**.
- Por una aproximación cualitativa de los **efectos del cambio climático** en el riesgo de inundación analizando varios factores que intervienen en la formación de escorrentía.

Se han utilizado los datos de AdapteCCa (Plataforma de intercambio y consulta de información sobre adaptación de Cambio Climático en España), de la “Cartografía remitida EPRI – Estudios Cambio climático e inundaciones pluviales”, elaborado por Tragsatec, para la Evaluación preliminar del Riesgo de Inundación (EPRI), del Inventario Nacional de Suelos (INES), del Sistema de Información sobre Ocupación de Suelo (SIOSE) y otros organismos dependientes del MITERD (Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico) y de los resultados de la aplicación del Protocolo Hidromorfológico elaborado dentro de este análisis, y otros. La metodología y análisis detallado de este estudio de Cambio Climático se encuentra en el [Apéndice 6.1.10. Impacto del cambio climático](#).

### 10.1. Análisis de los caudales de 100 años de periodo de retorno

De forma resumida, en el primer enfoque se han comparado los valores medios en la cuenca de las variables climáticas más importantes (P100 (mm), Pmedia anual (mm), Tmáx media anual y Tmin media anual (°C)) durante el periodo 2041-2070, tanto para la serie histórica como para los escenarios RCP 4.5 y RCP 8.5. El objetivo final en el primer método es la valoración del impacto en los caudales máximos de periodo de retorno de 100 años en los 2 escenarios contemplados (RCP 4.5 y RCP 8.5) a partir del método racional.

La precipitación para un periodo de retorno de 100 años no cambia. El mayor impacto se observa en la temperatura. Se calcula que la temperatura máxima aumentará en 2 °C, y la mínima en 2,1 °C (ver tabla siguiente).

Precipitación para 100T [EPRI] (mm)			Precipitación acc. en 5 días [AdapteCCa] (mm)			Temperatura Máx. [AdapteCCa] (°C)			Temperatura Mín. [AdapteCCa] (°C)		
Hist.	4.5	8.5	Hist.	4.5	8.5	Hist.	4.5	8.5	Hist.	4.5	8.5
160,1	159,6	159,6	77,2	75,2	73,6	15	22,4 (↑1,2°C)	23,2 (↑2°C)	11,5	13,5 (↑2°C)	13,6 (↑2,1°C)

Tabla 8: Valores de precipitación y temperatura para datos históricos y para los escenarios RCP4.5 y RCP8.5 en el periodo 2041-2070

Los parámetros más inciertos en el cálculo han sido los relacionados con el umbral de escorrentía. En la actuación de la rambla de Antas, el cambio en los usos del suelo hacia suelos impermeables esperado es bajo (ver sección 5.3.2. del [Apéndice 6.1.10. Impacto del Cambio Climático](#)), por lo que se estima que el umbral de escorrentía disminuirá en un 25%. El umbral de escorrentía actual según los datos de MITERD es 18 mm, y a futuro se estima que será 14 mm. La lluvia para un periodo de retorno de 100 años en el escenario histórico, RCP 4.5 y RCP 8.5 se presenta en la tabla anterior.

La relación de estas dos variables, en el periodo histórico y en las proyecciones a futuro, según el método racional indica que: el caudal aumentará en un 10 % en ambos escenarios de RCP.

## 10.2. Análisis cualitativo de factores que influyen en la formación de escorrentía

El segundo enfoque para estimar los efectos del Cambio Climático está basado en la metodología propuesta por MITERD en su documento: “Metodología para la Evaluación de la Seguridad y el Riesgo de Inundación existente a partir de los efectos del Cambio Climático”. Esta metodología consiste en calcular cualitativamente el efecto del Cambio Climático a través de dos componentes: la componente meteorológica y la componente de usos del suelo. La descripción metodológica y el cálculo se desarrollan en el [Apéndice 6.1.10. Impacto del Cambio Climático](#).

En primer lugar, el factor meteorológico no experimentará cambios en ninguno de los dos escenarios de RCP. Por lo tanto, no hay cambios en este factor, y el valor asignado es 0. La actuación de la rambla de Antas no se encuentra dentro de las zonas nivales del territorio español. Por lo tanto, no hay influencia de la fusión nival y el valor asignado es 0. La siguiente tabla resume los resultados para ambos escenarios de RCP. El valor total de influencia de la componente meteorológica en la actuación de la rambla de Antas es 0 para ambos escenarios de RCP.

Valor del efecto del Cambio Climático por la componente meteorológica	RCP 4.5			RCP 8.5		
	%Δ	Influencia	Valor	%Δ	Influencia	Valor
Influencia de la precipitación	0	Sin incremento significativo	0	0	Sin incremento significativo	0
Influencia del fenómeno nival	Sin incremento significativo (Valor = 0)					

Tabla 9: Valores de precipitación y su influencia para los escenarios RCP4.5 y RCP8.5 en el periodo 2041-2070

En referencia, a la componente de usos del suelo, se espera que haya influencia baja. Según el nivel de influencia y los valores propuestos por MITERD, este factor tiene el valor de 1. Los incendios forestales y la superficie impermeabilizada tienen una influencia muy baja, y la erosión del cauce alta. Ninguna de estas tres últimas variables aporta valor según la metodología aplicada. El valor del efecto del Cambio Climático por la componente de usos del suelo es 1, por tanto, la actuación de la rambla de Antas está expuesta a un riesgo significativo de sufrir los efectos del Cambio Climático por esta componente según la metodología aplicada.

Valor del efecto del Cambio Climático por el cambio de usos del suelo	Influencia	Valor
Influencia de los usos del suelo	Bajo	1
Influencia de erosión en la cuenca (según protocolo)	Alto	0
Influencia de los incendios forestales	Muy bajo	0
Influencia de la superficie impermeabilizada	Muy bajo	0
Total		1

Tabla 10: Valor del efecto del cambio climático por la componente usos del suelo

Aplicando el criterio que se adjunta en la siguiente tabla para el valor global, igual a la suma de las dos componentes.

Valor del efecto del Cambio Climático	Riesgo
11-12	Extremo
7-10	Muy alto
2-6	Significativo
≤1	Sin Riesgo Significativo

Tabla 11: Valor global del efecto del cambio climático en la actuación

En la actuación de la rambla de Antas, el valor global es 1 y el riesgo no es significativo en los dos escenarios de RCP.

## 11. Fases y plazo de la actuación

Las obras planteadas dentro de la alternativa seleccionada se consideran indivisibles, o que no sería rentable dividir la obra de una forma que produzca mejoras puntuales a la vez que permite escalonar los gastos de construcción.

El plazo previsto para la realización de las obras es de 10 meses.

## 12. Análisis hidromorfológico. Aplicación del Protocolo PHMF

Se ha aplicado el protocolo hidromorfológico (PHMF) a la masa de agua río Antas para la situación actual y futura (considerando las nuevas actuaciones propuestas para la protección frente a inundaciones, en Vera (Almería))

Se ha obtenido el siguiente esquema de valoración y conclusiones generales para el conjunto de los cauces estudiados.

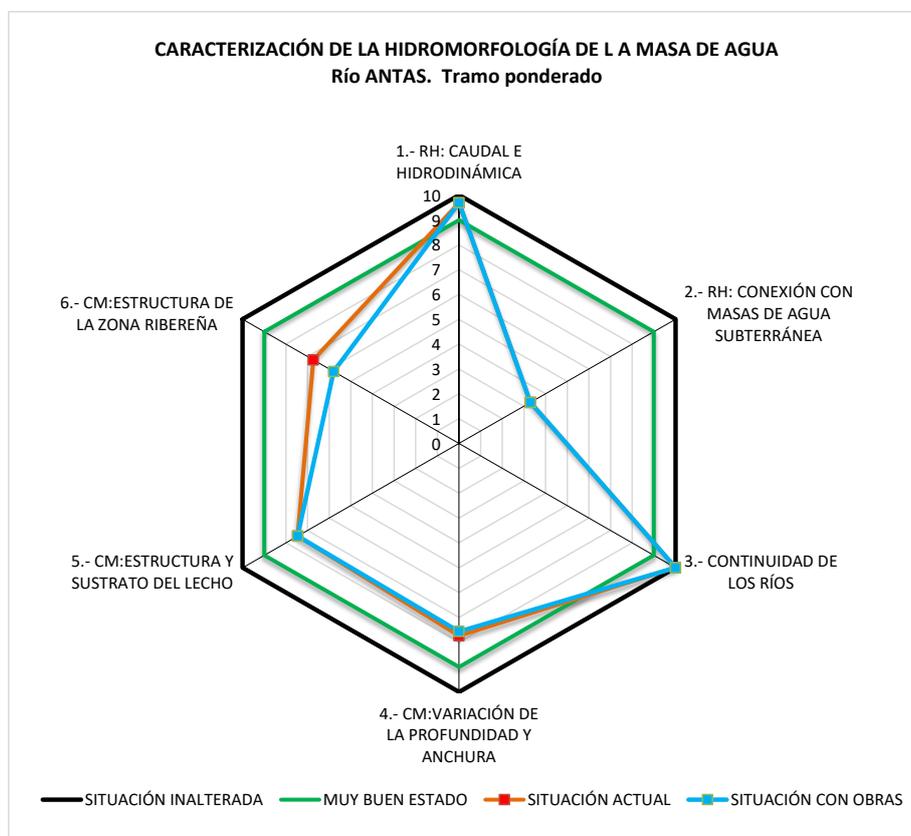


Figura 34: Valoración del estado HMF ponderado del río Antas para el conjunto de cauces estudiados.

El río Antas presenta leves alteraciones hidromorfológicas debido a la ausencia de regulación de sus caudales líquidos y sólidos. Dichas alteraciones son debidas a la presencia de motas para la protección de cultivos agrícolas en su tramo de Vera y el recrecimiento de márgenes y escolleras en su

desembocadura en Puerto Rey. La distancia de estas motas al cauce activo hace que su incidencia sobre la morfología del río sea leve.

La continuidad de los sedimentos dentro de la MAS no se ve limitada gracias a la ausencia de obstáculos transversales en el cauce. En lo relativo a la variación de profundidad y anchura y estructura y sustrato del lecho, el estado es moderado. Este estado es provocado por acciones directas en el cauce (desviado y estrechado), obras de estabilización de taludes, obras de protección frente a inundaciones y superficies urbanizadas en zona de policía.

Las actuaciones no suponen mejora en las condiciones del río y su dinámica fluvial, al tratarse de obras de protección frente a inundaciones para la defensa de una zona urbanizada e infraestructuras. Los muros proyectados rigidizan más las estructuras de protección actuales a base de escolleras.

Tanto los análisis como información más detallada de los estudios llevados a cabo para esta actuación se pueden consultar en el [Apéndice 6.1.5. Protocolo y efectos sobre los objetivos ambientales de las masas de agua afectadas por la actuación](#)

### 13. Análisis de los efectos sobre los objetivos ambientales de las masas de agua

La MAS río Antas está catalogada como masa de agua categoría río. Se ha procedido al estudio de los efectos sobre los objetivos ambientales de esta masa de agua superficial (MAS) y la masa de agua subterránea (MASb) que se encuentran dentro del ámbito de actuación.

Para llevar a cabo la evaluación se ha partido de los datos disponibles en el Plan Hidrológico de 1º ciclo de planificación. A falta de análisis específicos, el resultado obtenido de situación final con el proyecto se ha establecido mediante criterio experto después de las visitas de campo.

- **“Río Antas” (MAS ES060MSPF0652010).**

Desde el punto de vista del estado de la MAS, en la siguiente tabla se puede observar el impacto de las actuaciones sobre dicho estado:

ELEMENTOS DE CALIDAD	INDICADORES BIOLÓGICOS	INDICADORES FÍSICO-QUÍMICOS	INDICADORES MORFOLÓGICOS	ESTADO ECOLÓGICO RESULTANTE	ESTADO QUÍMICO	ESTADO GLOBAL RESULTANTE
Situación inicial sin el proyecto	Moderado	No evaluado	Malo	Malo	Bueno	No alcanza el buen estado
Situación final con el proyecto	No afecta	No afecta	Afecta ligeramente	Afecta ligeramente <sup>3</sup>	No afecta	No afecta (afecta ligeramente al estado ecológico)

Tabla 12: Comparativa de calidad de la MAS sin proyecto y con proyecto.

La hidromorfología de la MAS río Antas se ve afectada levemente por la consecución del proyecto, empeorando ligeramente el estado ecológico de la MAS, y que se podría atenuar aplicando dentro del proyecto medidas de mejora de la calidad hidromorfológica.

- **“Cubeta de Ballabona-Sierra Lisbona-Río Antas” (MASb ES060MSBT060.005).**

En el ámbito de actuación se encuentra la MASb Cubeta de Ballabona-Sierra Lisbona-Río Antas, con conexión temporal con el cauce. En la siguiente tabla se puede observar el impacto de las actuaciones sobre dicho estado:

ELEMENTOS DE CALIDAD	ESTADO CUANTITATIVO (SOLO MASAS SUBTERRÁNEAS)	ESTADO QUÍMICO	ESTADO GLOBAL RESULTANTE
Situación inicial sin el proyecto	Malo	No alcanza el buen estado	No alcanza el buen estado
Situación final con el proyecto	No afecta	No afecta	No afecta

Tabla 13: Comparativa de calidad de la MASb sin proyecto y con proyecto.

En el caso de la MASb, esta no se ve afectada por la realización de proyecto, por tanto, no influye en el cumplimiento de los objetivos ambientales de la MASb.

En ninguna de las masas de agua se observa una afección significativa por parte de las actuaciones previstas, luego en principio no se comprometerían los objetivos ambientales establecidos de las mismas, pero no sería necesario aplicar el artículo 4.7. de la DMA por la construcción de la obra.

Las actuaciones previstas dentro del proyecto están en concordancia con las medidas de mitigación del impacto producido por las obras en una masa de agua, elaboradas por el grupo de trabajo ECOSTAT y recogidas en la guía de “Recomendaciones para incorporar la evaluación de efectos sobre los objetivos ambientales de las masas de agua y zonas protegidas en los documentos de evaluación de impacto ambiental de la A.G.E. (borrador 09/05/2019)”.

En la siguiente tabla se muestran las medidas seleccionadas para este proyecto incluidas en la citada lista:

TIPO DE PRESIÓN	PRINCIPALES IMPACTOS QUE MITIGA	CATÁLOGO DE MEDIDAS
Estructuras de protección de márgenes	Pérdida de márgenes, de zona ribereña, de conectividad lateral y de entrada de sedimentos	• Sustitución de estructuras artificiales “duras” por “blandas” (ingeniería ecológica)
Estructuras de protección de márgenes	Pérdida de márgenes, de zona ribereña, de conectividad lateral y de entrada de sedimentos	• Creación de irregularidades de aspecto natural
Reperfilado del cauce	Pérdida de diversidad morfológica	• Incremento de la diversidad en el cauce
Manejo (corta) de la vegetación	Pérdida de diversidad morfológica, de entrada de materia orgánica, de sombreado	• Cortas selectivas
Pérdida de hábitats	Pérdida de hábitats (diversidad biológica y ecológica)	• Desarrollar el bosque de galería

Tabla 14: Medidas de mitigación seleccionadas para las actuaciones estructurales de protección frente a inundaciones en Vera (Almería).

De forma complementaria a las medidas de catálogo seleccionadas, se han propuesto medidas más específicas para la mitigación de los efectos negativos sobre la hidromorfología:

MEDIDAS DE MEJORA HIDROMORFOLÓGICA
Restauración morfológica y ambiental de las zonas de extracción de áridos. Adecuación de estas zonas para la laminación de avenidas.
Control de especies invasoras. Control de la colonización y expansión del cañaveral (Arundo donax). Desbroce de la parte aérea (medios físicos o químicos) y eliminación del rizoma. Restauración de la vegetación riparia con formaciones de adelfares (tramo alto) y tarayales (tramo medio y bajo).

MEDIDAS DE MEJORA HIDROMORFOLÓGICA
Adecuación ambiental del tramo desviado y estrechado aguas arriba de la EDAR de Vera.
Control de las presiones agrícolas en ambas márgenes del Antas que puedan confinar o reducir el espacio fluvial mediante motas, desvíos del cauce o recrecimiento de sus márgenes.
Adecuación de los vados existentes y caminos en el tramo alto del río para evitar el uso del cauce para el tránsito de vehículos.

Tabla 15: Propuesta de medidas de mejora hidromorfológica para las actuaciones estructurales de protección frente a inundaciones en Vera (Almería).

## 14. Análisis de la tramitación ambiental en relación con la Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental y su modificación por Ley 9/2018

Como antecedente no posee ningún estudio de impacto ambiental, ni documento ambiental, al igual que no posee proyecto constructivo.

En el ámbito de estudio se localizan el espacio de la Red Natura 2000 ZEC Río Antas (ES6110017) y la Zona de Importancia Comunitaria ZIC (ZEPA/ZEC) Río Antas. También tiene afección a los hábitats de interés comunitarios:

- 1410 Pastizales salinos mediterráneos (*Juncetalia maritimi*)
- 1420 Matorrales halófilos mediterráneos y termoatlánticos (*Sarcocornetea fruticosi*)
- 1430 Matorrales Halonitrófilos (*Pegano-Salsoletea*)
- 1510\* Estepas salinas mediterráneas (*Limonietaia*)
- 3150\_1 Remansos de ríos eutróficos
- 3250 Ríos mediterráneos de caudal permanente con *Glaucium flavum*
- 5220\* Matorrales arborescentes con *Zyziphus*
- 5330\_2 Arbustadas termófilas mediterráneas (*Asparago-Rhamnion*)
- 5330\_4 Matorrales permanentes termo-xerófilos mediterráneos
- 5330\_5 Tomillares termófilos y xerófilos mediterráneos
- 6220\_0\* Pastizales anuales mediterráneos, neutro-basófilos y termo-xerofíticos (*Trachynietalia distachyae*)
- 6220\_1\* Pastizales vivaces neutro-basófilos mediterráneos (*Lygeo-Stipetea*)
- 92A0\_0 Alamedas y saucedas arbóreas
- 92D0\_0 Adelfares y tarajales (*Nerio-Tamaricetea*).

Afección a RN 2000	Afección a ENP	Afección a vías pecuarias	Afección a BIC	Afección a hábitats
Sí. Directa	Sí. Directa.	No	No	Sí

Tabla 16: Descripción del medio

Dentro de la tramitación actual según la Ley 21/2013 y su modificación por Ley 9/2018 seguiría el procedimiento de EIA **Simplificada** (Anexo II). Clasificado desde el punto de vista ambiental según:

- Grupo: 10. Los siguientes proyectos que se desarrollen en Espacios Naturales Protegidos, Red Natura 2000 y áreas protegidas por instrumentos internacionales, según la regulación de la Ley 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad.
- Apartado: b) Obras de encauzamientos y proyectos de defensa de cursos naturales cuando puedan suponer transformaciones ecológicas negativas para el espacio.
- Otros: Artículo 7. Ámbito de aplicación de la evaluación de impacto ambiental 2. Serán objeto de una evaluación de impacto ambiental simplificada: b) Los proyectos no incluidos ni en el anexo I ni en el anexo II que puedan afectar de forma apreciable, directa o indirectamente, a Espacios Protegidos Red Natura 2000.

Según la Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental, el proyecto se engloba dentro del Anexo II, por lo que debe ser sometido a la evaluación ambiental simplificada regulada en el título II, capítulo II, sección 2ª.

Por otro lado, consultada la legislación autonómica, el proyecto se encuentra en el Anexo I. Categorías de actuaciones sometidas a los instrumentos de prevención y control ambiental y establece que el instrumento a aplicar es Autorización Ambiental Unificada. La actuación pertenece a la siguiente categoría:

Anexo I;

13. Otras actuaciones;

13.7 Los siguientes proyectos cuando se desarrollen en Espacios Naturales Protegidos (incluidos los recogidos en la Ley 2/1989, de 18 de julio, por la que se aprueba el inventario de Espacios Naturales Protegidos de Andalucía y se establecen medidas adicionales para su protección), Red Natura 2000 y Áreas protegidas por instrumentos internacionales, según la regulación de la Ley 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad:

d) Obras de encauzamiento y proyectos de defensa de cauces naturales y sus márgenes.

Indicar que la normativa andaluza no distingue entre evaluación ordinaria y simplificada. Se recomienda la evaluación de impacto ambiental simplificada, el órgano sustantivo remitirá al órgano ambiental la solicitud de inicio y los documentos que la deben acompañar y será el órgano ambiental quien determine si el procedimiento a seguir sea el de evaluación ambiental ordinaria o simplificada.

De acuerdo con el órgano sustantivo, el trámite debe de ser nacional por lo que se aconseja que sea el órgano ambiental quien dicte el procedimiento a seguir.

Adicionalmente, en el caso que el trámite de evaluación de impacto ambiental sea competencia de la administración autonómica deberá llevarse a cabo el trámite correspondiente a la Autorización Ambiental Unificada en la Junta de Andalucía. Según la Ley 7/2007, de 9 de julio, de Gestión Integrada de la Calidad Ambiental, la Autorización Ambiental Unificada como instrumento de prevención y control ambiental, contendrá la evaluación de impacto ambiental de la actuación en cuestión.

En los casos en que la evaluación de impacto ambiental sea competencia de la Administración General del Estado, se estará a lo dispuesto en el Decreto-Ley 26/2021, de 14 de diciembre, por el que se adoptan medidas de simplificación administrativa y mejora de la calidad regulatoria para la reactivación económica de Andalucía.

EIA ordinaria	EIA simplificada	No sujeto a procedimiento	Justificación (Ley 21/2013 y su modificación 9/2018)
No	Sí	No	Anexo II. Grupo 10 b) Artículo 7. 2 b)

Tabla 17: Tramitación actual

No se ha realizado ninguna tramitación de la alternativa seleccionada.

La dificultad de la tramitación ambiental se considera media.

En el [Apéndice 6.1.6. Informe del análisis de la tramitación ambiental de la actuación](#) se encuentra la ficha completa con la descripción del medio natural, la tramitación actual (según la Ley 21/2013 y su modificación por Ley 9/2018), la tramitación realizada hasta el momento según la ley si es anterior al RDL 1/2008, entre RDL 1/2008 y la Ley 21/2013 o la Ley 21/2013.

## 15. Análisis social

Dentro del análisis social hay que hacer hincapié en tres aspectos: la demanda y la viabilidad social, la disponibilidad de terrenos y los resultados de la realización de la encuesta. Como resumen de estos tres puntos se puede consultar la ficha en el [Apéndice 6.1.7. Viabilidad social de la actuación, disponibilidad de terrenos y objetivos de desarrollo sostenible de la actuación](#) donde se muestran los datos generales de la actuación.

En ella se hace un análisis de la demanda a partir de la consulta de noticias de prensa, publicaciones, alegaciones y procesos de participación pública, un análisis de la aceptación social de la misma manera, un resumen de la encuesta con los aspectos más relevantes y sobre la disponibilidad de los terrenos se hace una breve descripción de su disponibilidad, el motivo y los estadísticos sobre la titularidad de los terrenos, el tipo de suelo y los costes.

Al final de este informe se hace un resumen de las competencias administrativas de la obra.

En cuanto a la población total en la zona de estudio es de 24.675 habitantes repartidos entre los municipios de Vera con 15.837 habitantes y Garrucha con 8.838 habitantes. La densidad de población asciende a 272,39 hab/Km<sup>2</sup>.

Se ha calculado la población afectada siguiendo la siguiente metodología:

- Determinación de la población actual por unidad censal (Censo 2011).
- Identificación de las unidades censales que intersectan con la zona inundable de 500 años de periodo de retorno. El total de esta población se ha denominado población potencial.
- Elaboración de la capa de edificaciones para las unidades censales seleccionadas a partir del BTN/BCN.
- Cálculo de la densidad de población en base a la superficie de los edificios por unidad censal. Así se divide la población de cada sección censal entre el sumatorio de la superficie de edificios de cada unidad censal, hallando la densidad de población que luego será multiplicada por la superficie de intersección con la zona inundable por cada periodo de retorno (10, 100 y 500 años). Este dato corresponde a la denominada población afectada.

Población Total (TTMM)	Población Potencial (UUCC)	Población afectada Alternativa 0			Población afectada alternativa seleccionada		
		A0_T10	A0_T100	A0_T500	Aselecc T10	Aselecc T100	Aselecc T500
24.675	4.755	32	252	464	21	39	48

Tabla 18: Población afectada para la situación actual y alternativa seleccionada (habitantes)

La población total en el ámbito de la actuación es de 24.675 hab. a nivel municipal, pero si se consideran los habitantes a nivel censal se reduce ajustándose a la población potencial de 4.755 hab, es decir que las inundaciones producidas por el río Antas afectan solo a una parte limitada de la población. Destacar que el municipio más afectado es Vera. Se puede consultar la información a nivel municipal en el [Apéndice 6.1.7. Viabilidad social de la actuación, disponibilidad de terrenos y objetivos de desarrollo sostenible](#).

Analizando la población afectada según las zonas inundables por periodo de retorno para la situación actual se puede observar como es más alta en el periodo de retorno de 500 años, siendo muy baja para 10 años de periodo de retorno en la situación actual. Para la alternativa elegida la población afectada se reduce considerablemente para todos los periodos de retorno.

En las siguientes tablas se muestran los porcentajes:

- Mejora sobre la población total, es el % de mejora de la alternativa elegida frente a la situación actual, por periodo de retorno y respecto de población del término municipal.
- Mejora sobre la población potencial, el porcentaje correspondiente a las unidades censales en las que se sitúa la zona inundable.
- Mejora sobre la población afectada, que se calcula a partir de la población afectada en la zona inundable en situación actual y con la alternativa seleccionada.

Mejora sobre la población Total			Mejora sobre la población potencial		
(%A0-%Aeleg) T10	(%A0-%Aeleg) T100	(%A0-%Aeleg) T500	(%A0-%Aeleg) T10	(%A0-%Aeleg) T100	(%A0-%Aeleg) T500
0,0	0,9	1,7	0,2	4,5	8,7

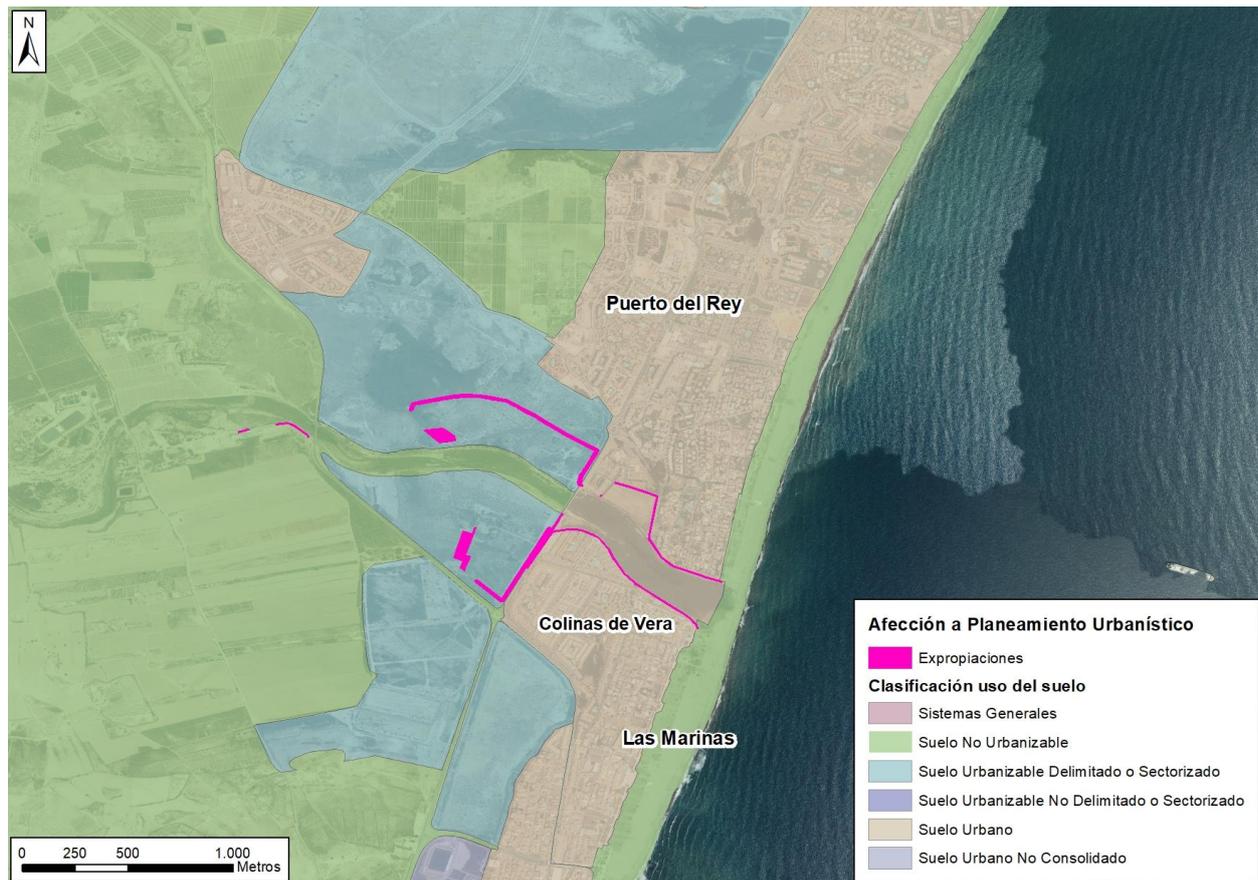
Mejora sobre la población afectada (%)		
T10	T100	T500
34,4	84,5	89,7

Tabla 19: Mejora sobre la población afectada (%)

## 15.1. Disponibilidad de terrenos

Los terrenos necesarios para la realización de las obras propuestas para la alternativa 4, no se encuentran disponibles, actualmente no existe proyecto redactado. En el [Apéndice 6.1.11. Planos de la actuación](#) está incluido un mapa con las parcelas que se verían afectadas por las obras.

Los terrenos afectados son en un 34,91% de titularidad pública y en un 65,09% de titularidad privada. Según la clasificación del suelo, los terrenos son un 26,48% suelo urbano (1,38 ha), un 70,55 % suelo urbanizable (3,676 ha) y un 2,96% suelo no urbanizable (0,154 ha), que hacen un total de 5,21 ha de superficie afectada, de acuerdo al mapa de información urbanística de la siguiente figura:



*Figura 35: Mapa de clasificación del suelo procedente del Sistema de información urbana (SIU). Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana*

Los terrenos afectados son de uso agrario, urbano y urbanizable (marjal). Las calles adyacentes al cauce en la zona del núcleo urbano se verán afectadas por las obras. La carretera AL-7107 también será afectada por la ampliación de la capacidad hidráulica del mismo mediante la construcción de un nuevo puente a continuación del existente. Además, dentro de la zona de laminación existente hay situadas edificaciones que deberán ser expropiadas.

Para la ejecución de la obra, es necesario expropiar terrenos de propiedad privada afectados por las obras (3,39 ha). El coste previsto de las expropiaciones es de 1.124.961,36€, que se corresponde con el 15,42% del presupuesto de la obra.

Actualmente existe aguas arriba del puente de la carretera AL-7107 una zona de laminación para avenidas extraordinarias. Esta zona mantendría su funcionalidad salvo el futuro desarrollo del sector RC4, previsto en margen izquierda, para el que se realizarán las obras necesarias de protección contra inundaciones.

Dentro de los terrenos afectados, únicamente se expropiarán las parcelas donde se ubicarán las obras de defensa y las zonas donde por causa de las medidas previstas se produzcan inundaciones que anteriormente no ocurrían.

Los propietarios o titulares de estos terrenos son, sin entrar en detalle:

- Ayuntamiento
- Privado

- Carreteras: Red Diputación (AL-7107) y Local
- Dominio Público Marítimo-Terrestre

## 15.2. Encuesta

Se han realizado una serie de encuestas telefónicas o por correo electrónico mediante el sistema de cumplimentación en línea, con el objeto de valorar la percepción del riesgo en el término municipal de Vera (Almería) donde se encuentra la obra analizada, así como la aceptación y rechazo de la misma por parte de la población afectada y los agentes sociales y económicos involucrados.

Las encuestas se realizaron entre octubre y noviembre de 2020.

Para ello se han identificado las personas y grupos de interés más representativos en el momento de elaborar la encuesta. En este caso se ha partido de una muestra de 38 agentes. Se ha obtenido respuesta de 16 de ellos y 22 no han respondido. Los motivos para la no cumplimentación de la encuesta se fueron diferentes, bien no contestaron al teléfono o bien no cumplimentaron la encuesta en línea tras la recepción del correo electrónico solicitándolo. Por tanto, los resultados que se presentan a continuación corresponden a un total de 16 encuestas.

Los agentes encuestados se agrupan en los siguientes grupos: 25% a ayuntamiento (equipo del ayuntamiento y partidos políticos con representación municipal), el 6% a empresas municipales, el 13% a técnicos en Planes afectados, el 19% a asociaciones ambientales, el 6% a asociaciones de vecinos y finalmente, el 31% administradores de fincas y comunidades de propietarios.

En relación a las cuestiones planteadas destacar lo siguiente:

- El 81% de los agentes encuestados dice haber sufrido las consecuencias de algún episodio de inundación y un 19% ha contestado que no.
- El 100% de los agentes encuestados considera que las inundaciones son un problema para el normal desarrollo del municipio.
- Un 80% ha dicho que a título personal esta obra le beneficia y un 20% que ha dicho que le es indiferente.
- El 87% de los agentes encuestados dijo que considera que la ejecución de la obra es positiva para el desarrollo de su municipio y un 13% respondió que no sabe o contesta.

En conclusión, la participación de los actores implicados ha sido media, y se hace una valoración positiva de la obra. Los encuestados identifican el problema y que causa daños importantes, consideran que es un problema para el normal desarrollo del municipio ya que afecta al desarrollo urbanístico, a nivel turístico y la inseguridad de la población (vidas y propiedades). Los encuestados plantean otras soluciones, además de la laminación del río Anta y su encauzamiento, como limpieza del cauce periódica, soluciones de menor envergadura, desubicar las construcciones en el DPH, redes de saneamiento de aguas pluviales en todas las calles, encauzamiento del último tramo del río y creación de una marina interior en la desembocadura.

Se ha identificado como efecto negativo que pueda incidir en la afección a la ZEC del río Antas, en su desembocadura.

En el **Apéndice 6.1.8. Encuesta** se encuentran los datos generales de las encuestas, el análisis de los resultados con sus estadísticos, un resumen de resultados y las encuestas cumplimentadas.

### 15.3. Demanda y viabilidad social de la actuación

Para analizar la demanda y viabilidad social de esta actuación se han consultado 23 noticias de prensa, 4 publicaciones y 1 alegación. En cuanto a los procesos de participación pública, al no haber proyecto, ni estudio previo de la actuación, no se ha dado ninguno.

Destacar una referencia en la web del Defensor del Pueblo Andaluz, del 25/06/2015 cuyo titular es: “Que aclaren las competencias y ejecuten las obras en el río Antas para evitar el riesgo de inundaciones”, la Resolución del Defensor del Pueblo Andaluz formulada en la queja 14/3516 dirigida a Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio:

*Ante la controversia respecto a qué administración debe afrontar la financiación y ejecución de las obras de laminación de avenidas y regulación del río Antas, el Defensor del Pueblo Andaluz ha sugerido a la Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio que, en aplicación de lo dispuesto en el art. 220 del Estatuto de Autonomía para Andalucía, se plantee este conflicto competencia en el seno de la Comisión Bilateral de Cooperación Junta de Andalucía-Estado y, una vez aclarada la competencia, se afronten los trámites necesarios para ejecutar las obras para evitar el riesgo de inundaciones que, en la actualidad, el estado del cauce del citado río puede suponer para las urbanizaciones cercanas al mismo. Asimismo, también ha sugerido que se evalúe la necesidad de ejecutar nuevas actuaciones de limpieza y conservación del cauce y, en caso de que se concluya que la vegetación puede tener un impacto negativo en caso de nuevas avenidas, se efectúen estas actuaciones de limpieza y conservación con la finalidad de recuperar la capacidad de desagüe natural y estabilizar el mismo.*

Además, otra referencia en el Blog de la Asociación Vecinal Veraplayazul, del 20/10/2015. El titular dice: “Veraplayazul exige al Gobierno Central que dé una respuesta a los vecinos amenazados por el desbordamiento del río Antas”.

Mencionar que se han recibido dos solicitudes en la Dirección General del Agua del Ministerio para la Transición Ecológica:

- 1.- Un escrito del Alcalde-Presidente del Ayuntamiento de Vera, el 9 de noviembre de 2018, en el que solicita que de forma urgente se lleven a cabo las obras de acondicionamiento del cauce del río Antas.
- 2.- La Junta de Gobierno Local del Ayuntamiento de Vera, el 30 de enero 2019, reiterando la petición de acondicionamiento del cauce del río Antas.

Existe un recurso contencioso administrativo de D. Miguel Carmelo Carra Vilar, contra resolución del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, Junta de Andalucía, Ayuntamiento de Vera sobre responsabilidad patrimonial. Con fecha noviembre de 2018 tuvo entrada en la Dirección General del Agua oficio de la Audiencia Nacional Sala: Contenciosos administrativo sección 1ª, en el que solicitan informen sobre años con avenidas, los daños producidos la infraestructura civil existente en la desembocadura del cauce en la avenida de septiembre de 2012, si hay constancia de pérdidas humanas y la actuación que pretenda la regulación de las venidas del río Antas.

Además, hay un escrito de la Junta de Andalucía al Excelentísimo Ayuntamiento de Vera, el 29 de junio de 2020, cuyo asunto es “Solicitud de prórroga Trámite audiencia Proyecto de Urbanización Sector 2 T.M. Garrucha”. En el que se informa del Dictamen Ambiental al proyecto de urbanización, indicando que se disponía de 15 días para consultar el expediente y presentar alegaciones y documentos

(ampliado por COVID-19). Se dice exactamente: *Con fecha de entrada 20 de junio de 2020 se recibe en esta Delegación Territorial su escrito, con el que solicita que se acuerde ampliar el plazo para la presentación de la documentación solicitada y la remisión y puesta a disposición del Excmo. Ayuntamiento de Vera del “Estudio de Drenaje de Aguas Pluviales” de julio de 2019, elaborado por M.J.C., 17.10.2019, e informe sectorial en materia de aguas de fecha 26.03.2020. Se acuerda ampliar el plazo en siete (7) días hábiles adicionales al plazo inicialmente otorgado y se proporciona el documento en formato digital.*

En conclusión, sobre la demanda social destacar el gran número de referencias donde queda reflejada la necesidad de ejecución de la actuación, destacando la demanda de la actuación de la Asociación Veraplayazul y la solicitud del Defensor del Pueblo Andalúz pidiendo que se aclaren las competencias y se ejecuten las obras en el río Antas para evitar el riesgo de inundaciones, al igual que las dos comunicaciones citadas anteriormente a la DGA del MITECO.

Las diferentes movilizaciones sociales de los vecinos hacen pensar que existe una aceptación social de la actuación.

#### 15.4. **Ámbito competencial de la actuación**

En cuanto al ámbito competencial de la obra se indica a continuación:

Ámbito competencial	
Obra de interés general	Sí, por la Ley 10/2001, de 5 de julio, del Plan Hidrológico Nacional, Anexo II: “Laminación de avenidas y regulación del río Antas”
Administración competente de la obra	Ayuntamiento (Vera); MITERD.

Tabla 20: Administraciones competentes

Esta actuación está clasificada como obra de interés general del estado por la Ley 10/2001. Anexo II: Laminación de avenidas y regulación del río Antas.

Las Administraciones competentes de esta actuación son el ayuntamiento de Vera (competente sobre el encauzamiento urbano) y el MITERD (competente de las obras de interés general del Estado), siendo además titular del principal servicio afectado la Diputación Provincial (carretera AL-7107).

Se considera que el grado de coordinación entre las administraciones involucradas también es medio.

#### 15.5. **Objetivos de desarrollo sostenible**

Se ha realizado una evaluación del impacto de las actuaciones en relación con los Objetivos de Desarrollo Sostenible.

La hoja de ruta aprobada por la ONU en 2015 cuenta con 17 Objetivos dentro de los cuales existen 169 metas individuales. Teniendo en cuenta que estos objetivos y que sus metas incluyen todos los aspectos más importantes para que la sociedad evolucione de una forma sostenible, se evaluaron los ODS directamente relacionados con de los riesgos y medidas ante inundaciones. Desde el punto de vista de la actuación, este proyecto contribuye a la consecución de los siguientes ODS:

<b>ODS 1</b>	<b>FIN DE LA POBREZA</b>
	1.5. Para 2030, fomentar la resiliencia de los pobres y las personas que se encuentran en situaciones vulnerables y reducir su exposición y vulnerabilidad a los fenómenos extremos relacionados con el clima y otras crisis y desastres económicos, sociales y ambientales
<b>ODS 3</b>	<b>SALUD Y BIENESTAR</b>
	3.d. Reforzar la capacidad de todos los países, en particular los países en desarrollo, en materia de alerta temprana, reducción de riesgos y gestión de los riesgos para la salud nacional y mundial
<b>ODS 6</b>	<b>AGUA LIMPIA Y SANEAMIENTO</b>
	6.6. De aquí a 2020, proteger y restablecer los ecosistemas relacionados con el agua, incluidos los bosques, las montañas, los humedales, los ríos, los acuíferos y los lagos
	6.b. Apoyar y fortalecer la participación de las comunidades locales en la mejora de la gestión del agua y el saneamiento
<b>ODS 8</b>	<b>TRABAJO DECENTE Y CRECIMIENTO ECONÓMICO</b>
	8.1. Mantener el crecimiento económico per cápita de conformidad con las circunstancias nacionales y, en particular, un crecimiento del producto interno bruto de al menos el 7% anual en los países menos adelantados
	8.8. Proteger los derechos laborales y promover un entorno de trabajo seguro y sin riesgos para todos los trabajadores, incluidos los trabajadores migrantes, en particular las mujeres migrantes y las personas con empleos precarios
<b>ODS 9</b>	<b>INDUSTRIA, INNOVACIÓN E INFRAESTRUCTURAS</b>
	9.1. Desarrollar infraestructuras fiables, sostenibles, resilientes y de calidad, incluidas infraestructuras regionales y transfronterizas, para apoyar el desarrollo económico y el bienestar humano, haciendo especial hincapié en el acceso asequible y equitativo para todos
<b>ODS 11</b>	<b>CIUDADES Y COMUNIDADES SOSTENIBLES</b>
	11.4. Redoblar los esfuerzos para proteger y salvaguardar el patrimonio cultural y natural del mundo
	11.5. De aquí a 2030, reducir significativamente el número de muertes causadas por los desastres, incluidos los relacionados con el agua, y de personas afectadas por ellos, y reducir considerablemente las pérdidas económicas directas provocadas por los desastres en comparación con el producto interno bruto mundial, haciendo especial hincapié en la protección de los pobres y las personas en situaciones de vulnerabilidad
	11.b. De aquí a 2020, aumentar considerablemente el número de ciudades y asentamientos humanos que adoptan e implementan políticas y planes integrados para promover la inclusión, el uso eficiente de los recursos, la mitigación del cambio climático y la adaptación a él y la resiliencia ante los desastres, y desarrollar y poner en práctica, en consonancia con el Marco de Sendai para la Reducción del Riesgo de Desastres 2015-2030, la gestión integral de los riesgos de desastre a todos los niveles
<b>ODS 12</b>	<b>PRODUCCIÓN Y CONSUMO RESPONSABLES</b>
	12.7. Promover prácticas de adquisición pública que sean sostenibles, de conformidad con las políticas y prioridades nacionales
<b>ODS 13</b>	<b>ACCIÓN POR EL CLIMA</b>
	13.1. Fortalecer la resiliencia y la capacidad de adaptación a los riesgos relacionados con el clima y los desastres naturales en todos los países
	13.2. Incorporar medidas relativas al cambio climático en las políticas, estrategias y planes nacionales
	13.3. Mejorar la educación, la sensibilización y la capacidad humana e institucional respecto de la mitigación del cambio climático, la adaptación a él, la reducción de sus efectos y la alerta temprana
<b>ODS 14</b>	<b>VIDA SUBMARINA</b>
	14.1. De aquí a 2025, prevenir y reducir significativamente la contaminación marina de todo tipo, en particular la producida por actividades realizadas en tierra, incluidos los detritos marinos y la polución por nutrientes
<b>ODS 15</b>	<b>VIDA DE ECOSISTEMAS TERRESTRES</b>
	15.1. Para 2020, velar por la conservación, el restablecimiento y el uso sostenible de los ecosistemas terrestres y los ecosistemas interiores de agua dulce y los servicios que proporcionan, en particular los bosques, los humedales, las montañas y las zonas áridas, en consonancia con las obligaciones contraídas en virtud de acuerdos internacionales
	15.5. Adoptar medidas urgentes y significativas para reducir la degradación de los hábitats naturales, detener la pérdida de la diversidad biológica y, para 2020, proteger las especies amenazadas y evitar su extinción

15.8. Para 2020, adoptar medidas para prevenir la introducción de especies exóticas invasoras y reducir de forma significativa sus efectos en los ecosistemas terrestres y acuáticos y controlar o erradicar las especies prioritarias	
15.a. Movilizar y aumentar de manera significativa los recursos financieros procedentes de todas las fuentes para conservar y utilizar de forma sostenible la diversidad biológica y los ecosistemas	
<b>ODS 16</b>	<b>PAZ, JUSTICIA E INSTITUCIONES SÓLIDAS</b>
16.7. Garantizar la adopción en todos los niveles de decisiones inclusivas, participativas y representativas que respondan a las necesidades	
<b>ODS 17</b>	<b>ALIANZAS PARA LOGRAR LOS OBJETIVOS</b>
Cuestiones sistémicas	Coherencia normativa e institucional
	17.14. Mejorar la coherencia de las políticas para el desarrollo sostenible

Tabla 21: Objetivos de Desarrollo Sostenible conseguidos con el proyecto.

Este análisis se ha llevado a cabo desde el punto de vista del caso de España, sin calcular datos cuantitativos, identificando el objetivo que se considera que mejora cuando se evitan las pérdidas o daños producidos por las inundaciones.

Tanto los análisis como información más detallada de los estudios llevados a cabo para esta actuación se pueden consultar en el [Apéndice 6.1.7. Viabilidad social de la actuación, disponibilidad de terrenos y objetivos de desarrollo sostenible](#).

## 16. Planos

Por último, señalar que el [Apéndice 6.1.11. Planos de la actuación](#) se incluyen los mapas de relacionados con la actuación. Estos son:

6.1.0. Actuación 62. Laminación de avenidas del río Antas. Río Antas. TTMM. Vera y Garrucha (Almería, Andalucía). Ámbito de estudio.

6.1.1. Actuación 62. Laminación de avenidas del río Antas. Río Antas. Río Antas. TTMM. Vera y Garrucha (Almería, Andalucía). Zonas Inundables. Situación Actual

Esta colección de mapas incluye un primer mapa con las zonas inundables correspondientes a los 3 periodos de retorno estudiados (10, 100 y 500 años) junto con la colección de mapas de calados por periodo de retorno de la alternativa 0.

6.1.2. Actuación 62. Laminación de avenidas del río Antas. Río Antas. TTMM. Vera y Garrucha (Almería, Andalucía). Zonas Inundables. Alternativa 1

Esta colección de mapas incluye un primer mapa con las zonas inundables correspondientes a los 3 periodos de retorno estudiados (10, 100 y 500 años) junto con la colección de mapas de calados por periodo de retorno de la alternativa 1.

6.1.3. Actuación 62. Laminación de avenidas del río Antas. Río Antas. TTMM. Vera y Garrucha (Almería, Andalucía). Zonas Inundables. Alternativa 2

Esta colección de mapas incluye un primer mapa con las zonas inundables correspondientes a los 3 periodos de retorno estudiados (10, 100 y 500 años) junto con la colección de mapas de calados por periodo de retorno de la alternativa 2.

6.1.4. Actuación 62. Laminación de avenidas del río Antas. Río Antas. TTMM. Vera y Garrucha (Almería, Andalucía). Zonas Inundables. Alternativa 3

Esta colección de mapas incluye un primer mapa con las zonas inundables correspondientes a los 3 periodos de retorno estudiados (10, 100 y 500 años) junto con la colección de mapas de calados por periodo de retorno de la alternativa 3.

6.1.5. Actuación 62. Laminación de avenidas del río Antas. Río Antas. TTMM. Vera y Garrucha (Almería, Andalucía). Zonas Inundables. Alternativa 4

Esta colección de mapas incluye un primer mapa con las zonas inundables correspondientes a los 3 periodos de retorno estudiados (10, 100 y 500 años) junto con la colección de mapas de calados por periodo de retorno de la alternativa 4.

6.1.6. Actuación 62. Laminación de avenidas del río Antas. Río Antas. TTMM. Vera y Garrucha (Almería, Andalucía). Daños-Situación Actual

Esta colección de mapas incluye dos colecciones para cada uno de los 3 periodos de retorno estudiados (10, 100 y 500 años). El primero muestra los polígonos afectados por la zona inundable de la alternativa 0 con el valor total del daño en ese polígono, siguiendo la metodología descrita en el [Apéndice 6.1.4. Informe coste/beneficio de la actuación](#) y el segundo muestra para cada polígono el daño/m<sup>2</sup>.

6.1.7. Actuación 62. Laminación de avenidas del río Antas. Río Antas. TTMM. Vera y Garrucha (Almería, Andalucía). Daños-Alternativa 1

Esta colección de mapas incluye dos colecciones para cada uno de los 3 periodos de retorno estudiados (10, 100 y 500 años). El primero muestra los polígonos afectados por la zona inundable de la alternativa 1 con el valor total del daño en ese polígono, siguiendo la metodología descrita en el [Apéndice 6.1.4. Informe coste/beneficio de la actuación](#) y el segundo muestra para cada polígono el daño/m<sup>2</sup>.

6.1.8. Actuación 62. Laminación de avenidas del río Antas. Río Antas. TTMM. Vera y Garrucha (Almería, Andalucía). Daños-Alternativa 2

Esta colección de mapas incluye dos colecciones para cada uno de los 3 periodos de retorno estudiados (10, 100 y 500 años). El primero muestra los polígonos afectados por la zona inundable de la alternativa 2 con el valor total del daño en ese polígono, siguiendo la metodología descrita en el [Apéndice 6.1.4. Informe coste/beneficio de la actuación](#) y el segundo muestra para cada polígono el daño/m<sup>2</sup>.

6.1.9. Actuación 62. Laminación de avenidas del río Antas. Río Antas. TTMM. Vera y Garrucha (Almería, Andalucía). Daños-Alternativa 3

Esta colección de mapas incluye dos colecciones para cada uno de los 3 periodos de retorno estudiados (10, 100 y 500 años). El primero muestra los polígonos afectados por la zona inundable de la alternativa 3 con el valor total del daño en ese polígono, siguiendo la metodología descrita en el [Apéndice 6.1.4. Informe coste/beneficio de la actuación](#) y el segundo muestra para cada polígono el daño/m<sup>2</sup>.

6.1.10. Actuación 62. Laminación de avenidas del río Antas. Río Antas. TTMM. Vera y Garrucha (Almería, Andalucía). Daños-Alternativa 4

Esta colección de mapas incluye dos colecciones para cada uno de los 3 periodos de retorno estudiados (10, 100 y 500 años). El primero muestra los polígonos afectados por la zona

inundable de la alternativa 4 con el valor total del daño en ese polígono, siguiendo la metodología descrita en el Apéndice 6.1.4. Informe coste/beneficio de la actuación y el segundo muestra para cada polígono el daño/m2.

6.1.11. Actuación 62. Laminación de avenidas del río Antas. Río Antas. TTMM. Vera y Garrucha (Almería, Andalucía). Expropiaciones-Alternativa 1

Este mapa representa las expropiaciones asociadas a las obras que están incluidas dentro de la alternativa 1, diferenciando entre los distintos tipos de expropiación necesarios.

6.1.12. Actuación 62. Laminación de avenidas del río Antas. Río Antas. TTMM. Vera y Garrucha (Almería, Andalucía). Expropiaciones-Alternativa 2

Este mapa representa las expropiaciones asociadas a las obras que están incluidas dentro de la alternativa 2, diferenciando entre los distintos tipos de expropiación necesarios.

6.1.13. Actuación 62. Laminación de avenidas del río Antas. Río Antas. TTMM. Vera y Garrucha (Almería, Andalucía). Expropiaciones-Alternativa 3

Este mapa representa las expropiaciones asociadas a las obras que están incluidas dentro de la alternativa 3, diferenciando entre los distintos tipos de expropiación necesarios.

6.1.14. Actuación 62. Laminación de avenidas del río Antas. Río Antas. TTMM. Vera y Garrucha (Almería, Andalucía). Expropiaciones-Alternativa 4

Este mapa representa las expropiaciones asociadas a las obras que están incluidas dentro de la alternativa 4, diferenciando entre los distintos tipos de expropiación necesarios.

6.1.15. Actuación 62. Laminación de avenidas del río Antas. Río Antas. TTMM. Vera y Garrucha (Almería, Andalucía). Zona de alta peligrosidad-Situación Actual

Esta colección de mapas incluye la zona de alta peligrosidad para el periodo de retorno de 100 años con el cauce incluido, según los criterios que indica el Reglamento del Dominio Público Hidráulico (Real Decreto 638/2016, de 9 de diciembre) para situación actual.

6.1.16. Actuación 62. Laminación de avenidas del río Antas. Río Antas. TTMM. Vera y Garrucha (Almería, Andalucía). Zona de alta peligrosidad -Alternativa 1

Esta colección de mapas incluye la zona de alta peligrosidad para el periodo de retorno de 100 años con el cauce incluido, según los criterios que indica el Reglamento del Dominio Público Hidráulico (Real Decreto 638/2016, de 9 de diciembre) para alternativa 1.

6.1.17. Actuación 62. Laminación de avenidas del río Antas. Río Antas. TTMM. Vera y Garrucha (Almería, Andalucía). Zona de alta peligrosidad -Alternativa 2

Esta colección de mapas incluye la zona de alta peligrosidad para el periodo de retorno de 100 años con el cauce incluido, según los criterios que indica el Reglamento del Dominio Público Hidráulico (Real Decreto 638/2016, de 9 de diciembre) para alternativa 2.

6.1.18. Actuación 62. Laminación de avenidas del río Antas. Río Antas. TTMM. Vera y Garrucha (Almería, Andalucía). Zona de alta peligrosidad -Alternativa 3

Esta colección de mapas incluye la zona de alta peligrosidad para el periodo de retorno de 100 años con el cauce incluido, según los criterios que indica el Reglamento del Dominio Público Hidráulico (Real Decreto 638/2016, de 9 de diciembre) para alternativa 3.

6.1.19. Actuación 62. Laminación de avenidas del río Antas. Río Antas. TTMM. Vera y Garrucha (Almería, Andalucía). Zona de alta peligrosidad -Alternativa 4

Esta colección de mapas incluye la zona de alta peligrosidad para el periodo de retorno de 100 años con el cauce incluido, según los criterios que indica el Reglamento del Dominio Público Hidráulico (Real Decreto 638/2016, de 9 de diciembre) para alternativa 4.

## 17. Conclusiones

Las conclusiones del presente estudio se agrupan por cada una de las temáticas analizadas, siendo las siguientes:

- Sobre la reducción del riesgo de inundación
- Sobre el coste-beneficio
- Sobre el efecto que tiene la actuación sobre las masas de agua
- Sobre el posible impacto ambiental y la complejidad de la tramitación ambiental
- Sobre el ámbito competencial de la actuación, la colaboración entre distintas administraciones y la disponibilidad de terrenos
- Sobre la aceptación y demanda social
- Sobre el Cambio Climático
- Sobre la solución
- Conclusión general

### 17.1. Sobre la reducción del riesgo de inundación

Sobre la peligrosidad:

- La alternativa seleccionada mejora en un 28,6% la zona de alta peligrosidad respecto del área correspondiente a la misma zona en situación actual, para el periodo de retorno de 500 años. Sin embargo, al incluir solamente en esta alternativa la entrada de caudales procedentes de la rambla de La Jara, la zona de alta peligrosidad respecto de la situación actual empeora en un 51,9% para 10 años y 1,8 % para 100 años. Esto se debe a que no son directamente comparables, sobre todo cuanto menor es el periodo de retorno. Esta alternativa es muy similar a la Alternativa 3, que ha sido modelizada sin la rambla de la Jara, como en situación actual. Al comparar la alternativa 3 con la situación actual se produce mejora para todos los periodos de retorno. Luego la alternativa 4 con una situación actual que también incluyera la rambla de la Jara también mejoraría la situación de inundabilidad para todos los periodos de retorno.
- La respuesta hidrológica de la cuenca es moderada, con un tiempo de concentración de 15,03 horas por lo que la peligrosidad en función del tiempo de respuesta se puede categorizar como

moderada según lo establecido en la "Propuesta para la caracterización de la peligrosidad y el riesgo (octubre 2014)" MAGRAMA.

- Sobre el cálculo de los caudales se han usado los facilitados por la Demarcación Hidrográfica de las Cuencas Mediterráneas Andaluzas, correspondiendo a los calculados para el SNCZI del primer ciclo y los definidos dentro del proyecto de drenaje del barranco de la Jara para la futura conducción de drenaje. A la vista de las inundaciones acaecidas en 2012, el rango de caudales y sobre todo las zonas inundables asociadas se consideran ajustados.

Sobre el riesgo:

- La población actual afectada según la zona inundable de un periodo de retorno de 100 años asciende a 252 habitantes y para 500 años es de 464 habitantes. La alternativa seleccionada mejora en un 84,5% la población afectada para el periodo de retorno de 100 años en comparación con la situación actual, suponiendo una mejora del 4,5% sobre la población potencialmente afectada, es decir, sobre la población de las unidades censales situadas en el ámbito de estudio. En el caso de 500 años de periodo de retorno el valor es de 89,7% de mejora sobre situación actual y 8,7% sobre la población potencial
- De los dos términos municipales analizados, Garrucha y Vera, el más perjudicado es Vera donde la población afectada respecto del total de los municipios supone un 99% (Periodo de retorno de 500 años en situación actual).
- Los Puntos de Especial Importancia afectados actuales ascienden a 2 tanto para el periodo de retorno de 100 y 500 años respectivamente. La alternativa seleccionada (Alternativa 4) disminuye el número de Puntos de Especial Importancia afectados mejorando un 50% sobre la situación actual para el periodo de retorno de 100 años y un 50% para 500 años. De esta forma, la solución protege los siguientes elementos significativos: Instalaciones deportivas.
- El daño anual medio en la actualidad asciende a 1.470.174,06 €. La alternativa seleccionada reduce el daño total anual medio en 1.095.998 €. Esto supone una reducción del 74,54%. Los daños se concentran en los usos de viviendas y comunidades de propietarios, comercios, almacenes y resto de riesgos.

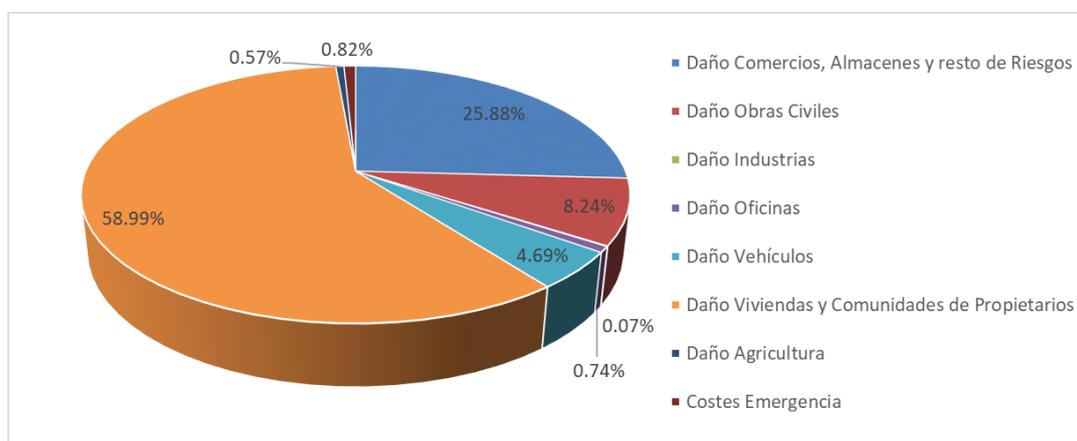


Figura 36: Distribución de daños por sectores

La alternativa seleccionada disminuye significativamente el daño producido a oficinas (98,09%), vehículos (94,45%), viviendas y comunidades de propietarios (91,89%).

- La solución propuesta mejora la operativa durante la emergencia dado que reduce el número de vías afectadas por la inundación en 100% frente a la situación actual (1 vía afectada) para el periodo de retorno de 100 años y un 100% frente a la situación actual (4 vías afectadas), para el periodo de retorno de 500 años.
- No existe una especial incertidumbre en el cálculo de riesgos ligada al cálculo de daños debido a que existe información sobre el valor catastral de cada parcela.

Sobre los indicadores de peligrosidad y riesgo:

- En este caso, la situación actual y las 4 alternativas de Antas se encuentran en el cuadrante C de peligrosidad significativa-muy alta y riesgo significativo-muy alto: la ARPSI ubicadas en este cuadrante poseen valores medios-bajos tanto de peligrosidad como de riesgo. Se reduce el riesgo para la ARPSI ES060\_ARPS\_0130 para todas las alternativas.

## 17.2. Sobre el coste-beneficio

El coste acumulado de la obra en 100 años y considerando una tasa de descuento del 3%, supone 9.422.299,14 € incluyendo el mantenimiento, siendo un 22,55% el coste específico de mantenimiento y explotación.

El daño para el periodo de retorno de 100 años supone 18.208.624,03 €. Implantando la actuación el daño evitado asciende a un 81,33% del valor anterior.

Con la ejecución de la alternativa propuesta se obtendría un beneficio anual medio de 1.095.997,86 €

Dados los costes y beneficios obtenidos con la ejecución de la obra y tras el análisis económico realizado se puede concluir que la obra propuesta es rentable según los índices económicos estudiados. Sin embargo, la alternativa seleccionada (alternativa 4) tiene una rentabilidad similar a la alternativa 3, pero incluye medidas compatibles con el futuro desarrollo urbanístico del sector RC4 y la construcción del canal de drenaje del barranco de la Jara hacia el río Antas. Las demás alternativas también resultan rentables pero con una rentabilidad menor en comparación con los resultados de la alternativa seleccionada.

El análisis de sensibilidad muestra que resultado del estudio de rentabilidad de la alternativa seleccionada es robusto.

Existe una incertidumbre en el estudio de coste – beneficio ligada a la inexistencia de proyecto constructivo, por lo que los valores económicos considerados para los costes de inversión del proyecto son a nivel de estudio de planificación.

## 17.3. Sobre el efecto que tiene la actuación sobre las masas de agua

La actuación de estudio afecta a las masas de agua MAS ES060MSPF0652010 río Antas y la MASb ES060MSBT060.005 Cubeta de Ballabona-Sierra Lisbona-Río Antas.

Tras la realización del Protocolo HMF en la situación actual y tras las obras, se puede concluir que:

Caudal e hidrodinámica		Conexión con MASb		Continuidad de los ríos		Variación en la profundidad y anchura		Estructura y sustrato del lecho		Estructura de la zona ribereña		Resumen En masa de agua, afecta o nada
Actual	Alt. Selcc.	Actual	Alt. Selcc.	Actual	Alt. Selcc.	Actual	Alt. Selcc.	Actual	Alt. Selcc.	Actual	Alt. Selcc.	
9,69	9,69	3,30	3,30	10,00	10,00	7,74	7,57	7,46	7,46	6,73	5,79	Afecta ligeramente

Tabla 22: Indicadores hidromorfológicos.

Desde el punto de vista hidromorfológico, presenta leves alteraciones debidas a la presencia de motas para la protección de cultivos agrícolas en el tramo de Vera así como el recrecimiento de márgenes y escolleras en su desembocadura en Puerto Rey. La distancia de estas motas al cauce activo hace que su incidencia sobre la morfología del río sea leve.

En la situación final ponderada se refleja que las actuaciones no suponen una mejora en las condiciones del río y su dinámica fluvial con respecto a la situación actual, se trata de actuaciones centradas en la protección frente a inundaciones para la defensa de una zona urbanizada e infraestructuras evitando, así, los problemas derivados de las mismas.

En cuanto a los objetivos ambientales y su grado de cumplimiento según la DMA:

OBJETIVOS AMBIENTALES Y DIRECTIVA MARCO DE AGUAS							
Código MAS	Estado global resultante actual	Estado global resultante con obra	Objetivos Ambientales	Exenciones y/o Prórrogas	Aplicación art. 4.7. DMA	Grado de necesidad del cumplimiento 4.7	
						MAS/MASb /cauce	Actuación
<b>MAS ES060MSPF0652010 río Antas</b>	No alcanza el buen estado	No afecta (afecta ligeramente al estado ecológico)	Buen estado ecológico y químico en 2027	Art. 4(4) Prórroga: Buen estado ecológico y químico en 2027, por viabilidad técnica y condiciones naturales	No aplica	0%	No aplica
<b>MASb ES060MSBT060.005 Cubeta de Ballabona-Sierra Lisbona-Río Antas</b>	No alcanza el buen estado	No afecta	Buen estado ecológico y químico en 2027	Art. 4(4) Prórroga: Buen estado ecológico y químico en 2027, por viabilidad técnica y condiciones naturales	No aplica	0%	

Tabla 23: Indicadores sobre los objetivos ambientales y su cumplimiento.

A raíz de los resultados del análisis, no parece significativo el impacto de esta actuación sobre las masas de agua superficial y subterránea teniendo en cuenta que este río se encuentra muy modificado por presiones antrópicas.

No se estima necesaria la aplicación del artículo 4.7. de la DMA, ya que las actuaciones no generan afección significativa en las masas de agua y por tanto no deberían comprometer los objetivos en el plazo establecido por la ejecución de la obra.

## 17.4. Sobre el posible impacto ambiental y la complejidad de la tramitación ambiental

La actuación afecta directamente a RN 2000, directamente también a ENP y a hábitat de interés comunitarios. El espacio de la Red Natura 2000 ZEC Río Antas y la Zona de Importancia Comunitaria ZIC (ZEPA/ZEC) Río Antas.

Analizada la legislación de evaluación ambiental tanto estatal como autonómica, el proyecto debe ser sometido al procedimiento de Evaluación de Impacto Ambiental Simplificada (Anexo II) clasificado como Grupo 10. Apartado b) o artículo 7. Por otro lado, consultada la legislación autonómica, el proyecto se encuentra en el Anexo I. Categorías de actuaciones sometidas a los instrumentos de prevención y control ambiental y establece que el instrumento a aplicar es Autorización Ambiental Unificada.

No existe ni estudio ni documento ambiental dado que no hay tampoco proyecto constructivo.

Se considera en conclusión una actuación desde el punto de vista ambiental de dificultad media.

## 17.5. Sobre el ámbito competencial de la actuación, la colaboración entre distintas administraciones y la disponibilidad de terrenos

Esta actuación está declarada como obra de interés general del estado por la Ley 10/2001. Anexo II: Laminación de avenidas y regulación del río Antas.

Las Administraciones competentes de esta actuación son MITERD y el Ayuntamiento de Vera al situarse la actuación en una zona urbana, según el art 28.4 de la Ley 10/2001, de 5 de julio, del Plan Hidrológico Nacional. Se deberá buscar la fórmula más adecuada de colaboración entre las administraciones implicadas. El titular del principal servicio afectado la Diputación Provincial (carretera AL-7107).

El grado de colaboración entre las distintas administraciones involucradas se considera medio.

Para la realización de la alternativa propuesta sería necesario expropiar 3,39 ha. Los costes de expropiación alcanzan los 1.124.961,36 €, que suponen el 15,42% respecto al coste total de la obra. Se considera que las zonas de laminación existentes en Vera, por no cambiar su condición, no tendrán la necesidad de ser expropiadas.

## 17.6. Sobre la aceptación y demanda social

Tras los trabajos realizados se puede concluir que la actuación es demandada con gran número de referencias destacando los escritos recibidos en la Dirección General del Agua del Alcalde-Presidente de Vera y de la Secretaría General de la Subdelegación del Gobierno en Almería. Teniendo una gran aceptación social a raíz de las diferentes movilizaciones sociales de los vecinos.

Como conclusión la aceptación social se considera de dificultad media. No obstante, la aceptación social del proyecto vendrá condicionada por el cumplimiento de los objetivos y medidas para la conservación del Plan de Gestión de la Zona Especial de Conservación Río Antas.

El grado de implicación de la muestra seleccionada en la realización de la encuesta ha supuesto el 42%, habiendo contestado 16 personas sobre el total de la muestra (38 contactos).

- Pensando en el bien común de la población de su término municipal, el 69% de los agentes encuestados dice conocer los beneficios que reportaría la obra, un 25% dice no conocerlos y un 6% responde no sabe no contesta.
- Algún efecto negativo de ejecutar la obra: el 56% de los encuestados dice no conocer ningún efecto negativo, un 19 % dice que sí y, por último, un 25% dice que lo desconoce (no sabe no contesta).
- A favor o en contra de ejecutar la obra: un 81% está a favor de que se ejecute la obra y un 19% está en contra de la ejecución de esta.
- La encuesta se ha realizado con media y variada participación: ayuntamiento, empresas municipales, técnicos de Planes afectados, asociaciones ambientales, asociación de vecinos y administradores de fincas y comunidades de propietarios.
- El grado de conocimiento sobre el PGRI es medio, un 69% de los agentes encuestados dice que sabe su término municipal está incluido en el, frente a un 31% que dice no saberlo. El 75% de los encuestados dice saber de la existencia de un plan hidrológico de cuenca, y un 25% responde que no. Sobre el SNCZI hay desconocimiento, el 36% de los encuestados ha consultado los visores. Del Plan de Emergencia municipal el 37% de los encuestados dice que si se dispone de un plan.

En conclusión, la participación de los actores implicados ha sido media, y se hace una valoración positiva de la obra. Los encuestados identifican el problema y plantean otras soluciones.

De los Objetivos de Desarrollo Sostenible propuestos por las Naciones Unidas en la Agenda 2030, la actuación cumple 12 objetivos y 21 metas.

## 17.7. Sobre el Cambio Climático

De acuerdo con las metodologías aplicadas:

- La precipitación para un periodo de retorno de 100 años no experimentará cambios. El mayor impacto se observa en la temperatura, se calcula que la temperatura máxima aumente como máximo en 2°C y la mínima en 2,1 °C., y, por lo tanto, el área drenante a esta actuación, a futuro, sea más árida. Estos datos corresponden a los escenarios de Cambio Climático RCP 4.5 y RCP 8.5 en el horizonte 2041-2070.
- Según la metodología presentada por MITERD en el que los efectos del Cambio Climático se aproximan a través de dos componentes: la componente meteorológica y la componente de usos del suelo, la actuación de Antas no está expuesta a un riesgo significativo en ninguno de los escenarios de RCP 4.5 y 8.5.

Se calcula que la variación en la producción de la escorrentía será baja. El caudal punta podría llegar a un incremento del 10 % en ambos escenarios de RCP 4.5 y 8.5, considerando la precipitación con periodo de retorno de 100 años en el escenario histórico, RCP 4.5 y RCP 8.5 y en el horizonte 2041-2070, además de una disminución en el umbral de escorrentía del 25%. Este valor del incremento ahonda en la necesidad de construcción de esta obra que reduzca los daños actuales por inundación y rebaje significativamente los futuros.

Dado que el objetivo de la obra es la reducción de daños, los efectos previsibles directos o indirectos, acumulativos y sinérgicos del proyecto sobre el Cambio Climático, durante:

- la fase de ejecución se concentrará en la energía consumida durante la obra y en la emisión de los Gases de Efecto Invernadero, GEIs, a la atmósfera a determinar en la fase de construcción;
- la fase de explotación, al tratarse de una obra tipo encauzamiento no existe ninguna previsión de emisiones;
- la demolición o abandono del proyecto, poco previsible debido a las consecuencias para el casco urbano costero de Vera, en el caso de abandono no se producirá ninguna emisión y en caso de demolición, se tendría que valorar específicamente en ese momento que partes habría que demoler. En este análisis se considera un periodo de vida útil de al menos 100 años.

### 17.8. Sobre la solución

Por último, se describen las conclusiones sobre la solución adoptada, así como aquellas singularidades de la actuación o de la conclusión en las que es necesario incidir porque se escapan a una valoración cuantitativa o cualitativa al uso.

- La actuación planteada no dispone de un proyecto de construcción, por lo que es necesario que se redacte antes del inicio de las obras.
- La eficacia de la solución es alta, ya que actuando en una zona de pequeña extensión se controlan los desbordamientos del río Antas hacia el casco urbano costero de Vera, evitando la mayoría de los daños que se producen en la desembocadura.
- El caudal de diseño es el correspondiente a un periodo de retorno de 500 años. Es importante incidir que no es posible eliminar el riesgo y que en el caso de presentarse caudales mayores a los del diseño de la obra se producirán riesgos residuales.
- Los muros de protección transversal que cierran las zonas de laminación, en caso de colapso pueden producir un riesgo incremental en la zona.
- Por todo ello, se puede generar una falsa percepción de protección total frente inundaciones.

### 17.9. Conclusión general

Esta actuación está clasificada como obra de interés general del estado por la Ley 10/2001. Anexo II: Laminación de avenidas y regulación del río Antas.

Como conclusión de las medidas estructurales de protección contra inundaciones en Vera:

La actuación es viable desde el punto de vista técnico, económico, social y ambiental. La alternativa seleccionada para Antas es rentable, se considera muy funcional para reducción riesgo de inundación y además es compatible con desarrollos urbanos futuros. La tramitación ambiental puede tener cierta problemática si hay un desarrollo urbanístico futuro

El resultado del análisis coste-beneficio es positivo y ofrece una rentabilidad media-alta. De acuerdo a los resultados del análisis de sensibilidad no se producirían cambios en el signo de la rentabilidad con variaciones del 60%.

Será necesaria la redacción de un proyecto constructivo de la solución planteada, tomando nota de las alternativas analizadas en este estudio, para evitar que se repitan dentro del mismo.

Se recomienda la evaluación de impacto ambiental simplificada. De acuerdo al órgano sustantivo, el trámite debe de ser nacional por lo que se aconseja que sea el órgano ambiental quien dictamine el procedimiento a seguir.

No se prevé que la obra afecte de forma significativa a las masas de agua.

La obra es demandada y aceptada socialmente, la información es sobre todo de episodios de inundaciones y relativas a la actuación (estado del proyecto).

Las Administraciones competentes de esta actuación son MITERD y Ayuntamiento. La coordinación entre administraciones es media.

Al situarse en una población podría ser de aplicación el artículo 28.4. de la Ley 10/2001, por lo que considera que las competencias se distribuyen entre el MITERD y el Ayuntamiento de Vera.

Para la puesta en marcha de las actuaciones se debería tramitar un convenio de colaboración entre las administraciones competentes durante todas las fases de la obra, en el cual se identifiquen los puntos que cada administración debe asumir el ámbito de sus competencias conforme a la Instrucción del Secretario de Estado de Medio Ambiente de fecha 8 de julio de 2020.

## **ANEJO 6.2. ACTUACIÓN 66**

### **REPOSICIÓN Y ADECUACIÓN DEL ENCAUZAMIENTO DEL RÍO ADRA. RÍO ADRA.**

#### **T.M. ADRA. (ALMERÍA, ANDALUCÍA)**

## INDICE

1. MARCO GENERAL DE LA ACTUACIÓN.....	1
2. ANTECEDENTES.....	2
3. DESCRIPCIÓN DE LAS ALTERNATIVAS.....	5
4. DEFINICIÓN DEL ÁREA AFECTADA.....	8
5. MODELOS DIGITALES DEL TERRENO.....	8
6. ANÁLISIS HIDROLÓGICO DE CADA ALTERNATIVA.....	11
7. MODELO HIDRÁULICO.....	12
7.1. Situación actual. Alternativa 0.....	12
7.2. Alternativa 1.....	13
7.3. Alternativa 2.....	14
7.4. Zona de alta peligrosidad.....	15
8. ANÁLISIS COSTE-BENEFICIO.....	18
8.1. Valoración económica de cada alternativa.....	18
8.1.1. Costes procedentes de proyecto existente.....	18
8.1.2. Resumen de costes actuación.....	18
8.1.3. Costes de explotación y mantenimiento.....	19
8.2. Puntos de especial importancia.....	19
8.3. Análisis de daños.....	20
8.4. Coste beneficio de cada alternativa.....	22
8.5. Análisis de sensibilidad.....	23
9. ÍNDICES DE PELIGROSIDAD Y RIESGO.....	23
10. IMPACTO DEL CAMBIO CLIMÁTICO.....	25
10.1. Análisis de los caudales de 100 años de periodo de retorno.....	26
10.2. Análisis cualitativo de factores que influyen en la formación de escorrentía.....	26
11. FASES Y PLAZO DE LA ACTUACIÓN.....	28
12. ANÁLISIS HIDROMORFOLÓGICO. APLICACIÓN DEL PROTOCOLO PHMF.....	28
13. ANÁLISIS DE LOS EFECTOS SOBRE LOS OBJETIVOS AMBIENTALES DE LAS MASAS DE AGUA.....	29
14. ANÁLISIS DE LA TRAMITACIÓN AMBIENTAL EN RELACIÓN CON LA LEY 21/2013, DE 9 DE DICIEMBRE, DE EVALUACIÓN AMBIENTAL Y SU MODIFICACIÓN POR LEY 9/2018.....	31
15. ANÁLISIS SOCIAL.....	33
15.1. Disponibilidad de terrenos.....	35
15.2. Encuesta.....	36
15.3. Demanda y viabilidad social de la actuación.....	37
15.4. Ámbito competencial de la actuación.....	38
15.5. Objetivos de desarrollo sostenible.....	38
16. PLANOS.....	40

<b>17. CONCLUSIONES</b> .....	<b>42</b>
17.1. Sobre la reducción del riesgo de inundación .....	42
17.2. Sobre el coste-beneficio.....	44
17.3. Sobre el efecto que tiene la actuación sobre las masas de agua .....	44
17.4. Sobre el posible impacto ambiental y la complejidad de la tramitación ambiental .....	45
17.5. Sobre el ámbito competencial de la actuación, la colaboración entre distintas administraciones y la disponibilidad de terrenos .....	46
17.6. Sobre la aceptación y demanda social .....	46
17.7. Sobre el Cambio Climático .....	47
17.8. Sobre la solución .....	48
17.9. Conclusión general.....	48

**Apéndice 6.2.1.** Informe de la actuación

**Apéndice 6.2.2.** Informe documentación de la actuación

**Apéndice 6.2.3.** Informe hidráulico de la actuación

**Apéndice 6.2.4.** Informe coste/beneficio de la actuación

**Apéndice 6.2.5.** Protocolo y efectos sobre los objetivos ambientales de las masas de agua afectadas por la actuación

**Apéndice 6.2.6.** Informe del análisis de la tramitación ambiental de la actuación

**Apéndice 6.2.7.** Viabilidad social de la actuación, disponibilidad de terrenos y objetivos de desarrollo sostenible.

**Apéndice 6.2.8.** Encuesta

**Apéndice 6.2.9.** Índices de peligrosidad y riesgo

**Apéndice 6.2.10.** Impacto del cambio climático

**Apéndice 6.2.11.** Planos de la actuación

6.2.0. Ámbito de la actuación

6.2.1. Actuación 66. Rio Adra. TM. Adra. ZI- Situación Actual

6.2.2. Actuación 66. Rio Adra. TM. Adra. ZI- Alternativa 1

6.2.3. Actuación 66. Rio Adra. TM. Adra. ZI- Alternativa 2

6.2.4. Actuación 66. Rio Adra. TM. Adra. Daños-Situación Actual

6.2.5. Actuación 66. Rio Adra. TM. Adra. Daños-Alternativa 1

6.2.6. Actuación 66. Rio Adra. TM. Adra. Daños-Alternativa 2

6.2.7. Actuación 66. Rio Adra. TM. Adra. Expropiaciones-Alternativa 1

6.2.8. Actuación 66. Rio Adra. TM. Adra. Expropiaciones-Alternativa 2

- 6.2.9. Actuación 66. Rio Adra. TM. Adra. Zona de alta peligrosidad-Situación Actual
- 6.2.10. Actuación 66. Rio Adra. TM. Adra. Zona de alta peligrosidad-Alternativa 1
- 6.2.11. Actuación 66. Rio Adra. TM. Adra. Zona de alta peligrosidad -Alternativa 2

## FIGURAS

Figura 1: Adra. Fuente MTN25 IGN. ....	1
Figura 2: Adra en 1855, por Francisco Coello) 6 años antes del inicio de obras del encauzamiento. ....	2
Figura 3: Evolución urbanística. Arriba Adra en 1855 (Francisco Coello) 6 años antes del inicio de obras del encauzamiento. ....	3
Figura 4: Evolución histórica del cauce. Fuente: Historia de Adra (2006).....	3
Figura 5: Avenida de 1973.....	4
Figura 6: Croquis de la Alternativa 1. Resultado de la solución de proyecto y resultados tras la actualización hidráulica. ....	7
Figura 7: Croquis de la Alternativa 2. ....	8
Figura 8: Detalle del MDT generado en la situación actual. Alternativa 0. ....	9
Figura 9: Detalle del MDT generado para la alternativa 1. ....	10
Figura 10: Detalle del MDT generado para la alternativa 2. ....	10
Figura 11: Cuenca del río Adra .....	11
Figura 12: Detalle de la zona inundable de la alternativa 0. ....	13
Figura 13: Detalle de la zona inundable de la alternativa 1. ....	14
Figura 14: Detalle de la zona inundable de la alternativa 2. ....	15
Figura 15: Superficie de alta peligrosidad Adra, alternativa 0. ....	16
Figura 16: Superficie de alta peligrosidad Adra, alternativa 1. ....	17
Figura 17: Superficie de alta peligrosidad Adra, alternativa 2. ....	17
Figura 18: Puntos de especial importancia definidos dentro de la actuación. ....	20
Figura 19: Mapa de daños estimado. Alternativa 0_ T100. ....	21
Figura 20: Daños por periodo de retorno, alternativa y uso .....	22
Figura 21: Salida gráfica representando la peligrosidad arriba y riesgo abajo en situación actual a la izquierda y a la derecha con la alternativa seleccionada (alternativa 2). ....	24
Figura 22: Gráfica de peligrosidad y riesgo para la alternativa 0, 1 y 2. ....	25
Figura 23: Caracterización hidromorfológica del río Adra. Tramo ponderado. ....	28
Figura 24: Mapa de clasificación del suelo procedente del Sistema de información urbana (SIU). Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana.....	35
Figura 25: Distribución de daños por sectores .....	43

## TABLAS

Tabla 1: Caudales punta utilizados .....	11
Tabla 2: Superficies obtenidas para la zona de alta peligrosidad. ....	16
Tabla 3: Listado de puntos de especial importancia.....	20
Tabla 4: Daños calculados por alternativa y periodo de retorno.....	21
Tabla 5: Resultados Estudio Rentabilidad de la actuación.....	23
Tabla 6: Resumen estudio rentabilidad.....	23
Tabla 7: Índice global de peligrosidad y riesgo.....	24
Tabla 8: Valores de precipitación y temperatura para datos históricos y para los escenarios RCP4.5 y RCP8.5 en el periodo 2041-2070 .....	26
Tabla 9: Valores de precipitación y su influencia para los escenarios RCP4.5 y RCP8.5 en el periodo 2041-2070 .....	27
Tabla 10: Valor del efecto del cambio climático por la componente usos del suelo .....	27
Tabla 11: Valor global del efecto del cambio climático en la actuación .....	27
Tabla 12: Comparativa de calidad de MAS Bajo Adra sin proyecto y con proyecto.....	29
Tabla 13: Comparativa de calidad de MASb Delta del Adra sin proyecto y con proyecto. ....	30
Tabla 14: Medidas de mitigación seleccionadas para las actuaciones estructurales de protección frente a inundaciones en Adra (Almería) .....	30
Tabla 15: Propuesta de medidas de mejora hidromorfológica para las actuaciones estructurales de protección frente a inundaciones en Adra (Almería) .....	30
Tabla 16: Medidas protectoras sobre las aguas. ....	31
Tabla 17: Medidas correctoras sobre las aguas.....	31
Tabla 18: Descripción del medio .....	32
Tabla 19: Tramitación actual .....	33
Tabla 20: Población afectada para la situación actual y alternativa seleccionada (habitantes) .....	34
Tabla 21: Mejora sobre la población afectada (%) .....	35
Tabla 22: Administraciones competentes .....	38
Tabla 23: Objetivos de Desarrollo Sostenible conseguidos con el proyecto.....	40
Tabla 24: Indicadores hidromorfológicos.....	45
Tabla 25: Indicadores sobre los objetivos ambientales y su cumplimiento.....	45

## 1. Marco general de la actuación

El ámbito de esta actuación se sitúa en el término municipal de Adra en la provincia de Almería (Andalucía). El cauce estudiado es el río Adra desde la pedanía de La Alquería hasta la desembocadura en el mar (Punta del Río), estudiando ambos márgenes del río Adra.



Figura 1: Adra. Fuente MTN25 IGN.

De acuerdo con los estudios existentes, en caso de fuertes precipitaciones en la cuenca del río Adra, el cauce existente no tiene capacidad suficiente dando lugar a la inundación de las márgenes. Los desbordamientos de la margen derecha recuperan el cauce antiguo del río hasta llegar al mar por la zona urbana consolidada hasta su salida en la zona del puerto. El cauce actual es un desvío del mismo, la obra se ejecutó a finales del s. XIX.

El objetivo de la actuación es disminuir los daños en la zona urbana de Adra.

Esta actuación está declarada como obra de interés general del estado según la Ley 10/2001, del PHN, dentro del Anexo II como “Reposición y adecuación del encauzamiento del río Adra”.

El cauce está clasificado como masa de agua: MAS ES080MSPF0634090 “Bajo Adra”. La masa de agua subterránea presente en el ámbito de actuación es la MASb ES060MSBT060-015 “Delta del Adra”, presenta un alto grado de conexión con la MAS.

Para consultar más datos generales de la caracterización sobre peligrosidad y riesgo de la ARPSI y sobre los datos de presiones, impactos y objetivos ambientales de la masa de agua se puede consultar el **Apéndice 6.2.1. Informe de la actuación** y **Apéndice 6.2.5. Protocolo y efectos sobre los objetivos ambientales de las masas de agua afectadas por la actuación.**

## 2. Antecedentes

La zona urbana dentro del término municipal de Adra ha crecido considerablemente en los últimos 50 años llegando a cubrir una superficie importante en la zona costera cercana al puerto. El trazado del río Adra se vio modificado en la segunda mitad del siglo XIX desviando el cauce de la zona donde se ha producido el mayor desarrollo urbanístico, que coincide con el antiguo cono de deyección del río.

En la siguiente imagen se muestra como el cono en 1855 y como en ese momento la salida de aguas bajas del río se sitúa fuera de la bocana del puerto actual.

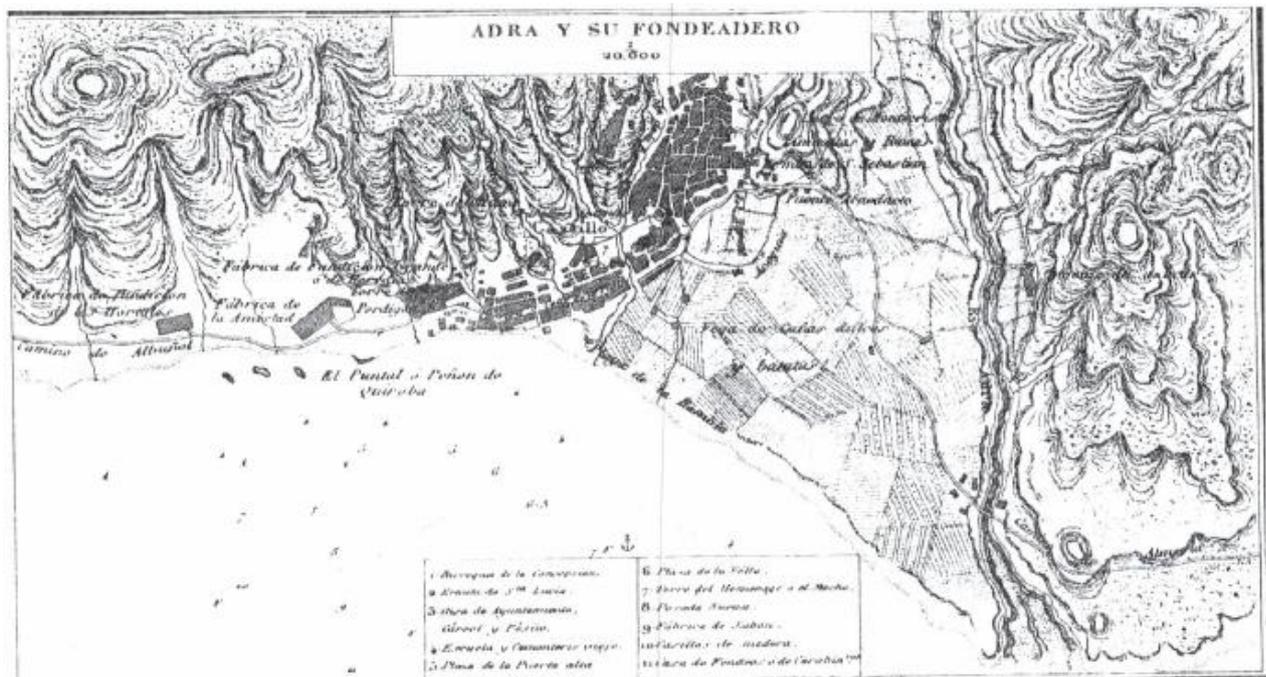


Figura 2: Adra en 1855, por Francisco Coello) 6 años antes del inicio de obras del encauzamiento.

Hay registro de 11 eventos con importantes daños causados por avenidas producidas en el río Adra durante el siglo XIX.

En las siguientes imágenes se puede identificar el antiguo cauce analizando el parcelario, el antiguo delta del río Adra y el gran crecimiento urbano en la margen derecha y como el agrícola intensivo en la margen izquierda, ocurrido entre 1986 y 2016.

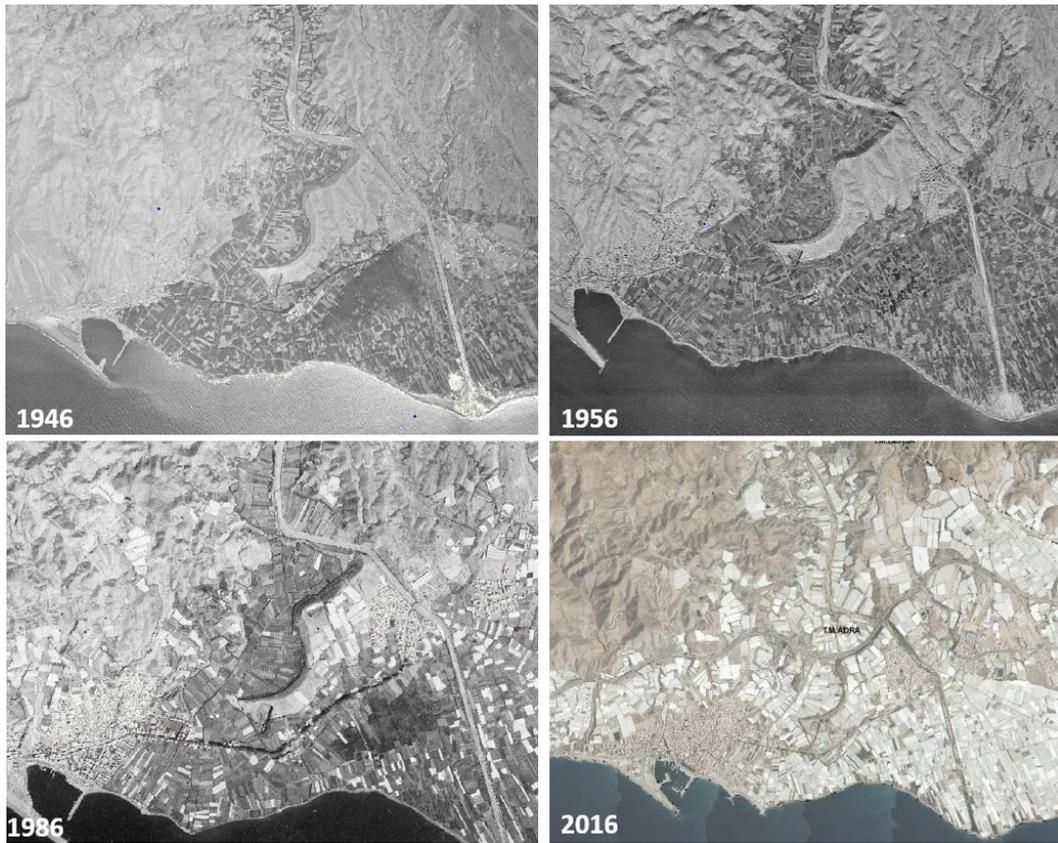


Figura 3: Evolución urbanística. Arriba Adra en 1855 (Francisco Coello) 6 años antes del inicio de obras del encauzamiento.

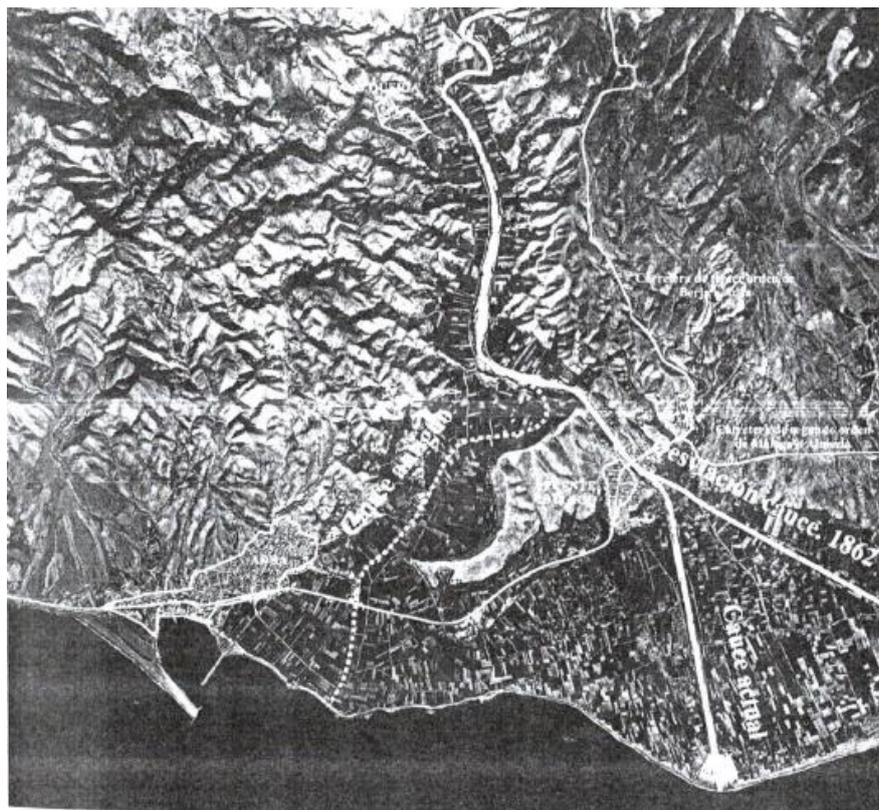


Figura 4: Evolución histórica del cauce. Fuente: Historia de Adra (2006)

La necesidad de esta actuación se debe a las inundaciones históricas que afectaron a los núcleos urbanos de Adra y La Alquería, así como a los cultivos de la vega del río Adra. La referencia más importante es el evento ocurrido en 1973.



Figura 5: Avenida de 1973

El 21 de diciembre de 1973, tras las inundaciones acontecidas, se publica el Decreto 3432/1973 donde se elabora el plan para la reparación de los daños producidos. En julio de 1974 se redacta el proyecto “Reposición y adecuación del encauzamiento del río Adra, en el tramo La Alquería – Puente del Río, TM Adra (Almería)”. En septiembre de 1996 se redacta el proyecto de “Reposición y adecuación del encauzamiento del río Adra, en el tramo La Alquería-Puente del Río” donde se actualizan los cálculos teniendo en cuenta la presa de Benimar y se recogen modificaciones al anterior proyecto.

En diciembre de 2006 se diseñaron las obras para aumentar la capacidad del encauzamiento hasta un caudal de diseño correspondiente a 500 años de periodo de retorno, esto es 900 m<sup>3</sup>/s. El proyecto titulado "Prevención de inundaciones en Adra (Almería). Mejora de las infraestructuras hidráulicas y de los riesgos de las zonas de poniente de Adra", elaborado por la Sociedad Estatal Aguas del Mediterráneo (ACUAMED) se centra en las medidas estructurales para reducir el riesgo de inundación, mediante la ampliación de la capacidad del encauzamiento en ambas márgenes, desde la salida de los meandros en la proximidades de la población de La Alquería hasta las inmediaciones de la estructura bajo la autovía A-7.

En el año 2008, la Agencia Andaluza del Agua, Consejería de Medio Ambiente, de la Junta de Andalucía lleva a cabo el "Estudio hidráulico para la ordenación de las cuencas de la Costa del Sol Occidental". En este estudio se revisan y actualizan los caudales de avenida. El valor del caudal punta para Q500 años de periodo de retorno asciende a 1257,6 m<sup>3</sup>/s. Dentro de este estudio se delimitaron las zonas inundables que sirvieron de base a los Mapas de Peligrosidad asociados al PGRI de la Demarcación, en el 1º ciclo de planificación.

En 2013, el Ayuntamiento estudió la capacidad hidráulica del cauce actual hasta el mar, mediante la elaboración de un MDT del cauce de alta definición y un modelo de cálculo hidráulico unidimensional en el "Estudio Hidráulico Puente del río Adra". Se redacta estudio hidráulico con el objeto de analizar el posible desbordamiento del Río Adra a su paso por la localidad de Puente del Río (Adra) para un periodo de retorno de 500 años y en su caso, la aplicación de medidas correctoras si fuese necesario.

En el [Apéndice 6.2.1. Informe de la actuación](#), se incluyen los datos básicos, pero en el [Apéndice 6.2.2. Informe documentación de la actuación](#), se pueden consultar el resumen de datos importantes como descripción de las alternativas, caudales de diseño y caudales considerados por periodo de retorno, presupuestos, expropiaciones, documentos ambientales, tipos de modelos hidrológicos e hidráulicos y aquellas consideraciones que por su singularidad se ha considerado importante incluir.

### 3. Descripción de las alternativas

En primer lugar, se ha estudiado la situación actual definida como **alternativa 0**. Una vez obtenidas las zonas inundables para la situación actual se ha procedido a definir las medidas previstas en la actuación.

La alternativa 1 ha sido desarrollada a partir de la solución planteada en el proyecto ""Prevención de inundaciones en Adra (Almería). Mejora de las infraestructuras hidráulicas y de los riesgos de las zonas de poniente de Adra"", ACUAMED, 2006, pero a la luz de los datos recogidos ha sido necesario actualizar los caudales, la topografía base y cambiar a un modelo hidráulico bidimensional para actualizar la solución.

Debido a que en el proyecto el caudal de diseño corresponde al de período de retorno 500 años, se ha modificado dicha altura para dar una solución constructiva que permita la protección ante la misma avenida, pero con los caudales actualizados. El caudal de diseño actual, corresponde al mismo periodo de retorno pero alcanza los 1257,60 m<sup>3</sup>/s, frente a los 900 m<sup>3</sup>/s del proyecto.

Dicha solución planteada en el proyecto se basa en las siguientes actuaciones:

- Encauzamiento del río Adra desde los meandros en las proximidades de la población de La Alquería hasta las inmediaciones de la estructura bajo la autovía A-7.

- Muros de hormigón armado revestidos con mampostería sobre las motas que delimitan el cauce, con cimentaciones sobre pilotes o superficial dependiendo de la altura de la mota.
- Recrecimiento del muro de la margen derecha entre los PKs 2+545 y 2+882.
- Disposición de rastrillo al muro de la margen derecha en el primer tramo del encauzamiento hasta llegar al primer acceso.

En la solución proyectada se plantearon 3.934,2 m de muro sobre pantalla de pilotes, 293,9 m de muro con cimentación superficial, 213,2 m de muro ubicado junto al actual y 129,5 m de recrecimiento del muro existente.

Tras el análisis de los resultados de la simulación bidimensional para el período de retorno de 500 años, se consigue reducir la longitud del muro sobre pantalla de pilotes 828,2 m respecto a la solución proyectada, por lo que la longitud final de muro alcanza los 3.106 m de longitud. El resto del trazado en planta se mantiene inalterado respecto al proyecto, salvo el inicio del encauzamiento, en el que ha sido necesaria incorporar una “embocadura”.

En relación a las alturas calculadas, con la nueva simulación, se obtienen las siguientes diferencias respecto a la cota de coronación del proyecto:

- Una diferencia de aproximadamente 0,4 m sobre la altura media en los muros sobre la pantalla de pilotes. En la solución del proyecto se alcanzan 1,6 m de altura media y 4,0 m la altura máxima frente a los 1,2 m de altura media con una altura máxima de 3,5 m, obtenidos en la nueva simulación.
- Una diferencia de aproximadamente 0,6 m en el muro de cimentación superficial, siendo 5,1 m la altura media y 5,5 m la altura máxima para la solución de proyecto frente a 4,5 m de altura media con una altura máxima de 5,5 m. en la nueva simulación.
- Una diferencia de aproximadamente 0,5 m en el muro a construir junto al existente, siendo 5,0 m la altura media y 5,5m la altura máxima para la solución de proyecto frente a 4,5 m de altura media con una altura máxima de 5,5 m, en la nueva simulación.

Por otro lado, se produce un aumento en la altura de recrecimiento del muro actual de aproximadamente 0,7 m sobre la altura media estimada en el proyecto, siendo 2,5 m la altura media y 3,0 m la altura máxima para la solución de proyecto frente a 3,2 m de altura media con una altura máxima de 4,5 m en la nueva simulación.

La siguiente imagen muestra el croquis de la solución de proyecto y el que recoge la actualización hidráulica del mismo.

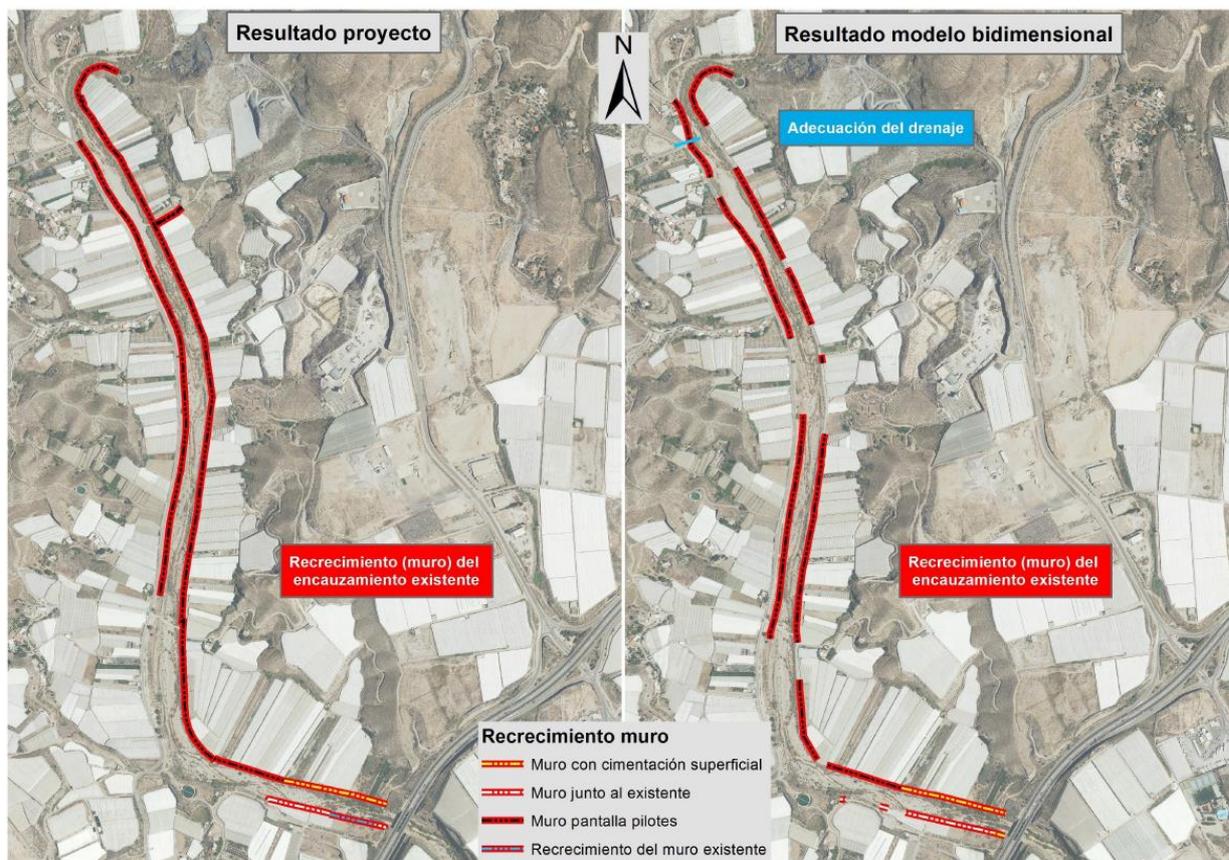


Figura 6: Croquis de la Alternativa 1. Resultado de la solución de proyecto y resultados tras la actualización hidráulica.

La **alternativa 2** estudiada, es fruto del análisis hidráulico del comportamiento del flujo en situación actual y de la evaluación de los resultados obtenidos en la alternativa 1. Así, dadas las condiciones hidráulicas y la dinámica del agua en el ámbito de estudio, se ha planteado como alternativa un cierre transversal en una sección continua en la margen derecha del río Adra que impida el desbordamiento hacia el casco urbano histórico de Adra y dirija el flujo de nuevo al cauce. El objetivo de esta actuación es conseguir proteger el casco urbano de Adra para un periodo de retorno de 500 años.

Para ello, la solución planteada se compone de un conjunto de obras que se basan en:

- La construcción de un muro en la margen derecha, de 100 m de longitud y una altura máxima 4,5 m sobre el terreno actual en el punto más bajo del perfil, siendo aproximadamente 2,0 m la altura media. Este muro corta la carretera AL-6300.
- La elevación de 3 m de la rasante de la carretera AL-6300, sobre el nuevo muro de hormigón anteriormente descrito, lo que supone corregir 235 m el trazado longitudinal actual, para conseguir un adecuado acuerdo vertical. El terraplén de este tramo de carretera debe dimensionarse como una mota de defensa.
- A su vez, la elevación planteada se debe incluir la correspondiente obra de drenaje bajo la carretera para garantizar el retorno del flujo del caudal desbordado por la margen derecha del río Adra. Dicho drenaje se plantea como un marco cuadrado de 1x1 m, con clapeta antirretorno.
- La construcción de un muro de hormigón de 40 m de longitud en la margen derecha (de 1,5 m de altura media), aguas abajo del depósito circular de hormigón.

- La construcción de un nuevo encauzamiento en la margen derecha aguas arriba del puente de la autovía A-7, adosado al existente. Este encauzamiento corresponde con el de la alternativa 1 coincidiendo el trazado en planta; construyéndose 342,7 m de muro de hormigón, situado junto al actual en la mayoría de su trazado, (4,5 m de altura media con una altura máxima de 5,5 m sobre cauce).

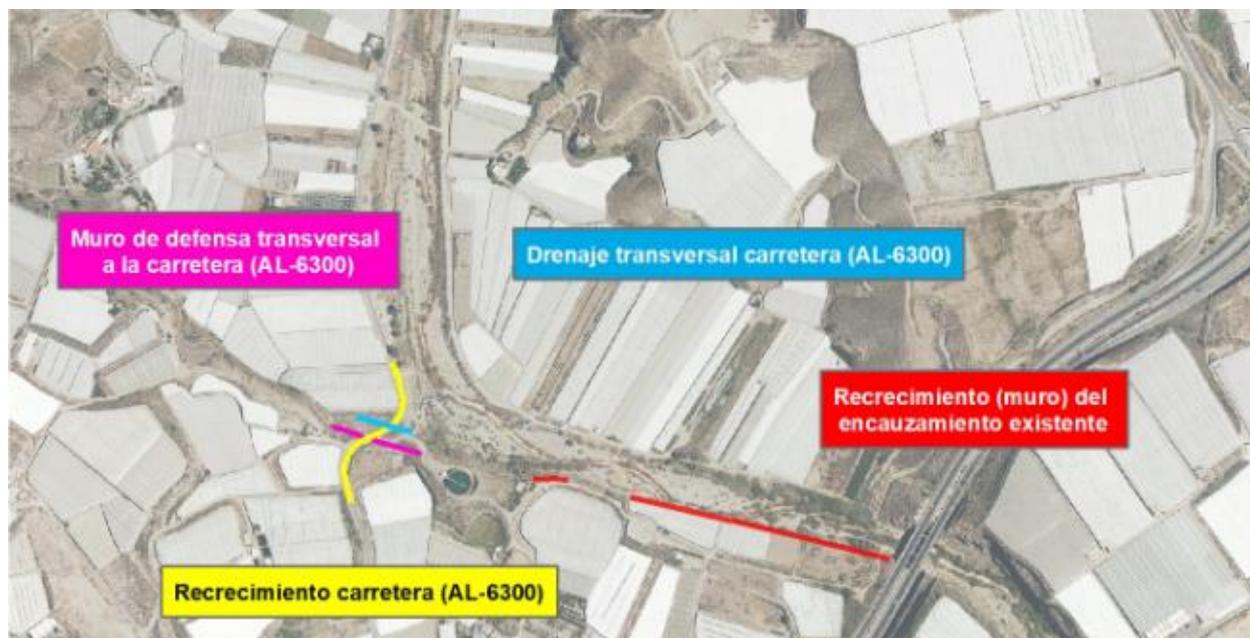


Figura 7: Croquis de la Alternativa 2.

Para consulta de más información sobre las alternativas, se incluye en el [Apéndice 6.2.3. Informe hidráulico de la actuación.](#)

#### 4. Definición del área afectada

En la definición del área afectada se han considerado varios criterios: la longitud del tramo ARPSI y de la masa de agua (cuando procede), la zona inundable de 500 años de periodo de retorno del tramo ARPSI y los posibles daños importantes, o necesarios de considerar, fuera del ámbito ARPSI pero ligados a las zonas inundables existentes o claramente vinculados, y, por último, el terreno ocupado por la obra.

En este caso, la obra es periurbana y centrada en un tramo del río Adra, por lo que resultan más limitantes el resto de factores, por ejemplo la longitud del tramo ARPSI. El área se extiende al del modelo hidráulico del tramo ARPSI correspondiente. El área estudiada comprende 1.189 ha y 5,6 km de longitud de cauce.

En el [Apéndice 6.2.11. Planos de la actuación](#), plano 6.2.0. *Ámbito de la actuación*, se muestra la citada área afectada.

#### 5. Modelos digitales del terreno

El MDT de la situación actual (**alternativa 0**) se ha obtenido a partir del vuelo LIDAR del PNOA de 2014. Los datos LAS proceden del IGN, cuentan con una precisión altimétrica de 20 cm y una densidad mínima de 0,5 puntos/m<sup>2</sup>. El MDT generado a través de estos ficheros se ha modificado en función de los datos existentes.

La corrección realizada sobre el MDT se ha apoyado en la ortofotografía aérea de máxima actualidad (PNOA 2016), en las capas de usos de suelo existentes (SIOSE y BTN/BCN) y en la información topográfica recibida de estudios anteriores. A través de los estudios de detalle realizados por el Ayuntamiento de Adra, se llevó a cabo la corrección del encauzamiento en el MDT, incorporándose los datos del tramo final del cauce obtenidos a partir de mediciones topográficas para el estudio de detalle.

Además, se ha procedido a la corrección de los errores detectados en las zonas de invernaderos, eliminando estas estructuras para facilitar el tránsito del agua. Finalmente, se han representado los drenajes de las carreteras incluidas en el ámbito de estudio, modificando el MDT de forma que se garantice el paso del flujo.

El MDT resultante tiene un tamaño de celda de 2 metros y cuenta con la representación de los edificios.

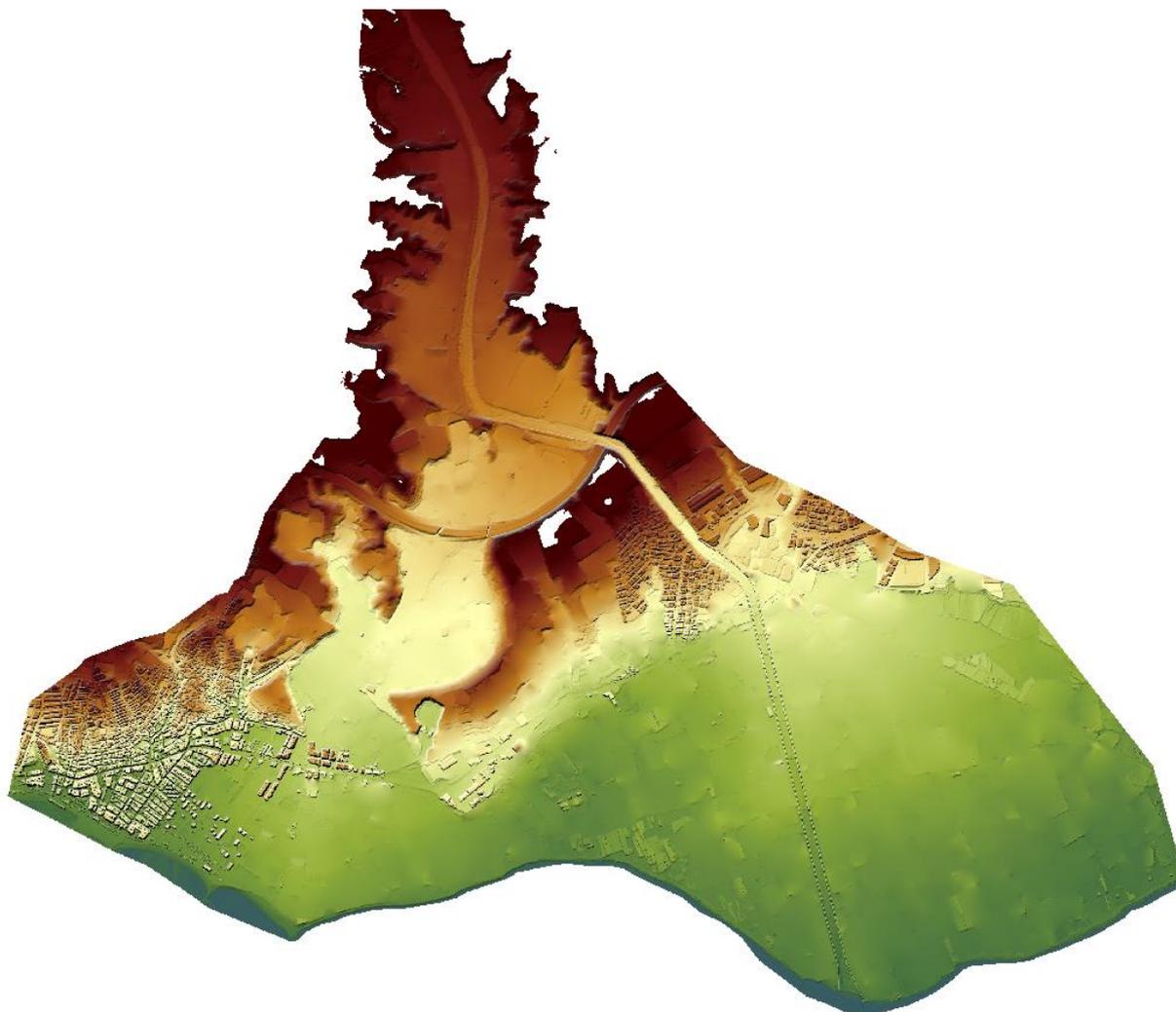


Figura 8: Detalle del MDT generado en la situación actual. Alternativa 0.

El MDT para el cálculo hidráulico de la **alternativa 1**, se ha elaborado a partir del obtenido en la situación actual y se ha modificado para representar inicialmente el recrecimiento del encauzamiento existente, acorde a la solución propuesta en el proyecto.

A partir de los resultados obtenidos de unas primeras simulaciones bidimensionales, el MDT se fue modificando hasta alcanzar el mejor resultado hidráulico. De esta manera, el MDT resultante como alternativa 1 ha sido el obtenido tras un análisis de la solución de proyecto, una serie de modificaciones

del MDT a esa solución inicial que se trasladan a una modelación hidráulica y eligiéndose finalmente la que mejor responde hidráulicamente al problema.

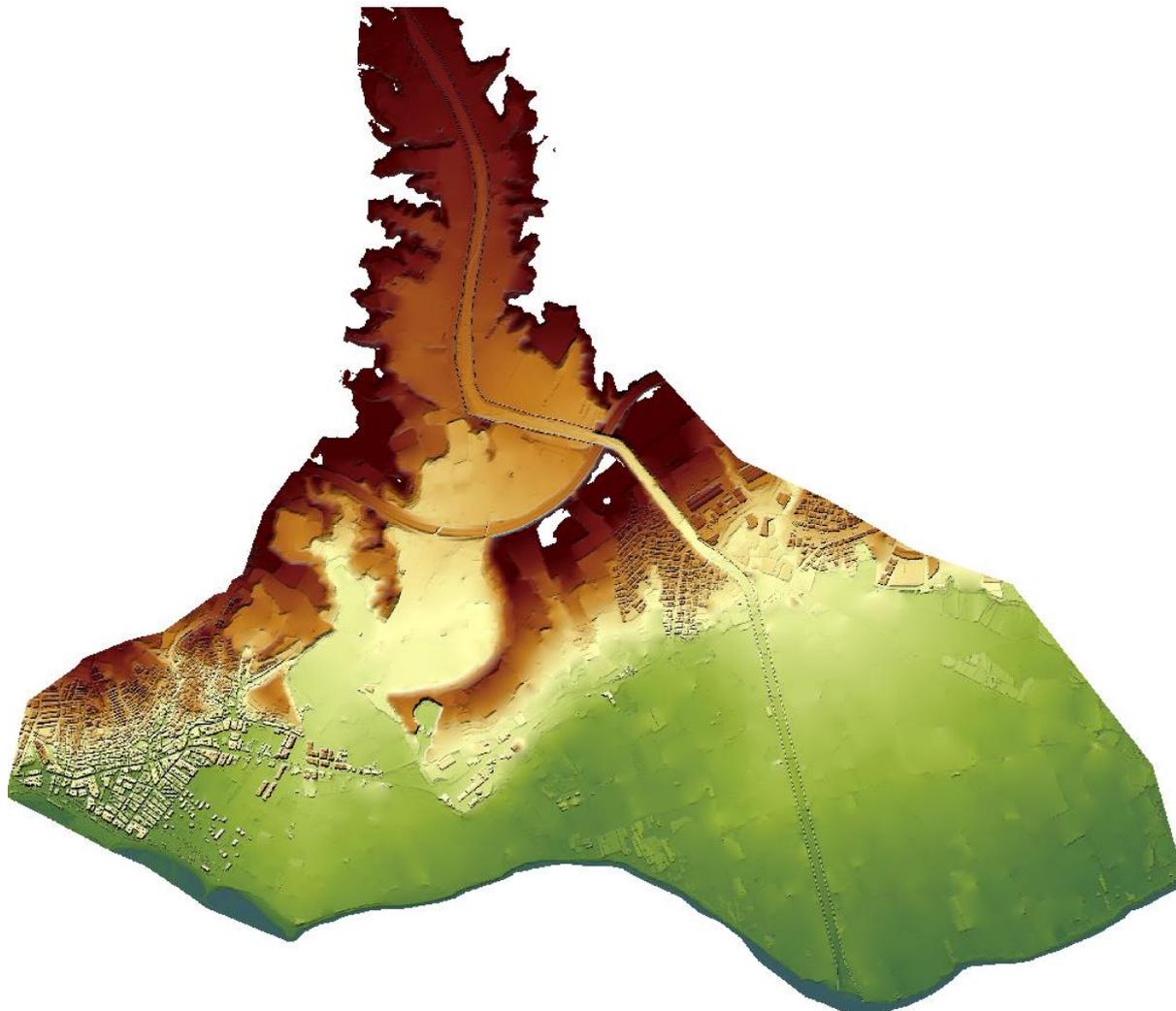


Figura 9: Detalle del MDT generado para la alternativa 1.

De forma análoga que para la alternativa 1, se ha procedido a modificar el MDT de la situación actual para formar el MDT de cálculo hidráulico para la **alternativa 2**. Para ello, se han incluido las variaciones pertinentes que garantizan la representación de las obras comprendidas en dicha alternativa.



Figura 10: Detalle del MDT generado para la alternativa 2.

## 6. Análisis hidrológico de cada alternativa

Se han adoptado para el estudio hidráulico los caudales punta del "Estudio hidráulico para la ordenación de las cuencas de la Costa del Sol Occidental" (2008), realizado por la Agencia Andaluza del Agua, de la Junta de Andalucía. En este estudio se lleva revisan y actualizan los caudales de avenida. El valor del caudal punta corresponde con los Mapas de Peligrosidad asociados al PGRI de la Demarcación, en el 1º ciclo de planificación.

Los hidrogramas de entrada se calculan como hidrogramas triangulares siguiendo el método racional.

La cuenca del río Adra tiene una superficie aportante de 732,12 km<sup>2</sup>, una longitud de cauce de 52,19 km y un tiempo de concentración (método de Témez) de 11 h aproximadamente.

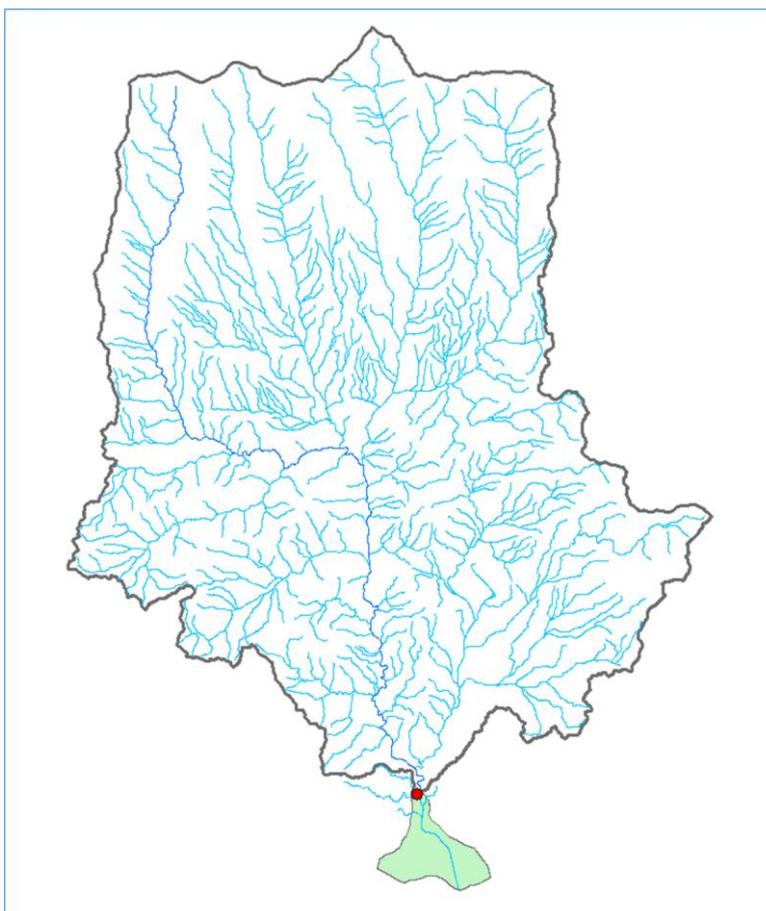


Figura 11: Cuenca del río Adra

El cuadro siguiente muestra los valores punta de los hidrogramas:

Cauce	Q10 (m <sup>3</sup> /s)	Q100 (m <sup>3</sup> /s)	Q500 (m <sup>3</sup> /s)
Río Adra	310,5	773,5	1.257,6

Tabla 1: Caudales punta utilizados

En el **Apéndice 6.2.3. Informe hidráulico de la actuación** se incluyen los hidrogramas de la misma.

El caudal de diseño en el proyecto "Prevención de inundaciones en Adra (Almería). Mejora de las infraestructuras hidráulicas y de los riesgos de las zonas de poniente de Adra" era de 990m<sup>3</sup>/s.

## 7. Modelo hidráulico

### 7.1. Situación actual. Alternativa 0

El modelo hidráulico bidimensional se ha construido utilizando el software Guad 2D, que basa su cálculo en el método de los volúmenes finitos.

El MDT de cálculo hidráulico ha sido generado, como se ha comentado anteriormente, en base el último vuelo LÍDAR disponible, realizando además las correcciones oportunas en base a ortofotografía de máxima actualidad, datos de estudios antecedentes y cartografía de usos de suelo.

Mediante el MDT generado se ha construido una malla triangular de cálculo de 15cm de error máximo en altura.

La rugosidad se define a través de la clasificación de usos de suelo de la zona de estudio, obtenida mediante combinación cartográfica de las coberturas de usos (SIOSE y BTN/BCN) con las correcciones pertinentes mediante digitalización en base a la ortofotografía aérea de máxima actualidad (PNOA 2016). A cada uso de suelo de la capa resultante se le ha asignado un valor del número de Manning acorde con lo establecido en la “Guía Metodológica para el desarrollo del Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables”.

Como condiciones de contorno al modelo, indicar que los caudales punta han sido facilitados por la Junta de Andalucía, distribuyendo los hidrogramas de entrada siguiendo la metodología del hidrograma triangular de Témex. Como condición de salida se ha introducido el valor del nivel de pleamar. Este nivel es de 0,63m para la zona de estudio.

El modelo cuenta con la incorporación de los puentes más significativos de la zona de estudio, como son el puente de la carretera N340a, el de la AL6300 y el de la autovía A7. El resto de puentes han sido tratados directamente en el MDT garantizando el paso del flujo.

Los resultados del modelo hidráulico se han calibrado con los resultados del proyecto en situación actual y con los datos de zona inundable del SNCZI.

Los croquis del modelo y detalles del mismo pueden consultar en el [Apéndice 6.2.3. Informe hidráulico de la actuación](#), alternativa 0. Para más información, se pueden consultar las zonas inundables resultado del cálculo hidráulico en el [Apéndice 6.2.11. Planos de la actuación](#), plano [6.2.1. Zonas inundables de la situación actual](#).

La siguiente imagen muestra las zonas inundables obtenidas para los periodos de retorno de 10, 100 y 500 años en situación actual (alternativa 0).



Figura 12: Detalle de la zona inundable de la alternativa 0.

## 7.2. Alternativa 1

Utilizando como base el modelo hidráulico generado para la alternativa 0, se ha incluido el nuevo MDT generado que incorpora las obras que definen la alternativa 1.

Tomando como punto de partida las obras definidas en el proyecto, se han ido modificando las cotas del MDT correspondientes a la coronación del recrecimiento del encauzamiento diseñado de proyecto, con el objetivo de mantener el nivel de protección para el periodo de retorno de 500 años. Estas modificaciones se deben a que el caudal de diseño de proyecto para el periodo de retorno de 500 años fue actualizado por la Junta de Andalucía para el mismo periodo de retorno, a la disponibilidad de los datos LiDAR corregidos por la campaña topográfica realizada por el Ayuntamiento de Adra que mejora la base topográfica del cálculo hidráulico, y a que existen diferencias significativas ligadas al método de cálculo al utilizar un modelo hidráulico bidimensional frente al utilizado en el proyecto (unidimensional HEC-RAS v3.1).

Se ha considerado un resguardo de 0,5 m.

La rugosidad del modelo se ha modificado debido a la limpieza de cauce que se realiza en la zona de la actuación, fijándose por tanto un valor del número de Manning de 0,035.

En cuanto a los hidrogramas de entrada, la condición de salida y las obras de paso, se mantienen las mismas que en la Alternativa 0.

De esta forma se ha completado el modelo hidráulico para la alternativa 1. Los croquis del modelo y detalles del mismo pueden consultar en el [Apéndice 6.2.3. Informe hidráulico de la actuación, alternativa 1](#). Para más información, se pueden consultar las zonas inundables resultado del cálculo hidráulico en el [Apéndice 6.2.11. Planos de la actuación, plano 6.2.2. Zonas inundables de la alternativa 1](#).

La siguiente imagen muestra las zonas inundables obtenidas para los periodos de retorno de 10, 100 y 500 años para la alternativa 1.

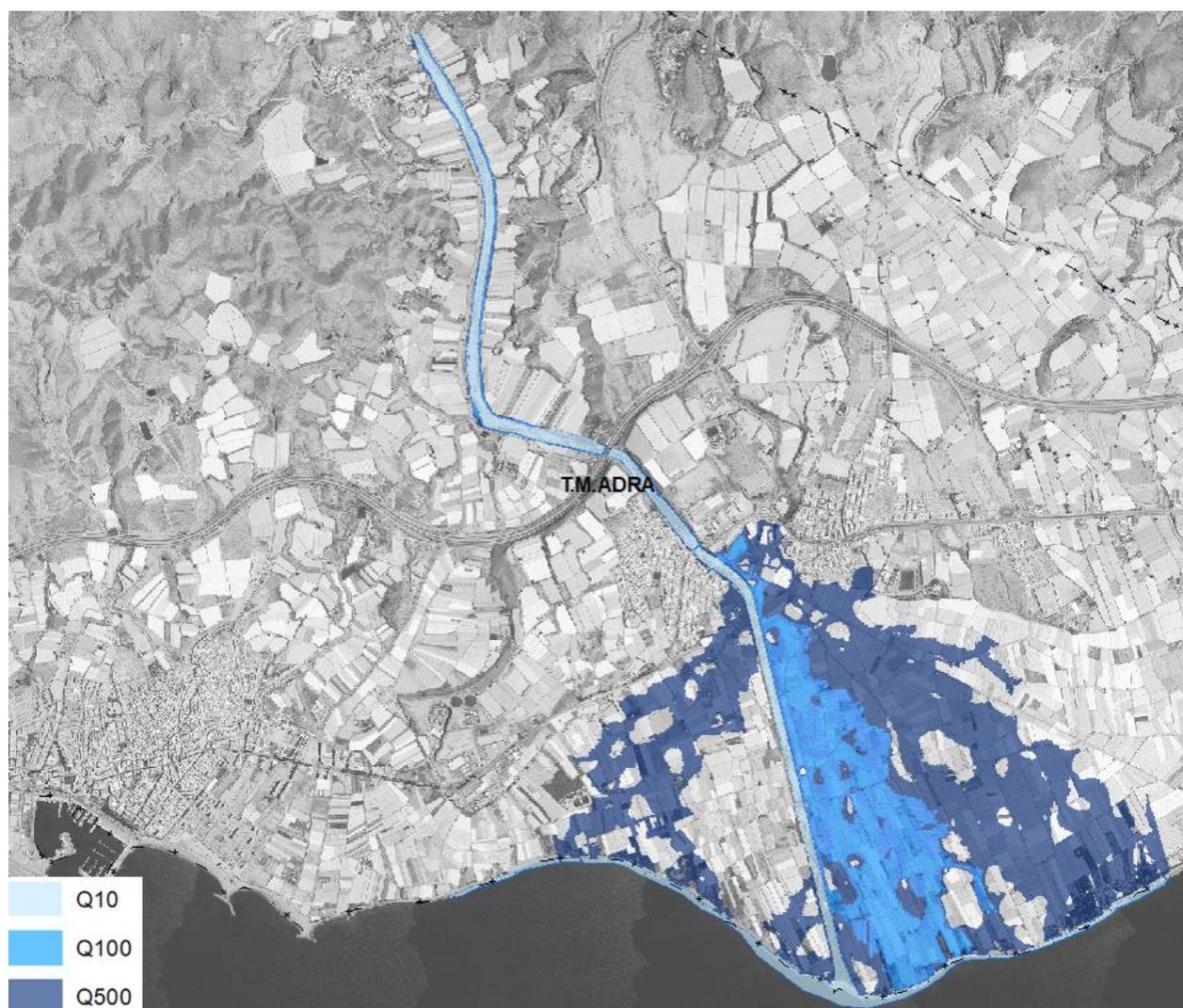


Figura 13: Detalle de la zona inundable de la alternativa 1.

### 7.3. Alternativa 2

La alternativa 2 ha sido necesaria dimensionarla a partir de la modificación del MDT en situación actual, al que se han incorporado las obras que forman esta alternativa. Se ha considerado un resguardo de 0,5 m.

La rugosidad del modelo hidráulico, los hidrogramas de entrada, la condición de salida y las obras de paso se mantienen como en las anteriores alternativas.

De esta forma se ha completado el modelo hidráulico para la alternativa 1. Los croquis del modelo y detalles del mismo pueden consultar en el [Apéndice 6.2.3. Informe hidráulico de la actuación, alternativa 2](#). Para más información, se pueden consultar las zonas inundables resultado del cálculo hidráulico en el [Apéndice 6.2.11. Planos de la actuación, plano 6.2.3. Zonas inundables de la alternativa 2](#).

La siguiente imagen muestra las zonas inundables obtenidas para los periodos de retorno de 10, 100 y 500 años para la alternativa 2.

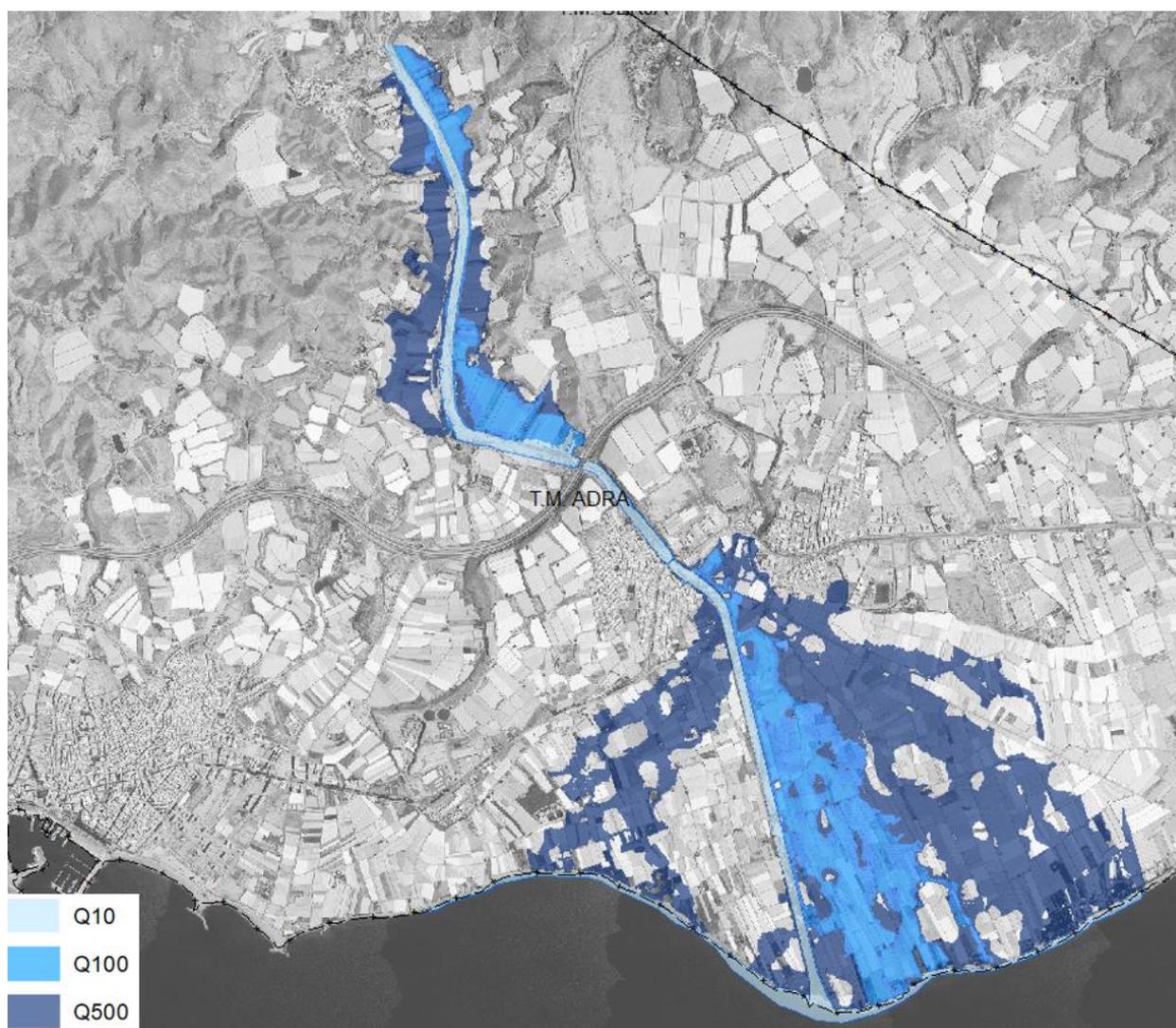


Figura 14: Detalle de la zona inundable de la alternativa 2.

#### 7.4. Zona de alta peligrosidad

Tras el análisis de los resultados hidráulicos obtenidos, se ha procedido a calcular para cada periodo de retorno y alternativa, la zona de alta peligrosidad entendida como el área del territorio donde se da al menos una de las siguientes condiciones, descontando el área correspondiente al cauce natural o

artificial, de forma que se pueda analizar la mejoría que proporcionan las obras asociadas a cada una de las alternativas en las zonas en las que se producen daños por inundaciones:

- Calado superior a 1 m.
- Velocidad mayor a 1 m/s.
- Producto de calado por velocidad es mayor de 0,5 m<sup>2</sup>/s.

Una vez calculado, se ha evaluado la superficie resultante para cada periodo de retorno y alternativa:

Actuación	Adra Alt.0	Adra Alt.1		Adra Alt.2	
	Sup (m <sup>2</sup> )	Sup (m <sup>2</sup> )	% mejora	Sup (m <sup>2</sup> )	% mejora
<b>T10</b>	984	180	81,7	700	28,9
<b>T100</b>	59.816	9180	84,7	44.784	25,1
<b>T500</b>	950.488	562.688	40,8	755.952	20,5

Tabla 2: Superficies obtenidas para la zona de alta peligrosidad.

A continuación, se muestra en las siguientes imágenes la zona de alta peligrosidad para el periodo de retorno de 100 años con el cauce incluido, según los criterios que indica el Reglamento del Dominio Público Hidráulico (Real Decreto 638/2016, de 9 de diciembre) para situación actual y alternativas 1 y 2:



Figura 15: Superficie de alta peligrosidad Adra, alternativa 0.



Figura 16: Superficie de alta peligrosidad Adra, alternativa 1.



Figura 17: Superficie de alta peligrosidad Adra, alternativa 2.

## 8. Análisis coste-beneficio

El análisis coste beneficio realizado está basado en el cálculo económico de todos los costes y beneficios del proyecto comparando todos los datos económicos de las actuaciones en un mismo año común. El desarrollo de la metodología de cálculo completa está desarrollado dentro del [Apéndice 6.2.4. Informe coste/beneficio de la actuación](#).

### 8.1. Valoración económica de cada alternativa

Para la valoración económica de cada alternativa se ha seguido una metodología de trabajo por la cual se ha estudiado toda la información previa disponible, se ha analizado la actuación propuesta y por último se han realizado las actualizaciones al presupuesto existente necesarias para su comparación dentro del estudio (todos los valores económicos aplicados están definidos al año de referencia, 2018).

En el [Apéndice 6.2.4. Informe coste/beneficio de la actuación](#), se describen todos los criterios generales que se han tenido en cuenta como puede ser la actualización de precios al año de referencia, la actualización del valor aplicado para Gastos Generales, así como la revisión de que los presupuestos incluyan todas las partidas generales necesarias (control de calidad, medidas correctoras y plan de vigilancia, gestión de residuos, etc.).

Se han revisado las expropiaciones, se han incluido el coste de redacción del proyecto, los costes de los servicios de control y vigilancia de las obras y los costes de mantenimiento y explotación de la obra durante el periodo de estudio y los costes de reconstrucción de las obras de fábrica de menor entidad.

En los siguientes apartados se muestran los valores definitivos aplicados en el análisis coste-beneficio.

#### 8.1.1. Costes procedentes de proyecto existente

Los presupuestos para desarrollar la obra definidos en el proyecto existente “Prevención de inundaciones en Adra (Almería). Mejora de las infraestructuras hidráulicas y de los riesgos de las zonas de poniente de Adra” de diciembre de 2006, son:

- Presupuesto de Ejecución material: 13.300.260,00 €.
- Presupuesto Base de Licitación (con IVA): 18.359.679,00 €.
- Costes expropiación: 18.368,00 €.
- Presupuesto para Conocimiento de Administración: 19.176.694,00 €.

#### 8.1.2. Resumen de costes actuación

Con las modificaciones planteadas en el apartado anterior, el presupuesto de las obras propuestas para la **alternativa 1**, al actualizarlo a 2018, año base comparativo de todas las actuaciones estudiadas, es:

- Presupuesto de Ejecución material de la obra: 17.034.705,90 €.
- Presupuesto totales asociados a la Actuación (con IVA): 25.472.126,72 €.
  - Presupuesto Base de Licitación de la obra (con IVA): 24.528.273,02 €.

- Costes de licitación del contrato de redacción de proyecto de la obra (con IVA): 367.924,10 €.
- Costes de licitación del contrato de servicios para el control y vigilancia de las obras (con IVA): 551.886,14 €.
- Costes expropiaciones: 24.043,46 €.

El presupuesto de las obras propuestas para la **alternativa 2**, calculado en 2018, año base comparativo de todas las actuaciones estudiadas, es:

- Presupuesto de Ejecución material de la obra: 2.141.332,81 €.
- Presupuestos totales asociados a la Actuación (con IVA): 3.343.765,25 €.
  - Presupuesto Base de Licitación de la obra (con IVA): 3.083.305,11 €.
  - Costes de licitación del contrato de redacción de proyecto de la obra (con IVA): 92.499,15 €.
  - Costes de licitación del contrato de servicios para el control y vigilancia de las obras (con IVA): 92.499,15 €.
  - Costes expropiaciones: 75.461,83 €.

### 8.1.3. Costes de explotación y mantenimiento

De forma resumida los costes de explotación y mantenimiento asociados a las obras proyectadas en la **alternativa 1** son:

- Costes de mantenimiento y explotación anuales: 89.941,26 €.
- Costes de reconstrucción de obras civiles menores (cada 50 años): 2.079.433,68 €.

De forma resumida los costes de explotación y mantenimiento asociados a las obras proyectadas en la **alternativa 2** son:

- Costes de mantenimiento y explotación anuales: 24.549,50 €.
- Costes de reconstrucción de obras civiles menores (cada 50 años): 1.999.825,76 €.

## 8.2. Puntos de especial importancia

Para el correcto cálculo de esta actuación ha sido necesario realizar una búsqueda de todos los elementos de especial importancia (valor estratégico, servicio social, disponibilidad en la emergencia, etc.) presentes dentro del ámbito de estudio.

Se ha revisado la información incluida en el PGRI y la disponible para la elaboración de los mapas de riesgo del segundo ciclo de planificación, ampliándose con una búsqueda específica. En este caso se han identificado 13 puntos, con ubicación comprobada gracias a Google Earth y Maps.

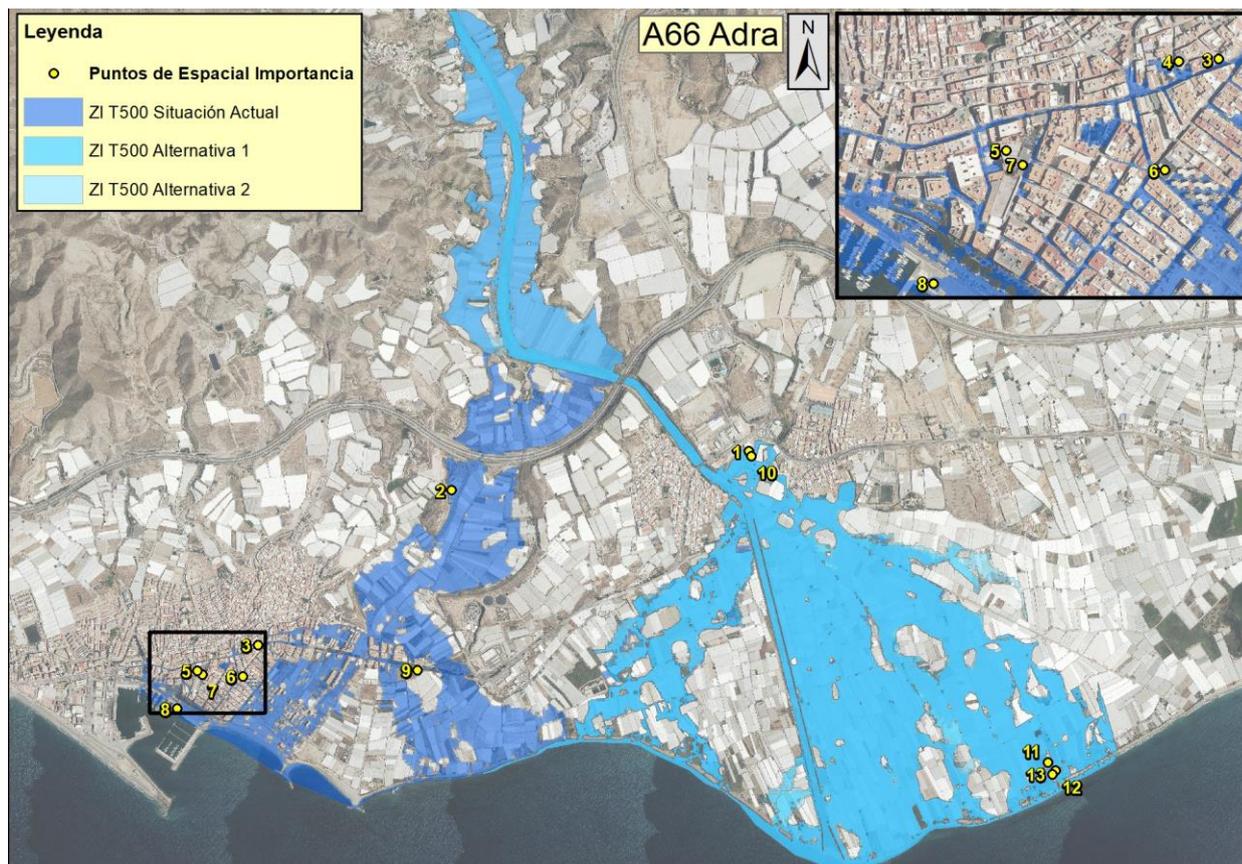


Figura 18: Puntos de especial importancia definidos dentro de la actuación.

Estos puntos corresponden a edificios, cuyo valor es mayor al medio por lo que sus daños potenciales también. Esto ha hecho que se incluyan centros comerciales e industrias de especial importancia no contempladas específicamente en el PGRI. En este caso, dichos puntos corresponden a: ayuntamiento, restos históricos, centros educativos, comisaría de policía, campings e instalaciones del puerto.

ID	Puntos de especial importancia	ID	Puntos de especial importancia
1	Campoadra Sociedad Cooperativa Andaluza	8	Puerto
2	Gasolinera	9	Gasolinera
3	Muralla de Adra	10	Gasolinera
4	Ayuntamiento de Adra	11	Camping
5	Centro Cultural	12	Camping
6	Policía Local	13	Camping
7	Colegio Público San Fernando		

Tabla 3: Listado de puntos de especial importancia

### 8.3. Análisis de daños

Toda la metodología para el cálculo de los daños producidos por una inundación, así como los valores máximos establecidos, obtenidos de los valores catastrales oficiales de la Sede Electrónica del Catastro, las curvas calado - daños, la consideración de daños indirectos y otros criterios se pueden consultar en el [Apéndice 6.2.4. Informe coste/beneficio de la actuación.](#)

Una vez obtenidos los daños por periodo de retorno se calculó el daño anual medio de la situación actual y las diferentes alternativas. La metodología para este cálculo también se incluye en el apéndice citado anteriormente. El resumen de los valores que alcanzan los daños estimados en la actuación para la situación actual y las diferentes alternativas son los siguientes:

Actuación	T10	T100	T500
Adra Alt.0	108.087,69 €	6.134.168,24 €	114.185.658,76 €
Adra Alt.1	5.065,59 €	3.470.761,70 €	39.781.623,46 €
Adra Alt.2	26.486,83 €	5.232.376,19 €	49.236.218,04 €

Tabla 4: Daños calculados por alternativa y periodo de retorno.

El beneficio anual medio que producen las obras propuestas, calculado a partir del daño evitado son:

- Daño anual medio Alt.0: 995.956,53 €.
- Daño anual medio Alt.1: 409.238,30 €.
- Daño anual medio Alt.2: 554.319,99 €.
- Beneficio anual medio Alt1: 586.718,23 €.
- Beneficio anual medio Alt2: 441.636,54 €.

Como resultado de este cálculo, se han elaborado los mapas de daño, diferenciando por parcela el valor del mismo. Estos planos se encuentran en el [Apéndice 6.2.11. Planos de la actuación](#). Los planos se presentan por valor de daño en la parcela y por valor del daño/m<sup>2</sup> en la parcela.

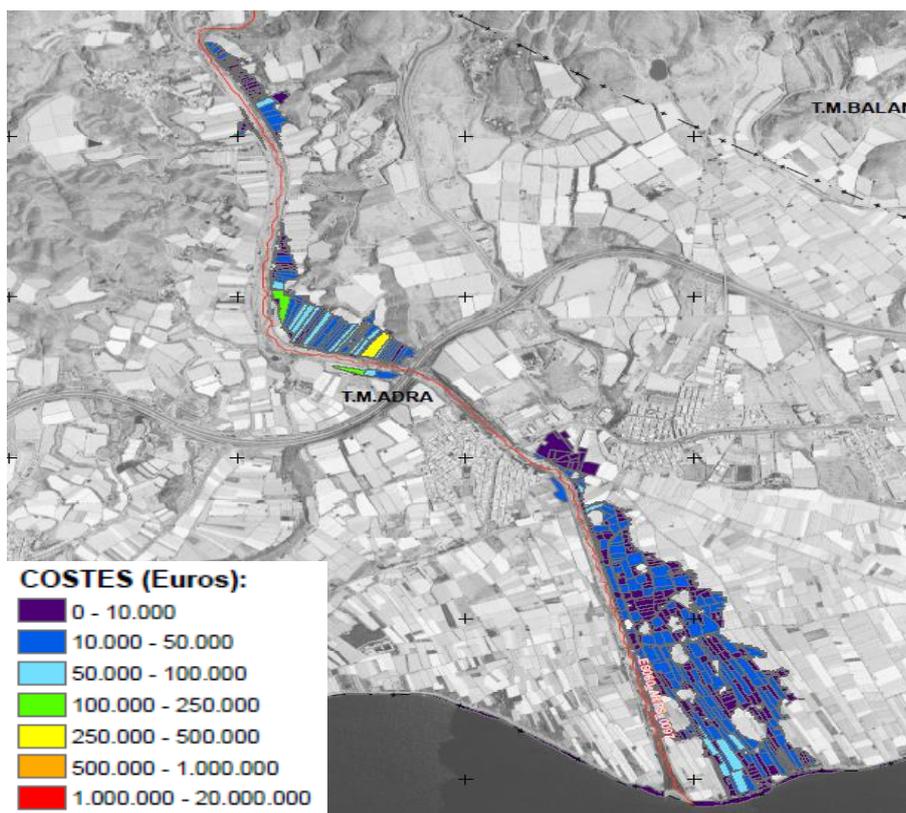


Figura 19: Mapa de daños estimado. Alternativa 0\_T100.

La siguiente figura muestra, por periodo de retorno y alternativa, los daños por uso, identificándose que el grado de reducción del riesgo.

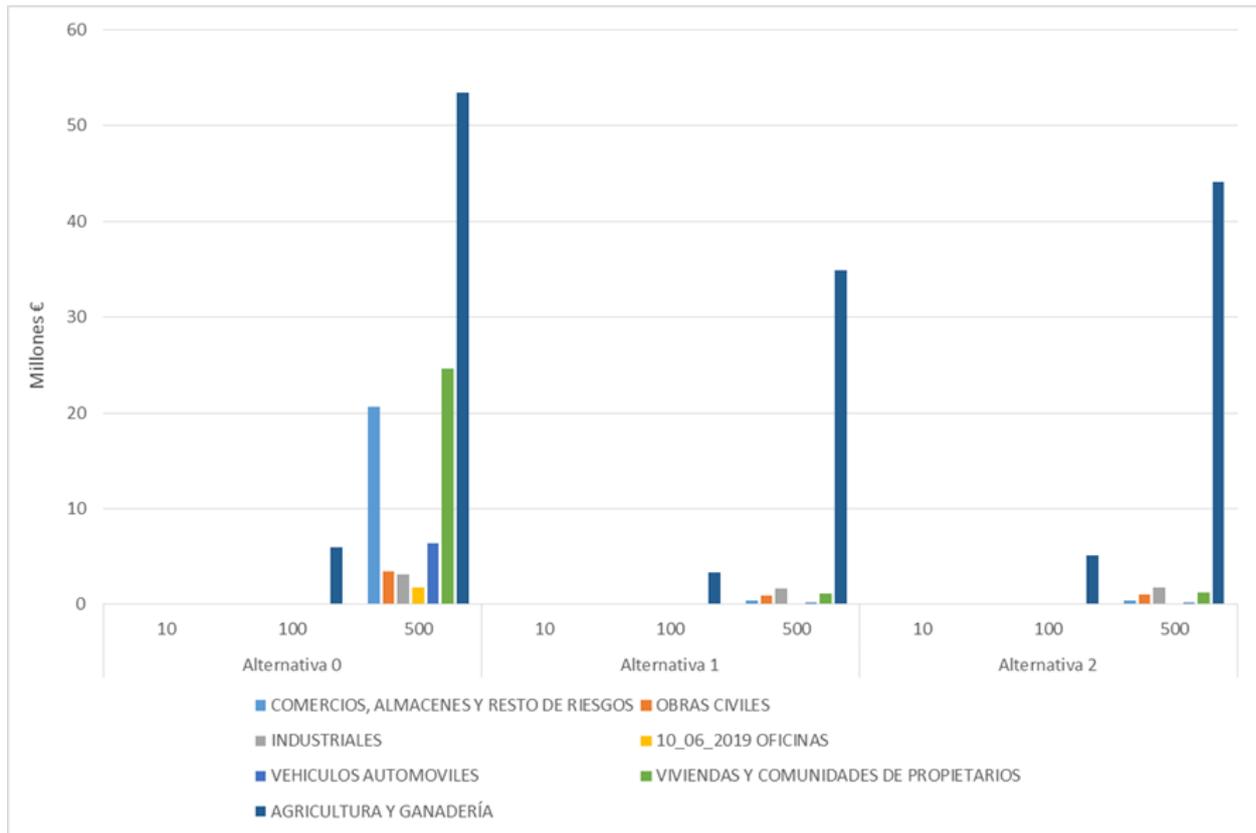


Figura 20: Daños por periodo de retorno, alternativa y uso

Según los datos del Consorcio de Compensación de Seguros, el año de mayor presupuesto en indemnizaciones fue el año 2015, en la serie de años entre 2005 y 2017. En el análisis de los datos del Consorcio los comercios, almacenes y restos de riesgos y los vehículos automóviles destacan ya que fueron más del doble (más de 470.000 euros) cada uno de ellos que el siguiente grupo (viviendas y comunidades de propietarios). Estos daños no los ocasionó el desbordamiento del río Adra sino de una rambla que afecta únicamente al casco consolidado del núcleo urbano.

Los datos de indemnizaciones, así como el análisis de calibración de los daños calculados se pueden consultar en el [Apéndice 6.2.4. Informe coste/beneficio de la actuación.](#)

#### 8.4. Coste beneficio de cada alternativa.

Con todos los datos anteriores se ha realizado un estudio de rentabilidad de la actuación para analizar si resulta beneficiosa económicamente hablando la realización de las obras de la alternativa propuesta. La metodología y los umbrales a partir de los que se considera rentable cada uno de los indicadores analizados también se pueden consultar en el [Apéndice 6.2.4. Informe coste/beneficio de la actuación.](#)

El periodo durante el que se realiza el estudio de rentabilidad es de 100 años para el cálculo de los presupuestos de mantenimiento y explotación, más el plazo de construcción de la obra. Para analizar la rentabilidad se aplica una tasa de descuento del 3% durante la fase de explotación y mantenimiento.

Actuación	VAN (€) Valor actualizado neto	TIR Tasa interna de retorno	B/C Beneficio/Coste	PRI (años) Periodo de recuperación de la inversión
Adra Alt.1	-5.832.242,25 €	1,94 %	0,76	No rentable
Adra Alt.2	9.946.780,29	15,01 %	3,48	8,0

Tabla 5: Resultados Estudio Rentabilidad de la actuación.

Como se puede ver en los resultados, la Alternativa 2 es rentable, y por tanto en caso de llevarse a cabo su construcción, producirá más beneficios que costes conlleva.

## 8.5. Análisis de sensibilidad

Por último, se ha realizado un análisis de sensibilidad para analizar la volatilidad de los resultados obtenidos e identificar los indicadores más sensibles y en función de qué valores. En el [Apéndice 6.2.4. Informe coste/beneficio de la actuación](#) se pueden consultar los gráficos y valores correspondientes de los indicadores que resultan de variar el coste de inversión, los costes de mantenimiento y explotación, los beneficios obtenidos o la tasa de descuento.

Como resumen se puede ver en la siguiente tabla el efecto de variar los costes de inversión o los beneficios producidos en el VAN y en el ratio B/C, y a partir de qué error producido, la rentabilidad de la alternativa cambiaría.

Escenario	VAN (€)	B/C	Cambio rentabilidad
Variación beneficio_Alt1	Baja	Media-baja	28%/32%
Variación costes de inversión:Alt1	Baja	Media-baja	-24%/-28%
Variación beneficio_Alt2	Baja	Media-alta	-70%/-80%
Variación costes de inversión:Alt2	Baja	Media	No

Tabla 6: Resumen estudio rentabilidad.

Se puede observar en los resultados que la rentabilidad tiene una sensibilidad media-baja en ambas alternativas. La rentabilidad es más volátil para la alternativa 1 que la alternativa 2. La alternativa 1 es una inversión de alta volatilidad ya que cambia de signo con reducciones en beneficios o en costes de inversión de menos del 30%, mientras que la Alternativa 2 es mucho más robusta ya que serían necesarias desviaciones en los beneficio mayores al 70% y en costes mayores al 100%.

## 9. Índices de Peligrosidad y riesgo

Siguiendo la metodología propuesta por el MAGRAMA en la “Propuesta para la caracterización de la peligrosidad y el riesgo (octubre 2014)” se ha obtenido el índice de peligrosidad y riesgo para el tramo de estudio. De forma resumida, la metodología se basó en la selección de aquellos parámetros que se consideran que en mayor medida determinan la existencia de peligrosidad y riesgo de inundación.

Para la determinación del índice de peligrosidad se han calculado los parámetros de superficie inundada, los calados y velocidades medios, el tiempo de concentración de la cuenca, el transporte de sedimentos y los obstáculos existentes en el cauce. A la peligrosidad global así obtenida se le aplica un factor de corrección según el grado de regulación de la cuenca.

Para el caso del riesgo, las variables seleccionadas son: la población afectada, las actividades económicas afectadas, diferenciando superficie afectada y daños producidos, los puntos de especial importancia y las áreas de importancia medioambiental.

Cada uno de los parámetros citados, en cada escenario de probabilidad, se valora en una escala de cinco categorías, en función de si la afección es muy grave, en cuyo caso se le asignan 5 puntos; grave, 3 puntos; moderada, 2 puntos; leve, 1 punto o sin afección con 0 puntos.

Se han calculado estos índices para el área de riesgo potencial significativo de inundación ES060\_ARPS\_0097 Río Adra en situación actual (alternativa 0) como tras la ejecución de sus alternativas (1 y 2).

En el gráfico radial de cinco puntas que se representa a continuación se muestra el resultado, expresado como el porcentaje de la superficie total del pentágono resultante (situación más desfavorable) con afección. Esta forma de representación permite también visualizar la evolución de la contribución de cada parámetro a la valoración global.

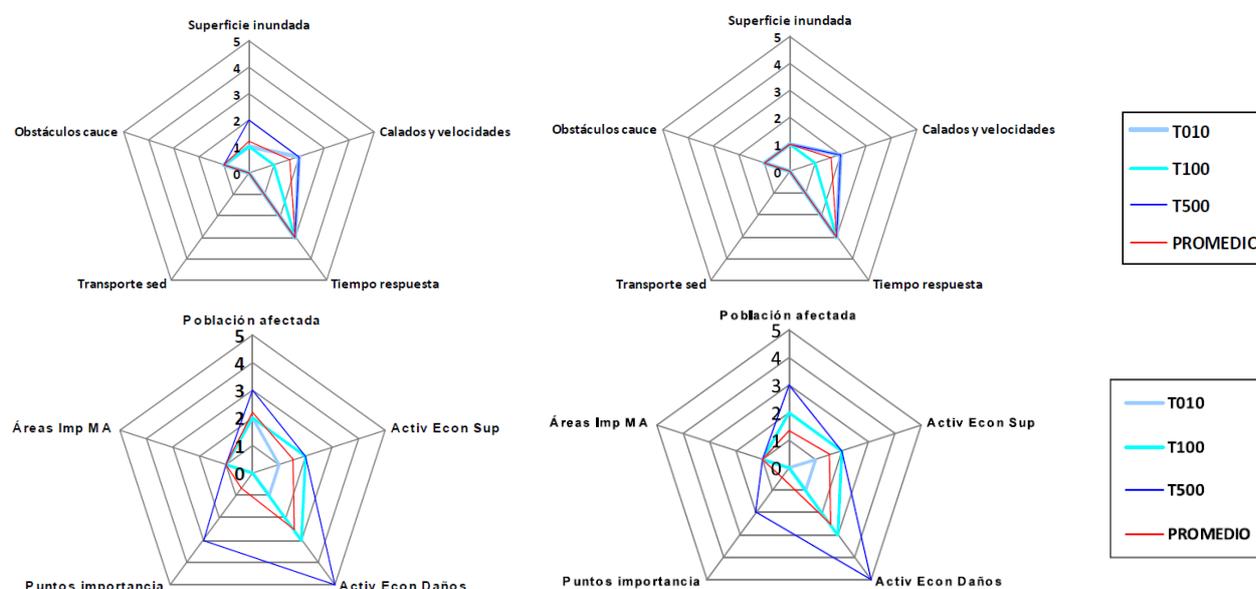


Figura 21: Salida gráfica representando la peligrosidad arriba y riesgo abajo en situación actual a la izquierda y a la derecha con la alternativa seleccionada (alternativa 2).

El resultado global de estos índices se muestra en las siguientes tablas:

Id	APSFRCode	Alternativa	Peligrosidad Global	Riesgo global
0	A66_0_ES060_ARPS_0097	0	0,9	1,4
1	A66_1_ES060_ARPS_0097	1	0,8	1,2
2	A66_2_ES060_ARPS_0097	2	0,8	1,3

Tabla 7: Índice global de peligrosidad y riesgo.

A partir de estos valores ponderados relativos a la peligrosidad y al riesgo de la ARPSI con sus distintas alternativas, se establecería un diagrama de dispersión Peligrosidad-Riesgo. Dentro del gráfico, la peligrosidad se ha dividido en dos intervalos: el primero; de 0 a 3 (de significativa a muy alta), y el

segundo, de 3 a 5 (de muy alta a extrema). Análogamente, el riesgo se ha dividido en el intervalo de 0 a 3 (de significativo a muy alto) y el intervalo de 3 a 5 (de muy alto a extremo).

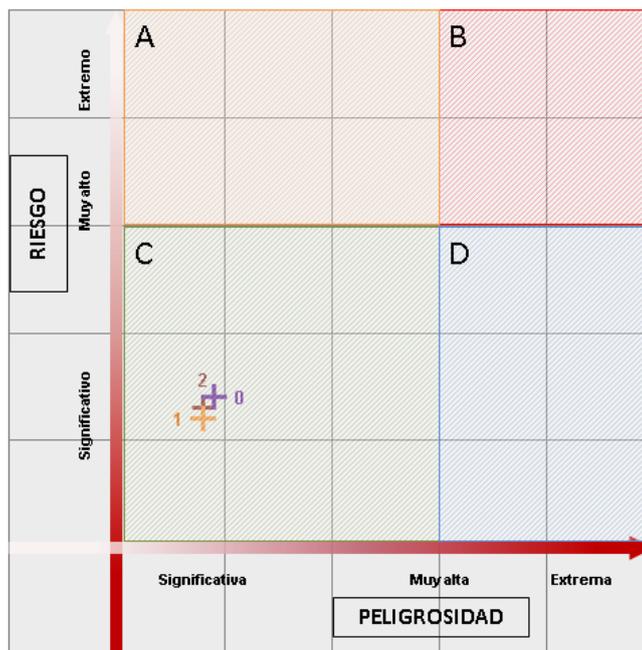


Figura 22: Gráfica de peligrosidad y riesgo para la alternativa 0, 1 y 2.

El diagrama de dispersión resultante se divide, a su vez, en cuatro cuadrantes:

- Peligrosidad significativa-muy alta y riesgo muy alto-extremo
- Peligrosidad muy alta-extrema y riesgo muy alto-extremo
- Peligrosidad significativa-muy alta y riesgo significativo-muy alto
- Peligrosidad muy alta-extrema y riesgo significativo-muy alto

En este caso, tanto la situación inicial (0) como las 2 alternativas de Adra se encuentran en el cuadrante C de peligrosidad significativa-muy alta y riesgo significativo-muy alto: la ARPSI ubicadas en este cuadrante poseen valores medios-bajos tanto de peligrosidad como de riesgo. Se reduce tanto la peligrosidad como el riesgo del ARPSI ES060\_ARPS\_0097 en las alternativas frente a situación actual.

La información relacionada con todos los parámetros de peligrosidad y riesgo se puede consultar en los informes de caracterización en el [Apéndice 6.2.9 Índices de Peligrosidad y riesgo](#).

## 10. Impacto del Cambio Climático

El impacto del Cambio Climático (RCP 4.5 y 8.5, periodo 2041-2070) en los episodios de avenidas se ha estudiado con dos enfoques:

- Por una aproximación del cambio en los caudales punta.
- Por una aproximación cualitativa de los efectos del cambio climático en el riesgo de inundación analizando varios factores que intervienen en la formación de escorrentía.

Se han utilizado los datos de AdapteCCa (Plataforma de intercambio y consulta de información sobre adaptación de Cambio Climático en España), de la “Cartografía remitida EPRI – Estudios Cambio climático e inundaciones pluviales”, elaborado por Tragsatec, para la Evaluación preliminar del Riesgo de Inundación (EPRI), del Inventario Nacional de Suelos (INES), del Sistema de Información sobre Ocupación de Suelo (SIOSE) y otros organismos dependientes del MITERD (Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico) y de los resultados de la aplicación del Protocolo Hidromorfológico elaborado dentro de este análisis, y otros. La metodología y análisis detallado de este estudio de Cambio Climático se encuentra en el [Apéndice 6.2.10. Impacto del Cambio Climático](#).

## 10.1. Análisis de los caudales de 100 años de periodo de retorno

De forma resumida, en el primer enfoque se han comparado los valores medios en la cuenca de las variables climáticas más importantes (P100 (mm), Pmedia anual (mm), Tmáx media anual y Tmin media anual (°C)) durante el periodo 2041-2070, tanto para la serie histórica como para los escenarios RCP 4.5 y RCP 8.5. El objetivo final en el primer método es la valoración del impacto en los caudales máximos de periodo de retorno de 100 años en los 2 escenarios contemplados (RCP 4.5 y RCP 8.5) a partir del método racional.

La precipitación para un periodo de retorno de 100 años y RCP 8.5 solo aumenta en 8 mm. El mayor impacto se observa en la temperatura. Se calcula que la temperatura máxima aumentará en 2,9°C, y la mínima en 2,8 °C (ver tabla siguiente).

Precipitación para 100T [EPRI] (mm)			Precipitación acc. en 5 días [AdapteCCa] (mm)			Temperatura Máx. [AdapteCCa] (°C)			Temperatura Mín. [AdapteCCa] (°C)		
Hist.	4.5	8.5	Hist.	4.5	8.5	Hist.	4.5	8.5	Hist.	4.5	8.5
155	154,5	162,5	103,5	97,9	97,2	15,3	17,6 (↑2,3°C)	18,2 (↑2,9°C)	5,8	7,7 (↑1,9°C)	8,6 (↑2,8°C)

Tabla 8: Valores de precipitación y temperatura para datos históricos y para los escenarios RCP4.5 y RCP8.5 en el periodo 2041-2070

Los parámetros más inciertos en el cálculo han sido los relacionados con el umbral de escorrentía. En la actuación de Adra, el cambio en los usos del suelo hacia suelos impermeables esperado es bajo (ver sección 5.3.2. del [Apéndice 6.2.10. Impacto del Cambio Climático](#)), por lo que se estima que el umbral de escorrentía disminuirá en un 25 %. El umbral de escorrentía actual según los datos de MITERD es 23 mm, y a futuro se estima que será 17 mm. La lluvia para un periodo de retorno de 100 años en el escenario histórico, RCP 4.5 y RCP 8.5 se presenta en la tabla anterior.

La relación de estas dos variables en el periodo histórico y en las proyecciones a futuro según el método racional indica que: el caudal aumentará en un 20 % en el escenario RCP 4.5, y en un 30 % en el escenario RCP 8.5.

## 10.2. Análisis cualitativo de factores que influyen en la formación de escorrentía

El segundo enfoque para estimar los efectos del Cambio Climático está basado en la metodología propuesta por MITERD en su documento: “Metodología para la Evaluación de la Seguridad y el Riesgo de Inundación existente a partir de los efectos del Cambio Climático”. Esta metodología consiste en calcular cualitativamente el efecto del Cambio Climático a través de dos componentes: la componente

meteorológica y la componente de usos del suelo. La descripción metodológica y el cálculo se desarrollan en el **Apéndice 6.2.10. Impacto del Cambio Climático**.

En primer lugar, el factor meteorológico experimentará cambios de influencia baja para el escenario RCP 8.5, a los cuales se les asigna un valor de 1. Por otra parte, este factor se mantiene igual para el escenario RCP 4.5 y el valor de influencia asignado es 0. La actuación de Adra se encuentra dentro de las zonas nivales del territorio español. Por lo tanto, hay influencia importante de la fusión nival y el valor asignado es 2.

La siguiente tabla resume los resultados para ambos escenarios de RCP. El valor total de influencia de la componente meteorológica en la actuación de Adra es 2 para el escenario RCP 4.5 y 3 para el escenario RCP 8.5.

Valor del efecto del Cambio Climático por la componente meteorológica	RCP 4.5			RCP 8.5		
	%Δ	Influencia	Valor	%Δ	Influencia	Valor
Influencia de la precipitación	0.	Sin incremento significativo	0	12,1	Baja	1
Influencia del fenómeno nival	Importante incremento de las fusiones nivales por cambio en patrón de fusión (Valor = 2)					

Tabla 9: Valores de precipitación y su influencia para los escenarios RCP4.5 y RCP8.5 en el periodo 2041-2070

En referencia, a la componente de usos del suelo, se espera que haya influencia baja. Según el nivel de influencia y los valores propuestos por MITERD, este factor tiene el valor de 1. Los incendios forestales y la superficie impermeabilizada tienen una influencia muy baja, y la erosión del cauce alta. Ninguna de estas tres últimas variables aporta valor según la metodología aplicada. El valor del efecto del Cambio Climático por la componente de usos del suelo es 1, por tanto, la actuación de Adra está expuesta a un riesgo significativo de sufrir los efectos del Cambio Climático por esta componente.

Valor del efecto del Cambio Climático por el cambio de usos del suelo	Influencia	Valor
Influencia de los usos del suelo	Bajo	1
Influencia de erosión en la cuenca (según protocolo)	Alto	0
Influencia de los incendios forestales	Muy bajo	0
Influencia de la superficie impermeabilizada	Muy bajo	0
Total		1

Tabla 10: Valor del efecto del cambio climático por la componente usos del suelo

Aplicando el criterio que se adjunta en la siguiente tabla para el valor global, igual a la suma de las dos componentes.

Valor del efecto del Cambio Climático	Riesgo
11-12	Extremo
7-10	Muy alto
2-6	Significativo
≤1	Sin Riesgo Significativo

Tabla 11: Valor global del efecto del cambio climático en la actuación

En la actuación de Adra, para el escenario RCP 4.5, el valor global es 3 y el riesgo es significativo; para el escenario RCP 8.5, el valor global es 4, y el riesgo también es significativo.

## 11. Fases y plazo de la actuación

Las obras planteadas dentro de la alternativa seleccionada se consideran indivisibles, o que no sería rentable dividir la obra de una forma que produzca mejoras puntuales a la vez que permite escalonar los gastos de construcción. El plazo previsto para la realización de las obras es de 4 meses.

## 12. Análisis hidromorfológico. Aplicación del Protocolo PHMF

Se ha aplicado el protocolo hidromorfológico (PHMF) a la masa de agua río Adra para la situación actual y futura (considerando las nuevas actuaciones propuestas para la protección frente a inundaciones en Adra)

Se ha obtenido el siguiente esquema de valoración y conclusiones generales para el conjunto de los cauces estudiados.

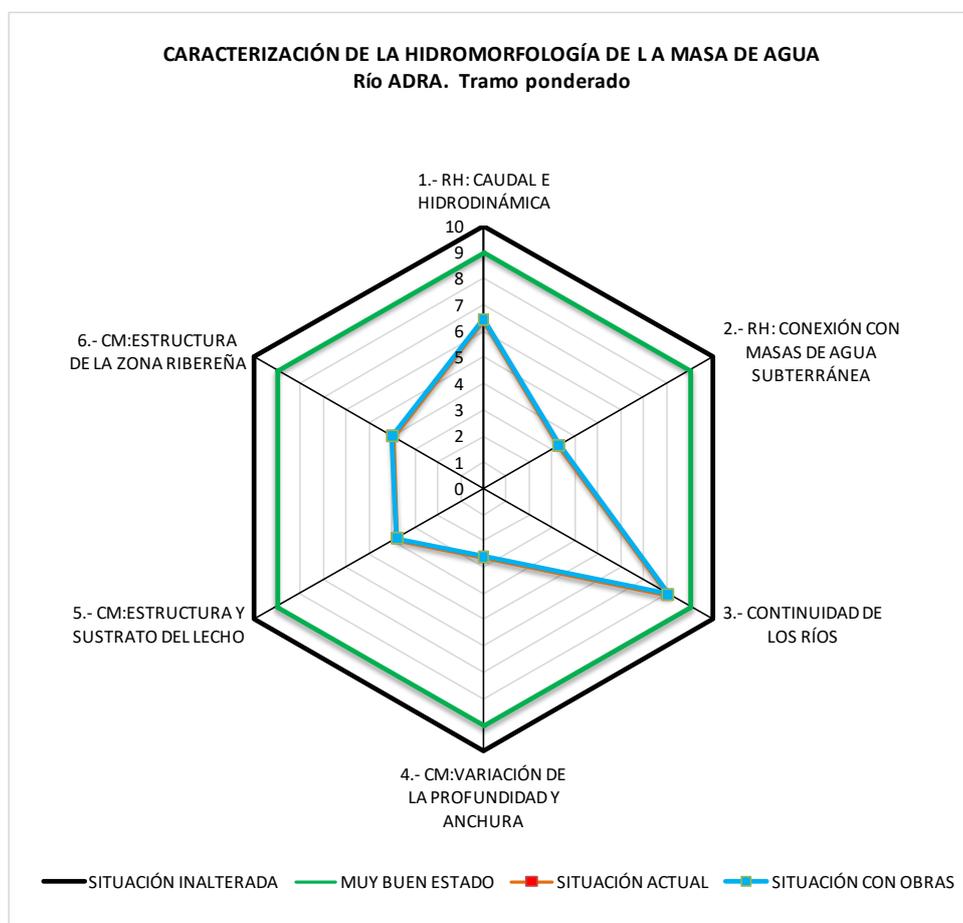


Figura 23: Caracterización hidromorfológica del río Adra. Tramo ponderado.

La ponderación realizada para los dos tramos hidromorfológicos estudiados indica un estado general del cauce muy modificado, derivado de las obras de protección frente a inundaciones existentes.

En cuanto a su morfología, el Adra se encuentra muy modificado debido principalmente a las obras de protección frente a inundaciones (muros hormigonados) y de estabilización de márgenes (motas gavionadas).

La masa de agua presenta alteraciones hidrológicas como consecuencia de la regulación de los caudales líquidos y sólidos desde la presa de Benínar. El fuerte desarrollo de los invernaderos en los últimos años ha contribuido a modificar el régimen hidrológico del Adra y su conexión con la MASb “Delta del Adra”, tanto por la ocupación de sus márgenes como por las detracciones al acuífero.

En lo relativo a la variación de profundidad y anchura y estructura y sustrato del lecho es deficiente como consecuencia de la antropización del cauce y de sus márgenes.

Las actuaciones previstas para la protección frente a inundaciones en La Alquería (Adra) no alteran de manera considerable la morfología del Adra ya que se localizan en un tramo ya encauzado previamente mediante motas gavionadas y muros de mampostería.

Tanto los análisis como información más detallada de los estudios llevados a cabo para esta actuación se pueden consultar en el [Apéndice 6.2.5. Protocolo y efectos sobre los objetivos ambientales de las masas de agua afectadas por la actuación](#)

### 13. Análisis de los efectos sobre los objetivos ambientales de las masas de agua

El río Adra está catalogado como masa de agua categoría ríos. Se ha procedido al estudio de los efectos sobre los objetivos ambientales de esta masa de agua superficial (MAS) y la masa de agua subterránea (MASb) que se encuentra dentro del ámbito de actuación.

Para llevar a cabo la evaluación se ha partido de los datos disponibles en el Plan Hidrológico de 1º ciclo de planificación. A falta de análisis específicos, el resultado obtenido de situación final con el proyecto, se ha establecido mediante criterio experto después de las visitas de campo.

- **“Bajo Adra” (MAS ES080MSPF0634090).**

Desde el punto de vista del estado de las MAS, en la siguiente tabla se puede observar el impacto de las actuaciones sobre dicho estado:

ELEMENTOS DE CALIDAD	INDICADOR BIOLÓGICO	INDICADOR FÍSICO-QUÍMICO	INDICADOR MORFOLÓGICO	POTENCIAL ECOLÓGICO RESULTANTE	ESTADO QUÍMICO	ESTADO GLOBAL RESULTANTE
<b>Situación inicial sin el proyecto</b>	Moderado	Sin datos	Deficiente	Moderado	Bueno.	No alcanza el buen estado
<b>Situación final con el proyecto</b>	No afecta	No afecta	No afecta	No afecta	No afecta	No afecta

Tabla 12: Comparativa de calidad de MAS Bajo Adra sin proyecto y con proyecto.

La consecución del proyecto no afecta de manera significativa al estado de la MAS Bajo Adra, por tanto, aunque en este caso la masa no cumple con los objetivos ambientales, el proyecto no impide su futuro cumplimiento en el plazo establecido.

- **“Delta del Adra” (MASb ES060MSBT060-015).**

En el ámbito de actuación se encuentra la MASb Delta del Adra, con alto grado de conexión con el cauce estudiado. En las siguientes tablas se puede observar el impacto de las actuaciones sobre su estado:

ELEMENTOS DE CALIDAD	ESTADO CUANTITATIVO (SOLO MASAS SUBTERRÁNEAS)	ESTADO QUÍMICO	ESTADO GLOBAL RESULTANTE
<b>Situación inicial sin el proyecto</b>	Malo	No alcanza el buen estado	No alcanza el buen estado
<b>Situación final con el proyecto</b>	No hay afección	No hay afección	No hay afección

Tabla 13: Comparativa de calidad de MASb Delta del Adra sin proyecto y con proyecto.

La MASb “Delta del Adra” no se ve afectada de forma significativa por la construcción de esta obra, por tanto, este no compromete el cumplimiento de los objetivos ambientales de la MASb, y por tanto, no sería necesario aplicar el artículo 4.7.

Las actuaciones previstas dentro del proyecto están en concordancia con las medidas de mitigación del impacto producido por las obras en una masa de agua, elaboradas por el grupo de trabajo ECOSTAT y recogidas en la guía de “Recomendaciones para incorporar la evaluación de efectos sobre los objetivos ambientales de las masas de agua y zonas protegidas en los documentos de evaluación de impacto ambiental de la A.G.E. (borrador 09/05/2019)”.

En la siguiente tabla se muestran las medidas seleccionadas para este proyecto incluidas en la citada lista:

TIPO DE PRESIÓN	PRINCIPALES IMPACTOS QUE MITIGA	CATÁLOGO DE MEDIDAS
Rectificación y/o simplificación del cauce	Pérdida de diversidad morfológica y biológica	Cortas selectivas (vegetación alóctona)
Reperfilado del cauce	Pérdida de diversidad morfológica	Incremento de la diversidad en el cauce
Rectificación y/o simplificación del cauce	Pérdida de diversidad morfológica y biológica	Desarrollar el bosque de galería

Tabla 14: Medidas de mitigación seleccionadas para las actuaciones estructurales de protección frente a inundaciones en Adra (Almería)

De forma complementaria a las medidas de catálogo seleccionadas, se han propuesto medidas más específicas para la mitigación de los efectos negativos sobre la hidromorfología:

MEDIDAS DE MEJORA HIDROMORFOLÓGICA
Control de las infraestructuras agrícolas (invernaderos) en lo referente a la alteración morfológica del cauce (recrecimiento de márgenes, desestabilización de los taludes) y a la reducción del espacio ripario asociado.
Control de las infraestructuras de paso (vados) sobre el cauce y de las infraestructuras de abastecimiento (tuberías) que por la erosión del río en avenidas puedan suponer una alteración del lecho o la generación de fenómenos de incisión.
Control de vertidos procedentes de los retornos de riego de los invernaderos o las zonas urbanizadas de La Alquería.
Restauración de la vegetación riparia mediante formaciones de tarayal para la protección y estabilización de los taludes del cauce por ambas márgenes.
Conservación de las formaciones de taray existentes aguas arriba del puente de La Fuente Santilla (Adra).

Tabla 15: Propuesta de medidas de mejora hidromorfológica para las actuaciones estructurales de protección frente a inundaciones en Adra (Almería)

Además, también se han incluido una serie de medidas protectoras/correctoras, recogidas en el documento de evaluación ambiental del antiguo proyecto:

MEDIDAS PROTECTORAS	
FASE DE OBRA	MEDIDAS
Fase de construcción	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Reducción de las pendientes de taludes para disminuir la velocidad de escorrentía superficial del agua y, por tanto, la capacidad erosiva del agua.</li> <li>- Aislamiento de materiales fácilmente disgregables, ante posibles lluvias en la zona, impidiendo su arrastre.</li> <li>- Evitar el vertido de aceites u otros residuos contaminantes sobre el suelo.</li> <li>- Establecimiento de las instalaciones auxiliares de obra y parque de maquinaria alejadas del cauce.</li> <li>- Realizar las obras durante la época seca para evitar la contaminación de las aguas por materiales o vertidos accidentales.</li> </ul>
Fase de funcionamiento	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Reducción de las pendientes de taludes para disminuir la velocidad de escorrentía superficial del agua y, por tanto, la capacidad erosiva del agua.</li> <li>- Aislamiento de materiales fácilmente disgregables, ante posibles lluvias en la zona, impidiendo su arrastre.</li> <li>- Evitar el vertido de aceites u otros residuos contaminantes sobre el suelo.</li> </ul>

Tabla 16: Medidas protectoras sobre las aguas.

MEDIDAS CORRECTORAS	
FASE DE OBRA	MEDIDAS
Fase de construcción	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Creación de sistemas de drenajes provisionales.</li> <li>- Localización en el lugar de la actuación de los recipientes adecuados para la recogida de aceites u otros contaminantes derivados del mantenimiento de la maquinaria.</li> <li>- Tratamiento de aguas de escorrentía en zonas de instalaciones auxiliares.</li> <li>- Tratamiento de aguas residuales procedentes de las instalaciones de obra.</li> </ul>
Fase de funcionamiento	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Creación de sistemas de drenajes provisionales.</li> <li>- Localización en el lugar de la actuación de los recipientes adecuados para la recogida de aceites u otros contaminantes derivados del mantenimiento de la maquinaria.</li> <li>- Tratamiento de aguas de escorrentía en zonas de instalaciones auxiliares.</li> <li>- Tratamiento de aguas residuales procedentes de las instalaciones de obra.</li> </ul>

Tabla 17: Medidas correctoras sobre las aguas.

## 14. Análisis de la tramitación ambiental en relación con la Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental y su modificación por Ley 9/2018

Como antecedente no posee ningún estudio de impacto ambiental, pero sí un documento de impacto, dentro de la memoria resumen, "Prevención de inundaciones en Adra (Almería). Mejora de las infraestructuras de los riegos de la zona poniente de Adra", noviembre de 2005, pero se tramitó una alternativa diferente a la seleccionada.

La presencia en el río Adra de hábitats naturales de la Directiva Hábitats, justificó su inclusión como Lugar de Interés Comunitario (LIC) en el 2006 y su declaración como Zona de Especial Conservación (ZEC) en el 2015. La zona de actuación se encuentra dentro de la Zona de Especial Conservación (ZEC) Río Adra (ES6110018). Afecta directamente a ENP a Zona de Importancia Comunitaria (ZIC). Afección

también a la vía pecuaria Colada de Adra y a los hábitats de interés comunitario 92D0. Adelfares y tarajales (*Nerio-Tamaricetea*).

Afección a RN 2000	Afección a ENP	Afección a vías pecuarias	Afección a BIC	Afección a hábitats
Sí. Directa	Sí	Sí	No	Sí

Tabla 18: Descripción del medio

La tramitación actual según la Ley 21/2013 y su modificación por Ley 9/2018 seguiría el procedimiento de **EIA Simplificada** (Anexo II). Clasificado desde el punto de vista ambiental según:

- Grupo 10. Los siguientes proyectos que se desarrollen en Espacios Naturales Protegidos, Red Natura 2000 y áreas protegidas por instrumentos internacionales, según la regulación de la Ley 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad.
- Apartado b) Obras de encauzamientos y proyectos de defensa de cursos naturales cuando puedan suponer transformaciones ecológicas negativas para el espacio.
- Otros: Artículo 7. Ámbito de aplicación de la evaluación de impacto ambiental 2. Serán objeto de una evaluación de impacto ambiental simplificada: a) Los proyectos no incluidos ni en el anexo I ni en el anexo II que puedan afectar de forma apreciable, directa o indirectamente, a Espacios Protegidos Red Natura 2000.

Según la Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental, el proyecto se engloba dentro del Anexo II, por lo que debe ser sometido a la evaluación ambiental simplificada regulada en el título II, capítulo II, sección 2ª.

Por otro lado, consultada la legislación autonómica, el proyecto se encuentra en el Anexo I. Categorías de actuaciones sometidas a los instrumentos de prevención y control ambiental, y, establece que el instrumento a aplicar es Autorización Ambiental Unificada:

Anexo I. 13. Otras actuaciones.

13.7. Los siguientes proyectos cuando se desarrollen en Espacios Naturales Protegidos (incluidos los recogidos en la Ley 2/1989, de 18 de julio, por la que se aprueba el inventario de Espacios Naturales Protegidos de Andalucía y se establecen medidas adicionales para su protección), Red Natura 2000 y Áreas protegidas por instrumentos internacionales, según la regulación de la Ley 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad:

d) Obras de encauzamiento y proyectos de defensa de cauces naturales y sus márgenes.

Indicar que la normativa andaluza no distingue entre evaluación ordinaria y simplificada. Se recomienda la evaluación de impacto ambiental simplificada, el órgano sustantivo remitirá al órgano ambiental la solicitud de inicio y los documentos que la deben acompañar y será el órgano ambiental quien determine si el procedimiento a seguir sea el de evaluación ambiental ordinaria o simplificada.

De acuerdo al órgano sustantivo, el trámite debe de ser nacional por lo que se aconseja que sea el órgano ambiental quien dictamine el procedimiento a seguir.

Adicionalmente, deberá llevarse a cabo el trámite correspondiente a la Autorización Ambiental Unificada en la Junta de Andalucía, a excepción, que el trámite de Evaluación de Impacto Ambiental sea competencia del Estado, conforme a lo dispuesto en la Ley 7/2007, de 9 de julio, de

Gestión Integrada de la Calidad Ambiental, y modificaciones dispuesta en el Decreto-Ley 26/2021, de 14 de diciembre, por el que se adoptan medidas de simplificación administrativa y mejora de la calidad regulatoria para la reactivación económica de Andalucía.

EIA ordinaria		No sujeto a procedimiento	Justificación (Ley 21/2013 y su modificación 9/2018)
No	Sí	No	Anexo II. Grupo 10 b) Artículo 7.2. a)

Tabla 19: Tramitación actual

La tramitación realizada anteriormente es la de la solución planteada en el proyecto "Prevención de inundaciones en Adra (Almería). Mejora de las infraestructuras hidráulicas y de los riesgos de las zonas de poniente de Adra" que difiere de la alternativa seleccionada. Esta medida consistía en:

- Encauzamiento del río Adra desde los meandros en las proximidades de la población de La Alquería hasta las inmediaciones de la estructura bajo la autovía A-7.
- Muros de hormigón armado revestidos con mampostería sobre las motas que delimitan el cauce, con cimentaciones sobre pilotes o superficial dependiendo de la altura de la mota.
- Recrecimiento del muro de la margen derecha entre los PKs 2+545 y 2+882.
- Disposición de rastrillo al muro de la margen derecha en el primer tramo del encauzamiento hasta llegar al primer acceso.

El proyecto se sometió al procedimiento de evaluación ambiental en aplicación de la Ley 6/2001, de 8 de mayo, que somete a Evaluación de Impacto Ambiental todos los proyectos incluidos en su Anexo I, el cual recoge en el Grupo 9 "Otros proyectos" en su punto c) "Los proyectos que se citan a continuación, cuando se desarrollan en zonas especialmente sensibles, designadas en aplicación de las Directivas 79/43/CEE y 92/43/CEE, o en Humedales incluidos en la lista del Convenio Ramsar: (...) 7º: Obras de encauzamiento y proyectos de defensa de cursos naturales". Con fecha 24 de octubre de 2011, se resuelve la terminación del procedimiento de Evaluación de Impacto Ambiental del proyecto citado, declarando su caducidad.

La viabilidad ambiental se considera media como conclusión del análisis de la tramitación ambiental.

En el [Apéndice 6.2.6. Informe del análisis de la tramitación ambiental de la actuación](#) se encuentra la ficha completa con la descripción del medio natural, la tramitación actual (según la Ley 21/2013 y su modificación por Ley 9/2018), la tramitación realizada hasta el momento según la ley si es anterior al RDL 1/2008, entre RDL 1/2008 y la Ley 21/2013 o la Ley 21/2013.

## 15. Análisis social

Dentro del análisis social hay que hacer hincapié en tres aspectos: la demanda y la viabilidad social, la disponibilidad de terrenos y los resultados de la realización de la encuesta. Como resumen de estos tres puntos se puede consultar la ficha en el [Apéndice 6.2.7. Viabilidad social de la actuación, disponibilidad de terrenos y objetivos de desarrollo sostenible de la actuación](#) donde se muestran los datos generales de la actuación, se hace un análisis de la demanda a partir de la consulta de noticias de prensa,

publicaciones, alegaciones y procesos de participación pública, un análisis de la aceptación social de la misma manera, un resumen de la encuesta con los aspectos más relevantes y sobre la disponibilidad de los terrenos se hace una breve descripción de su disponibilidad, el motivo y los estadísticos sobre la titularidad de los terrenos, el tipo de suelo y los costes. Al final de este informe se hace un resumen de las competencias administrativas de la obra.

En cuanto a la población total en la zona de estudio en el municipio de Adra es de 24.859 habitantes. La densidad de población 277,17 hab/Km<sup>2</sup>.

Se ha calculado la población afectada siguiendo la siguiente metodología:

- Determinación de la población actual por unidad censal (Censo 2011).
- Identificación de las unidades censales que intersectan con la zona inundable de 500 años de periodo de retorno. El total de esta población se ha denominado población potencial.
- Elaboración de la capa de edificaciones para las unidades censales seleccionadas a partir del BTN/BCN.
- Cálculo de la densidad de población en base a la superficie de los edificios por unidad censal. Así se divide la población de cada sección censal entre el sumatorio de la superficie de edificios de cada unidad censal, hallando la densidad de población que luego será multiplicada por la superficie de intersección con la zona inundable por cada periodo de retorno (10, 100 y 500 años). Este dato corresponde a la denominada población afectada.

Población Total (TTMM)	Población Potencial (UUCC)	Población afectada Alternativa 0			Población afectada alternativa seleccionada		
		A0_T10	A0_T100	A0_T500	A selecc T10	A selecc T100	A selecc T500
24.859	22.160	0	137	7.029	0	137	574

Tabla 20: Población afectada para la situación actual y alternativa seleccionada (habitantes)

La población total en el ámbito de la actuación es de 24.859 habitantes a nivel municipal, si se consideran los habitantes a nivel censal en este caso no difiere mucho el número con una población potencial de 22.160 habitantes, lo que indica que la población se concentra en la zona de estudio.

Analizando la población afectada según las zonas inundables por periodo de retorno para la situación actual se puede observar como es considerablemente más alta en el periodo de retorno de 500 años, existiendo gran diferencia con 100 años de periodo de retorno y siendo nula para 10 años. Ocurriendo lo mismo para la alternativa elegida, la población afectada es nula para 10 años, igual que en situación actual para 100 años y para 500 años la población afectada se reduce frente a la actual un 92%. El objetivo de la obra es la protección para 500 años de periodo de retorno en el casco urbano de Adra.

En las siguientes tablas se muestran los porcentajes:

- Mejora sobre la población total, es el % de mejora de la alternativa elegida frente a la situación actual, por periodo de retorno y respecto de población del término municipal.
- Mejora sobre la población potencial, el porcentaje correspondiente a las unidades censales en las que se sitúa la zona inundable.
- Mejora sobre la población afectada, que se calcula a partir de la población afectada en la zona inundable en situación actual y con la alternativa seleccionada.

Mejora sobre la población Total			Mejora sobre la población potencial		
(%A0-%Aeleg)	(%A0-%Aeleg)	(%A0-%Aeleg)	(%A0-%Aeleg)	(%A0-%Aeleg)	(%A0-%Aeleg)
T10	T100	T500	T10	T100	T500
0,0	0,0	26,0	0,2	0,0	29,1

Mejora sobre la población afectada (%)		
T10	T100	T500
0,0	0,0	91,8

Tabla 21: Mejora sobre la población afectada (%)

### 15.1. Disponibilidad de terrenos

Los terrenos necesarios para la ejecución de las obras propuestas para la alternativa 2, no se encuentran disponibles. En el [Apéndice 6.2.11. Planos de la actuación](#) está incluido un mapa con las parcelas que se verían afectadas por las obras.

Los terrenos afectados son en un 22,08% de titularidad pública y en un 77,92% de titularidad privada. Según la clasificación del suelo, los terrenos son un 100,00 % suelo no urbanizable (0,75 ha), con un total de 0,75 ha, de acuerdo al mapa de información urbanística de la siguiente figura.

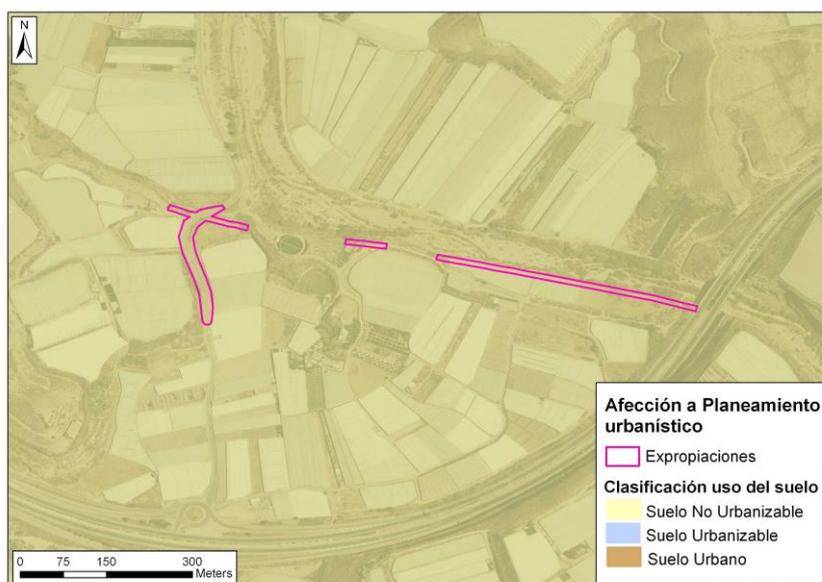


Figura 24: Mapa de clasificación del suelo procedente del Sistema de información urbana (SIU). Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana

Los terrenos afectados son de uso agrario, afectando a zonas de regadío, invernaderos y zonas improductivas. Se afecta a la carretera AL-6300 y a estructuras de regadío.

La alternativa desarrollada no es la definida en el proyecto constructivo que dispone de anejo de expropiaciones. Es necesario realizar un nuevo estudio.

Para la ejecución de la obra, es necesario expropiar terrenos de propiedad privada afectados por las obras (0,58 ha). El coste previsto de las expropiaciones es de 75.461,83 €, que se corresponde con el 2,7% del presupuesto de la obra.

Los propietarios o titulares de estos terrenos son, sin entrar en detalle:

- Ayuntamiento de Adra.
- Privados (invernaderos).
- Estructuras de regadíos (Comunidad de regantes).
- Carreteras: Red Diputación (AL-6300) y Local.

## 15.2. Encuesta

Se han realizado una serie de encuestas telefónicas con objeto de valorar la percepción del riesgo en el término municipal de Adra (Almería) donde se encuentra la obra analizada, así como la aceptación y rechazo de la misma por parte de la población y los agentes sociales y económicos involucrados.

Las encuestas se realizaron entre noviembre de 2018 y marzo de 2019.

Para ello se han identificado las personas y grupos de interés más representativos en el momento de elaborar la encuesta. En este caso se ha partido de una muestra de 18 agentes. Se ha obtenido respuesta de 15 de ellos y 3 no han respondido. Por tanto, los resultados que se presentan a continuación corresponden a un total de 15 encuestas.

Los agentes encuestados se agrupan en los siguientes grupos: 33% a ayuntamiento (partidos políticos con representación municipal), el 32% a la comunidad de regantes, el 7% a ONG ambiental, el 7% a promotor inmobiliario, el 7% a asociación municipal, el 7% a agricultura, y finalmente, el 7% a partido político sin representación municipal.

En relación a las cuestiones planteadas destacar lo siguiente:

- El 100% de los agentes encuestados dice haber sufrido las consecuencias de algún episodio de inundación. El 60% de la muestra de comunidad de regantes añade que el del año 1973 fue la mayor inundación que ha sufrido el término municipal. El 40% de los que representan a partidos políticos cita los episodios de inundación del 2015 y el 2017.
- Los tipos de daños descritos son: bloqueo de carreteras, inundación de caminos, vehículos dañados, inundaciones en casas, viviendas, almacenes, comercios, locales, garajes, inundaciones en fincas agrícolas, invernaderos.
- El 100% de los agentes encuestados dice haber sufrido inundaciones que generan daños importantes. Un 33% ha contestado a veces, un 33 % todos los años, un 27 % muchas veces, y un 7 % no ha respondido.
- El 100% de los agentes encuestados considera que las inundaciones son un problema para el normal desarrollo del municipio. De los comentarios realizados por los agentes encuestados, destacar que uno de ellos, partido político con representación en el ayuntamiento, dijo textualmente: “actualmente nuestro Plan General también está paralizado, parte por esta problemática, porque la zona de desarrollo de nuestro municipio se da donde antes estaba el cauce natural del río, por eso los distintos organismos hacen informes desfavorables a la hora de establecer o ampliar el terreno urbanizable del espacio.”

- el 63% de los encuestados dice no conocer ningún efecto negativo, el 31% dice que lo desconoce (no sabe no contesta), y un 6% dice que sí conoce algún efecto negativo.
- En cuanto a si se está a favor o en contra de ejecutar la obra: un 93% está a favor de que se ejecute la obra y un 7% dice que no puede contestar si está a favor o en contra porque depende del tipo de obra que se ejecute.
- Un 79% ha dicho que a título personal esta obra le beneficia y un 21% que ha dicho que le es indiferente.
- El 100% de los agentes encuestados dijo que considera que la ejecución de la obra es positiva para el desarrollo de su municipio.

En conclusión, la participación de los actores implicados ha sido alta y se hace una valoración positiva de la obra. La obra es demandada para evitar las inundaciones y para el desarrollo urbano, consideran las inundaciones un riesgo grave con daños importantes. El ayuntamiento destaca que estuvo 3 veces en el ministerio reclamando la obra y la comunidad de regantes destaca que ha habido hasta manifestaciones en el pueblo para que se limpie el cauce del río y se haga la obra.

En el [Apéndice 6.2.8. Encuesta](#) se encuentran los datos generales de las encuestas, el análisis de los resultados con sus estadísticos, un resumen de resultados y las encuestas cumplimentadas.

### 15.3. Demanda y viabilidad social de la actuación

Para analizar la demanda y viabilidad social de esta actuación se han consultado 26 noticias de prensa, 3 publicaciones, 3 alegaciones y no hay información de ningún proceso de participación pública. Hay un elevado número de referencias solicitando la ejecución de la obra.

Entre el elevado número de referencias solicitando la ejecución de la obra destacan varias de ellas relativas a la **marcha pública** del 2015 en la que participaron 700 personas solicitando una actuación urgente en el río Adra.

Destacar, asimismo, las dos alegaciones presentadas en la fase de tramitación del proyecto previo, el 25 de noviembre de 2005, una de la Asociación Ecológica Cóndor y otra de la Asociación Ecologista en Acción para la preservación de los valores naturales y culturales (en la web de Ecologistas en acción el 21/04/2017 referencia “alegaciones encauzamiento Río Adra”).

Por otro lado, indicar que con fecha agosto de 2007, la **Comisión Europea** envía la Queja 2007/0111, sobre diversas actuaciones que afectan a los LIC “Río Adra” y LIC “Albuferas del Adra”, Almería (Andalucía) para que por la Subdirección General de Evaluación Ambiental del Ministerio de Medio Ambiente se realicen las observaciones e informes que se consideren oportunos.

Además, resaltar el escrito con un total de **2.090 firmas de vecinos de Adra**, de abril de 2018, solicitando que se incluyera en los Presupuestos Generales del Estado de 2018 la partida necesaria para llevar a cabo las obras de encauzamiento del río Adra; y la sugerencia del Defensor del Pueblo Andaluz, de diciembre de 2017, de adopción de medidas para realizar las obras de defensa y encauzamiento del río Adra, con el fin de proteger a la población y los bienes frente a las inundaciones, de conformidad con lo dispuesto en la Ley del Plan Hidrológico Nacional.

Se reciben cuatro escritos del **Defensor del Pueblo Andaluz**. Tres de ellos (fechas 13/12/2017, 08/05/2018 y 19/06/2018) donde se requiere a la Secretaría de Estado de Medio Ambiente para que

remita la preceptiva respuesta sobre la aceptación de la sugerencia. Y un escrito, con registro de salida 17/06/2019, donde se dan por finalizadas las actuaciones anteriores hasta la recepción de la comunicación de la decisión adoptada sobre las obras de la Secretaría de Estado de Medio Ambiente.

Por último, en junio de 2020, el Alcalde-Presidente del Ayuntamiento de Adra envía un escrito al Ministerio para Transición Ecológica y el Reto Demográfico para solicitar reunión en la mayor brevedad entre los representantes del Gobierno de España, Junta de Andalucía y el Ayuntamiento de Adra, con el propósito de llevar a buen fin el proyecto de encauzamiento del Río Adra.

Del análisis de las referencias obtenidas se deduce que hay una importante demanda y aceptación social a la actuación. Por otro lado, incidir en las alegaciones y sugerencias realizadas por las Asociaciones Ecologistas para la recuperación y restauración del río Adra.

## 15.4. **Ámbito competencial de la actuación**

En cuanto al ámbito competencial de la obra se indica a continuación:

Ámbito competencial	
Obra de interés general	Sí; Ley 10/2001 del PHN. Anexo II: Reposición y adecuación del encauzamiento del río Adra.
Administración competente de la obra	Ayuntamiento; MITERD

Tabla 22: Administraciones competentes

Esta actuación está clasificada como obra de interés general del estado por la Ley 10/2001 del PHN. Anexo II: Reposición y adecuación del encauzamiento del río Adra.

Las Administraciones competentes de esta actuación son el Ayuntamiento y MITERD, siendo el titular del principal servicio afectado la Diputación Provincial por la modificación de la carretera AL-6300.

Para la futura puesta en marcha de las actuaciones se debería tramitar un convenio de colaboración entre las administraciones competentes durante todas las fases de la obra, en el cual se identifiquen los puntos que cada administración debe asumir el ámbito de sus competencias conforme a la Instrucción del Secretario de Estado de Medio Ambiente de fecha 8 de julio de 2020.

Se considera que la actuación es media desde el punto de vista de la coordinación, siendo el grado de coordinación actual entre las administraciones involucradas alto.

## 15.5. **Objetivos de desarrollo sostenible**

Se ha realizado una evaluación del impacto de las actuaciones en relación con los Objetivos de Desarrollo Sostenible.

La hoja de ruta aprobada por la ONU en 2015 cuenta con 17 Objetivos dentro de los cuales existen 169 metas individuales. Teniendo en cuenta que estos objetivos y que sus metas incluyen todos los aspectos más importantes para que la sociedad evolucione de una forma sostenible, se evaluaron los ODS directamente relacionados con de los riesgos y medidas ante inundaciones.

Desde el punto de vista de la actuación, este proyecto contribuye a la consecución de los siguientes ODS:

<b>ODS 1</b>	<b>FIN DE LA POBREZA</b>
1.5. Para 2030, fomentar la resiliencia de los pobres y las personas que se encuentran en situaciones vulnerables y reducir su exposición y vulnerabilidad a los fenómenos extremos relacionados con el clima y otras crisis y desastres económicos, sociales y ambientales	
<b>ODS 2</b>	<b>HAMBRE CERO</b>
2.3. Para 2030, duplicar la productividad agrícola y los ingresos de los productores de alimentos en pequeña escala, en particular las mujeres, los pueblos indígenas, los agricultores familiares, los pastores y los pescadores, entre otras cosas mediante un acceso seguro y equitativo a las tierras, a otros recursos de producción e insumos, conocimientos, servicios financieros, mercados y oportunidades para la generación de valor añadido y empleos no agrícolas	
2.4. Para 2030, asegurar la sostenibilidad de los sistemas de producción de alimentos y aplicar prácticas agrícolas resilientes que aumenten la productividad y la producción, contribuyan al mantenimiento de los ecosistemas, fortalezcan la capacidad de adaptación al cambio climático, los fenómenos meteorológicos extremos, las sequías, las inundaciones y otros desastres, y mejoren progresivamente la calidad del suelo y la tierra	
<b>ODS 3</b>	<b>SALUD Y BIENESTAR</b>
3.9. Para 2030, reducir sustancialmente el número de muertes y enfermedades producidas por productos químicos peligrosos y la contaminación del aire, el agua y el suelo	
3.d. Reforzar la capacidad de todos los países, en particular los países en desarrollo, en materia de alerta temprana, reducción de riesgos y gestión de los riesgos para la salud nacional y mundial	
<b>ODS 6</b>	<b>AGUA LIMPIA Y SANEAMIENTO</b>
6.3. De aquí a 2030, mejorar la calidad del agua reduciendo la contaminación, eliminando el vertimiento y minimizando la emisión de productos químicos y materiales peligrosos, reduciendo a la mitad el porcentaje de aguas residuales sin tratar y aumentando considerablemente el reciclado y la reutilización sin riesgos a nivel mundial	
6.b. Apoyar y fortalecer la participación de las comunidades locales en la mejora de la gestión del agua y el saneamiento	
<b>ODS 8</b>	<b>TRABAJO DECENTE Y CRECIMIENTO ECONÓMICO</b>
8. Mantener el crecimiento económico per capita de conformidad con las circunstancias nacionales y, en particular, un crecimiento del producto interno bruto de al menos el 7% anual en los países menos adelantados	
8.8. Proteger los derechos laborales y promover un entorno de trabajo seguro y sin riesgos para todos los trabajadores, incluidos los trabajadores migrantes, en particular las mujeres migrantes y las personas con empleos precarios	
<b>ODS 9</b>	<b>INDUSTRIA, INNOVACIÓN E INFRAESTRUCTURAS</b>
9.1. Desarrollar infraestructuras fiables, sostenibles, resilientes y de calidad, incluidas infraestructuras regionales y transfronterizas, para apoyar el desarrollo económico y el bienestar humano, haciendo especial hincapié en el acceso asequible y equitativo para todos	
<b>ODS 10</b>	<b>REDUCCIÓN DE LAS DESIGUALDADES</b>
10.1. De aquí a 2030, lograr progresivamente y mantener el crecimiento de los ingresos del 40% más pobre de la población a una tasa superior a la media nacional	
<b>ODS 11</b>	<b>CIUDADES Y COMUNIDADES SOSTENIBLES</b>
11.1. De aquí a 2030, asegurar el acceso de todas las personas a viviendas y servicios básicos adecuados, seguros y asequibles y mejorar los barrios marginales	
11.5. De aquí a 2030, reducir significativamente el número de muertes causadas por los desastres, incluidos los relacionados con el agua, y de personas afectadas por ellos, y reducir considerablemente las pérdidas económicas directas provocadas por los desastres en comparación con el producto interno bruto mundial, haciendo especial hincapié en la protección de los pobres y las personas en situaciones de vulnerabilidad	
11.b. De aquí a 2020, aumentar considerablemente el número de ciudades y asentamientos humanos que adoptan e implementan políticas y planes integrados para promover la inclusión, el uso eficiente de los recursos, la mitigación del cambio climático y la adaptación a él y la resiliencia ante los desastres, y desarrollar y poner en práctica, en consonancia con el Marco de Sendai para la Reducción del Riesgo de Desastres 2015-2030, la gestión integral de los riesgos de desastre a todos los niveles	
<b>ODS 12</b>	<b>PRODUCCIÓN Y CONSUMO RESPONSABLES</b>

12.7. Promover prácticas de adquisición pública que sean sostenibles, de conformidad con las políticas y prioridades nacionales	
<b>ODS 13</b>	<b>ACCIÓN POR EL CLIMA</b>
13.1. Fortalecer la resiliencia y la capacidad de adaptación a los riesgos relacionados con el clima y los desastres naturales en todos los países	
13.2. Incorporar medidas relativas al cambio climático en las políticas, estrategias y planes nacionales	
13.3. Mejorar la educación, la sensibilización y la capacidad humana e institucional respecto de la mitigación del cambio climático, la adaptación a él, la reducción de sus efectos y la alerta temprana	
<b>ODS 14</b>	<b>VIDA SUBMARINA</b>
14.1. De aquí a 2025, prevenir y reducir significativamente la contaminación marina de todo tipo, en particular la producida por actividades realizadas en tierra, incluidos los detritos marinos y la polución por nutrientes	
<b>ODS 15</b>	<b>VIDA DE ECOSISTEMAS TERRESTRES</b>
15.8. Para 2020, adoptar medidas para prevenir la introducción de especies exóticas invasoras y reducir de forma significativa sus efectos en los ecosistemas terrestres y acuáticos y controlar o erradicar las especies prioritarias	
15.a. Movilizar y aumentar de manera significativa los recursos financieros procedentes de todas las fuentes para conservar y utilizar de forma sostenible la diversidad biológica y los ecosistemas	
<b>ODS 16</b>	<b>PAZ, JUSTICIA E INSTITUCIONES SÓLIDAS</b>
16.7. Garantizar la adopción en todos los niveles de decisiones inclusivas, participativas y representativas que respondan a las necesidades	
<b>ODS 17</b>	<b>ALIANZAS PARA LOGRAR LOS OBJETIVOS</b>
Cuestiones sistémicas	Coherencia normativa e institucional
	17.14. Mejorar la coherencia de las políticas para el desarrollo sostenible

Tabla 23: Objetivos de Desarrollo Sostenible conseguidos con el proyecto

Este análisis se ha llevado a cabo desde el punto de vista del caso de España, sin calcular datos cuantitativos, identificando el objetivo que se considera que mejora cuando se evitan las pérdidas o daños producidos por las inundaciones.

Tanto los análisis como información más detallada de los estudios llevados a cabo para esta actuación se pueden consultar en el [Apéndice 6.2.7. Viabilidad social de la actuación, disponibilidad de terrenos y objetivos de desarrollo sostenible](#).

## 16. Planos

Por último, señalar que el [Apéndice 6.2.11. Planos de la actuación](#) se incluyen los mapas de relacionados con la actuación. Estos son:

6.2.0. Actuación 66. Reposición y adecuación del encauzamiento del río Adra. Río Adra.TM. Adra (Almería, Andalucía). Ámbito de estudio.

6.2.1. Actuación 66. Reposición y adecuación del encauzamiento del río Adra. Río Adra.TM. Adra (Almería, Andalucía). Zonas Inundables. Situación Actual

Esta colección de mapas incluye un primer mapa con las zonas inundables correspondientes a los 3 periodos de retorno estudiados (10, 100 y 500 años) junto con la colección de mapas de calados por periodo de retorno de la alternativa 0.

6.2.2. Actuación 66. Reposición y adecuación del encauzamiento del río Adra. Río Adra.TM. Adra (Almería, Andalucía). Zonas Inundables. Alternativa 1

Esta colección de mapas incluye un primer mapa con las zonas inundables correspondientes a los 3 periodos de retorno estudiados (10, 100 y 500 años) junto con la colección de mapas de calados por periodo de retorno de la alternativa 1.

#### 6.2.3. Actuación 66. Reposición y adecuación del encauzamiento del río Adra. Río Adra.TM. Adra (Almería, Andalucía). Zonas Inundables. Alternativa 2

Esta colección de mapas incluye un primer mapa con las zonas inundables correspondientes a los 3 periodos de retorno estudiados (10, 100 y 500 años) junto con la colección de mapas de calados por periodo de retorno de la alternativa 2.

#### 6.2.4. Actuación 66. Reposición y adecuación del encauzamiento del río Adra. Río Adra.TM. Adra (Almería, Andalucía). Daños-Situación Actual

Esta colección de mapas incluye dos colecciones para cada uno de los 3 periodos de retorno estudiados (10, 100 y 500 años). El primero muestra los polígonos afectados por la zona inundable de la alternativa 0 con el valor total del daño en ese polígono, siguiendo la metodología descrita en el [Apéndice 6.2.4. Informe coste/beneficio de la actuación](#) y el segundo muestra para cada polígono el daño/m<sup>2</sup>.

#### 6.2.5. Actuación 66. Reposición y adecuación del encauzamiento del río Adra. Río Adra.TM. Adra (Almería, Andalucía). Daños-Alternativa 1

Esta colección de mapas incluye dos colecciones para cada uno de los 3 periodos de retorno estudiados (10, 100 y 500 años). El primero muestra los polígonos afectados por la zona inundable de la alternativa 1 con el valor total del daño en ese polígono, siguiendo la metodología descrita en el [Apéndice 6.2.4. Informe coste/beneficio de la actuación](#) y el segundo muestra para cada polígono el daño/m<sup>2</sup>.

#### 6.2.6. Actuación 66. Reposición y adecuación del encauzamiento del río Adra. Río Adra.TM. Adra (Almería, Andalucía). Daños-Alternativa 2

Esta colección de mapas incluye dos colecciones para cada uno de los 3 periodos de retorno estudiados (10, 100 y 500 años). El primero muestra los polígonos afectados por la zona inundable de la alternativa 2 con el valor total del daño en ese polígono, siguiendo la metodología descrita en el [Apéndice 6.2.4. Informe coste/beneficio de la actuación](#) y el segundo muestra para cada polígono el daño/m<sup>2</sup>.

#### 6.2.7. Actuación 66. Reposición y adecuación del encauzamiento del río Adra. Río Adra.TM. Adra (Almería, Andalucía). Expropiaciones-Alternativa 1

Este mapa representa las expropiaciones asociadas a las obras que están incluidas dentro de la alternativa 1, diferenciando entre los distintos tipos de expropiación necesarios.

#### 6.2.8. Actuación 66. Reposición y adecuación del encauzamiento del río Adra. Río Adra.TM. Adra (Almería, Andalucía). Expropiaciones-Alternativa 2.

Este mapa representa las expropiaciones asociadas a las obras que están incluidas dentro de la alternativa 2, diferenciando entre los distintos tipos de expropiación necesarios.

#### 6.2.9. Actuación 66. Reposición y adecuación del encauzamiento del río Adra. Río Adra.TM. Adra (Almería, Andalucía). Zona de alta peligrosidad-Situación Actual.

Esta colección de mapas incluye la zona de alta peligrosidad para el periodo de retorno de 100 años con el cauce incluido, según los criterios que indica el Reglamento del Dominio Público Hidráulico (Real Decreto 638/2016, de 9 de diciembre) para situación actual.

6.2.10. Actuación 66. Reposición y adecuación del encauzamiento del río Adra. Río Adra.TM. Adra (Almería, Andalucía). Zona de alta peligrosidad -Alternativa 1.

Esta colección de mapas incluye la zona de alta peligrosidad para el periodo de retorno de 100 años con el cauce incluido, según los criterios que indica el Reglamento del Dominio Público Hidráulico (Real Decreto 638/2016, de 9 de diciembre) para alternativa 1.

6.2.11. Actuación 66. Reposición y adecuación del encauzamiento del río Adra. Río Adra.TM. Adra (Almería, Andalucía). Zona de alta peligrosidad -Alternativa 2.

Esta colección de mapas incluye la zona de alta peligrosidad para el periodo de retorno de 100 años con el cauce incluido, según los criterios que indica el Reglamento del Dominio Público Hidráulico (Real Decreto 638/2016, de 9 de diciembre) para alternativa 2.

## 17. Conclusiones

Las conclusiones del presente estudio se agrupan por cada una de las temáticas analizadas, siendo las siguientes:

- Sobre la reducción del riesgo de inundación
- Sobre el coste-beneficio
- Sobre el efecto que tiene la actuación sobre las masas de agua
- Sobre el posible impacto ambiental y la complejidad de la tramitación ambiental
- Sobre el ámbito competencial de la actuación, la colaboración entre distintas administraciones y la disponibilidad de terrenos
- Sobre la aceptación y demanda social
- Sobre el Cambio Climático
- Sobre la solución
- Conclusión general

### 17.1. Sobre la reducción del riesgo de inundación

Sobre la peligrosidad:

- La alternativa seleccionada mejora en un 28,9% la zona de alta peligrosidad respecto del área correspondiente a la misma zona en situación actual, para el periodo de retorno de 10 años, 25,1% para 500 años y de un 20,5% para 10 años de periodo de retorno.
- La respuesta hidrológica de la cuenca es rápida, con un tiempo de concentración de 10,84 horas por lo que la peligrosidad en función del tiempo de respuesta se puede categorizar como grave

según lo establecido en la "Propuesta para la caracterización de la peligrosidad y el riesgo (octubre 2014)" MAGRAMA.

- Sobre el cálculo de los caudales, los caudales punta fue facilitado por la Junta de Andalucía y coinciden con los caudales empleados en el proyecto "Estudio Hidráulico Puente del río Adra" elaborado por el Ayuntamiento de Adra. Los hidrogramas de entrada se calculan como hidrogramas triangulares siguiendo el método racional.
- No se considera que exista una especial incertidumbre en el cálculo de la peligrosidad.

Sobre el riesgo:

- La población actual afectada en el término municipal de Adra según la zona inundable de un periodo de retorno de 100 años asciende a 137 habitantes y para 500 años es de 7.029 habitantes. La alternativa seleccionada no mejora la población afectada para el periodo de retorno de 100 años en comparación con la situación actual, tampoco supone una mejora sobre la población potencialmente afectada, es decir, sobre la población de las unidades censales situadas en el ámbito de estudio. En el caso de 500 años de periodo de retorno el valor es de 91,8% de mejora sobre situación actual y 29,1% sobre la población potencial.
- Los Puntos de Especial Importancia afectados actuales ascienden a 13 para el periodo de retorno de 500 años. La alternativa seleccionada (Alternativa 2) disminuye el número de Puntos de Especial Importancia afectados mejorando un 61.5% sobre la situación actual para el periodo de retorno de 500 años. De esta forma, la solución protege los siguientes elementos significativos: gasolineras, policía local, puerto, centro cultural, colegio, ayuntamiento de Adra y muralla de Adra.
- El daño anual medio en la actualidad asciende a 995.956,52 €. La alternativa seleccionada reduce el daño total anual medio en 441.636,54 €. Esto supone una reducción del 55,66%. Los daños se concentran en los usos de agricultura.

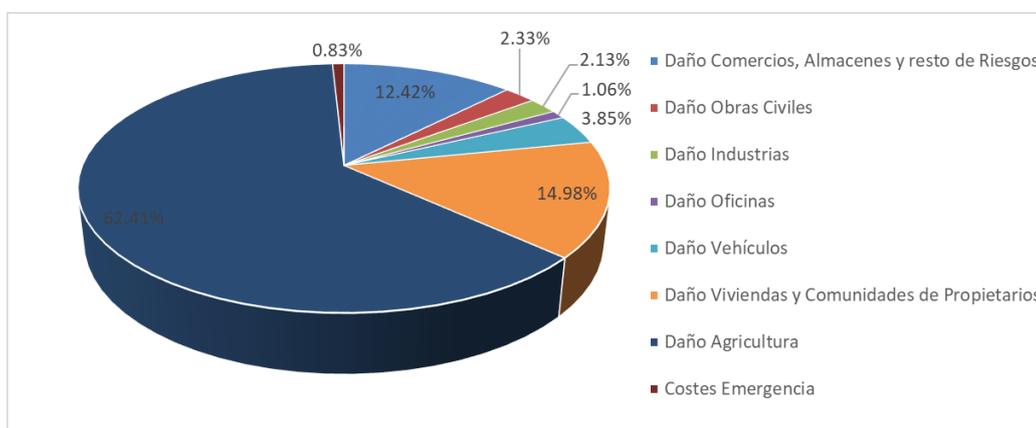


Figura 25: Distribución de daños por sectores

- La alternativa seleccionada disminuye significativamente el daño producido a comercios, almacenes y resto de riesgos (98,01%), vehículos (96,65%), viviendas y comunidades de propietarios (94,75%).
- La solución propuesta mejora la operativa durante la emergencia dado que reduce el número de vías afectadas por la inundación en un 50% para 500 años y un 100% para 100 años de periodo

de retorno, frente a la situación actual (2 y 1 vías afectadas para 500 y 100 años de periodo de retorno).

- El nivel de protección de la actuación alcanza los 500 años de periodo de retorno en la zona urbana consolidada.
- No existe una especial incertidumbre en el cálculo de riesgos ligada al cálculo de daños debido a que existe información sobre el valor catastral de cada parcela.

Sobre los indicadores de peligrosidad y riesgo:

- La situación inicial y las 2 alternativas de Adra se encuentran en el cuadrante C de peligrosidad significativa-muy alta y riesgo significativo-muy alto: la ARPSI ubicadas en este cuadrante poseen valores medios-bajos tanto de peligrosidad como de riesgo. Se reduce tanto la peligrosidad como el riesgo en ES060\_ARPS\_0097 en las alternativas frente a situación actual. La alternativa que mejores resultados obtiene para el índice de peligrosidad es la alternativa 2.

## 17.2. Sobre el coste-beneficio

El coste acumulado de la obra en 100 años supone 4.008.450,81 € incluyendo el mantenimiento, siendo 30,73% el coste correspondiente al mantenimiento y explotación.

El daño para el periodo de retorno de 100 años supone 6.134.168,24 €. Implantando la actuación el daño evitado asciende a un 14,70% del valor anterior. Al existir ya una obra de encauzamiento la eficacia de la obra es mayor para el periodo de 500 años, donde el daño evitado asciende al 56.9% respecto de la situación actual.

Con la ejecución de la alternativa propuesta se obtendría un beneficio anual medio de 441.636,54 €.

Dados los costes y beneficios obtenidos con la ejecución de la obra y tras el análisis económico realizado se puede concluir que la obra propuesta para la alternativa 2 es rentable según los índices económicos estudiados. La alternativa 1 estudiada no sería rentable económicamente hablando.

El análisis de sensibilidad muestra que resultado del estudio de rentabilidad de la alternativa seleccionada es robusto.

Existe una incertidumbre en el estudio de coste – beneficio ligada a la inexistencia de proyecto constructivo, por lo que los valores económicos considerados para los costes de inversión del proyecto son a nivel de estudio de planificación.

## 17.3. Sobre el efecto que tiene la actuación sobre las masas de agua

En el ámbito del estudio se encuentran las masas de MAS ES080MSPF0634090 Bajo Adra y la MASb ES060MSBT060-015 Delta del Adra. Tras la realización del Protocolo HMF en la situación actual y tras las obras, se puede concluir que en la situación final no se altera de manera considerable la morfología del río Adra ya que las obras se localizan en un tramo ya encauzado previamente mediante motas gavionadas y muros de mampostería.

Las actuaciones proyectadas reducen el riesgo derivado de las crecidas e inundaciones del Bajo Adra a su paso por Almería, mejorando su capacidad de evacuación y evitando posibles daños.

Caudal e hidrodinámica		Conexión con MASb		Continuidad de los ríos		Variación en la profundidad y anchura		Estructura y sustrato del lecho		Estructura de la zona ribereña		Resumen En masa de agua, afecta o nada
Actual	Alt. Selcc.	Actual	Alt. Selcc.	Actual	Alt. Selcc.	Actual	Alt. Selcc.	Actual	Alt. Selcc.	Actual	Alt. Selcc.	
6,44	6,44	3,30	3,30	8,06	8,06	2,59	2,54	3,79	3,79	3,98	3,98	No afecta

Tabla 24: Indicadores hidromorfológicos.

En cuanto a los Objetivos Ambientales y su grado de cumplimiento según la DMA, al estar catalogado como MAS, este cauce tendría definidos sus objetivos ambientales como la MASb con conexión con el cauce. A raíz de los resultados del análisis, no parece significativo el impacto de esta actuación sobre las masas de agua superficial y subterránea teniendo en cuenta que este río se encuentra muy modificado por presiones antrópicas.

OBJETIVOS AMBIENTALES Y DIRECTIVA MARCO DE AGUAS							
Código MAS	Estado global resultante actual	Estado global resultante con obra	Objetivos Ambientales	Exenciones y/o Prórrogas	Aplicación art. 4.7. DMA	Grado de necesidad del cumplimiento 4.7	
						MAS/MASb /cauce	Actuación
<b>MAS ES080MSPF0634090</b> Bajo Adra	No alcanza el buen estado	No afecta	Buen estado en 2015	-	No aplica	0%	No aplica
<b>MASb ES060MSBT060-015</b> Delta del Adra	No alcanza el buen estado	No afecta	Buen estado en 2021	Art. 4(4) Prórroga: Buen estado ecológico y químico en 2021, por viabilidad técnica y condiciones naturales	No aplica	0%	

Tabla 25: Indicadores sobre los objetivos ambientales y su cumplimiento.

No se estima necesaria la aplicación del artículo 4.7. de la DMA, ya que las actuaciones no generan un impacto significativo respecto de la situación actual, y por lo tanto, desde una evaluación por criterio experto, no se ven comprometidos los objetivos ambientales en el plazo establecido, por la ejecución de la obra.

## 17.4. Sobre el posible impacto ambiental y la complejidad de la tramitación ambiental

La actuación afecta a Red Natura 2000, ZEC Río Adra (ES6110018), Espacios Naturales Protegidas - Zona de Importancia Comunitaria (ZIC), vías pecuarias (Colada de Adra) y afección a hábitats de interés comunitarios 92D0. Adelfares y tarajales (Nerio-Tamaricetea).

Según la Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental, el proyecto se engloba dentro del Anexo II, por lo que debe ser sometido a la evaluación ambiental simplificada regulada en el título II, capítulo II, sección 2ª. Por otro lado, consultada la legislación autonómica, el proyecto se encuentra en el Anexo I y establece que el instrumento a aplicar es Autorización Ambiental Unificada.

Se recomienda la evaluación de impacto ambiental simplificada, el órgano sustantivo remitirá al órgano ambiental la solicitud de inicio y los documentos que la deben acompañar y será el órgano ambiental

quien determine si el procedimiento a seguir sea el de evaluación ambiental ordinaria o simplificada. De acuerdo al órgano sustantivo, el trámite debe de ser nacional por lo que se aconseja que sea el órgano ambiental quien dictamine el procedimiento a seguir. Adicionalmente, deberá llevarse a cabo el trámite correspondiente a la Autorización Ambiental Unificada en la Junta de Andalucía.

El proyecto se sometió al procedimiento de evaluación ambiental (con otra alternativa) en aplicación de la Ley 6/2001, de 8 de mayo, que somete a Evaluación de Impacto Ambiental todos los proyectos incluidos en su Anexo I, el cual recoge en el Grupo 9 "Otros proyectos" en su punto c) "Los proyectos que se citan a continuación, cuando se desarrollan en zonas especialmente sensibles, designadas en aplicación de las Directivas 79/43/CEE y 92/43/CEE, o en Humedales incluidos en la lista del Convenio Ramsar: (...) 7º: Obras de encauzamiento y proyectos de defensa de cursos naturales". Con fecha 24 de octubre de 2011, se resuelve la terminación del procedimiento de Evaluación de Impacto Ambiental del proyecto citado, declarando su caducidad.

Se considera en conclusión una actuación desde el punto de vista ambiental de dificultad media.

### **17.5. Sobre el ámbito competencial de la actuación, la colaboración entre distintas administraciones y la disponibilidad de terrenos**

Esta actuación está catalogada como obra de interés general del estado por la Ley 10/2001 del PHN. Anexo II: Reposición y adecuación del encauzamiento del río Adra.

La medida se encuentra en el PGRI y PHC de 1º y 2º ciclo.

Para la realización de la alternativa propuesta, los terrenos afectados ascienden a 0,75 ha, de los cuales un 78% corresponde a terrenos privados. Los costes de expropiación son de 75.461,83 € que suponen un 2,70% respecto al coste total de la obra.

Las Administraciones competentes de esta actuación son el Ayuntamiento y MITERD, siendo el titular del principal servicio afectado la Diputación Provincial por la modificación de la carretera AL-6300.

Para la futura puesta en marcha de las actuaciones se debería tramitar un convenio de colaboración entre las administraciones competentes durante todas las fases de la obra, en el cual se identifiquen los puntos que cada administración debe asumir el ámbito de sus competencias conforme a la Instrucción del Secretario de Estado de Medio Ambiente de fecha 8 de julio de 2020.

El grado de colaboración entre las distintas administraciones involucradas es considerado alto.

### **17.6. Sobre la aceptación y demanda social**

Tras los trabajos realizados se puede concluir que la actuación está muy demandada y es aceptada socialmente.

Destacar la marcha pública del 2015 en la que participaron 700 vecinos solicitando la actuación, la recogida de 2.090 firmas en abril de 2018 solicitando en los PGE la partida necesaria, y la sugerencia del Defensor del Pueblo Andaluz, de diciembre de 2017, de adopción de medidas para realizar las obras de defensa y encauzamiento del río Adra, con el fin de proteger a la población y los bienes frente a las inundaciones, de conformidad con lo dispuesto en la Ley del Plan Hidrológico Nacional. En 2020 el Alcalde-Presidente escribe solicitando una reunión entre el Gobierno de España, la Junta de Andalucía y

el Ayuntamiento de Adra con el propósito de llevar a buen fin el proyecto de encauzamiento del río Adra.

Por otro lado, incidir en las alegaciones y sugerencias realizadas por las Asociaciones Ecologistas para la recuperación y restauración del río Adra. Con fecha agosto de 2007, la Comisión Europea envía la Queja 2007/0111, sobre diversas actuaciones que afectan a los LIC “Río Adra” y LIC “Albuferas del Adra”, Almería (Andalucía).

El grado de implicación de la muestra seleccionada en la realización de la encuesta ha supuesto el 83%, habiendo contestado 15 personas sobre el total de la muestra (18 contactos).

- Pensando en el bien común de la población de su término municipal, el 100% de los agentes encuestados dice conocer los beneficios que reportaría la obra.
- Algún efecto negativo de ejecutar la obra: el 63% de los encuestados dice no conocer ningún efecto negativo, el 6% dice que sí conoce algún efecto negativo, y por último, un 31% dice que lo desconoce (no sabe no contesta).
- A favor o en contra de ejecutar la obra: un 93% está a favor de que se ejecute la obra y un 7% está en contra de la ejecución de esta.
- La encuesta no tiene sesgo, ya que hay variedad en la participación, estando representados en el grupo de encuestados la población objetivo.
- El grado de conocimiento sobre el PGRI y el SNCZI es medio, entorno al 67% de conocimiento en el primer caso y a un 60% sobre si las zonas inundables se pueden consultar; sobre el Plan de Emergencia es similar un 64% cree que si se dispone en el municipio de plan y un 73% no ha realizado ningún simulacro.

De los Objetivos de Desarrollo Sostenible propuestos por las Naciones Unidas en la Agenda 2030, la actuación cumple 14 objetivos y 23 metas.

## 17.7. Sobre el Cambio Climático

De acuerdo con las metodologías aplicadas:

- La precipitación para un periodo de retorno de 100 años experimentará cambios de influencia baja aumentando solo 8 mm para el escenario RCP 8.5 en el horizonte 2041-2070. El mayor impacto se observa en la temperatura, se calcula que la temperatura máxima aumente como máximo en 2,9°C, y la mínima en 2,8 °C., y, por lo tanto, el área drenante a esta actuación, a futuro, será más árida. Estos datos corresponden a los escenarios de Cambio Climático RCP 4.5 y RCP 8.5, en el horizonte 2041-2070.
- Según la metodología presentada por MITERD en el que los efectos del Cambio Climático se aproximan a través de dos componentes: la componente meteorológica y la componente de usos del suelo, la actuación de Adra está expuesta a un riesgo significativo para ambos escenarios de RCP 4.5 y RCP 8.5.

Se calcula que la variación en la producción de la escorrentía será media. El caudal punta podría llegar a sufrir un incremento del 20 % en el escenario de RCP 4.5 y un 30% en el escenario de RCP 8.5, considerando la precipitación con periodo de retorno de 100 años en el escenario histórico, RCP 4.5 y RCP 8.5 y en el horizonte 2041-2070, además de una disminución en el umbral de escorrentía del 25%.

Este valor del incremento ahonda en la necesidad de construcción de esta obra que reduzca los daños actuales por inundación y rebaje significativamente los futuros.

Dado que el objetivo de la obra es la reducción de daños y tratándose de una obra menor, los efectos previsibles directos o indirectos, acumulativos y sinérgicos del proyecto sobre el Cambio Climático, durante:

- la fase de ejecución se concentrará en la energía consumida durante la obra y en la emisión de los Gases de Efecto Invernadero, GEIs, a la atmósfera a determinar en la fase de construcción
- la fase de explotación, al tratarse de una obra tipo encauzamiento no existe ninguna previsión de emisiones, salvo la de los elementos electromecánico, que funcionarán únicamente en caso de avenidas y en para las labores de mantenimiento
- la demolición o abandono del proyecto, poco previsible debido a las consecuencias para el casco urbano de Adra, en el caso de abandono no se producirá ninguna emisión y en caso de demolición, se tendría que valorar específicamente en ese momento que partes habría que demoler. En este análisis se considera un periodo de vida útil de al menos 100 años.

## 17.8. Sobre la solución

Por último, se describen las conclusiones sobre la solución adoptada, así como aquellas singularidades de la actuación o de la conclusión en las que es necesario incidir porque se escapan a una valoración cuantitativa o cualitativa al uso.

- La actuación planteada no dispone de un proyecto de construcción, por lo que es necesario que se redacte antes del inicio de las obras. No obstante, la solución es rentable, y esta resultado es muy robusto según se concluye del estudio de rentabilidad.
- La eficacia de la solución es alta, ya que actuando en una zona de pequeña extensión se controlan los desbordamientos a través del antiguo brazo del río Adra hacia el casco urbano, evitando la mayoría de los daños provocados por las inundaciones de la margen derecha, asociadas a periodos de retorno altos (hasta 500 años).
- Es importante incidir que no es posible eliminar el riesgo y que en el caso de presentarse caudales mayores a los del diseño de la obra se producirán riesgos residuales.
- Además, debido al muro transversal de protección que cierra aguas arriba en la margen derecha y que hay zonas localizadas del encauzamiento en las cuales la altura del muro con respecto el terreno es superior a los 2 metros, puede producirse un riesgo incremental en la zona en caso de colapso de estas estructuras.

## 17.9. Conclusión general

Esta actuación está clasificada como obra de interés general del estado por la Ley 10/2001 del PHN. Anexo II: Reposición y adecuación del encauzamiento del río Adra.

La alternativa seleccionada es rentable, sin problemas ambientales y con afección a una vía de comunicación que debe ser resuelta. La actuación propuesta no dispone de un proyecto redactado.

No se prevé que la obra afecte de forma significativa a las masas de aguas.

Se recomienda la evaluación de impacto ambiental simplificada. De acuerdo al órgano sustantivo, el trámite debe de ser nacional por lo que se aconseja que sea el órgano ambiental quien dictamine el procedimiento a seguir.

La obra es demandada y aceptada socialmente.

Las Administraciones competentes de esta actuación son Ayuntamiento y MITERD. La coordinación entre administraciones es alta. No obstante, para la puesta en marcha de las actuaciones se debería tramitar un convenio de colaboración entre las administraciones competentes durante todas las fases de la obra, en el cual se identifiquen los puntos que cada administración debe asumir el ámbito de sus competencias conforme a la Instrucción del Secretario de Estado de Medio Ambiente de fecha 8 de julio de 2020.

## **ANEJO 6.3. ACTUACIÓN 68**

**ENCAUZAMIENTO DEL RÍO ANDARAX DESDE BOQUERA DE LA HIGUERA HASTA EL MAR. RIO ANDARAX.**

**TTMM ALMERÍA, VIATOR Y HUÉRCAL DE ALMERÍA (ALMERÍA, ANDALUCÍA).**

## INDICE

1. MARCO GENERAL DE LA ACTUACIÓN.....	1
2. ANTECEDENTES.....	2
3. DESCRIPCIÓN DE LAS ALTERNATIVAS.....	4
4. DEFINICIÓN DEL ÁREA AFECTADA .....	10
5. MODELOS DIGITALES DEL TERRENO.....	10
6. ANÁLISIS HIDROLÓGICO DE CADA ALTERNATIVA .....	12
7. MODELO HIDRÁULICO .....	13
7.1. Situación actual. Alternativa 0.....	13
7.2. Alternativa 1.....	15
7.3. Alternativa 2.....	17
7.4. Alternativa 3.....	18
7.5. Alternativa 4.....	19
7.6. Zona de alta peligrosidad.....	20
8. ANÁLISIS COSTE-BENEFICIO.....	23
8.1. Valoración económica de cada alternativa.....	23
8.1.1. Costes procedentes de proyecto existente .....	23
8.1.2. Resumen de costes actuación.....	23
8.1.3. Costes de explotación y mantenimiento .....	25
8.2. Puntos de especial importancia.....	25
8.3. Análisis de daños.....	27
8.4. Coste beneficio de cada alternativa.....	29
8.5. Análisis de sensibilidad .....	30
9. ÍNDICES DE PELIGROSIDAD Y RIESGO .....	30
10. IMPACTO DEL CAMBIO CLIMÁTICO .....	32
10.1. Análisis de los caudales de 100 años de periodo de retorno .....	33
10.2. Análisis cualitativo de factores que influyen en la formación de escorrentía.....	33
11. FASES Y PLAZO DE LA ACTUACIÓN .....	35
12. ANÁLISIS HIDROMORFOLÓGICO. APLICACIÓN DEL PROTOCOLO PHMF .....	35
13. ANÁLISIS DE LOS EFECTOS SOBRE LOS OBJETIVOS AMBIENTALES DE LAS MASAS DE AGUA.....	36
14. ANÁLISIS DE LA TRAMITACIÓN AMBIENTAL EN RELACIÓN CON LA LEY 21/2013, DE 9 DE DICIEMBRE, DE EVALUACIÓN AMBIENTAL Y SU MODIFICACIÓN POR LEY 9/2018 .....	38
15. ANÁLISIS SOCIAL.....	39
15.1. Disponibilidad de terrenos.....	40
15.2. Demanda y viabilidad social de la actuación .....	41
15.3. Ámbito competencial de la actuación .....	42
15.4. Objetivos de desarrollo sostenible .....	43
16. PLANOS.....	45

<b>17. CONCLUSIONES</b> .....	<b>48</b>
17.1. Sobre la reducción del riesgo de inundación .....	48
17.2. Sobre el coste-beneficio .....	50
17.3. Sobre el efecto que tiene la actuación sobre las masas de agua .....	50
17.4. Sobre el posible impacto ambiental y la complejidad de la tramitación ambiental .....	51
17.5. Sobre el ámbito competencial de la actuación, la colaboración entre distintas administraciones y la disponibilidad de terrenos .....	51
17.6. Sobre la aceptación y demanda social .....	52
17.7. Sobre Cambio Climático .....	52
17.8. Sobre la solución .....	53
17.9. Conclusión general .....	53

**Apéndice 6.3.1.** Informe de la actuación

**Apéndice 6.3.2.** Informe documentación de la actuación

**Apéndice 6.3.3.** Informe hidráulico de la actuación

**Apéndice 6.3.4.** Informe coste/beneficio de la actuación

**Apéndice 6.3.5.** Protocolo y efectos sobre los objetivos ambientales de las masas de agua afectadas por la actuación

**Apéndice 6.3.6.** Informe del análisis de la tramitación ambiental de la actuación

**Apéndice 6.3.7.** Viabilidad social de la actuación, disponibilidad de terrenos y objetivos de desarrollo sostenible

**Apéndice 6.3.8.** Encuesta

**Apéndice 6.3.9.** Índices de peligrosidad y riesgo

**Apéndice 6.3.10.** Impacto del cambio climático

**Apéndice 6.3.11.** Planos de la actuación

6.3.0. Ámbito de la actuación

6.3.1. Actuación 68. Rio Andarax. TM. Almería. ZI- Situación Actual

6.3.2. Actuación 68. Rio Andarax. TM. Almería. ZI- Alternativa 1

6.3.3. Actuación 68. Rio Andarax. TM. Almería. ZI- Alternativa 2

6.3.4. Actuación 68. Rio Andarax. TM. Almería. ZI- Alternativa 3

6.3.5. Actuación 68. Rio Andarax. TM. Almería. ZI- Alternativa 4

6.3.6. Actuación 68. Rio Andarax. TM. Almería. Daños-Situación Actual

6.3.7. Actuación 68. Rio Andarax. TM. Almería. Daños-Alternativa 1

6.3.8. Actuación 68. Rio Andarax. TM. Almería. Daños-Alternativa 2

6.3.9. Actuación 68. Rio Andarax. TM. Almería. Daños-Alternativa 3

- 6.3.10. Actuación 68. Rio Andarax. TM. Almería. Daños-Alternativa 4
- 6.3.11. Actuación 68. Rio Andarax. TM. Almería. Expropiaciones-Alternativa 1
- 6.3.12. Actuación 68. Rio Andarax. TM. Almería. Expropiaciones-Alternativa 2
- 6.3.13. Actuación 68. Rio Andarax. TM. Almería. Expropiaciones-Alternativa 3
- 6.3.14. Actuación 68. Rio Andarax. TM. Almería. Expropiaciones-Alternativa 4
- 6.3.15. Actuación 68. Rio Andarax. TM. Almería. Expropiación 3-4 Embalse
- 6.3.16. Actuación 68. Rio Andarax. TM. Almería. Zona de alta peligrosidad-Situación Actual
- 6.3.17. Actuación 68. Rio Andarax. TM. Almería. Zona de alta peligrosidad -Alternativa 1
- 6.3.18. Actuación 68. Rio Andarax. TM. Almería. Zona de alta peligrosidad -Alternativa 2
- 6.3.19. Actuación 68. Rio Andarax. TM. Almería. Zona de alta peligrosidad -Alternativa 3
- 6.3.20. Actuación 68. Rio Andarax. TM. Almería. Zona de alta peligrosidad -Alternativa 4

## FIGURAS

Figura 1: Ámbito de la actuación. Fuente MTN25 IGN.....	1
Figura 2: Evolución histórica. Fuente IGN. ....	2
Figura 3: Croquis de la alternativa 1. Medidas propuestas.....	5
Figura 4: Croquis de la alternativa 2. Medidas propuestas.....	6
Figura 5: Ubicación de las presas. ....	7
Figura 6: Croquis de la alternativa 3.....	8
Figura 7: Croquis de la alternativa 4.....	9
Figura 8: Detalle del MDT de la alternativa 0.....	10
Figura 9: MDT de la alternativa 0. ....	11
Figura 10: Cuenca del río Andarax .....	13
Figura 11: Ejemplo de puente introducido. Puente viejo .....	14
Figura 12: Zona inundable de la alternativa 0.....	15
Figura 13: Zona inundable de la alternativa 1.....	16
Figura 14: Zona inundable de la alternativa 2.....	17
Figura 15: Zona inundable de la alternativa 3.....	18
Figura 16: Zona inundable de la alternativa 4.....	19
Figura 17: Superficie de alta peligrosidad Andarax, alternativa 0. ....	20
Figura 18: Superficie de alta peligrosidad Andarax, alternativa 1. ....	21
Figura 19: Superficie de alta peligrosidad Andarax, alternativa 2. ....	21
Figura 20: Superficie de alta peligrosidad Andarax, alternativa 3. ....	22
Figura 21: Superficie de alta peligrosidad Andarax, alternativa 4. ....	22
Figura 22: Puntos de especial importancia definidos dentro de la actuación. ....	26
Figura 23: Mapa de daños estimados. Alternativa 0 – T100.....	28
Figura 24: Daños por periodo de retorno, alternativa y uso.....	29
Figura 25: Salida gráfica representando la peligrosidad arriba y riesgo abajo en situación actual a la izquierda y a la derecha con la alternativa seleccionada (alternativa 2). ....	31
Figura 26: Gráfica de peligrosidad y riesgo para la alternativa 0, 1, 2, 3 y 4.....	32
Figura 27: Caracterización del THMF ponderado del río Andarax. ....	35
Figura 28: Mapa de clasificación del suelo procedente del Sistema de información urbana (SIU). Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana .....	41

Figura 29: Distribución de daños por sectores.....	49
--	----

## TABLAS

Tabla 1: Caudales punta para el río Andarax. Alternativa 0, 1 y 2. ....	12
Tabla 2: Caudales punta para el río Andarax. Alternativa 3 y 4 .....	12
Tabla 3: Caudales punta para el río Andarax calculados en el proyecto.....	12
Tabla 4: Superficies obtenidas para la zona de alta peligrosidad. ....	20
Tabla 5: Listado de puntos de especial importancia. ....	27
Tabla 6: Daños calculados por alternativa y periodo de retorno.....	27
Tabla 7: Resultados Estudio Rentabilidad de la actuación.....	29
Tabla 8: Resumen estudio rentabilidad.....	30
Tabla 9: Índice global de peligrosidad y riesgo.....	31
Tabla 10: Valores de precipitación y temperatura para datos históricos y para los escenarios RCP4.5 y RCP8.5 en el periodo 2041-2070.....	33
Tabla 11: Valores de precipitación y su influencia para los escenarios RCP4.5 y RCP8.5 en el periodo 2041-2070 .....	34
Tabla 12: Valor del efecto del cambio climático por la componente usos del suelo.....	34
Tabla 13: Valor global del efecto del cambio climático en la actuación .....	34
Tabla 14: Comparativa de calidad de MAS sin proyecto y con proyecto.....	36
Tabla 15: Comparativa de calidad de MASb sin proyecto y con proyecto.....	36
Tabla 16: Medidas de mitigación seleccionadas para las actuaciones estructurales de protección frente a inundaciones en Almería (Almería).....	37
Tabla 17: Propuesta de medidas de mejora hidromorfológica para las actuaciones estructurales de protección frente a inundaciones en Almería (Almería).....	37
Tabla 18: Descripción del medio .....	38
Tabla 19: Tramitación actual .....	38
Tabla 20: Población afectada para la situación actual y alternativa seleccionada (habitantes).....	40
Tabla 21: Mejora sobre la población afectada (%).....	40
Tabla 22: Administraciones competentes.....	42
Tabla 23: Objetivos de Desarrollo Sostenible conseguidos con el proyecto.....	44
Tabla 24: Indicadores hidromorfológicos.....	50
Tabla 25: Indicadores sobre los objetivos ambientales y su cumplimiento.....	51

## 1. Marco general de la actuación

El ámbito de esta actuación se sitúa en término municipal de Almería, en la provincia de Almería (Andalucía). El cauce estudiado es el río Andarax, concretamente el tramo final desde aguas abajo del municipio de Pechina y la desembocadura en el mar Mediterráneo.



Figura 1: Ámbito de la actuación. Fuente MTN25 IGN.

Esta actuación se incluye está declarada obra general del Estado según la Ley 10/2001, del PHN, dentro del Anexo II como “Encauzamiento del río Andarax”.

El ámbito de estudio pertenece al ARPSI ES060\_ARPS\_0115. El cauce está clasificado como masa de agua: MAS ES060MSPF0641060Z “Bajo Andarax”. La masa de agua subterránea presente en el ámbito de actuación es la MASb ES060MSBT060-012 “Medio-Bajo Andarax”, que presenta un alto grado de conexión con la MAS.

La necesidad de esta actuación se debe a la situación de potencial riesgo de inundación de los terrenos periurbanos y agrícolas de la zona situados en el entorno de la ciudad de Almería, a pesar de que este tramo se encuentra parcialmente encauzado en la actualidad. Entre otros usos del suelo se encuentran los dedicados a cultivos, la zona de la feria, polígonos industriales y los barrios próximos al cauce.

En el "Estudio de Soluciones para la terminación del encauzamiento del río Andarax (Almería)" elaborado por la Dirección General del Agua en septiembre de 2014, se analizaron ya una serie de medidas que disminuían el riesgo de inundación.

Para consultar más datos generales de la caracterización sobre peligrosidad y riesgo de la ARPSI y sobre los datos de presiones, impactos y objetivos ambientales de la masa de agua se puede consultar el [Apéndice 6.3.1. Informe de la actuación](#) y el [Apéndice 6.3.5. Protocolo y efectos sobre los objetivos ambientales de las masas de agua afectadas por la actuación](#).

## 2. Antecedentes

El río Andarax es un río mediterráneo en el que existe gran variación de caudal entre los episodios de avenida y los periodos de sequía. La expansión urbanística vivida en ambas márgenes ha conllevado un aumento de la vulnerabilidad en los últimos años de manera muy significativa.



Figura 2: Evolución histórica. Fuente IGN.

Como inundaciones históricas registradas en el Catálogo Nacional de Inundaciones Históricas, aparecen las ocurridas en los años 1926, 1927, 1970, 1972, 1982, 1989, 1994, 1996, 1997, 2000, 2007. Por otro lado, en el "Estudio de Soluciones para la terminación del encauzamiento del río Andarax (Almería)" se destacan como de especial importancia las acontecidas en septiembre de 1829, septiembre de 1830, octubre de 1871, octubre de 1879, septiembre de 1891 y octubre de 1973. A éstas cabría añadir los desbordamientos puntuales ocurridos en 2015.

Existen varios proyectos de encauzamiento desde 1803 realizándose distintas obras de protección a lo largo de la historia. En el año 2006 comenzaron las obras del encauzamiento con un caudal de diseño de  $3.600 \text{ m}^3/\text{s}$ .

En los últimos años, destacan los trabajos realizados por el CEDEX "Ensayo en modelo reducido del encauzamiento del río Andarax. Almería" (2008) y el "Estudio en modelo reducido del encauzamiento del río Andarax. Variante al proyecto" (2009). En el primer trabajo se recogieron las siguientes conclusiones:

- El muro de cierre de la margen derecha en el origen del encauzamiento, tiene una cota inferior a la necesaria para evitar los vertidos sobre él.

- En los perfiles transversales obtenidos, se observan grandes erosiones tras el paso de las avenidas.
- Las sedimentaciones registradas son de menor entidad que las erosiones, pero los saltos 1, 3, 4, y 5 quedan parcialmente cubiertos.
- Se producen vertidos sobre los cajeros en numerosos puntos, destacando especialmente la zona de El Puche y el Salto 3.
- El funcionamiento de las cadenas de fijación de rasante no es satisfactorio.
- La sección bajo el puente de la carretera de Cabo de Gata es insuficiente para el paso de la avenida.
- En el tramo final se produce un basculamiento que origina erosiones en el lecho.

Teniendo este trabajo como antecedente, se elaboró el “Estudio en modelo reducido del encauzamiento del río Andarax. Variante al proyecto” (2009) donde se realizaron distintas soluciones de protección. Tras estos trabajos se concluyó:

- El principal problema planteado en el estudio son los condicionantes geométricos existentes al estar la obra en ejecución durante el periodo de ensayos. La solución propuesta consiste básicamente en protecciones de escollera, que además disminuyen notablemente las erosiones registradas tras el paso de la avenida. Aunque controladas, siguen siendo significativas y parecen no afectar a la seguridad de la obra.
- Las sedimentaciones registradas, son de menor entidad que las erosiones, aunque, en general, aumentan con el paso de la segunda avenida.
- Se ha registrado la envolvente de la lámina de agua recreciendo los cajeros del encauzamiento, observándose importantes sobreelevaciones sobre la cota inicial.
- A la vista del funcionamiento inadecuado de las cadenas de fijación de rasante, y dado que la primera de ellas se encontraba prácticamente construida, se ha procedido a proteger la primera cadena con escollera y a eliminar la segunda.
- Como se observó que la sección bajo el Puente de la Carretera de Cabo de Gata es insuficiente se ha protegido con escollera a 1 m por debajo de la cota de rasante.
- En el tramo final del encauzamiento se produce un basculamiento originando una erosión general del lecho partiendo dos puntos fijos: dique en la desembocadura y la protección del Puente de la Carretera de Cabo de Gata.

Considerando que la obra está ejecutada, no pudiéndose modificar el encauzamiento ni en planta ni en alzado, se proponen las siguientes recomendaciones:

- Proteger el pie de las secciones con escollera para evitar las erosiones próximas a los cajeros del encauzamiento.
- Proteger con escollera la cimentación de los puentes y proteger las pilas frente a los impactos que la escollera pudiese producir.
- Recreer los muros en las zonas donde se producen vertidos.
- Crear un punto fijo al final del encauzamiento con un dique en la desembocadura que disminuya la erosión general del tramo, comprobando su estabilidad desde la perspectiva marítima.

- Mantener limpia de vegetación la zona de desembocadura para evitar un aumento de los niveles.

Finalmente, en 2014, desde la Dirección General del Agua, se realizó el "Estudio de Soluciones para la terminación del encauzamiento del río Andarax (Almería)".

Para consultar más datos generales se puede consultar el [Apéndice 6.3.1. Informe de la actuación](#) y el [Apéndice 6.3.5. Protocolo y efectos sobre los objetivos ambientales de las masas de agua afectadas por la actuación](#).

### 3. Descripción de las alternativas

En primer lugar, se ha procedido al estudio de la situación actual del río Andarax denominándose como **alternativa 0**. La propuesta de alternativas estudiada se basa en los trabajos antecedentes y en especial en el "Estudio de Soluciones para la terminación del encauzamiento del río Andarax (Almería)" elaborado por la Dirección General del Agua en septiembre de 2014.

Las medidas estructurales propuestas en el estudio de referencia se centran en dos alternativas. Por un lado, se ha evaluado una solución que aumente la capacidad del encauzamiento existente hasta niveles de avenida correspondientes al período de retorno 500 años o 100 años y, por otro lado, se plantean otras soluciones que reduzcan el caudal punta, laminándolo, mediante la construcción de varias presas. Esta segunda actuación incluye también una mejora del encauzamiento existente para poder evacuar el caudal alterado de 500 años de periodo de retorno. Dicho caudal en régimen alterado es semejante al de 200 años de periodo de retorno en régimen natural.

De esta forma se han planteado 4 alternativas que tratan de simular las distintas soluciones de forma estructurada, permitiendo así evaluar las medidas expuestas.

La **alternativa 1** representa las actuaciones de recrecimiento de muros y cajeros y la realización de motas de defensa que se plantean en el "Estudio de Soluciones para la terminación del encauzamiento del río Andarax (Almería)", así como la sustitución del puente de la carretera AL-3202.

El período de retorno para el cual se diseña esta alternativa es de 500 años.

En esta alternativa se propone el recrecimiento generalizado de los muros de los cajeros del encauzamiento existente según las siguientes mediciones:

- Aproximadamente 5.285 m de longitud en la margen izquierda con alturas entre 1 y 4 m.
- En la margen derecha 5.275 m de longitud de recrecimiento de los muros con alturas de entre 0,5 a 3 m.

Además, se plantea la ampliación por la margen derecha del puente de la carretera AL-3202 mediante la apertura de un nuevo vano por la margen derecha de 34 m de anchura y 1 m de altura media. Por otro lado, se incluye la adecuación del muro transversal existente de la margen derecha al inicio de la actuación a modo de embocadura hacia el encauzamiento.

Se ha considerado un resguardo de 0,5 m en las mediciones de alturas de muros propuestas.



Figura 3: Croquis de la alternativa 1. Medidas propuestas.

La **alternativa 2** consiste en disminuir el nivel de protección al periodo de retorno de 100 años. Las actuaciones previstas consisten en el recrecimiento de muros y cajeros existentes y la construcción de motas de defensa para proteger frente a las inundaciones. En esta alternativa se propone el recrecimiento generalizado de los muros que forman el cajero del encauzamiento existente según las siguientes mediciones:

- En la margen izquierda suponen unos 3.745 m de longitud con alturas que varían entre 0,5 y 2,5 m.
- En la margen derecha una longitud de 5.405 m con alturas que varían también entre 0,5 y 2,5 m.

Además, al igual que en la alternativa 1, se plantea la ampliación de la capacidad de desagüe del puente de la carretera AL-3202, mediante la apertura de un nuevo vano por la margen derecha de 34 m de anchura y 1 m de altura media. Por otro lado, se adapta el muro existente transversal en la margen derecha al inicio de la actuación, para recoger las aguas desbordadas impidiendo así que fluyan hacia la zona industrial y feria de Almería. Esta adaptación, al ser muro transversal al flujo se diseña para un periodo de retorno de 500 años. Se considera 0,5 m de resguardo para las mediciones estimadas.



Figura 4: Croquis de la alternativa 2. Medidas propuestas.

La **alternativa 3** plantea la reducción de los caudales entrantes a la zona de estudio mediante la construcción de tres presas de laminación más el recrecimiento parcial de los muros del cajero del encauzamiento existente. Las coordenadas ETRS89 H30 de las presas propuestas y sus características geométricas son las siguientes:

- Presa 1, sobre la rambla de Tabernas. Coordenadas: X 550.855,95 m, Y 4.099.382,60 m. Predimensionamiento: 42 m de altura sobre el cauce y 216 m de longitud de coronación. Órganos de desagüe: 1 desagüe de fondo de 4 m de diámetro y 5 desagües intermedios de 4 m de diámetro.
- Presa 2, sobre la rambla de Tabernas. Coordenadas: X 547.284,07 m, Y 4.094.620,09 m. Predimensionamiento: 32 m de altura sobre el cauce y 284 m de longitud de coronación. Órganos de desagüe: 1 desagüe de fondo de 4,7 m de diámetro y 5 desagües intermedios de 4,7 m de diámetro.
- Presa 3, sobre el río Andarax. Coordenadas: X 522.294,67 m, Y 4.094.316,79 m. Predimensionamiento: 51 m de altura sobre el cauce y 328 m de longitud de coronación. Órganos de desagüe: 3 desagües de fondo de 4,2 m de diámetro y 1 desagüe intermedio de 4,2 m de diámetro.

El objetivo de estas presas es reducir el caudal de entrada al encauzamiento de la avenida de período de retorno de 500 años almacenando dicha avenida. Se obtiene un nivel de protección aguas abajo de Q500 en régimen alterado, cuyo valor se asemeja al Q200 en régimen natural (también considerando los valores de caudales punta de la Junta de Andalucía).

Por otro lado, se propone el recrecimiento parcial de los muros del cajero del encauzamiento existente en los tramos necesarios para evitar desbordamientos de la avenida laminada de período de retorno 500 años. Las alturas de estos muros varían entre 0,5 m y 3 m y la longitud, en la margen izquierda es de 4600 m y en la derecha es de 4690 m.

Se ha considerado un resguardo de 0,5 m.

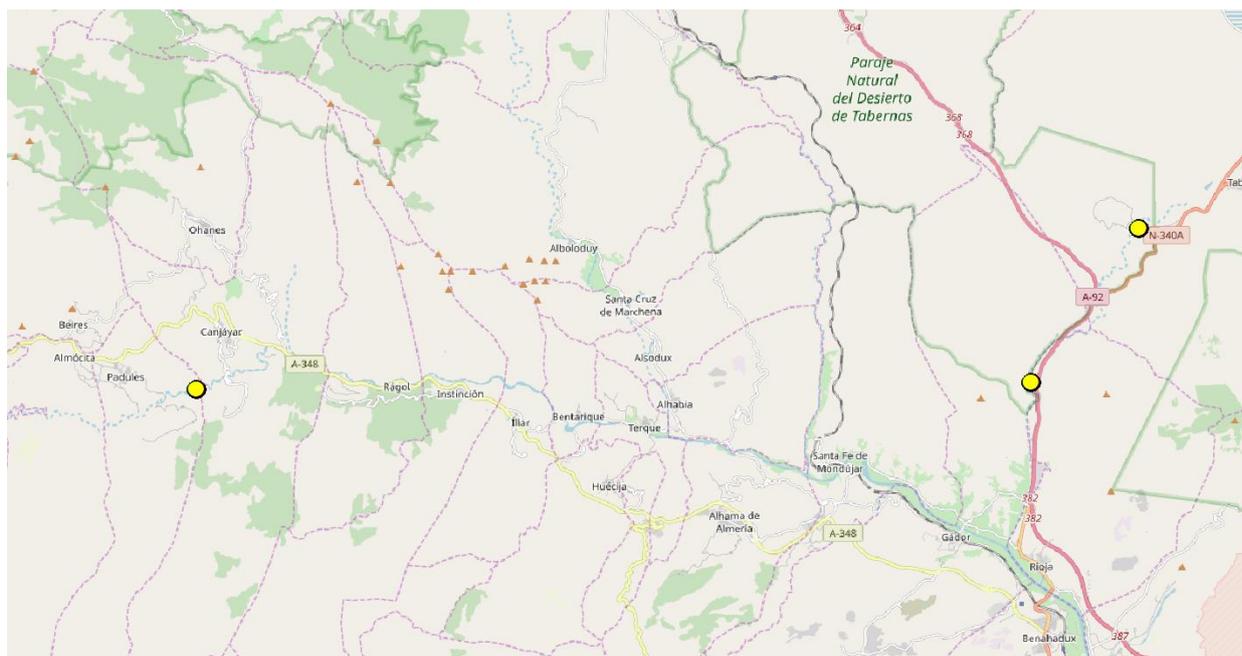


Figura 5: Ubicación de las presas.



Figura 6: Croquis de la alternativa 3.

Por último, la **alternativa 4** considera la construcción de las mismas presas que para la alternativa 3 pero se modifica el encauzamiento proyectado. Se propone el recrecimiento parcial de los muros del cajero del encauzamiento existente en los tramos pertinentes para evitar desbordamientos para la avenida laminada de período de retorno 100 años. De esta forma se reduce el periodo de retorno de protección frente a la alternativa 3 de 500 años a 100 años de periodo de retorno.

Las alturas de los muros varían entre 0,5 m a 2,5 m y las longitudes son de 4.055 m para la margen izquierda y 4.335 m para la derecha.

La adecuación del muro transversal de la margen derecha al inicio de la actuación se dimensiona igualmente que en la alternativa 3 para periodo de retorno de 500 años.

De igual modo que para el resto de alternativas, se ha considerado 0,5 m de resguardo en las mediciones de altura de muros estimadas.

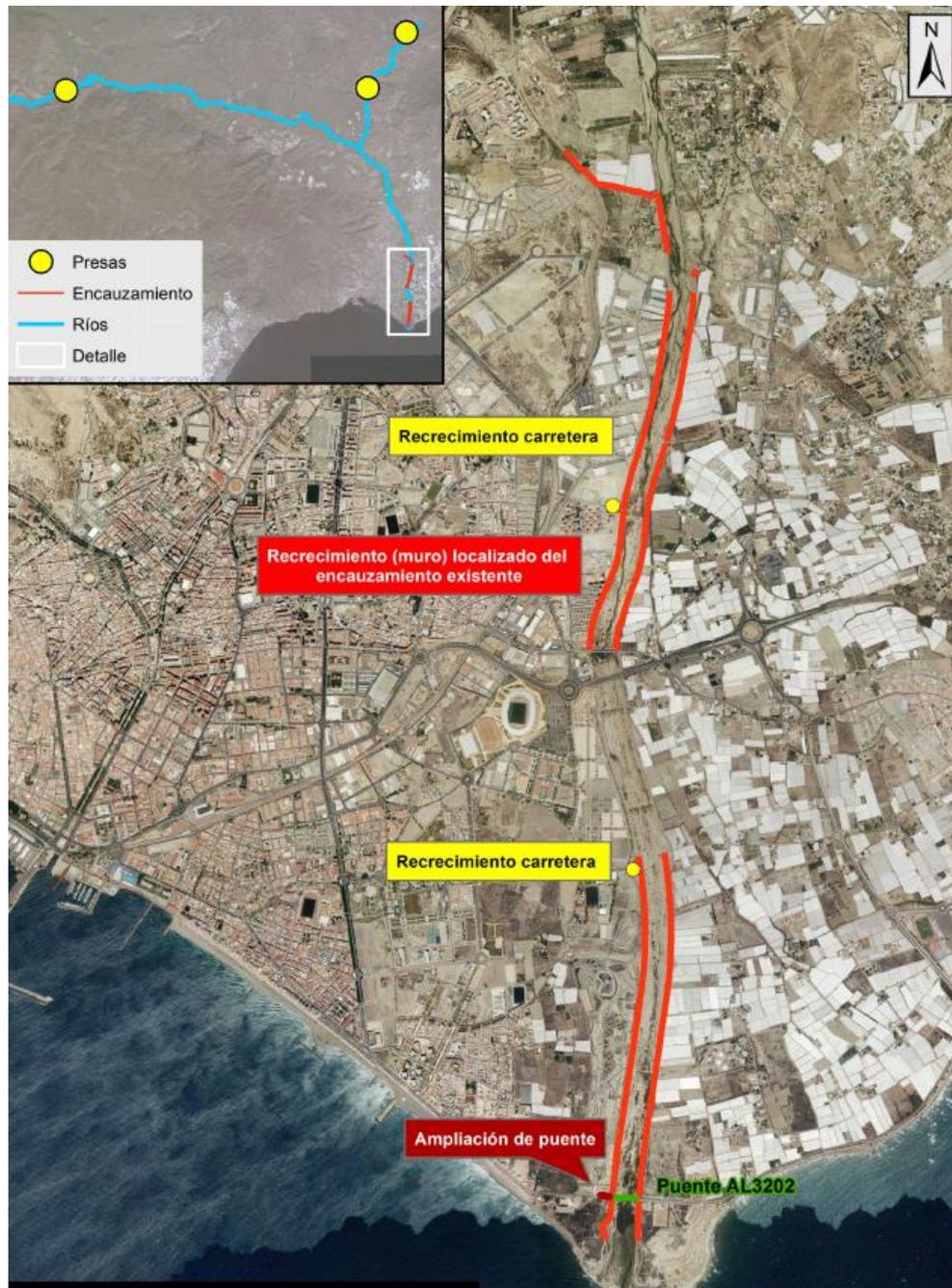


Figura 7: Croquis de la alternativa 4.

Para más información sobre las alternativas se puede consultar el [Apéndice 6.3.3. Informe hidráulico de la actuación](#). En este informe se incluye el estudio hidrológico y de laminación según los desagües considerados en cada presa, en número y posición. Para identificar cual es la mejor solución de laminación posible, en esta actuación se han analizado 5 alternativas hidrológicas, tal y como se explica en el citado apéndice y en el punto 6 “Análisis hidrológico de cada alternativa”.

## 4. Definición del área afectada

En la definición del área afectada se han considerado varios criterios: la longitud del tramo ARPSI y de la masa de agua (cuando procede), la zona inundable de 500 años de periodo de retorno del tramo ARPSI y los posibles daños importantes, o necesarios de considerar fuera del ámbito ARPSI pero ligados a las zonas inundables existentes o claramente vinculados, y el terreno ocupado por la obra.

En este caso, la obra es periurbana y centrada en el río Andarax, por lo que resultan más limitantes el resto de factores. El área se extiende al del modelo hidráulico del tramo ARPSI correspondiente. El área estudiada comprende 1.958 ha y 9,5 km de cauce.

En el [Apéndice 6.3.11. Planos de la actuación](#), plano 6.3.0. *Ámbito de la actuación*, se muestra la citada área afectada.

## 5. Modelos digitales del terreno

El MDT de la situación actual (**alternativa 0**) se ha elaborado a partir del vuelo LIDAR del PNOA de 2014. Los datos LAS proceden del IGN, cuentan con una precisión altimétrica de 20 cm y una densidad mínima de 0,5 puntos/m<sup>2</sup>. El MDT generado a través de estos ficheros se ha modificado en función de los datos existentes.

Una de las correcciones realizadas sobre el MDT se ha apoyado en el “Estudio de Soluciones para la terminación del encauzamiento del río Andarax (Almería)”. En este estudio, el “Anejo N<sup>o</sup>2: Topografía y Cartografía”, indica que se ha generado una cartografía del cauce a escala 1:1.000 con equidistancia entre curvas de nivel de 1 metro a partir de los datos tomados en campo, levantamientos topográficos, perfiles transversales, ortofotos del PNOA más actualizadas y conjunto de nubes de puntos LIDAR. Esta zona de cauce cartografiada se ha incorporado al MDT.

Además, se ha añadido al MDT el dique transversal existente de la margen derecha, al comienzo del encauzamiento, cuya altura media es de 2 m y se ha corregido el MDT a partir de las imágenes 3D de Google de 2019, en especial los muros y zonas de encauzamiento. Finalmente, se ha procedido a una depuración del MDT en la zona de invernaderos eliminándolos del modelo.

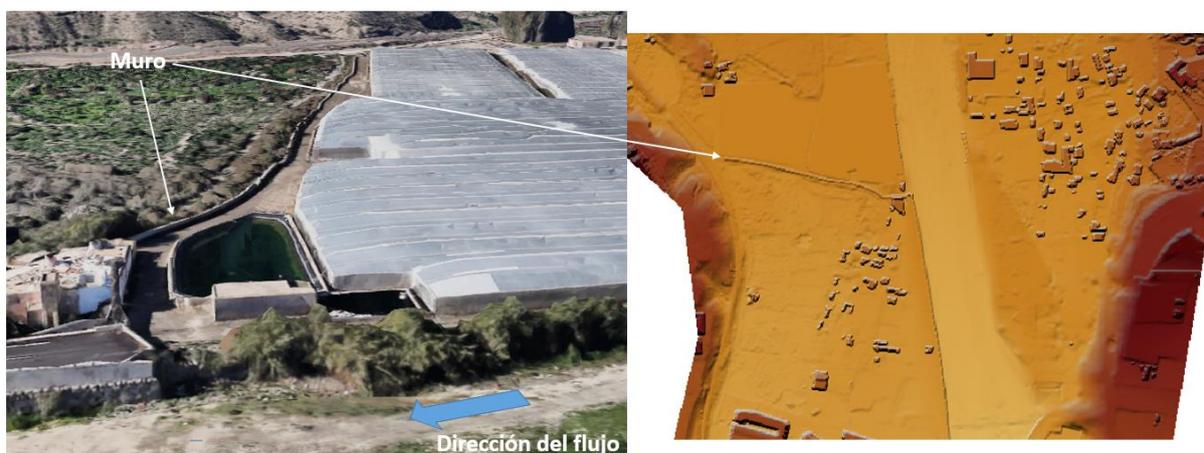


Figura 8: Detalle del MDT de la alternativa 0.

El MDT resultante tiene un tamaño de celda de 2 m y cuenta con la representación de los edificios.



Figura 9: MDT de la alternativa 0.

Los MDT de las **alternativas 1, 2, 3 y 4** se han obtenido a partir del generado en la alternativa 0, al cual se han incorporado todos los detalles implícitos en las obras descritas de cada alternativa. Las medidas adoptadas y representadas en los MDT agrupan recrecimiento de muros, nueva construcción de muros y ampliación del puente de la AL-3202. Los MDT resultantes tienen un tamaño de celda de 2 m.

Los MDT para cada alternativa han sido modificados para cumplir los objetivos de nivel de protección que cada actuación. Es decir, para transportar el caudal de diseño correspondiente a cada alternativa. Por ello, la longitud y altura de muros varía en función del periodo de retorno de diseño.

## 6. Análisis hidrológico de cada alternativa

El valor de los caudales punta para la **alternativa 0** fue facilitado por la Junta de Andalucía y corresponden a los calculados para la delimitación de las zonas inundables estudiadas en el SNCZI.

La determinación del hidrograma en cada subcuenca se llevó a cabo mediante el modelo HMS utilizando el método del hidrograma unitario triangular. Este es un método basado en un hidrograma unitario adimensional propuesto por el SCS, ampliamente utilizado en cuencas no aforadas.

Para el tránsito de caudales se ha utilizado el método hidrológico de Muskingum. Este método computa tanto el traslado de la onda de avenida como su atenuación, más o menos pronunciada según las características del cauce (en particular, su capacidad de almacenamiento). Para más información, se puede consultar el "Anejo Nº4: Estudio Hidrológico" del "Estudio de Soluciones para la terminación del encauzamiento del río Andarax (Almería)".

Para la **alternativa 1 y 2** se mantienen los caudales de la situación actual.

Cauce	Q10 (m <sup>3</sup> /s)	Q100 (m <sup>3</sup> /s)	Q500 (m <sup>3</sup> /s)
Río Andarax (alternativas 0, 1 y 2)	1.266	3.221	5.491

Tabla 1: Caudales punta para el río Andarax. Alternativa 0, 1 y 2.

Para la **alternativa 3 y 4** estos caudales se ven disminuidos por el efecto de la laminación de las presas. Así, los hidrogramas alterados correspondientes a estas alternativas que incluyen presas fueron ajustados según un análisis de regulación realizado con el modelo HEC-HMS, de forma que como orden de magnitud se puede considerar que el caudal punta de T200 en régimen natural corresponde al de T500 en ésta, en régimen alterado. Como la laminación depende del número y cota de los desagües de las 3 presas se han estudiado hasta 5 alternativas hidrológicas para identificar la mejor solución. Los desagües de la primera alternativa hidrológica corresponden a la presentada en el Estudio de Soluciones. Para más información sobre las alternativas hidrológicas se puede consultar el [Apéndice 6.3.3. Informe hidráulico de la actuación](#).

Por tanto, para las alternativas de obra 3 y 4, los hidrogramas se han obtenido a partir del modelo hidrológico que reproduce los caudales punta del SNCZI proporcionados por la Junta de Andalucía, añadiendo las tres presas evaluadas y su mejor opción de desagües para la laminación. .

Cauce	Q10 (m <sup>3</sup> /s)	Q100 (m <sup>3</sup> /s)	Q500 (m <sup>3</sup> /s)
Río Andarax regulado (alternativa 3 y 4)	1.222	3.088	4.589

Tabla 2: Caudales punta para el río Andarax. Alternativa 3 y 4

En el "Estudio de soluciones para la terminación del encauzamiento del río Andarax (Almería)" se estudiaron, tal y como se ha mencionado, los caudales en régimen natural y alterado, siendo el valor del caudal punta el que se adjunta en la tabla siguiente:

Cauce	Q10 (m <sup>3</sup> /s)	Q100 (m <sup>3</sup> /s)	Q500 (m <sup>3</sup> /s)
Río Andarax	913	2.711	4.451
Río Andarax regulado	911	2.489	3.385

Tabla 3: Caudales punta para el río Andarax calculados en el proyecto.

Como se puede apreciar existe una diferencia significativa entre los caudales de proyecto y los caudales del SNCZI. Así, para el periodo de retorno de 500 años en régimen natural hay una diferencia de 1.040 m<sup>3</sup>/s y de 1200 m<sup>3</sup>/s en régimen alterado.

Para más información sobre los caudales se puede consultar el [Apéndice 6.3.3. Informe hidráulico de la actuación](#).

La cuenca del río Andarax tiene una superficie aportante de 2134,22 km<sup>2</sup>, una longitud de cauce de 57,30 km y un tiempo de concentración (método de Témez) de 14 h.



Figura 10: Cuenca del río Andarax

## 7. Modelo hidráulico

### 7.1. Situación actual. Alternativa 0

El modelo hidráulico bidimensional ha sido construido mediante el software Guad 2D, utilizando como MDT base el obtenido a partir del último vuelo LidAR disponible con las correcciones pertinentes realizadas (ver apartado 5). Mediante el MDT generado se ha realizado un mallado triangular de 15cm de error en altura.

La rugosidad se define a través de la clasificación de usos de suelo de la zona de estudio, obtenida mediante combinación cartográfica de las coberturas de usos (SIOSE y BTN/BCN) con las correcciones pertinentes mediante digitalización en base a la ortofotografía aérea de máxima actualidad (PNOA 2016). A cada uso de suelo de la capa resultante se le ha asignado un valor del número de Manning acorde con lo establecido en la “Guía Metodológica para el desarrollo del Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables”.

La rugosidad de la zona del cauce se ha modificado incorporando la rugosidad que se determinó en el “Estudio de soluciones para la terminación del encauzamiento del río Andarax (Almería)”, en el “Anejo Nº5: Estudio Hidráulico”.

Se han incluido en el modelo 9 puentes, 1 en la carretera A-1000, 4 en la autovía A-7, 1 en la carretera AL-3202, 1 en la carretera N-344, 1 en la carretera Níjar-La Cañada y el puente viejo en la carretera Campamento.

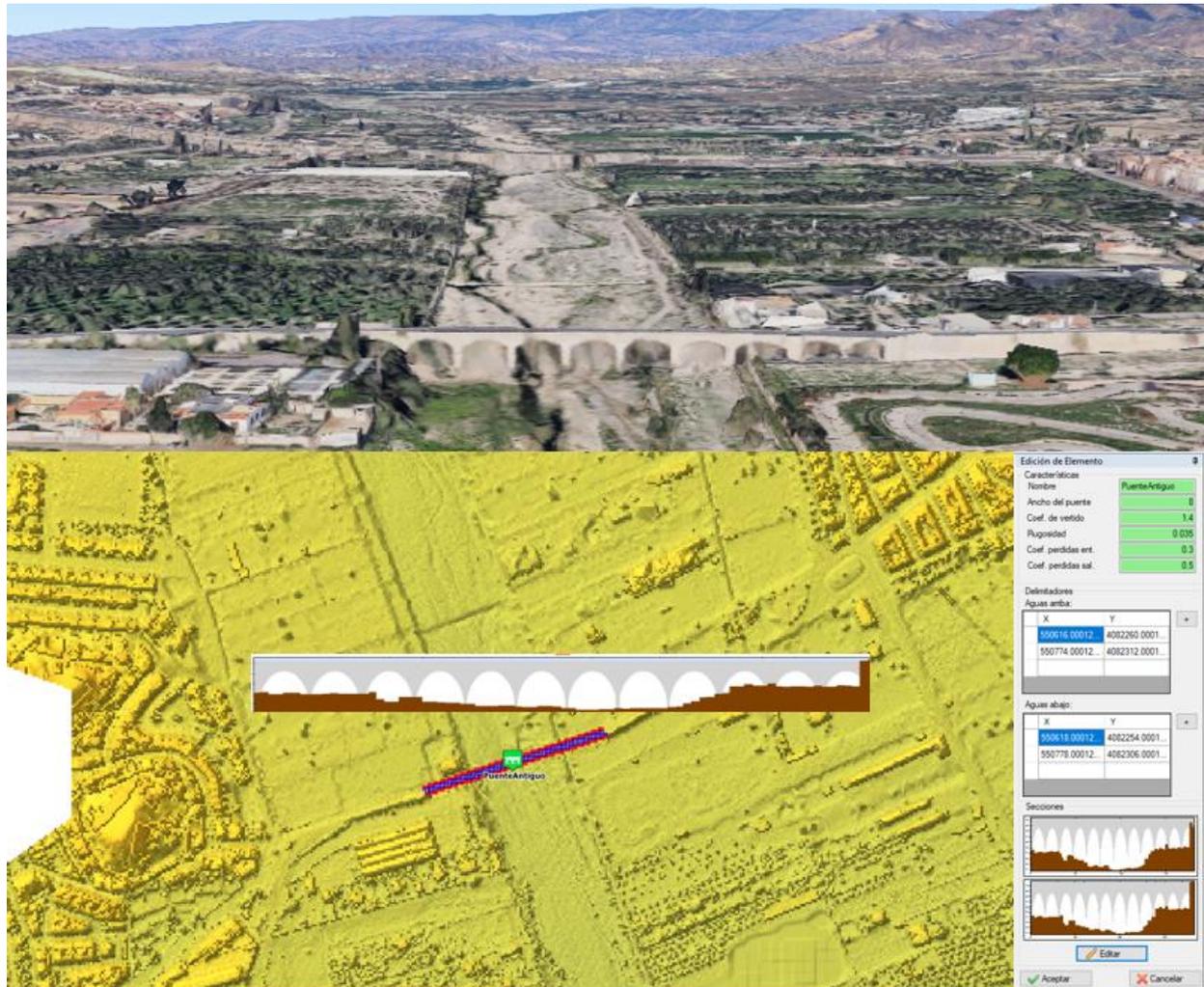


Figura 11: Ejemplo de puente introducido. Puente viejo

Como condición de contorno de entrada se han introducido unos hidrogramas simplificados (triangulares) correspondientes al río Andarax. Como condición de contorno de salida se ha alejado el estudio de la costa lo suficiente para introducir un nivel crítico.

Los resultados del modelo hidráulico se han comparado con los resultados del “Estudio de soluciones para la terminación del encauzamiento del río Andarax (Almería)”, mediante la comparación con datos de secciones obtenidas de los archivos de HEC-RAS disponibles en dicho estudio. También se ha comparado la zona inundable de 500 años de periodo de retorno obtenida con la calculada para el PGRI (1º ciclo).

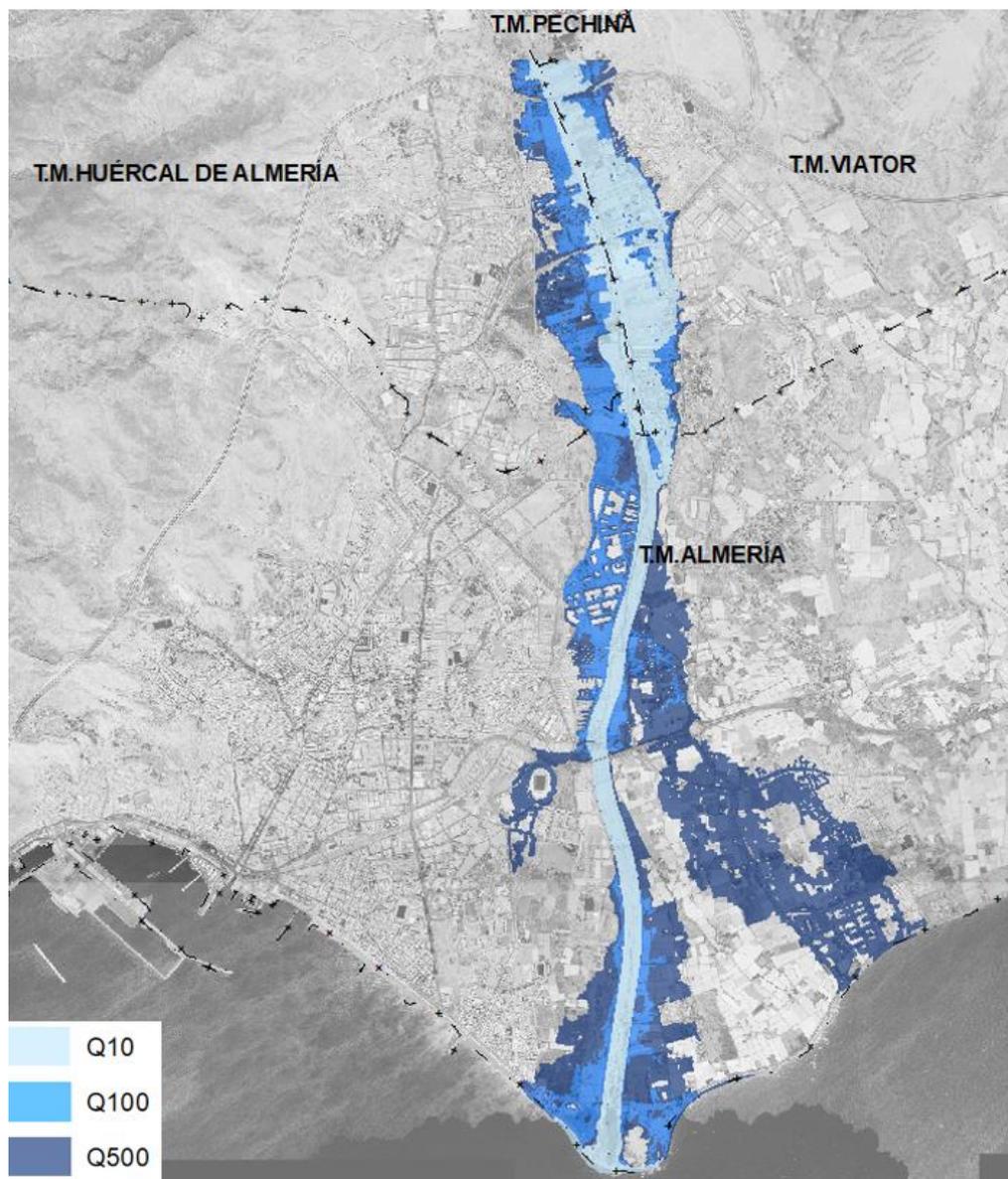


Figura 12: Zona inundable de la alternativa 0

Los croquis del modelo y detalles del mismo pueden consultar en el [Apéndice 6.3.3. Informe hidráulico de la actuación](#), alternativa 0. Para más información, se pueden consultar las zonas inundables resultado del cálculo hidráulico en el [Apéndice 6.3.11. Planos de la actuación](#), plano 6.3.1. *Zonas inundables de la situación actual*.

## 7.2. Alternativa 1

Utilizando como base el MDT generado para la alternativa 0, se ha generado un nuevo MDT que engloba las medidas incluidas en esta alternativa. Tal y como se ha descrito anteriormente, esta alternativa representa las actuaciones de recrecimiento de muros y cajeros y la realización de motas de defensa que se plantean en el “Estudio de Soluciones para la terminación del encauzamiento del río Andarax (Almería)”, así como la sustitución del puente de la carretera AL-3202.

Tanto la rugosidad como los caudales y la condición de contorno de salida se mantienen respecto a la alternativa 0.

En cuanto a las estructuras, se han modelizado 10 ya que se añade la ampliación del puente de la carretera AL-3202.

El período de retorno para el cual se diseña esta alternativa es de 500 años, por lo que las alturas de muros han sido definidas para la protección del caudal asociado a este periodo de retorno ( $5.491\text{m}^3/\text{s}$ ).

Los croquis del modelo y detalles del mismo pueden consultar en el [Apéndice 6.3.3. Informe hidráulico de la actuación](#), alternativa 1. Para más información, se pueden consultar las zonas inundables resultado del cálculo hidráulico en el [Apéndice 6.3.11. Planos de la actuación](#), plano 6.3.2. *Zonas inundables de la alternativa 1*.

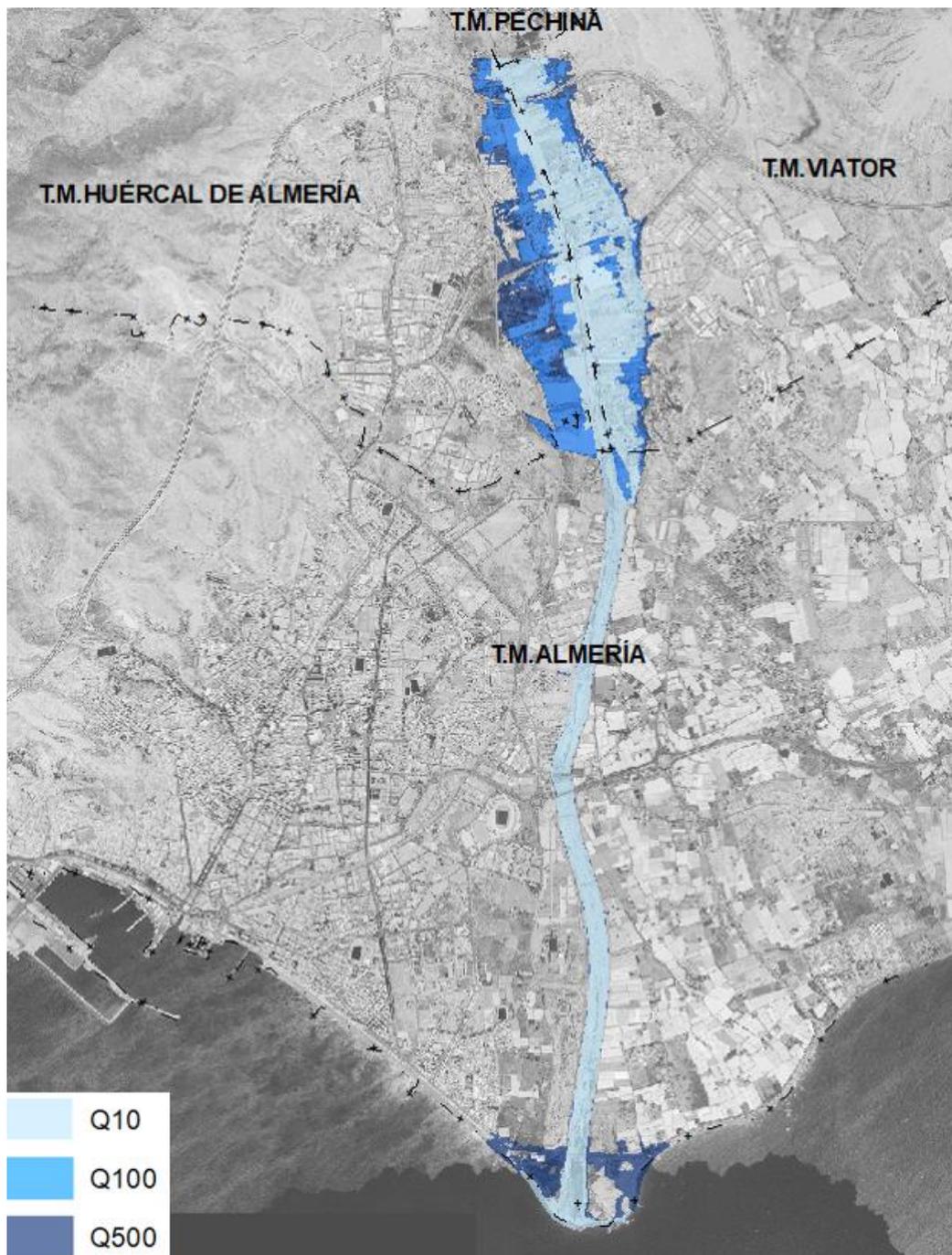


Figura 13: Zona inundable de la alternativa 1

### 7.3. Alternativa 2

Esta alternativa presenta una variante respecto a la alternativa 1, ya que se disminuye el nivel de protección al periodo de retorno de 100 años ( $3.221 \text{ m}^3/\text{s}$ ). De esta forma, el MDT de la alternativa 0 ha sido modificado incorporando las alturas de muro y cajeros descritos en las hipótesis que forman la alternativa, así como la ampliación del puente de la carretera AL-3202.

Tanto la rugosidad como los caudales se mantienen respecto a la alternativa 0.

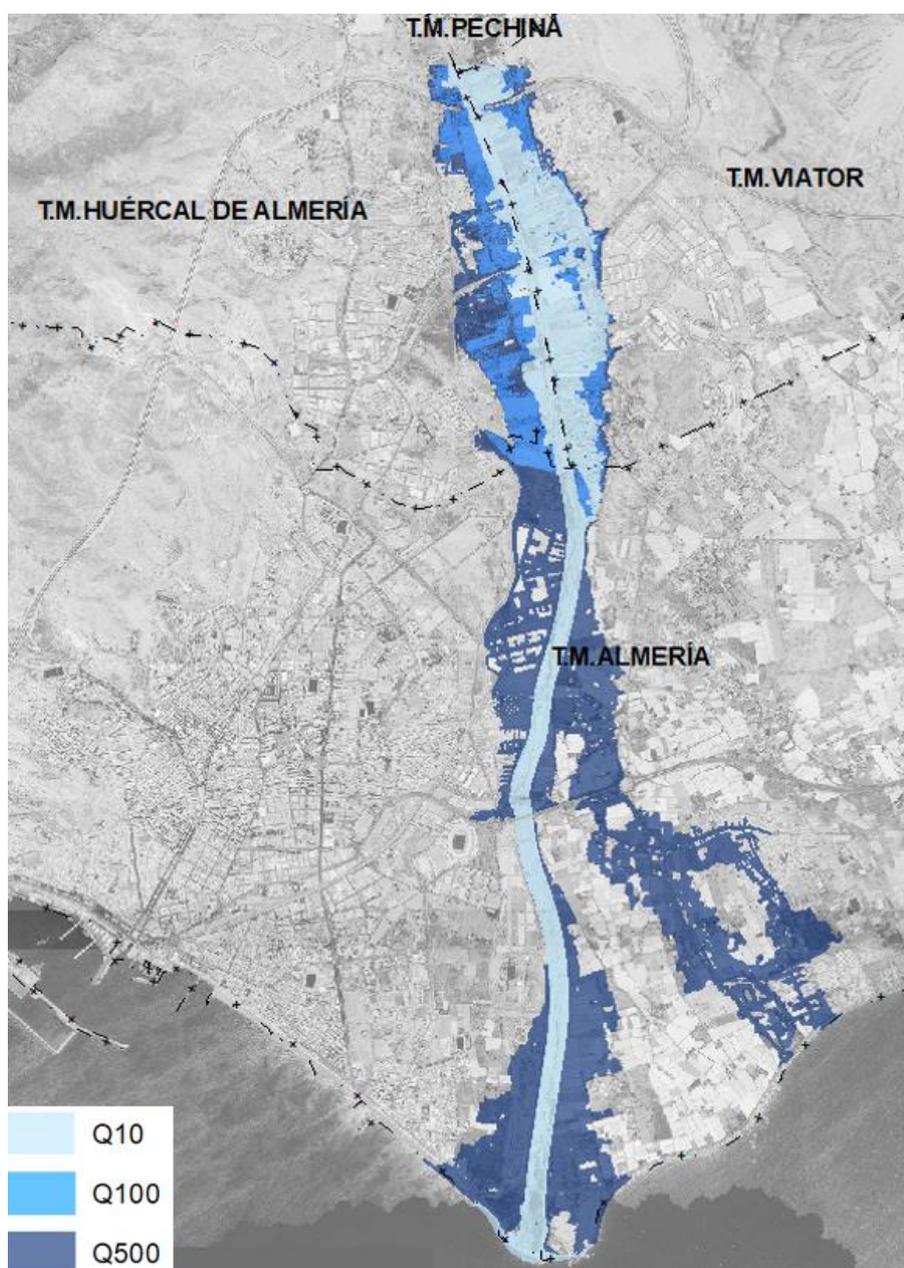


Figura 14: Zona inundable de la alternativa 2

Los croquis del modelo y detalles del mismo pueden consultar en el [Apéndice 6.3.3. Informe hidráulico de la actuación](#), alternativa 2. Para más información, se pueden consultar las zonas inundables resultado del cálculo hidráulico en el [Apéndice 6.3.11. Planos de la actuación](#), plano 6.3.3. Zonas inundables de la alternativa 2.

## 7.4. Alternativa 3

Esta alternativa supone la protección para el periodo de retorno de 500 años en régimen alterado (4.589 m<sup>3</sup>/s), con la construcción de 3 presas. Así, los caudales varían con respecto de las anteriores alternativas. El MDT ha sido modificado respecto a la alternativa 0 con el fin de cumplir el grado de protección según el caudal de diseño. De esta forma se han dispuesto los muros y cajeros necesarios citados en la descripción de la alternativa. La rugosidad y condición de contorno de salida permanecen sin cambios respecto al resto de alternativas. En cuanto a las estructuras modelizadas, ascienden a 10, como en las alternativas 1 y 2.

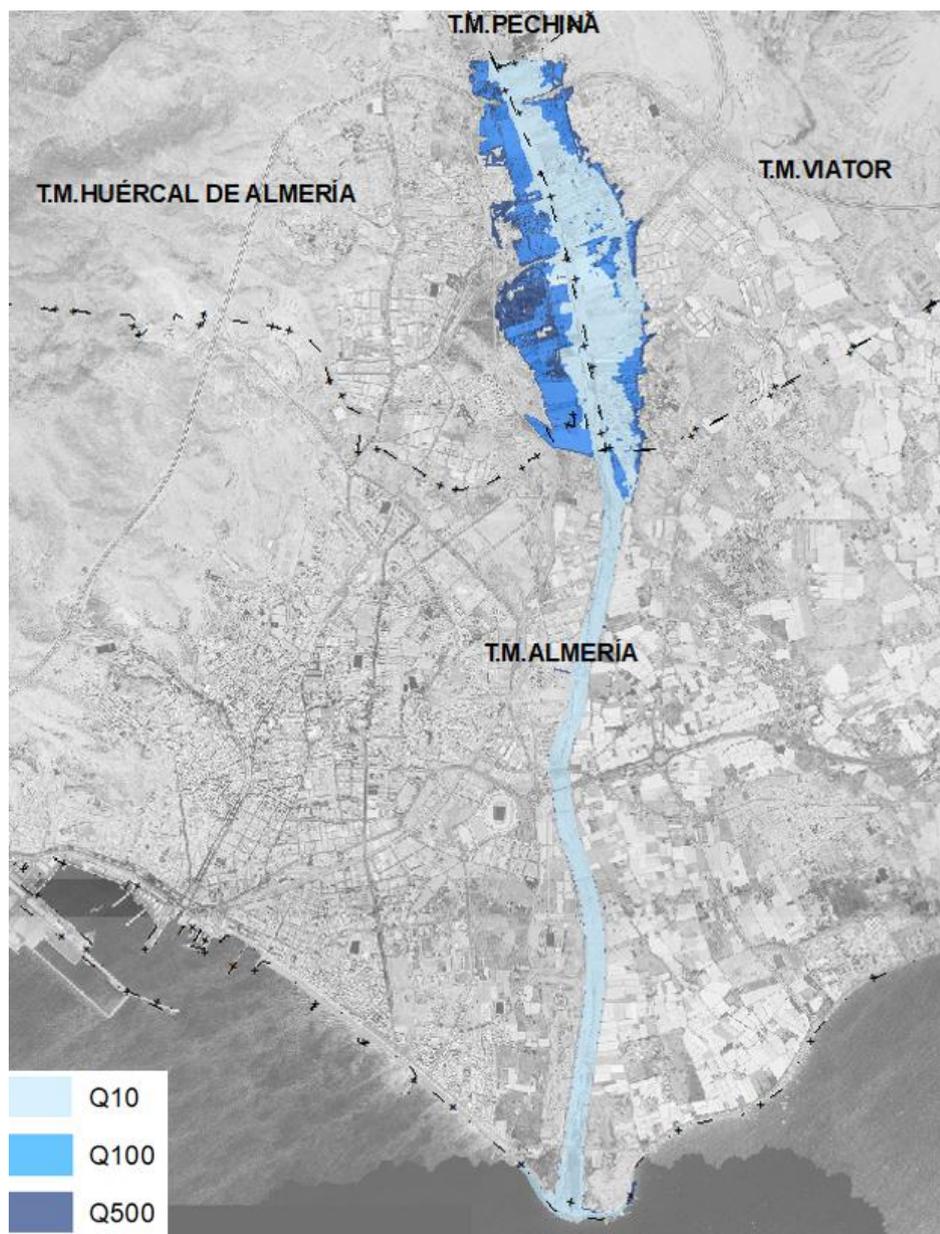


Figura 15: Zona inundable de la alternativa 3

Los croquis del modelo y detalles del mismo pueden consultar en el [Apéndice 6.3.3. Informe hidráulico de la actuación](#), alternativa 3. Para más información, se pueden consultar las zonas inundables resultado del cálculo hidráulico en el [Apéndice 6.3.11. Planos de la actuación](#), plano 6.3.4. *Zonas inundables de la alternativa 3.*

## 7.5. Alternativa 4

Esta alternativa es una variación de la alternativa 3 en la que se disminuye el periodo de retorno de protección a 100 años en régimen alterado, manteniendo la hipótesis de construcción de las tres presas. El MDT de la alternativa 0 ha sido modificando (incluyendo el recrecimiento de muros y cajeros del encauzamiento existente en los tramos que son necesarios para asegurar la protección para el periodo de retorno de 100 años ( $3.088\text{m}^3/\text{s}$ ). Para más información sobre la edición del MDT véase el apartado 5. La rugosidad, la condición de contorno de salidas y las 10 infraestructuras, se mantienen sin variaciones respecto del resto de alternativas.

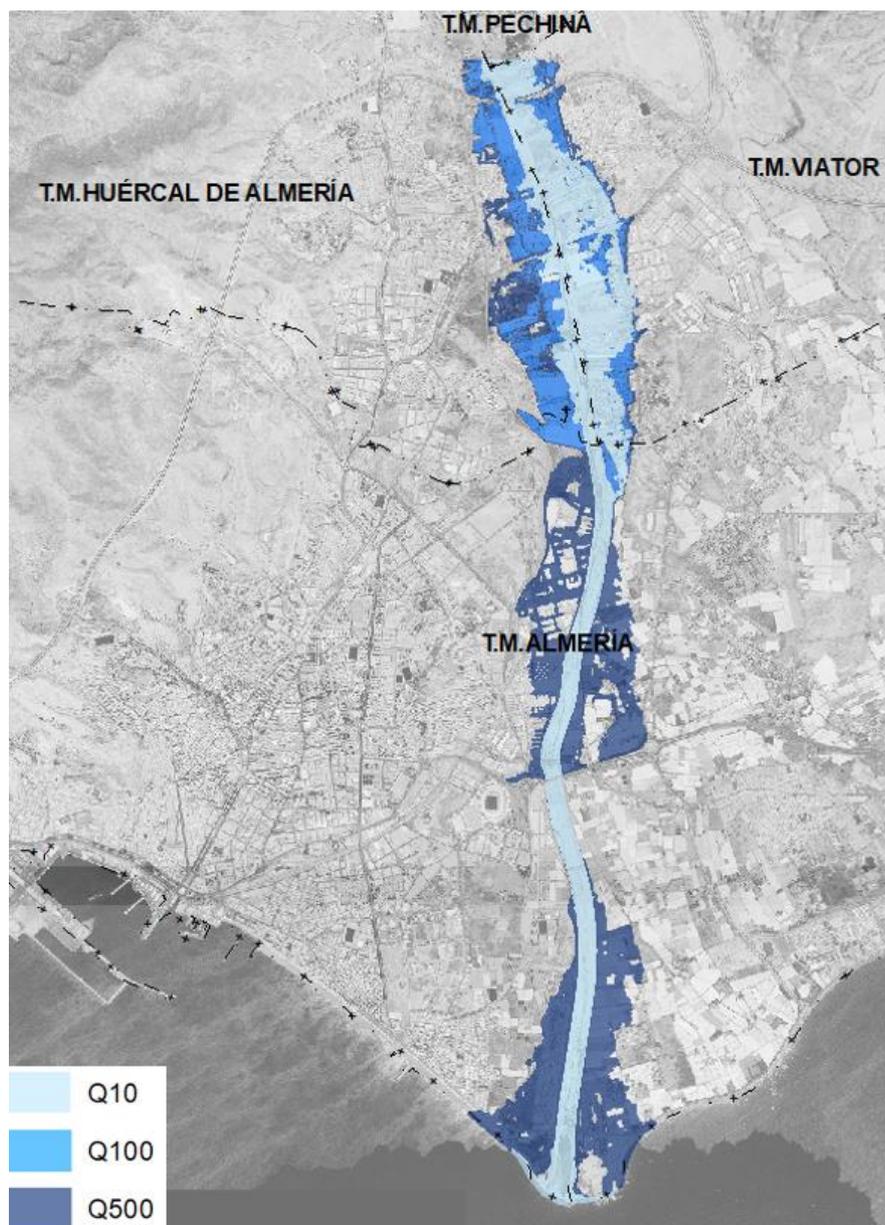


Figura 16: Zona inundable de la alternativa 4

Los croquis del modelo y detalles del mismo pueden consultar en el [Apéndice 6.3.3. Informe hidráulico de la actuación](#), alternativa 4. Para más información, se pueden consultar las zonas inundables resultado del cálculo hidráulico en el [Apéndice 6.3.11. Planos de la actuación](#), plano 6.3.5. [Zonas inundables de la alternativa 4](#).

## 7.6. Zona de alta peligrosidad

Tras el análisis de los resultados hidráulicos obtenidos, se ha procedido a calcular para cada periodo de retorno y alternativa, la zona de alta peligrosidad entendida como el área del territorio donde se da al menos una de las siguientes condiciones, descontando el área correspondiente al cauce natural o artificial de forma que se pueda analizar las mejoras que proporcionan las obras asociadas a cada una de las alternativas dentro de las zonas en las que se producen daños por inundaciones:

- Calado superior a 1 m.
- Velocidad mayor a 1 m/s.
- Producto de calado por velocidad es mayor de 0,5 m<sup>2</sup>/s.

Una vez calculado, se ha evaluado la superficie resultante para cada periodo de retorno y alternativa:

T (años)	Andarax Alt.0	Andarax Alt.1		Andarax Alt.2		Andarax Alt.3		Andarax Alt.4	
	Sup (m <sup>2</sup> )	Sup (m <sup>2</sup> )	% mejora						
<b>T10</b>	349.780	340.092	2,8	331.100	5,3	303.908	13,1	303.908	13,1
<b>T100</b>	1.843.076	1.500.076	18,6	1.504.988	18,3	1.461.000	20,7	1.461.000	20,7
<b>T500</b>	4.155.196	2.098.608	49,5	3.705.684	10,8	1.878.828	54,8	2.597.852	37,5

Tabla 4: Superficies obtenidas para la zona de alta peligrosidad.

A continuación, se muestra en las siguientes imágenes la zona de alta peligrosidad para el periodo de retorno de 100 años con el cauce incluido, según los criterios que indica el Reglamento del Dominio Público Hidráulico (Real Decreto 638/2016, de 9 de diciembre) para situación actual y alternativas 1, 2, 3 y 4:

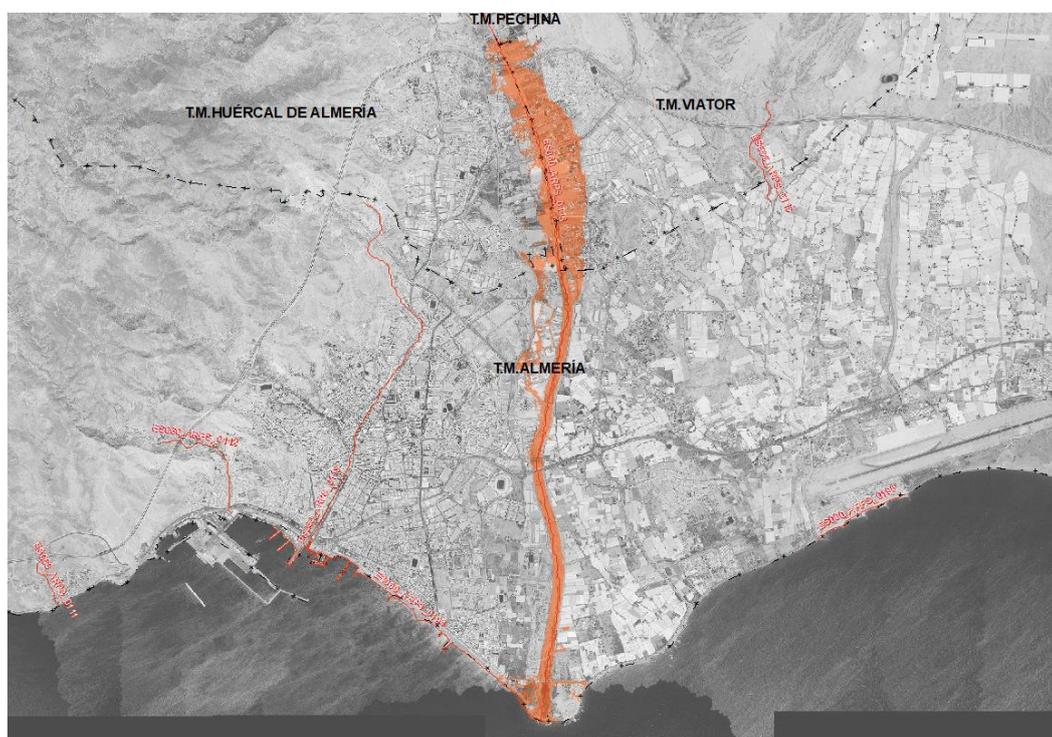


Figura 17: Superficie de alta peligrosidad Andarax, alternativa 0.

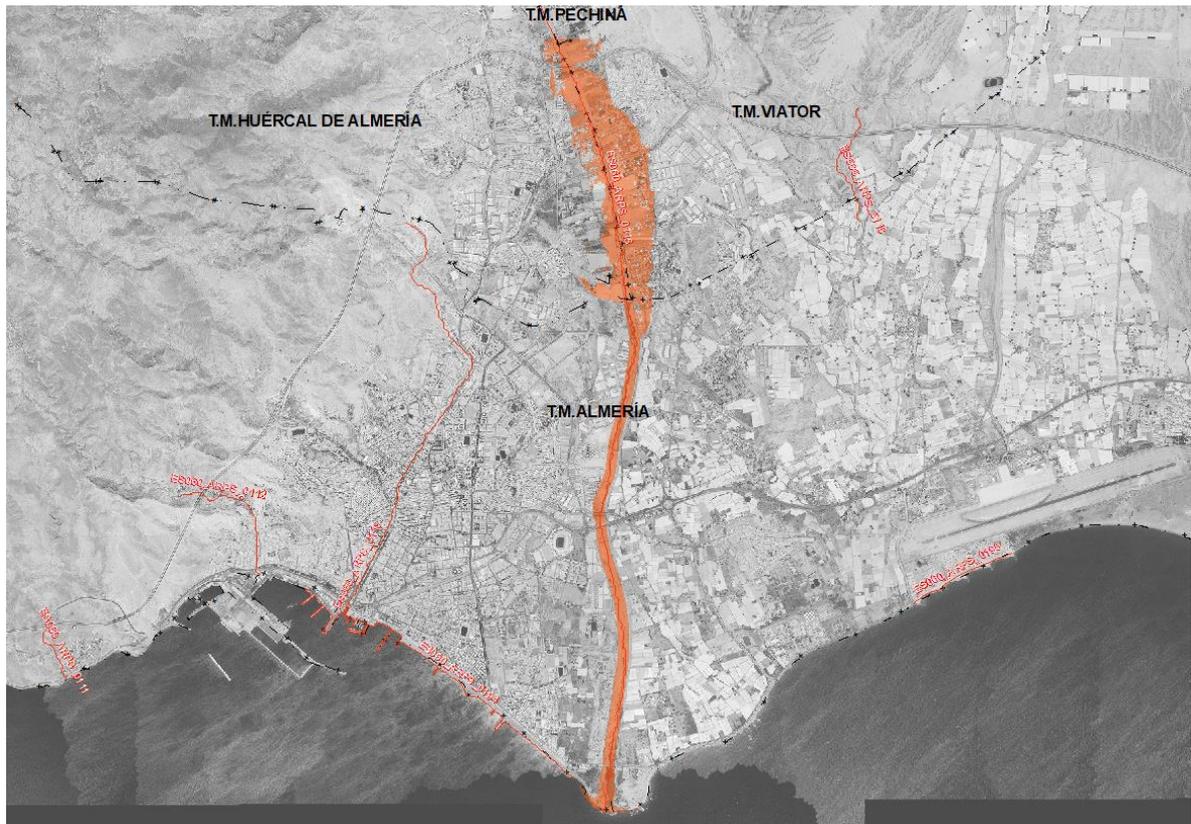


Figura 18: Superficie de alta peligrosidad Andarax, alternativa 1.

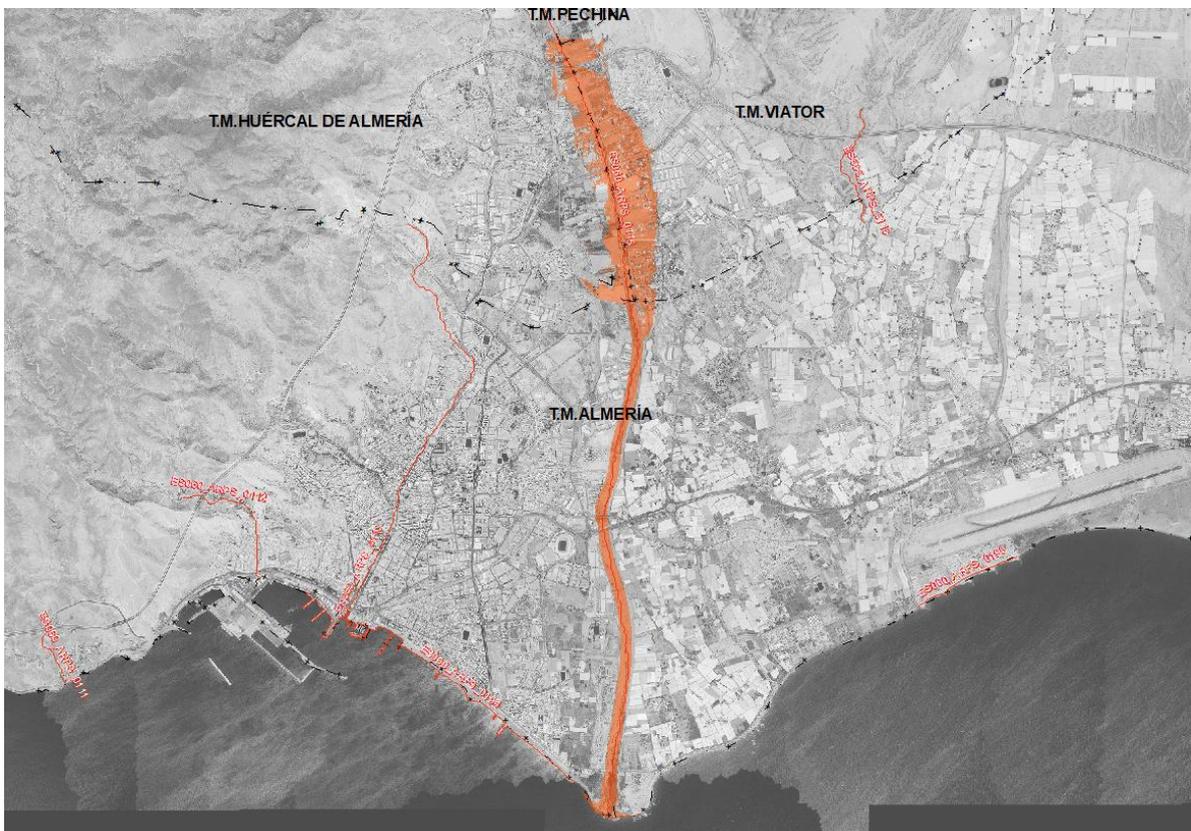


Figura 19: Superficie de alta peligrosidad Andarax, alternativa 2.

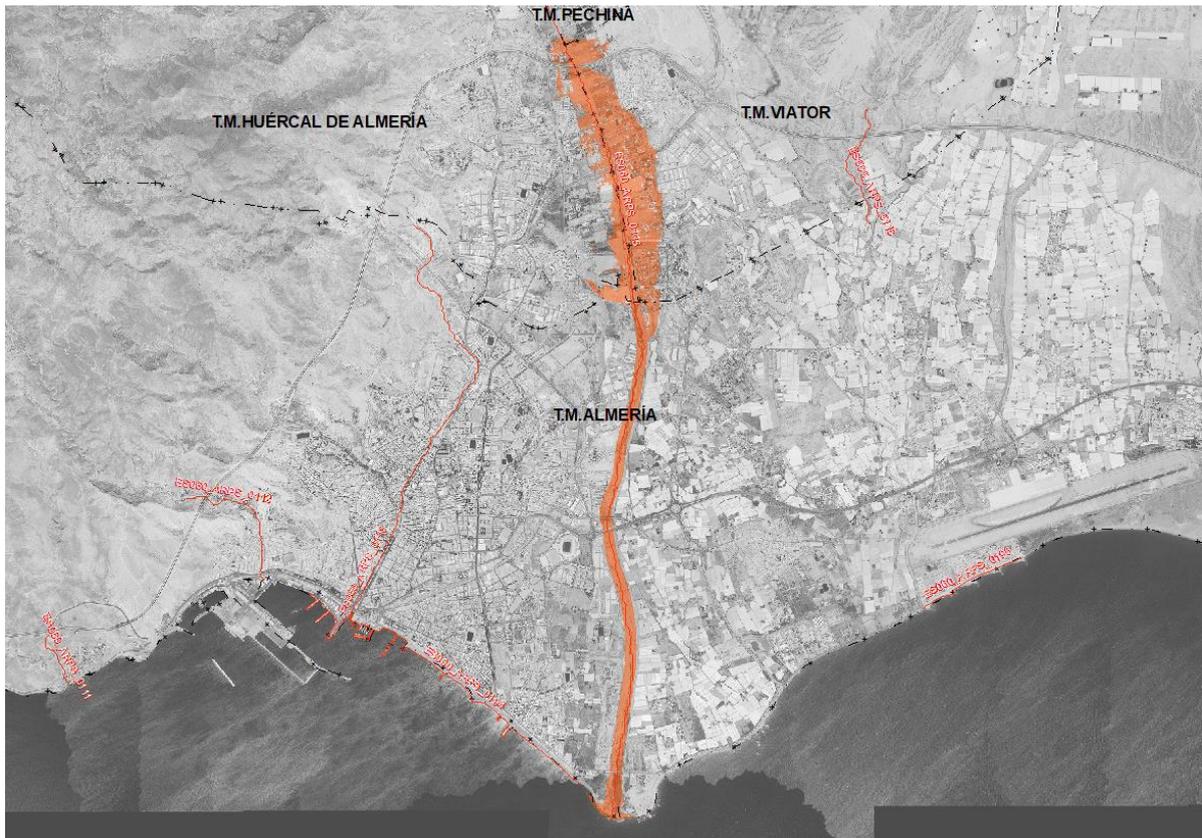


Figura 20: Superficie de alta peligrosidad Andarax, alternativa 3.

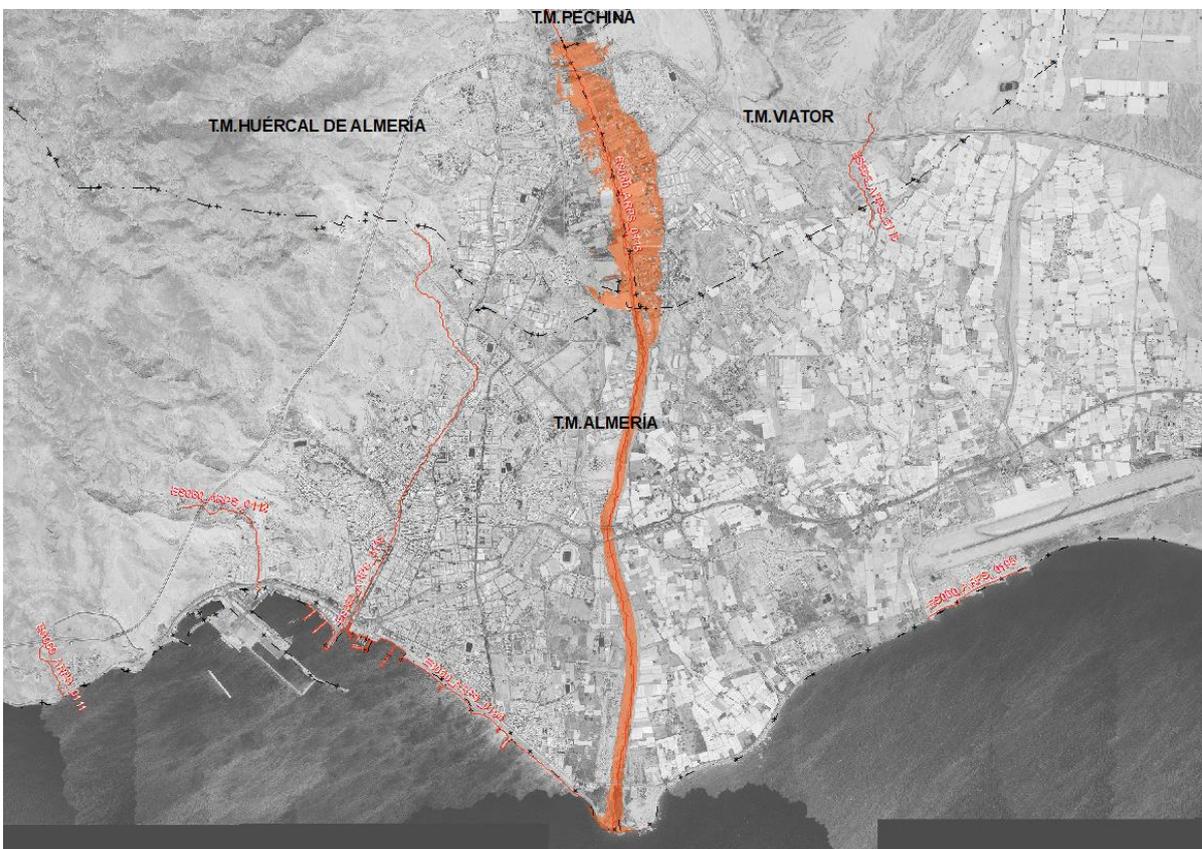


Figura 21: Superficie de alta peligrosidad Andarax, alternativa 4.

## 8. Análisis coste-beneficio

El análisis coste beneficio realizado está basado en el cálculo económico de todos los costes y beneficios del proyecto comparando todos los datos económicos de las actuaciones en un mismo año común. El desarrollo de la metodología de cálculo completa está desarrollado dentro del [Apéndice 6.3.4. Informe coste/beneficio de la actuación](#).

### 8.1. Valoración económica de cada alternativa

Para la valoración económica de cada alternativa se ha seguido una metodología de trabajo por la cual se ha estudiado toda la información previa disponible, en este caso no se disponía de un proyecto previo, sino que se ha utilizado el estudio de soluciones existente del cual se analiza la actuación propuesta.

En el [Apéndice 6.3.4. Informe coste/beneficio de la actuación](#), se describen todos los criterios generales que se han tenido en cuenta como puede ser la actualización de precios al año de referencia, la revisión de que los presupuestos estimados para las alternativas incluyan todas las partidas generales necesarias (control de calidad, medidas correctoras y plan de vigilancia, gestión de residuos, etc.). Se han definido las expropiaciones necesarias, se han incluido el coste de redacción del proyecto, en el caso de presas todo lo referente a la materia de Seguridad de presas y embalses, los costes de los servicios de control y vigilancia de las obras y los costes de mantenimiento y explotación de la obra durante el periodo de estudio y los costes de reconstrucción de las obras de fábrica de menor entidad.

En los siguientes apartados se muestran los valores definitivos aplicados en el análisis coste-beneficio.

#### 8.1.1. Costes procedentes de proyecto existente

Para el desarrollo de las alternativas estudiadas para reducir, o solucionar, la problemática derivada de las inundaciones ocurridas en la zona de la desembocadura del río Andarax se ha partido de un estudio de soluciones realizado por Suez en 2014 “Estudio de Soluciones para la terminación del Encauzamiento del río Andarax (Almería)”, en el que se estudiaban varias alternativas entre las que estaban la construcción de las tres presas analizadas en las alternativas 3 y 4, y el recrecimiento de los muros del encauzamiento para protección de una avenida asociada a un periodo de 500 años (4.451 m<sup>3</sup>/s, menor al considerado en el presente estudio).

#### 8.1.2. Resumen de costes actuación

Con las modificaciones planteadas en el apartado anterior, el presupuesto de las obras propuestas para la **alternativa 1**, al actualizarlo a 2018, año base comparativo de todas las actuaciones estudiadas, es:

- Presupuesto de Ejecución material de la obra: 109.350.265,55 €.
- Presupuesto totales asociados a la Actuación (con IVA): 162.177.050,79 €.
  - Presupuesto Base de Licitación de la obra (con IVA): 157.453.447,37 €.
  - Costes de licitación del contrato de redacción de proyecto de la obra (con IVA): 2.361.801,71 €.
  - Costes de licitación del contrato de servicios para el control y vigilancia de las obras (con IVA): 2.361.801,71 €.

- Costes expropiaciones: 0,00 €.

Con las modificaciones planteadas en el apartado anterior, el presupuesto de las obras propuestas para la **alternativa 2**, al actualizarlo a 2018, año base comparativo de todas las actuaciones estudiadas, es:

- Presupuesto de Ejecución material de la obra: 39.255.431,31 €.
- Presupuesto totales asociados a la Actuación (con IVA): 58.219.612,41€.
  - Presupuesto Base de Licitación de la obra (con IVA): 56.523.895,55 €.
  - Costes de licitación del contrato de redacción de proyecto de la obra (con IVA): 847.858,43 €.
  - Costes de licitación del contrato de servicios para el control y vigilancia de las obras (con IVA): 847.858,43 €.
  - Costes expropiaciones: 0,00 €.

Con las modificaciones planteadas en el apartado anterior, el presupuesto de las obras propuestas para la **alternativa 3**, al actualizarlo a 2018, año base comparativo de todas las actuaciones estudiadas, es:

- Presupuesto de Ejecución material de la obra: 151.871.706,42 €.
- Presupuesto totales asociados a la Actuación (con IVA): 225.240.472,18 €.
  - Presupuesto Base de Licitación de la obra (con IVA): 218.680.070,07 €.
  - Costes de licitación del contrato de redacción de proyecto de la obra (con IVA): 3.280.201,05 €.
  - Costes de licitación del contrato de servicios para el control y vigilancia de las obras (con IVA): 3.280.201,05 €.
  - Costes expropiaciones: 0,00 €.

Con las modificaciones planteadas en el apartado anterior, el presupuesto de las obras propuestas para la **alternativa 4**, al actualizarlo a 2018, año base comparativo de todas las actuaciones estudiadas, es:

- Presupuesto de Ejecución material de la obra: 118.802.379,50 €.
- Presupuesto totales asociados a la Actuación (con IVA): 176.195.452,63 €.
  - Presupuesto Base de Licitación de la obra (con IVA): 171.063.546,24 €.
  - Costes de licitación del contrato de redacción de proyecto de la obra (con IVA): 2.565.953,19 €.
  - Costes de licitación del contrato de servicios para el control y vigilancia de las obras (con IVA): 2.565.953,19 €.
  - Costes expropiaciones: 0,00 €.

### 8.1.3. Costes de explotación y mantenimiento

De forma resumida los costes de explotación y mantenimiento asociados a las obras proyectadas en la **alternativa 1** son:

- Costes de mantenimiento y explotación anuales: 1.396.411,48 €.

De forma resumida los costes de explotación y mantenimiento asociados a las obras proyectadas en la **alternativa 2** son:

- Costes de mantenimiento y explotación anuales: 449.208,83 €.

De forma resumida los costes de explotación y mantenimiento asociados a las obras proyectadas en la **alternativa 3** son:

- Costes de mantenimiento y explotación anuales: 2.028.337,79 €.
- Costes de revisión de seguridad (cada 10 años): 180.000,00 €.

De forma resumida los costes de explotación y mantenimiento asociados a las obras proyectadas en la **alternativa 4** son:

- Costes de mantenimiento y explotación anuales: 1.581.977,03 €.
- Costes de revisión de seguridad (cada 10 años): 180.000,00 €.

## 8.2. Puntos de especial importancia

Para el correcto cálculo de esta actuación ha sido necesario realizar una búsqueda de todos los elementos de especial importancia (valor estratégico, servicio social, disponibilidad en la emergencia, etc.) presentes dentro del ámbito de estudio.

Se ha revisado la información incluida en el PGRI y la disponible para la elaboración de los mapas de riesgo del segundo ciclo de planificación, ampliándose con una búsqueda específica. En este caso se han identificado 28 puntos, con ubicación comprobada gracias a Google Earth y Maps.

Estos puntos corresponden a edificios, cuyo valor es mayor al medio por lo que sus daños potenciales también. Esto ha hecho que se incluyan centros comerciales e industrias de especial importancia no contempladas específicamente en el PGRI. En este caso, dichos puntos corresponden a: ayuntamiento y edificios de la administración pública, depuradoras de agua residual e industrial, centros de Salud, centros de enseñanza, centros deportivos, polígonos comerciales, infraestructuras del ferrocarril y la autovía A-7.

La imagen y la tabla siguientes muestran los citados elementos especiales para su valoración de daños.

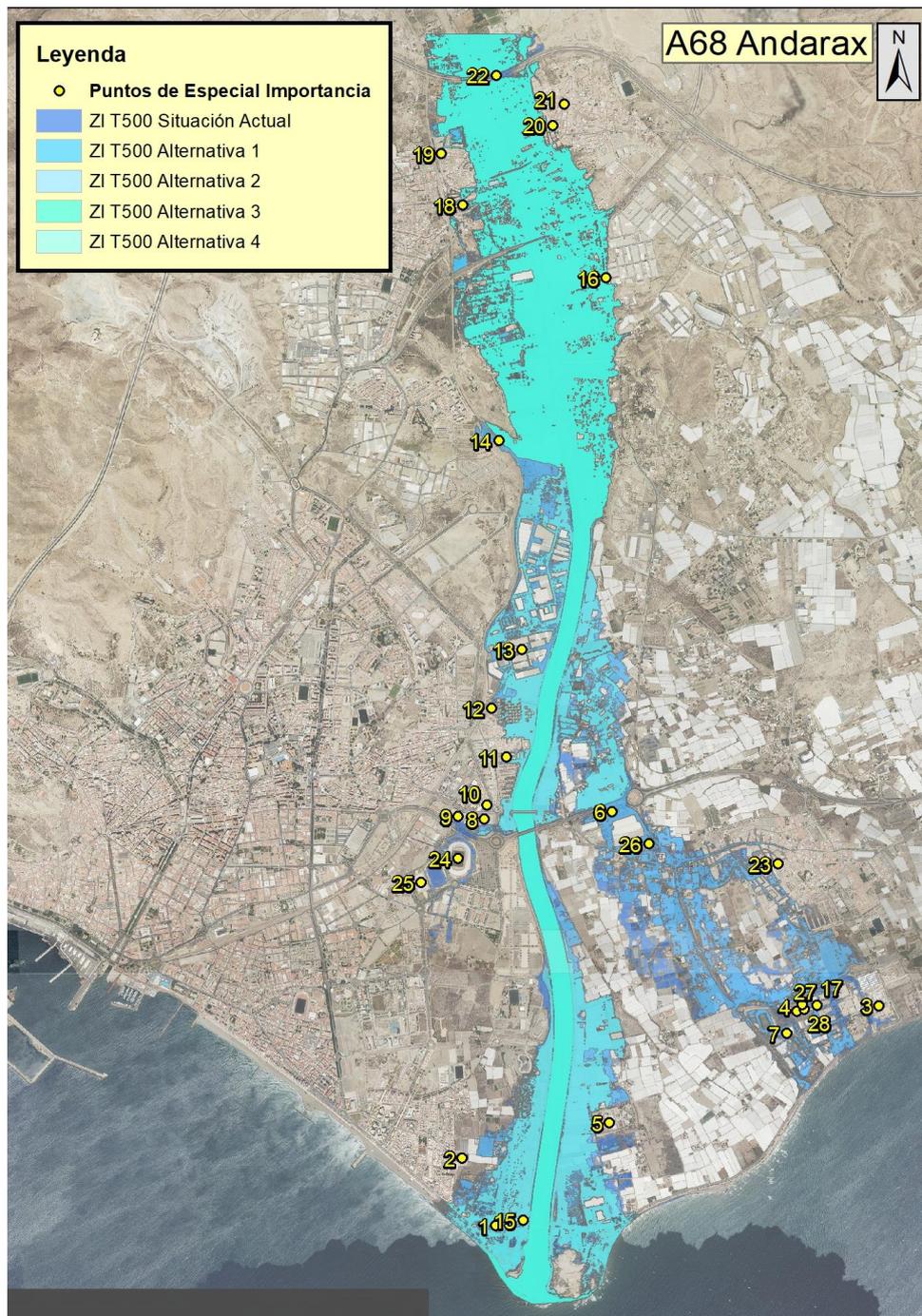


Figura 22: Puntos de especial importancia definidos dentro de la actuación.

ID	Puntos de especial importancia	ID	Puntos de especial importancia
1	Gasolinera	15	Perrera Municipal De Almería
2	Hospital HLA Mediterráneo	16	Gasolinera
3	Campus universitario	17	Campus universitario
4	Campus universitario	18	Centro de Salud el Huercal de Almería
5	EDAR	19	Ayuntamiento de Huercal de Almería
6	Gasolinera	20	CEIP Joaquín Viseido
7	Campus universitario	21	Ayuntamiento de Viator
8	Polígono Comercial	22	A-7

ID	Puntos de especial importancia	ID	Puntos de especial importancia
9	Polígono Comercial	23	Centro de salud
10	Comercio	24	Estadio Deportivo
11	Colegio Público El Puche	25	Centro deportivo
12	Colegio Público Josefina Baro Soler	26	Gasolinera
13	Polígono Industrial	27	Campus Universitario
14	Ferrocarril	28	Campus Universitario

Tabla 5: Listado de puntos de especial importancia.

### 8.3. Análisis de daños

Toda la metodología para el cálculo de los daños producidos por una inundación, así como los valores máximos establecidos, obtenidos de los valores catastrales oficiales de la Sede Electrónica del Catastro, las curvas calado - daños, la consideración de daños indirectos y otros criterios se pueden consultar en el [Apéndice 6.3.4. Informe coste/beneficio de la actuación.](#)

Una vez obtenidos los daños por periodo de retorno se calculó el daño anual medio de la situación actual y las diferentes alternativas. La metodología para este cálculo también se incluye en el apéndice citado anteriormente. El resumen de los valores que alcanzan los daños estimados en la actuación para la situación actual y las diferentes alternativas son los siguientes:

Actuación	T10	T100	T500
Andarax Alt.0	9.345.599,40 €	59.688.304,70 €	278.809.217,36 €
Andarax Alt.1	8.834.635,25 €	36.175.473,93 €	61.127.051,74 €
Andarax Alt.2	8.838.824,76 €	36.165.195,25 €	199.039.970,48 €
Andarax Alt.3	7.828.979,02 €	35.363.294,01 €	51.097.258,14 €
Andarax Alt.4	7.828.979,02 €	35.363.294,01 €	89.839.890,26 €

Tabla 6: Daños calculados por alternativa y periodo de retorno.

El beneficio anual medio que producen las obras propuestas, calculado a partir del daño evitado son:

- Daño anual medio Alt.0: 5.485.414,18 €
- Daño anual medio Alt.1: 2.978.650,88 €
- Daño anual medio Alt.2: 3.806.022,74 €
- Daño anual medio Alt.3: 2.783.137,96 €
- Daño anual medio Alt.4: 3.015.593,75 €
- Beneficio anual medio Alt.1: 2.506.763,30 €
- Beneficio anual medio Alt.2: 1.679.391,43 €
- Beneficio anual medio Alt.3: 2.702.276,22 €
- Beneficio anual medio Alt.4: 2.469.820,42 €

Como resultado de este cálculo, se han elaborado los mapas de daño, diferenciando por parcela el valor del mismo. Estos planos se encuentran en el **Apéndice 6.3.11. Planos de la actuación**. Los planos se presentan por valor de daño en la parcela y por valor del daño/m<sup>2</sup> en la parcela.

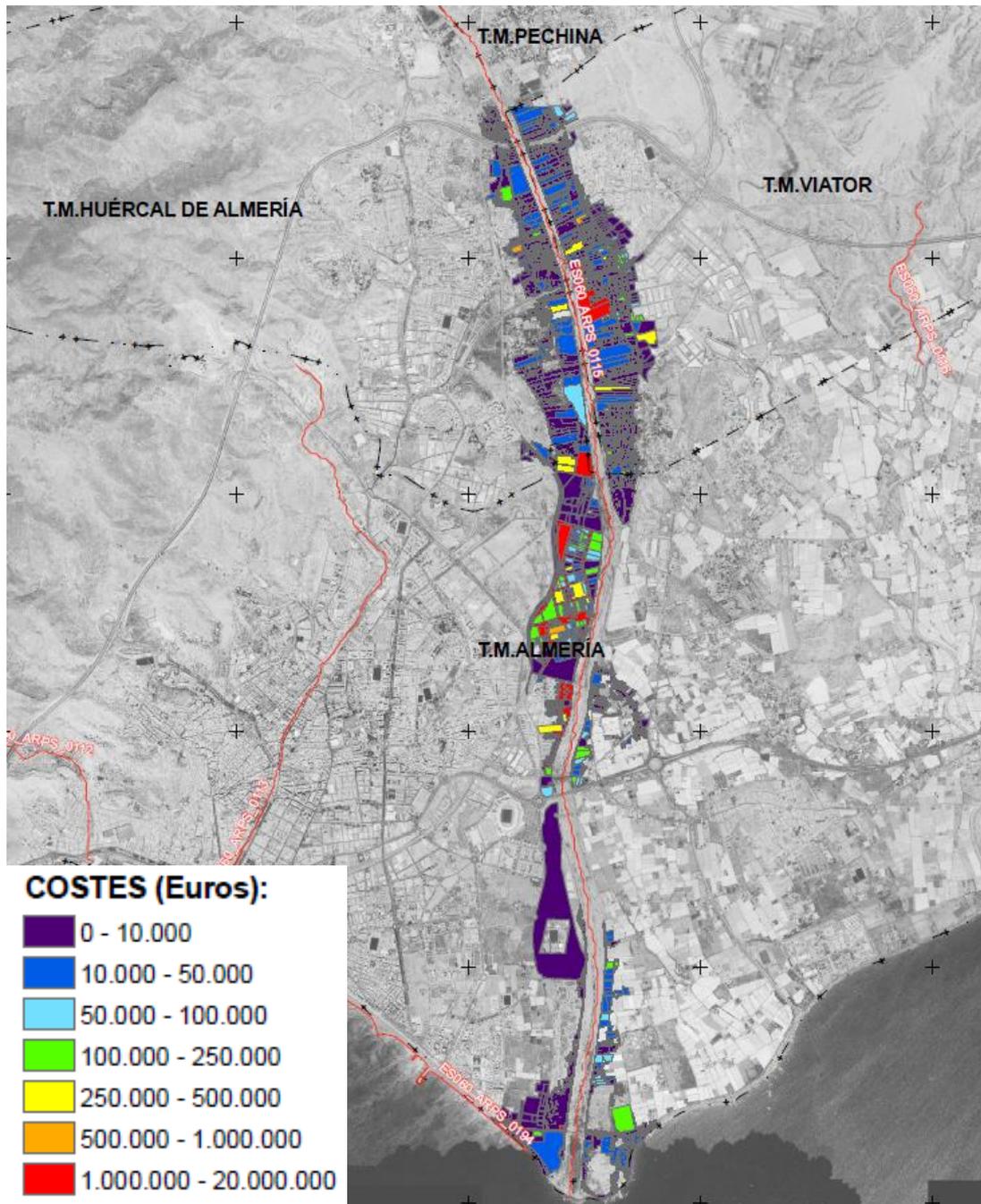


Figura 23: Mapa de daños estimados. Alternativa 0 – T100

La siguiente figura muestra, por periodo de retorno y alternativa, los daños por uso, identificándose el grado de reducción del riesgo.

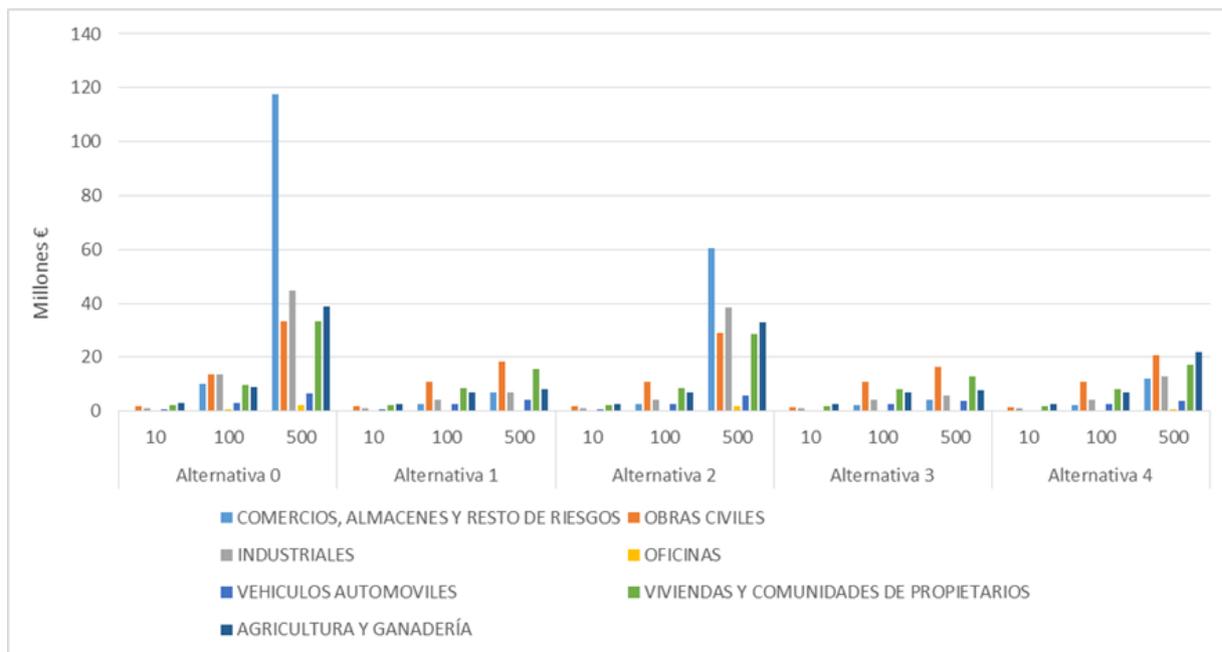


Figura 24: Daños por periodo de retorno, alternativa y uso

Según los datos del Consorcio de Compensación de Seguros, el año de mayor presupuesto en indemnizaciones fue el año 2012 seguido muy de cerca por el año 2007. En el análisis de los datos del Consorcio las industrias destacan ya que son superiores al siguiente grupo (comercios, almacenes y resto de riesgos). Los datos de indemnizaciones, así como el análisis comparativo de los daños calculados se pueden consultar en el [Apéndice 6.3.4. Informe coste/beneficio de la actuación.](#)

#### 8.4. Coste beneficio de cada alternativa.

Con todos los datos anteriores se ha realizado un estudio de rentabilidad de la actuación para analizar si resulta beneficiosa económicamente hablando la realización de las obras de la alternativa propuesta. La metodología y los umbrales a partir de los cuales se considera rentable cada uno de los indicadores analizados también se pueden consultar en el [Apéndice 6.3.4. Informe coste/beneficio de la actuación.](#)

El periodo a lo largo del cual se realiza el estudio de rentabilidad es de 100 años de mantenimiento y explotación, más el plazo de construcción de la obra. Para analizar la rentabilidad se aplica una tasa de descuento del 3% durante la fase de explotación y mantenimiento.

Actuación	VAN (€) Valor actualizado neto	TIR Tasa interna de retorno	B/C Beneficio/Coste	PRI (años) Periodo de recuperación de la inversión
Andarax Alt.1	-100.955.177,94	-0,36 %	0,44	No rentable
Andarax Alt.2	-9.964.689,27	2,26 %	0,84	No rentable
Andarax Alt.3	-170.980.537,43	-1,76 %	0,33	No rentable
Andarax Alt.4	-122.460.148,39	-0,92 %	0,39	No rentable

Tabla 7: Resultados Estudio Rentabilidad de la actuación.

Como se puede ver en los resultados, ninguna alternativa es rentable. La alternativa con mejor resultado es la alternativa 2.

## 8.5. Análisis de sensibilidad

Por último, se ha realizado un análisis de sensibilidad para analizar la volatilidad de los resultados obtenidos e identificar los indicadores más sensibles y en función de qué valores. En el [Apéndice 6.3.4. Informe coste/beneficio de la actuación](#) se pueden consultar los gráficos y valores correspondientes de los indicadores que resultan de variar el coste de inversión, los costes de mantenimiento y explotación, los beneficios obtenidos o la tasa de descuento.

Como resumen se puede ver en la siguiente tabla el efecto de variar los costes de inversión o los beneficios producidos en el VAN y en el ratio B/C, y a partir de qué error producido, la rentabilidad de la alternativa cambiaría.

Escenario	VAN (€)	B/C	Cambio rentabilidad
Variación beneficio_Alt.1	Media-baja	Baja	No
Variación costes de inversión_Alt.1	Media-baja	Baja	No
Variación beneficio_Alt.2	Media-baja	Media-baja	24%/28%
Variación costes de inversión_Alt.2	Media-baja	Media-baja	24%/28%
Variación beneficio_Alt.3	Media-baja	Baja	No
Variación costes de inversión_Alt.3	Media-baja	Baja	No
Variación beneficio_Alt.4	Media-baja	Baja	No
Variación costes de inversión_Alt.4	Media-baja	Baja	No

Tabla 8: Resumen estudio rentabilidad.

Se puede observar en los resultados que la rentabilidad es igual de sensible a variaciones en los costes de inversión que a los beneficios generados en las diferentes alternativas. Es una inversión con poca volatilidad salvo la alternativa 2 que puede volverse rentable con variaciones de menos del 30%.

## 9. Índices de Peligrosidad y riesgo

Siguiendo la metodología propuesta por el MAGRAMA en la “Propuesta para la caracterización de la peligrosidad y el riesgo (octubre 2014)” se ha obtenido el índice de peligrosidad y riesgo para el tramo de estudio. De forma resumida, la metodología se basó en la selección de aquellos parámetros que se consideran que en mayor medida determinan la existencia de peligrosidad y riesgo de inundación.

Para la determinación del índice de peligrosidad se han calculado los parámetros de superficie inundada, los calados y velocidades medios, el tiempo de concentración de la cuenca, el transporte de sedimentos y los obstáculos existentes en el cauce. A la peligrosidad global así obtenida se le aplica un factor de corrección según el grado de regulación de la cuenca.

Para el caso del riesgo, las variables seleccionadas son: la población afectada, las actividades económicas afectadas, diferenciando superficie afectada y daños producidos, los puntos de especial importancia y las áreas de importancia medioambiental.

Cada uno de los parámetros citados, en cada escenario de probabilidad, se valora en una escala de cinco categorías, en función de si la afección es muy grave, en cuyo caso se le asignan 5 puntos; grave, 3 puntos; moderada, 2 puntos; leve, 1 punto o sin afección con 0 puntos.

Se han calculado estos índices para el área de riesgo potencial significativo de inundación ES060\_ARPS\_0115 Río Andarax (desembocadura) en situación actual (alternativa 0) como tras la ejecución de sus alternativas (1, 2, 3 y 4).

En el gráfico radial de cinco puntas que se representa a continuación se muestra el resultado, expresado como el porcentaje de la superficie total del pentágono resultante (situación más desfavorable) con afección. Esta forma de representación permite también visualizar la evolución de la contribución de cada parámetro a la valoración global.

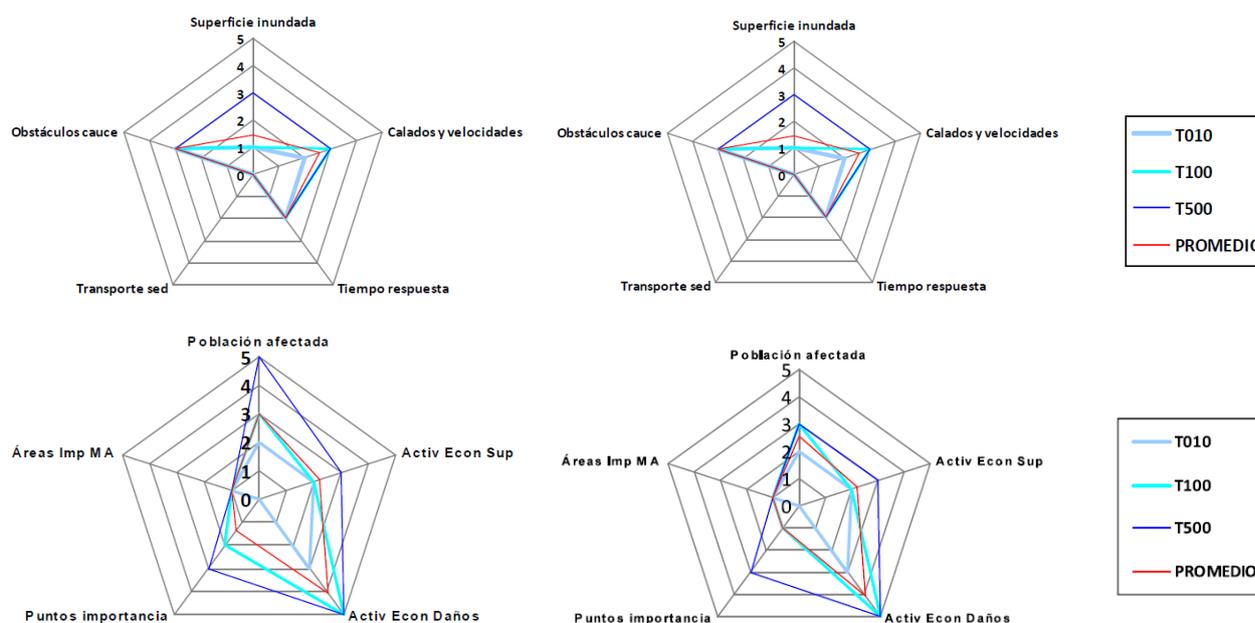


Figura 25: Salida gráfica representando la peligrosidad arriba y riesgo abajo en situación actual a la izquierda y a la derecha con la alternativa seleccionada (alternativa 2).

El resultado global de estos índices se muestra en las siguientes tablas:

Id	APSFRCode	Alternativa	Peligrosidad Global	Riesgo global
0	A68_0_ES060_ARPS_0115	0	1,6	2,3
1	A68_1_ES060_ARPS_0115	1	1,5	2,1
2	A68_2_ES060_ARPS_0115	2	1,6	2,1
3	A68_3_ES060_ARPS_0115	3	1,1	2,0
4	A68_4_ES060_ARPS_0115	4	1,1	2,0

Tabla 9: Índice global de peligrosidad y riesgo.

A partir de estos valores ponderados relativos a la peligrosidad y al riesgo de la ARPSI con sus distintas alternativas, se establecería un diagrama de dispersión Peligrosidad-Riesgo. Dentro del gráfico, la peligrosidad se ha dividido en dos intervalos: el primero; de 0 a 3 (de significativa a muy alta), y el segundo, de 3 a 5 (de muy alta a extrema). Análogamente, el riesgo se ha dividido en el intervalo de 0 a 3 (de significativo a muy alto) y el intervalo de 3 a 5 (de muy alto a extremo).

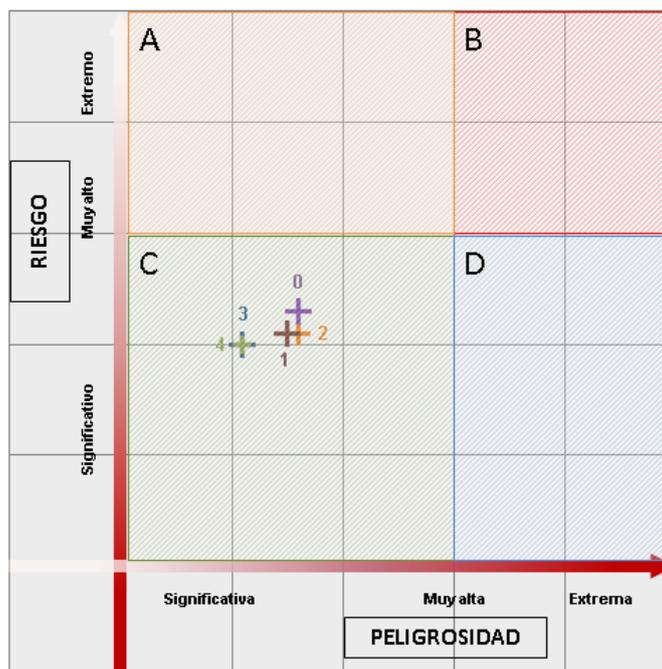


Figura 26: Gráfica de peligrosidad y riesgo para la alternativa 0, 1, 2, 3 y 4.

El diagrama de dispersión resultante se divide, a su vez, en cuatro cuadrantes:

- A) Peligrosidad significativa-muy alta y riesgo muy alto-extremo
- B) Peligrosidad muy alta-extrema y riesgo muy alto-extremo
- C) Peligrosidad significativa-muy alta y riesgo significativo-muy alto
- D) Peligrosidad muy alta-extrema y riesgo significativo-muy alto

En este caso, tanto la situación actual como las 4 alternativas de Andarax se encuentran en el cuadrante C de peligrosidad significativa-muy alta y riesgo significativo-muy alto: la ARPSI ubicadas en este cuadrante poseen valores medios-bajos tanto de peligrosidad como de riesgo. El riesgo y la peligrosidad de la ARPSI ES060\_ARPS\_0115 se reducen en las alternativas (a excepción de la peligrosidad de la alternativa 2) frente a situación actual.

La información relacionada con todos los parámetros de peligrosidad y riesgo se puede consultar en los informes de caracterización en el [Apéndice 6.3.9 Índices de Peligrosidad y riesgo](#)

## 10. Impacto del cambio climático

El impacto del Cambio Climático (RCP 4.5 y 8.5, periodo 2041-2070) en los episodios de avenidas se ha estudiado con dos enfoques:

- Por una aproximación del **cambio en los caudales punta**.
- Por una aproximación cualitativa de los efectos del cambio climático en el riesgo de inundación analizando varios **factores que intervienen en la formación de escorrentía**.

Se han utilizado los datos de AdapteCCa (Plataforma de intercambio y consulta de información sobre adaptación de Cambio Climático en España), de la "Cartografía remitida EPRI – Estudios Cambio

climático e inundaciones pluviales”, elaborado por Tragsatec, para la Evaluación preliminar del Riesgo de Inundación (EPRI), del Inventario Nacional de Suelos (INES), del Sistema de Información sobre Ocupación de Suelo (SIOSE) y otros organismos dependientes del MITERD (Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico) y de los resultados de la aplicación del Protocolo Hidromorfológico elaborado dentro de este análisis, y otros. La metodología y análisis detallado de este estudio de Cambio Climático se encuentra en el [Apéndice 6.3.10. Impacto del Cambio Climático](#).

## 10.1. Análisis de los caudales de 100 años de periodo de retorno

De forma resumida, en el primer enfoque se han comparado los valores medios en la cuenca de las variables climáticas más importantes (P100 (mm), Pmedia anual (mm), Tmáx media anual y Tmin media anual (°C)) durante el periodo 2041-2070, tanto para la serie histórica como para los escenarios RCP 4.5 y RCP 8.5. El objetivo final en el primer método es la valoración del impacto en los caudales máximos de periodo de retorno de 100 años en los 2 escenarios contemplados (RCP 4.5 y RCP 8.5) a partir del método racional.

La precipitación para un periodo de retorno de 100 años y RCP 8.5 solo aumenta en 5 mm. El mayor impacto se observa en la temperatura. Se calcula que la temperatura máxima aumentará en 2,8°C, y la mínima en 2,4 °C (ver tabla siguiente).

Precipitación para 100T [EPRI] (mm)			Precipitación acc. en 5 días [AdapteCCa] (mm)			Temperatura Máx. [AdapteCCa] (°C)			Temperatura Mín. [AdapteCCa] (°C)		
Hist.	4.5	8.5	Hist.	4.5	8.5	Hist.	4.5	8.5	Hist.	4.5	8.5
119,2	119,2	124,5	86.4	81.3	82.1	19,3 (↑2°C)	20,1 (↑2.8°C)	7,6	9,2 (↑1,6°C)	10 (↑2,4°C)	19,3 (↑2°C)

Tabla 10: Valores de precipitación y temperatura para datos históricos y para los escenarios RCP4.5 y RCP8.5 en el periodo 2041-2070

Los parámetros más inciertos en el cálculo han sido los relacionados con el umbral de escorrentía. En la actuación de la rambla de Andarax, el cambio en los usos del suelo hacia suelos impermeables esperado es bajo (ver sección 5.3.2. del [Apéndice 6.3.10. Impacto del Cambio Climático](#)), por lo que se estima que el umbral de escorrentía disminuirá en un 25%. El umbral de escorrentía actual según los datos de MITERD es 19 mm, y a futuro se estima que será 14 mm. La lluvia para un periodo de retorno de 100 años en el escenario histórico, RCP 4.5 y RCP 8.5 se presenta en la tabla anterior.

La relación de estas dos variables en el periodo histórico y en las proyecciones a futuro según el método racional indica que: el caudal aumentará en un 20 % en el escenario RCP 4.5, y en un 30 % en el escenario RCP 8.5.

## 10.2. Análisis cualitativo de factores que influyen en la formación de escorrentía

El segundo enfoque para estimar los efectos del Cambio Climático está basado en la metodología propuesta por MITERD en su documento: “Metodología para la Evaluación de la Seguridad y el Riesgo de Inundación existente a partir de los efectos del Cambio Climático”. Esta metodología consiste en calcular cualitativamente el efecto del Cambio Climático a través de dos componentes: la componente meteorológica y la componente de usos del suelo. La descripción metodológica y el cálculo se desarrollan en el [Apéndice 6.3.10. Impacto del Cambio Climático](#).

En primer lugar, el factor meteorológico experimentará cambios de influencia baja para el escenario RCP 8.5, a los cuales se les asigna un valor de 1. Por otra parte, este factor se mantiene igual para el escenario RCP 4.5 y el valor de influencia asignado es 0. La actuación de Andarax se encuentra dentro de las zonas nivales del territorio español. Por lo tanto, hay una influencia media de la fusión nival y el valor asignado es 1.

La siguiente tabla resume los resultados para ambos escenarios de RCP. El valor total de influencia de la componente meteorológica en la actuación de la rambla de Andarax es 1 para el escenario RCP 4.5 y 2 para el escenario RCP 8.5.

Valor del efecto del Cambio Climático por la componente meteorológica	RCP 4.5			RCP 8.5		
	%Δ	Influencia	Valor	%Δ	Influencia	Valor
Influencia de la precipitación	0	Sin incremento significativo	0	15,9	Baja	1
Influencia del fenómeno nival	Considerable aumento de las fusiones máximas por cambio en el patrón de fusión (Valor = 1)					

Tabla 11: Valores de precipitación y su influencia para los escenarios RCP4.5 y RCP8.5 en el periodo 2041-2070

En referencia, a la componente de usos del suelo, se espera que haya una influencia baja. Según el nivel de influencia y los valores propuestos por MITERD, este factor tiene asignado el valor de 1. La erosión en la cuenca tiene una influencia media, los incendios forestales muy baja y la superficie impermeabilizada también muy baja. Ninguna de estas tres últimas variables aporta valor según la metodología aplicada. El valor del efecto del Cambio Climático por la componente de usos del suelo es 1, por tanto, la actuación de Andarax está expuesta a un riesgo significativo de sufrir los efectos del Cambio Climático por esta componente.

Valor del efecto del Cambio Climático por el cambio de usos del suelo	Influencia	Valor
Influencia de los usos del suelo	Bajo	1
Influencia de erosión en la cuenca (según protocolo)	Medio	0
Influencia de los incendios forestales	Muy bajo	0
Influencia de la superficie impermeabilizada	Muy bajo	0
	Total	1

Tabla 12: Valor del efecto del cambio climático por la componente usos del suelo

Aplicando el criterio que se adjunta en la siguiente tabla para el valor global, igual a la suma de las dos componentes.

Valor del efecto del Cambio Climático	Riesgo
11-12	Extremo
7-10	Muy alto
2-6	Significativo
≤1	Sin Riesgo Significativo

Tabla 13: Valor global del efecto del cambio climático en la actuación

En la actuación de Andarax, para el escenario RCP 4.5, el valor global es 2 y el riesgo se considera significativo; para el escenario RCP 8.5, el valor global es 3, y el riesgo también resulta significativo.

## 11. Fases y plazo de la actuación

Las obras planteadas dentro de la alternativa seleccionada se consideran indivisibles, o que no sería rentable dividir la obra de una forma que produzca mejoras puntuales a la vez que permite escalonar los gastos de construcción.

El plazo previsto para la realización de las obras es de 24 meses.

## 12. Análisis hidromorfológico. Aplicación del Protocolo PHMF

Se ha aplicado el protocolo hidromorfológico (PHMF) a la masa de agua río Andarax para la situación actual y futura (considerando las nuevas actuaciones propuestas para la protección frente a inundaciones en la zona litoral de Almería)

Se ha obtenido el siguiente esquema de valoración y conclusiones generales para el conjunto de los cauces estudiados.

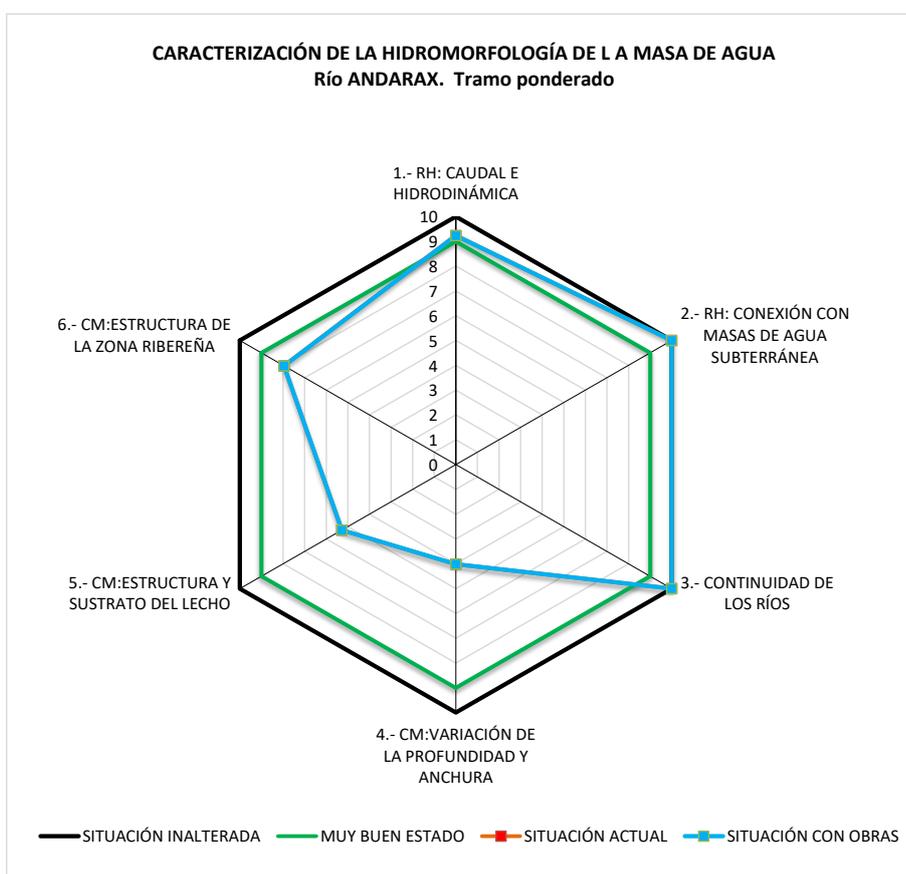


Figura 27: Caracterización del THMF ponderado del río Andarax.

La ponderación realizada para el único tramo hidromorfológico estudiado indica alteraciones derivadas de las obras e infraestructuras de protección frente a inundaciones. El 97,455 % de la longitud de la MAS se encuentra ocupada por dichas infraestructuras (muros, recrecimientos, terraplenados, etc).

Las condiciones morfológicas en lo referente a la variación de profundidad y anchura del cauce y a la estructura y sustrato del lecho se ven afectadas por la canalización y estrechamiento del cauce.

En cuanto al régimen hidrológico, la MAS no presenta alteración alguna de sus caudales líquidos debido a la ausencia de regulación en su cuenca. Los caudales sólidos tampoco presentan alteraciones, al considerarse bajas las retenciones o actividades que generan déficit de sedimentos.

Las actuaciones apenas influyen en el comportamiento del cauce, puesto que se trata del recrecimiento, por ambos márgenes, de los muros ya existentes. Se trata de actuaciones redundantes de protección frente a inundaciones en un cauce ya estrechado y canalizado previamente, no causando alteración alguna sobre la dinámica fluvial actual.

Tanto los análisis como información más detallada de los estudios llevados a cabo para esta actuación se pueden consultar en el [Apéndice 6.3.5. Protocolo y efectos sobre los objetivos ambientales de las masas de agua afectadas por la actuación](#)

### 13. Análisis de los efectos sobre los objetivos ambientales de las masas de agua

La MAS Bajo Andarax está catalogada como masa de agua categoría ríos. Se ha procedido al estudio de los efectos sobre los objetivos ambientales de estas masas de agua superficial (MAS) y las masas de agua subterránea (MASb) que se encuentran dentro del ámbito de actuación.

Para llevar a cabo la evaluación se ha partido de los datos disponibles en el Plan Hidrológico. A falta de análisis específicos, el resultado obtenido de situación final con el proyecto, se ha establecido mediante criterio experto después de las visitas de campo.

- **“Bajo Andarax” (MAS ES060MSPF0641060Z).**

Desde el punto de vista del estado de la MAS, en la siguiente tabla se puede observar el impacto de las actuaciones sobre dicho estado:

ELEMENTOS DE CALIDAD	INDICADORES BIOLÓGICOS	INDICADORES FÍSICO-QUÍMICOS	INDICADORES MORFOLÓGICOS	POTENCIAL ECOLÓGICO RESULTANTE	ESTADO QUÍMICO	ESTADO GLOBAL RESULTANTE
Situación inicial sin el proyecto	Malo	Moderado	Malo	Malo	Bueno	No alcanza el buen estado
Situación final con el proyecto	No afecta	No afecta	No afecta	No afecta	No afecta	No afecta

Tabla 14: Comparativa de calidad de MAS sin proyecto y con proyecto.

- **“Medio-Bajo-Andarax” (MASb ES060MSBT060-012).**

En el ámbito de actuación se encuentra la MASb Medio-Bajo-Andarax, con alto grado de conexión con el cauce estudiado. En la siguiente tabla se puede observar el impacto de las actuaciones sobre su estado:

ELEMENTOS DE CALIDAD	ESTADO CUANTITATIVO (SOLO MASAS SUBTERRÁNEAS)	ESTADO QUÍMICO	ESTADO GLOBAL RESULTANTE
Situación inicial sin el proyecto	Malo	No alcanza el buen estado	No alcanza el buen estado
Situación final con el proyecto	No afecta	No afecta	No afecta

Tabla 15: Comparativa de calidad de MASb sin proyecto y con proyecto.

Las MAS y MASb estudiadas no se ven afectadas por las obras dado que no hay un deterioro significativo de su estado. Por lo tanto, aunque en este caso ninguna de las masas cumple con los objetivos ambientales, el proyecto no impide su futuro cumplimiento en el plazo establecido.

Aunque en ambas masas de agua no se espera una afección significativa por parte de las actuaciones previstas esta medida no dispone de un proyecto redactado. En principio, la alternativa elegida no implicaría la aplicación del 4.7. por la construcción de la obra.

Las actuaciones previstas dentro del proyecto están en concordancia con las medidas de mitigación del impacto producido por las obras en una masa de agua, elaboradas por el grupo de trabajo ECOSTAT y recogidas en la guía de “*Recomendaciones para incorporar la evaluación de efectos sobre los objetivos ambientales de las masas de agua y zonas protegidas en los documentos de evaluación de impacto ambiental de la A.G.E. (borrador 09/05/2019)*”.

En la siguiente tabla se muestran las medidas seleccionadas para este proyecto incluidas en la citada lista:

TIPO DE PRESIÓN	PRINCIPALES IMPACTOS QUE MITIGA	CATÁLOGO DE MEDIDAS
Estructuras de protección de márgenes	Pérdida de márgenes, de zona ribereña, de conectividad lateral y de entrada de sedimentos	Sustitución de estructuras artificiales “duras” por “blandas” (ingeniería ecológica)
Estructuras de protección de márgenes	Pérdida de márgenes, de zona ribereña, de conectividad lateral y de entrada de sedimentos	Creación de irregularidades de aspecto natural
Reperfilado del cauce	Pérdida de la diversidad morfológica	Incremento de la diversidad en el cauce
Manejo de la vegetación	Pérdida de diversidad morfológica, en entrada de materia orgánica, de sombreado	Cortas selectivas (de la vegetación invasora de <i>Arundo donax</i> )
Simplificación del cauce	Pérdida de diversidad morfológica y biológica	Desarrollar el bosque de galería

Tabla 16: Medidas de mitigación seleccionadas para las actuaciones estructurales de protección frente a inundaciones en Almería (Almería).

De forma complementaria a las medidas de catálogo seleccionadas, se han propuesto medidas más específicas para la mitigación de los efectos negativos sobre la hidromorfología:

MEDIDAS DE MEJORA HIDROMORFOLÓGICA
Diversificación de la pendiente longitudinal del cauce en el tramo encauzado. Creación de hábitats riparios temporales mediante la diversificación de la sección transversal del cauce de aguas bajas a lo largo del mismo. Plantaciones por bosquetes o manchas de vegetación riparia mediante tarayales y adelfares
Conservación del lecho. Medias encaminadas a evitar el uso del cauce como vial.
Erradicación de los cañaverales de <i>Arundo donax</i>

Tabla 17: Propuesta de medidas de mejora hidromorfológica para las actuaciones estructurales de protección frente a inundaciones en Almería (Almería)

## 14. Análisis de la tramitación ambiental en relación con la Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental y su modificación por Ley 9/2018

No se ha realizado ningún estudio de impacto ambiental como antecedente, ni documento de impacto. Señalar que el Proyecto “Encauzamiento del río Andarax desde la Boquera de la Higuera hasta el Mar (Almería)”, tuvo entrada en Calidad y Evaluación Ambiental con fecha 8 de junio de 2005 y fecha de archivo de expediente 20 de septiembre de 2005, no procediéndose a evaluar por estar la obra en fase de ejecución muy avanzada.

No se afecta a la Red Natura 2000, ni a ningún Espacio Natural Protegido ni BIC. En cambio, sí se ha identificado afección a la vía pecuaria Cordel de la Campita y a los siguientes hábitats de interés comunitarios: 1420 Matorrales halófilos mediterráneos y termoatlánticos (*Sarcocornetea fruticosi*), 92D0\_0 Adelfares y tarajales (*Nerio-Tamaricetea*), 5220\* Matorrales arborescentes con *Zyziphus*, 3250: Ríos mediterráneos de caudal permanente con *Glaucium flavum* y 5330\_6 Matorrales de sustitución termófilos, con endemismos.

Afección a RN 2000	Afección a ENP	Afección a vías pecuarias	Afección a BIC	Afección a hábitats
No	No	Sí	No	Sí

Tabla 18: Descripción del medio

Dentro de la tramitación actual según la Ley 21/2013 y su modificación por Ley 9/2018 seguiría el procedimiento de **EIA Simplificada** (Anexo II). Clasificado según el grupo: 8. Proyectos de ingeniería hidráulica y de gestión del agua, apartado: c) Obras de encauzamiento y proyectos de defensa de cauces y márgenes cuando la longitud total de tramo afectado sea superior a 5 km. Se exceptúan aquellas actuaciones que se ejecuten para evitar el riesgo de zona urbana.

EIA ordinaria	EIA simplificada	No sujeto a procedimiento	Justificación (Ley 21/2013 y su modificación 9/2018)
No	Sí	No	Anexo II. Grupo 8 c)

Tabla 19: Tramitación actual

Según la Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental, el proyecto se engloba dentro del Anexo II, por lo que debe ser sometido a la evaluación ambiental simplificada regulada en el título II, capítulo II, sección 2ª.

Por otro lado, consultada la legislación autonómica, el proyecto se encuentra en el Anexo I. Categorías de actuaciones sometidas a los instrumentos de prevención y control ambiental y establece que el instrumento a aplicar es Autorización Ambiental Unificada, procedimiento abreviado. La actuación podría pertenecer al siguiente supuesto:

Anexo I; 7. Proyectos de infraestructuras, 7.9. bis.

-Obras de encauzamiento y proyectos de defensa de cauces y márgenes cuando la longitud total del tramo afectado sea superior a 5 km. Se exceptúan aquellas actuaciones que se ejecuten para evitar el riesgo en zona urbana.

Indicar que la normativa andaluza no distingue entre evaluación ordinaria y simplificada. Se recomienda la evaluación de impacto ambiental simplificada, el órgano sustantivo remitirá al órgano ambiental la

solicitud de inicio y los documentos que la deben acompañar y será el órgano ambiental quien determine si el procedimiento a seguir sea el de evaluación ambiental ordinaria o simplificada.

De acuerdo con el órgano sustantivo, el trámite debe de ser nacional por lo que se aconseja que sea el órgano ambiental quien dictamine el procedimiento a seguir.

Adicionalmente, deberá llevarse a cabo el trámite correspondiente a la Autorización Ambiental Unificada procedimiento abreviado en la Junta de Andalucía.

Según la Ley 7/2007, de 9 de julio, de Gestión Integrada de la Calidad Ambiental, la Autorización Ambiental Unificada como instrumento de prevención y control ambiental, contendrá la evaluación de impacto ambiental de la actuación en cuestión. En los casos en que la evaluación de impacto ambiental sea competencia de la Administración General del Estado, la declaración de impacto ambiental o resolución resultante prevista en su legislación se incorporará en la autorización ambiental integrada o Autorización Ambiental Unificada que en su caso se otorgue.

La viabilidad ambiental se considera sencilla como conclusión del análisis de la tramitación ambiental.

En el [Apéndice 6.3.6. Informe del análisis de la tramitación ambiental de la actuación](#) se encuentra la ficha completa con la descripción del medio natural, la tramitación actual (según la Ley 21/2013 y su modificación por Ley 9/2018), la tramitación realizada hasta el momento según la ley si es anterior al RDL 1/2008, entre RDL 1/2008 y la Ley 21/2013 o la Ley 21/2013.

## 15. Análisis social

Dentro del análisis social hay que hacer hincapié en tres aspectos: la demanda, la viabilidad social y la disponibilidad de terrenos. Como resumen de estos tres puntos se puede consultar la ficha en el [Apéndice 6.3.7. Viabilidad social de la actuación, disponibilidad de terrenos y objetivos de desarrollo sostenible de la actuación](#) donde se muestran los datos generales de la actuación, se hace un análisis de la demanda a partir de la consulta de noticias de prensa, publicaciones, alegaciones y procesos de participación pública, un análisis de la aceptación social de la misma manera, un resumen de la encuesta con los aspectos más relevantes y sobre la disponibilidad de los terrenos se hace una breve descripción de su disponibilidad, el motivo y los estadísticos sobre la titularidad de los terrenos, el tipo de suelo y los costes. Al final de este informe se resumen las competencias administrativas de la obra.

En cuanto a la población total en la zona de estudio es de 220.060 habitantes repartidos en los municipios de Almería con 196.851 habitantes, Huércal de Almería con 17.418 habitantes y Viator con 5.791 habitantes. La densidad de población asciende a 665,67 hab/Km<sup>2</sup>.

Se ha calculado la población afectada siguiendo la siguiente metodología:

- Determinación de la población actual por unidad censal (Censo 2011).
- Identificación de las unidades censales que intersectan con la zona inundable de 500 años de periodo de retorno. El total de esta población se ha denominado población potencial.
- Elaboración de la capa de edificaciones para las unidades censales seleccionadas a partir del BTN/BCN.
- Cálculo de la densidad de población en base a la superficie de los edificios por unidad censal. Así se divide la población de cada sección censal entre el sumatorio de la superficie de edificios de cada unidad censal, hallando la densidad de población que luego será

multiplicada por la superficie de intersección con la zona inundable por cada periodo de retorno (10, 100 y 500 años). Este dato corresponde a la denominada población afectada.

Población Total (TTMM)	Población Potencial (UUCC)	Población afectada Alternativa 0			Población afectada alternativa seleccionada		
		A0_T10	A0_T100	A0_T500	Aselecc T10	Aselecc T100	Aselecc T500
220.060	37.045	395	4.436	10.512	394	979	9.319

Tabla 20: Población afectada para la situación actual y alternativa seleccionada (habitantes)

La población total a nivel municipal en el ámbito de la actuación es de 220.060 habitantes, pero si se consideran los habitantes a nivel censal se reduce considerablemente ajustándose a la población potencial del ámbito que es de 37.045 habitantes. Esto indica que la población no se concentra en el ámbito de estudio. Se puede consultar la información a nivel municipal en el [Apéndice 6.3.7. Viabilidad social de la actuación, disponibilidad de terrenos y objetivos de desarrollo sostenible](#).

Analizando la población afectada según las zonas inundables por periodo de retorno para la situación actual se puede observar como es más alta en el periodo de retorno de 500 años llegando a los 10.512 habitantes, descendiendo casi a la mitad para 100 años de periodo de retorno y con 395 habitantes afectados para 10 años. Para la alternativa elegida la población afectada es casi igual que en situación actual para periodo de retorno de 10 años y desciende poco también para 500 años; es para 100 años de periodo de retorno donde la alternativa elegida desciende un 77,9% frente a situación actual.

En las siguientes tablas se muestran los porcentajes:

- Mejora sobre la población total, es el % de mejora de la alternativa elegida frente a la situación actual, por periodo de retorno y respecto de población del término municipal.
- Mejora sobre la población potencial, el porcentaje correspondiente a las unidades censales en las que se sitúa la zona inundable.
- Mejora sobre la población afectada, que se calcula a partir de la población afectada en la zona inundable en situación actual y con la alternativa seleccionada.

Mejora sobre la población Total			Mejora sobre la población potencial		
(%A0-%Aeleg) T10	(%A0-%Aeleg) T100	(%A0-%Aeleg) T500	(%A0-%Aeleg) T10	(%A0-%Aeleg) T100	(%A0-%Aeleg) T500
0,0	1,6	0,5	0,0	9,3	3,2

Mejora sobre la población afectada (%)		
T10	T100	T500
0,3	77,9	11,3

Tabla 21: Mejora sobre la población afectada (%)

## 15.1. Disponibilidad de terrenos

Los terrenos necesarios para la realización de las obras propuestas para la alternativa 2 son de titularidad del ayuntamiento de Almería y de la diputación provincial, por lo que no es necesario realizar

ninguna expropiación. En el **Apéndice 6.3.11. Planos de la actuación** está incluido un mapa con las parcelas que se verían afectadas por las obras.

No hay proyecto en firme que justifique estas superficies de ocupación. Los terrenos afectados son de titularidad pública, siendo principalmente las calles adyacentes al cauce.

La futura área de inundación afectará a las carreteras adyacentes al cauce por ambas márgenes, y carretera AL-3202, en la que se ha planteado la apertura de un nuevo vano en la margen derecha del puente sobre el río.

Los terrenos afectados son en un 100,00 % de titularidad pública. Según la clasificación del suelo, los terrenos son un 5,57 % suelo urbano (0,39 ha), un 79,29% suelo no urbanizable (5,5 ha) y un 15,14% sistemas generales y otros (1,06 ha), con un total de 7,00 ha, de acuerdo al mapa de información urbanística de la siguiente figura:

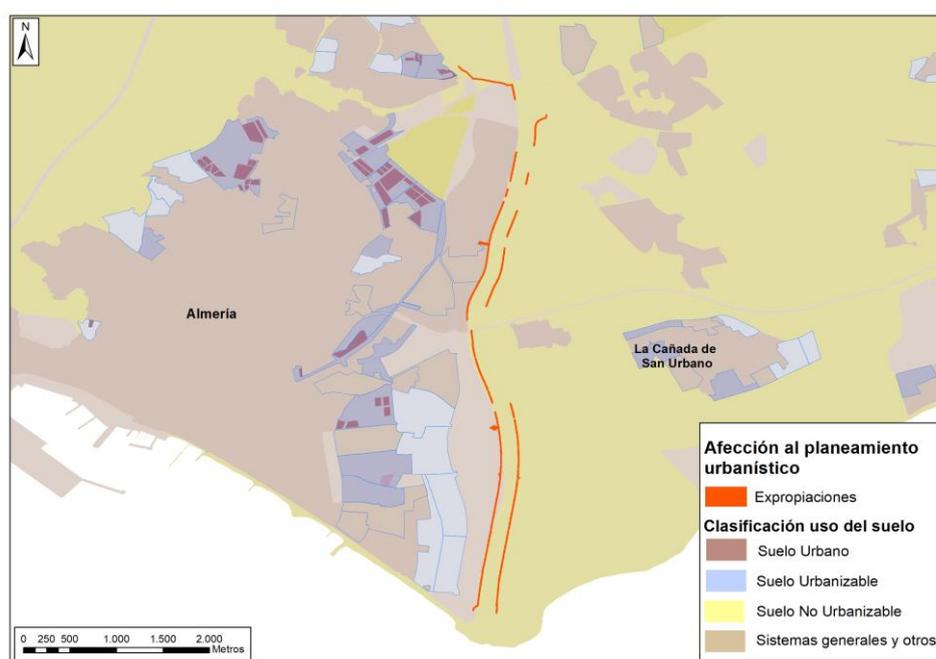


Figura 28: Mapa de clasificación del suelo procedente del Sistema de información urbana (SIU). Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana

Los terrenos afectados son públicos y pertenecen principalmente a uno de beneficiados la obra, el Ayuntamiento de Almería.

Los propietarios de estos terrenos son, sin entrar en detalle:

- Ayuntamiento de Almería.
- Carreteras: Red Diputación (AL-3202) y Local.

## 15.2. Demanda y viabilidad social de la actuación

Para analizar la demanda y viabilidad social de esta actuación se han consultado 15 noticias de prensa y 9 publicaciones, sobre alegaciones y proceso de participación pública no se ha encontrado ninguna información.

Se han identificado varias referencias donde queda reflejada la necesidad de ejecución de la actuación, destacar la noticia publicada en RETEMA, del 27/06/2017, que dice: “Luz verde a la ejecución de la segunda fase de la recuperación ambiental del río Andarax. El objetivo es mejorar las condiciones del frente marítimo del delta del río, en el tramo comprendido entre el final ya ejecutado de la primera fase y el encauzamiento del río”. Y la noticia publicada en la web de Populares Almería Ciudad, del 27/06/2017, cuyo titular es: “Convenio para ejecutar la rehabilitación ambiental del Río Andarax”.

En relación al Proyecto “Encauzamiento del Río Andarax desde La Boquera de la Higuera hasta el Mar, de la Confederación Hidrográfica del Sur”, con fecha 13/03/1996 la Dirección General de Obras Hidráulicas aprobó técnicamente el proyecto, sometiéndose al trámite de Información Pública mediante anuncio publicado en el Boletín Oficial de la Provincia de Almería de 16/05/1996.

En cuanto al “Estudio de soluciones del encauzamiento del río Andarax a su paso por Almería”, adjudicado por el MAGRAMA en el año 2016, no se ha localizado ninguna referencia que evidencie su sometimiento a procesos participativos.

Por otro lado, reseñar la publicación de la Agencia Andaluza del Agua, Consejería de Medio Ambiente, Junta de Andalucía, del año 2015, titulado “Río Andarax”. En su presentación dice textualmente: *En el Andarax, a través del proyecto ALTAGUAX, en colaboración con la UNESCO-IHE estamos acometiendo una iniciativa, de gran interés, de búsqueda participativa de alternativas de gestión de los recursos hídricos de su cuenca. Con esta obra esperamos contribuir al conocimiento del río Andarax, el río de Almería, para acercarlo a los ciudadanos y para que, en definitiva, lo sientan cada vez más suyo, algo que, a fin de cuentas, es la mejor garantía para respetarlo y conservarlo.*

No se ha detectado ninguna opinión contraria a la ejecución de la actuación.

### 15.3. Ámbito competencial de la actuación

En cuanto al ámbito competencial de la obra se indica a continuación:

Ámbito competencial	
Obra de interés general	Sí; Ley 10/2001 del PHN. Anexo II: “Encauzamiento del río Andarax”.
Administración competente de la obra	MITERD; Ayuntamiento de Almería

Tabla 22: Administraciones competentes

Esta medida podría considerarse incluida en la obra de interés general según la Ley 10/2001 del PHN. Anexo II, “Encauzamiento del río Andarax”.

Dado que ya se redactó un proyecto de construcción con el título de “Encauzamiento del río Andarax desde la Boquera de la Higuera hasta el Mar (Almería)”, cuya obra ya está construida.

Luego las Administraciones competentes de esta actuación son el MITERD y el ayuntamiento de Almería, ya que se trata de una actuación en suelo urbano, siendo el titular del principal servicio afectado la Diputación Provincial, (carretera AL-3202).

Se considera una actuación compleja desde el punto de vista del ámbito competencial y que el grado de coordinación entre las administraciones involucradas es medio.

## 15.4. Objetivos de desarrollo sostenible

Se ha realizado una evaluación del impacto de las actuaciones en relación con los Objetivos de Desarrollo Sostenible.

La hoja de ruta aprobada por la ONU en 2015 cuenta con 17 Objetivos dentro de los cuales existen 169 metas individuales. Teniendo en cuenta que estos objetivos y que sus metas incluyen todos los aspectos más importantes para que la sociedad evolucione de una forma sostenible, se evaluaron los ODS directamente relacionados con de los riesgos y medidas ante inundaciones.

Desde el punto de vista de la actuación, este proyecto contribuye a la consecución de los siguientes ODS:

<b>ODS 1</b>	<b>FIN DE LA POBREZA</b>
1.5. Para 2030, fomentar la resiliencia de los pobres y las personas que se encuentran en situaciones vulnerables y reducir su exposición y vulnerabilidad a los fenómenos extremos relacionados con el clima y otras crisis y desastres económicos, sociales y ambientales	
<b>ODS 2</b>	<b>HAMBRE CERO</b>
2.3. Para 2030, duplicar la productividad agrícola y los ingresos de los productores de alimentos en pequeña escala, en particular las mujeres, los pueblos indígenas, los agricultores familiares, los pastores y los pescadores, entre otras cosas mediante un acceso seguro y equitativo a las tierras, a otros recursos de producción e insumos, conocimientos, servicios financieros, mercados y oportunidades para la generación de valor añadido y empleos no agrícolas	
2.4. Para 2030, asegurar la sostenibilidad de los sistemas de producción de alimentos y aplicar prácticas agrícolas resilientes que aumenten la productividad y la producción, contribuyan al mantenimiento de los ecosistemas, fortalezcan la capacidad de adaptación al cambio climático, los fenómenos meteorológicos extremos, las sequías, las inundaciones y otros desastres, y mejoren progresivamente la calidad del suelo y la tierra	
<b>ODS 3</b>	<b>SALUD Y BIENESTAR</b>
3.9. Para 2030, reducir sustancialmente el número de muertes y enfermedades producidas por productos químicos peligrosos y la contaminación del aire, el agua y el suelo	
3.d. Reforzar la capacidad de todos los países, en particular los países en desarrollo, en materia de alerta temprana, reducción de riesgos y gestión de los riesgos para la salud nacional y mundial	
<b>ODS 6</b>	<b>AGUA LIMPIA Y SANEAMIENTO</b>
6.3. De aquí a 2030, mejorar la calidad del agua reduciendo la contaminación, eliminando el vertimiento y minimizando la emisión de productos químicos y materiales peligrosos, reduciendo a la mitad el porcentaje de aguas residuales sin tratar y aumentando considerablemente el reciclado y la reutilización sin riesgos a nivel mundial	
6.b. Apoyar y fortalecer la participación de las comunidades locales en la mejora de la gestión del agua y el saneamiento	
<b>ODS 8</b>	<b>TRABAJO DECENTE Y CRECIMIENTO ECONÓMICO</b>
8.1. Mantener el crecimiento económico per capita de conformidad con las circunstancias nacionales y, en particular, un crecimiento del producto interno bruto de al menos el 7% anual en los países menos adelantados	
8.8. Proteger los derechos laborales y promover un entorno de trabajo seguro y sin riesgos para todos los trabajadores, incluidos los trabajadores migrantes, en particular las mujeres migrantes y las personas con empleos precarios	
<b>ODS 9</b>	<b>INDUSTRIA, INNOVACIÓN E INFRAESTRUCTURAS</b>
9.1. Desarrollar infraestructuras fiables, sostenibles, resilientes y de calidad, incluidas infraestructuras regionales y transfronterizas, para apoyar el desarrollo económico y el bienestar humano, haciendo especial hincapié en el acceso asequible y equitativo para todos	

<b>ODS 10</b>	<b>REDUCCIÓN DE LAS DESIGUALDADES</b>
	10.1. De aquí a 2030, lograr progresivamente y mantener el crecimiento de los ingresos del 40% más pobre de la población a una tasa superior a la media nacional
<b>ODS 11</b>	<b>CIUDADES Y COMUNIDADES SOSTENIBLES</b>
	11.1. De aquí a 2030, asegurar el acceso de todas las personas a viviendas y servicios básicos adecuados, seguros y asequibles y mejorar los barrios marginales
	11.4. Redoblar los esfuerzos para proteger y salvaguardar el patrimonio cultural y natural del mundo
	11.5. De aquí a 2030, reducir significativamente el número de muertes causadas por los desastres, incluidos los relacionados con el agua, y de personas afectadas por ellos, y reducir considerablemente las pérdidas económicas directas provocadas por los desastres en comparación con el producto interno bruto mundial, haciendo especial hincapié en la protección de los pobres y las personas en situaciones de vulnerabilidad
	11.b. De aquí a 2020, aumentar considerablemente el número de ciudades y asentamientos humanos que adoptan e implementan políticas y planes integrados para promover la inclusión, el uso eficiente de los recursos, la mitigación del cambio climático y la adaptación a él y la resiliencia ante los desastres, y desarrollar y poner en práctica, en consonancia con el Marco de Sendai para la Reducción del Riesgo de Desastres 2015-2030, la gestión integral de los riesgos de desastre a todos los niveles
<b>ODS 13</b>	<b>ACCIÓN POR EL CLIMA</b>
	13.1. Fortalecer la resiliencia y la capacidad de adaptación a los riesgos relacionados con el clima y los desastres naturales en todos los países
	13.2. Incorporar medidas relativas al cambio climático en las políticas, estrategias y planes nacionales
	13.3. Mejorar la educación, la sensibilización y la capacidad humana e institucional respecto de la mitigación del cambio climático, la adaptación a él, la reducción de sus efectos y la alerta temprana
<b>ODS 14</b>	<b>VIDA SUBMARINA</b>
	14.1. De aquí a 2025, prevenir y reducir significativamente la contaminación marina de todo tipo, en particular la producida por actividades realizadas en tierra, incluidos los detritos marinos y la polución por nutrientes
<b>ODS 15</b>	<b>VIDA DE ECOSISTEMAS TERRESTRES</b>
	15.8. Para 2020, adoptar medidas para prevenir la introducción de especies exóticas invasoras y reducir de forma significativa sus efectos en los ecosistemas terrestres y acuáticos y controlar o erradicar las especies prioritarias
	15.a. Movilizar y aumentar de manera significativa los recursos financieros procedentes de todas las fuentes para conservar y utilizar de forma sostenible la diversidad biológica y los ecosistemas
<b>ODS 16</b>	<b>PAZ, JUSTICIA E INSTITUCIONES SÓLIDAS</b>
	16.7. Garantizar la adopción en todos los niveles de decisiones inclusivas, participativas y representativas que respondan a las necesidades
<b>ODS 17</b>	<b>ALIANZAS PARA LOGRAR LOS OBJETIVOS</b>
Cuestiones sistémicas	Coherencia normativa e institucional
	17.14. Mejorar la coherencia de las políticas para el desarrollo sostenible

Tabla 23: Objetivos de Desarrollo Sostenible conseguidos con el proyecto.

Este análisis se ha llevado a cabo desde el punto de vista del caso de España, sin calcular datos cuantitativos, identificando el objetivo que se considera que mejora cuando se evitan las pérdidas o daños producidos por las inundaciones.

Tanto los análisis como información más detallada de los estudios llevados a cabo para esta actuación se pueden consultar en el [Apéndice 6.3.7. Viabilidad social de la actuación, disponibilidad de terrenos y objetivos de desarrollo sostenible](#).

## 16. Planos

Por último, señalar que el **Apéndice 6.3.11. Planos de la actuación** se incluyen los mapas de relacionados con la actuación. Estos son:

6.3.0. Actuación 68. Encauzamiento del río Andarax desde boquera de la higuera hasta el mar. Río Andarax. TTMM Almería, Viator y Huércal de Almería (Almería, Andalucía). Ámbito de estudio.

6.3.1. Actuación 68. Encauzamiento del río Andarax desde boquera de la higuera hasta el mar. Río Andarax. TTMM Almería, Viator y Huércal de Almería (Almería, Andalucía). Zonas Inundables. Situación Actual

Esta colección de mapas incluye un primer mapa con las zonas inundables correspondientes a los 3 periodos de retorno estudiados (10, 100 y 500 años) junto con la colección de mapas de calados por periodo de retorno de la alternativa 0.

6.3.2. Actuación 68. Encauzamiento del río Andarax desde boquera de la higuera hasta el mar. Río Andarax. TTMM Almería, Viator y Huércal de Almería (Almería, Andalucía). Zonas Inundables. Alternativa 1

Esta colección de mapas incluye un primer mapa con las zonas inundables correspondientes a los 3 periodos de retorno estudiados (10, 100 y 500 años) junto con la colección de mapas de calados por periodo de retorno de la alternativa 1.

6.3.3. Actuación 68. Encauzamiento del río Andarax desde boquera de la higuera hasta el mar. Río Andarax. TTMM Almería, Viator y Huércal de Almería (Almería, Andalucía). Zonas Inundables. Alternativa 2

Esta colección de mapas incluye un primer mapa con las zonas inundables correspondientes a los 3 periodos de retorno estudiados (10, 100 y 500 años) junto con la colección de mapas de calados por periodo de retorno de la alternativa 2.

6.3.4. Actuación 68. Encauzamiento del río Andarax desde boquera de la higuera hasta el mar. Río Andarax. TTMM Almería, Viator y Huércal de Almería (Almería, Andalucía). Zonas Inundables. Alternativa 3

Esta colección de mapas incluye un primer mapa con las zonas inundables correspondientes a los 3 periodos de retorno estudiados (10, 100 y 500 años) junto con la colección de mapas de calados por periodo de retorno de la alternativa 3.

6.3.5. Actuación 68. Encauzamiento del río Andarax desde boquera de la higuera hasta el mar. Río Andarax. TTMM Almería, Viator y Huércal de Almería (Almería, Andalucía). Zonas Inundables. Alternativa 4

Esta colección de mapas incluye un primer mapa con las zonas inundables correspondientes a los 3 periodos de retorno estudiados (10, 100 y 500 años) junto con la colección de mapas de calados por periodo de retorno de la alternativa 4.

6.3.6. Actuación 68. Encauzamiento del río Andarax desde boquera de la higuera hasta el mar. Río Andarax. TTMM Almería, Viator y Huércal de Almería (Almería, Andalucía). Daños-Situación Actual

Esta colección de mapas incluye dos colecciones para cada uno de los 3 periodos de retorno estudiados (10, 100 y 500 años). El primero muestra los polígonos afectados por la zona

inundable de la alternativa 0 con el valor total del daño en ese polígono, siguiendo la metodología descrita en el [Apéndice 6.3.4. Informe coste/beneficio de la actuación](#) y el segundo muestra para cada polígono el daño/m<sup>2</sup>.

6.3.7. Actuación 68. Encauzamiento del río Andarax desde boquera de la higuera hasta el mar. Río Andarax. TTMM Almería, Viator y Huércal de Almería (Almería, Andalucía). Daños-Alternativa 1

Esta colección de mapas incluye dos colecciones para cada uno de los 3 periodos de retorno estudiados (10, 100 y 500 años). El primero muestra los polígonos afectados por la zona inundable de la alternativa 1 con el valor total del daño en ese polígono, siguiendo la metodología descrita en el [Apéndice 6.3.4. Informe coste/beneficio de la actuación](#) y el segundo muestra para cada polígono el daño/m<sup>2</sup>.

6.3.8. Actuación 68. Encauzamiento del río Andarax desde boquera de la higuera hasta el mar. Río Andarax. TTMM Almería, Viator y Huércal de Almería (Almería, Andalucía). Daños-Alternativa 2

Esta colección de mapas incluye dos colecciones para cada uno de los 3 periodos de retorno estudiados (10, 100 y 500 años). El primero muestra los polígonos afectados por la zona inundable de la alternativa 2 con el valor total del daño en ese polígono, siguiendo la metodología descrita en el [Apéndice 6.3.4. Informe coste/beneficio de la actuación](#) y el segundo muestra para cada polígono el daño/m<sup>2</sup>.

6.3.9. Actuación 68. Encauzamiento del río Andarax desde boquera de la higuera hasta el mar. Río Andarax. TTMM Almería, Viator y Huércal de Almería (Almería, Andalucía). Daños-Alternativa 3

Esta colección de mapas incluye dos colecciones para cada uno de los 3 periodos de retorno estudiados (10, 100 y 500 años). El primero muestra los polígonos afectados por la zona inundable de la alternativa 3 con el valor total del daño en ese polígono, siguiendo la metodología descrita en el [Apéndice 6.3.4. Informe coste/beneficio de la actuación](#) y el segundo muestra para cada polígono el daño/m<sup>2</sup>.

6.3.10. Actuación 68. Encauzamiento del río Andarax desde boquera de la higuera hasta el mar. Río Andarax. TTMM Almería, Viator y Huércal de Almería (Almería, Andalucía). Daños-Alternativa 4

Esta colección de mapas incluye dos colecciones para cada uno de los 3 periodos de retorno estudiados (10, 100 y 500 años). El primero muestra los polígonos afectados por la zona inundable de la alternativa 4 con el valor total del daño en ese polígono, siguiendo la metodología descrita en el [Apéndice 6.3.4. Informe coste/beneficio de la actuación](#) y el segundo muestra para cada polígono el daño/m<sup>2</sup>.

6.3.11. Actuación 68. Encauzamiento del río Andarax desde boquera de la higuera hasta el mar. Río Andarax. TTMM Almería, Viator y Huércal de Almería (Almería, Andalucía). Expropiaciones-Alternativa 1

Este mapa representa las expropiaciones asociadas a las obras que están incluidas dentro de la alternativa 1, diferenciando entre los distintos tipos de expropiación necesarios.

6.3.12. Actuación 68. Encauzamiento del río Andarax desde boquera de la higuera hasta el mar. Río Andarax. TTMM Almería, Viator y Huércal de Almería (Almería, Andalucía). Expropiaciones-Alternativa 2

Este mapa representa las expropiaciones asociadas a las obras que están incluidas dentro de la alternativa 2, diferenciando entre los distintos tipos de expropiación necesarios.

6.3.13. Actuación 68. Encauzamiento del río Andarax desde boquera de la higuera hasta el mar. Río Andarax. TTMM Almería, Viator y Huércal de Almería (Almería, Andalucía). Expropiaciones-Alternativa 3

Este mapa representa las expropiaciones asociadas a las obras que están incluidas dentro de la alternativa 3, diferenciando entre los distintos tipos de expropiación necesarios.

6.3.14. Actuación 68. Encauzamiento del río Andarax desde boquera de la higuera hasta el mar. Río Andarax. TTMM Almería, Viator y Huércal de Almería (Almería, Andalucía). Expropiaciones-Alternativa 4

Este mapa representa las expropiaciones asociadas a las obras que están incluidas dentro de la alternativa 4, diferenciando entre los distintos tipos de expropiación necesarios.

6.3.15. Actuación 68. Encauzamiento del río Andarax desde boquera de la higuera hasta el mar. Río Andarax. TTMM Almería, Viator y Huércal de Almería (Almería, Andalucía). Vaso de embalse -Alternativa 3 y alternativa 4.

6.3.16. Actuación 68. Encauzamiento del río Andarax desde boquera de la higuera hasta el mar. Río Andarax. TTMM Almería, Viator y Huércal de Almería (Almería, Andalucía). Zona de alta peligrosidad-Situación Actual

Esta colección de mapas incluye la zona de alta peligrosidad para el periodo de retorno de 100 años con el cauce incluido, según los criterios que indica el Reglamento del Dominio Público Hidráulico (Real Decreto 638/2016, de 9 de diciembre) para situación actual.

6.3.17. Actuación 68. Encauzamiento del río Andarax desde boquera de la higuera hasta el mar. Río Andarax. TTMM Almería, Viator y Huércal de Almería (Almería, Andalucía). Zona de alta peligrosidad - Alternativa 1

Esta colección de mapas incluye la zona de alta peligrosidad para el periodo de retorno de 100 años con el cauce incluido, según los criterios que indica el Reglamento del Dominio Público Hidráulico (Real Decreto 638/2016, de 9 de diciembre) para alternativa 1.

6.3.18. Actuación 68. Encauzamiento del río Andarax desde boquera de la higuera hasta el mar. Río Andarax. TTMM Almería, Viator y Huércal de Almería (Almería, Andalucía). Zona de alta peligrosidad - Alternativa 2

Esta colección de mapas incluye la zona de alta peligrosidad para el periodo de retorno de 100 años con el cauce incluido, según los criterios que indica el Reglamento del Dominio Público Hidráulico (Real Decreto 638/2016, de 9 de diciembre) para alternativa 2.

6.3.19. Actuación 68. Encauzamiento del río Andarax desde boquera de la higuera hasta el mar. Río Andarax. TTMM Almería, Viator y Huércal de Almería (Almería, Andalucía). Zona de alta peligrosidad - Alternativa 3

Esta colección de mapas incluye la zona de alta peligrosidad para el periodo de retorno de 100 años con el cauce incluido, según los criterios que indica el Reglamento del Dominio Público Hidráulico (Real Decreto 638/2016, de 9 de diciembre) para alternativa 3.

6.3.20. Actuación 68. Encauzamiento del río Andarax desde boquera de la higuera hasta el mar. Río Andarax. TTMM Almería, Viator y Huércal de Almería (Almería, Andalucía). Zona de alta peligrosidad - Alternativa 4

Esta colección de mapas incluye la zona de alta peligrosidad para el periodo de retorno de 100 años con el cauce incluido, según los criterios que indica el Reglamento del Dominio Público Hidráulico (Real Decreto 638/2016, de 9 de diciembre) para alternativa 4.

## 17. Conclusiones

Las conclusiones del presente estudio se agrupan por cada una de las temáticas analizadas, siendo las siguientes:

- Sobre la reducción del riesgo de inundación
- Sobre el coste-beneficio
- Sobre el efecto que tiene la actuación sobre las masas de agua
- Sobre el posible impacto ambiental y la complejidad de la tramitación ambiental
- Sobre el ámbito competencial de la actuación, la colaboración entre distintas administraciones y la disponibilidad de terrenos
- Sobre la aceptación y demanda social
- Sobre el Cambio Climático
- Sobre la solución
- Conclusión general

### 17.1. Sobre la reducción del riesgo de inundación

Sobre la peligrosidad:

- La alternativa seleccionada mejora en un 18,3% la zona de alta peligrosidad respecto del área correspondiente a la misma zona en situación actual, para el periodo de retorno de 100 años, 10,8% para 500 años y de un 5,3% para 10 años de periodo de retorno.
- La respuesta hidrológica de la cuenca es moderada, con un tiempo de concentración de 13,73 horas por lo que la peligrosidad en función del tiempo de respuesta se puede categorizar como moderada según lo establecido en la "Propuesta para la caracterización de la peligrosidad y el riesgo (octubre 2014)" MAGRAMA.
- Sobre el cálculo de los caudales se han usado los caudales punta correspondientes a los Mapas de Peligrosidad de primer ciclo y la determinación del hidrograma en cada subcuenca se llevó a cabo mediante el modelo HMS, ajustado para conseguir dichos valores. Para la alternativa 1 y 2 se mantienen los caudales de la situación actual mientras que para la alternativa 3 y 4 estos caudales se ven disminuidos por la laminación de las presas.
- El modelo digital del terreno del cauce se ha corregido con la campaña topográfica realizada en el "Estudio de Soluciones para la terminación del encauzamiento del río Andarax (Almería)".

Sobre el riesgo:

- La población actual afectada según la zona inundable de un periodo de retorno de 100 años asciende a 4.436 habitantes y para 500 años es de 10.512 habitantes. La alternativa

seleccionada mejora en un 77,9% la población afectada para el periodo de retorno de 100 años en comparación con la situación actual, suponiendo una mejora del 9,3% sobre la población potencialmente afectada, es decir, sobre la población de las unidades censales situadas en el ámbito de estudio. En el caso de 500 años de periodo de retorno el valor es de 11,3% de mejora sobre situación actual y 3,2% sobre la población potencial.

- De todos los términos municipales analizados (Almería, Huércal de Almería y Viator) el más perjudicado es Almería, donde la población afectada respecto del total de municipios supone un 85% (Periodo de retorno de 500 años en situación actual).
- Los Puntos de Especial Importancia afectados actuales ascienden a 9 y 24 para periodo de retorno de 100 y 500 años respectivamente. La alternativa seleccionada (Alternativa 2) disminuye el número de Puntos de Especial Importancia afectados mejorando un 55% sobre la situación actual para el periodo de retorno de 100 años y un 21% para 500 años. De esta forma, la solución protege los siguientes elementos significativos: polígonos industriales, centros educativos, centros deportivos, gasolinera y perrera municipal.
- El daño anual medio en la actualidad asciende a 5.485.414,17 €. La alternativa seleccionada reduce el daño total anual medio en 1.679.391,43 €. Esto supone una reducción del 30,61%. Los daños se concentran en los usos comercios, almacenes y resto de riesgos.

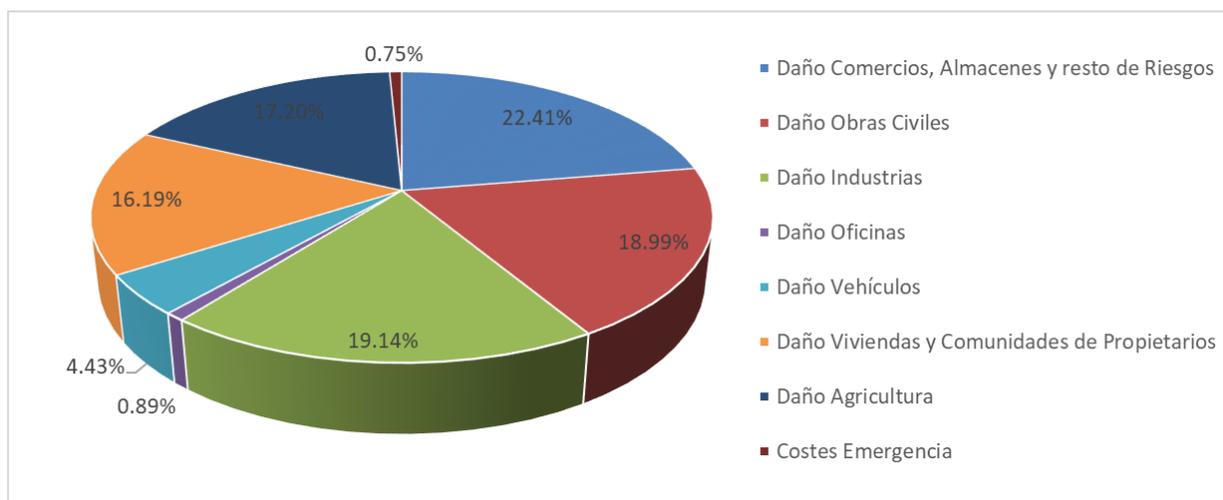


Figura 29: Distribución de daños por sectores

La alternativa seleccionada disminuye significativamente el daño producido a oficinas (90,24%), comercios, almacenes y resto de riesgos (83,95%) e industrias (65,09%).

- La solución propuesta mejora la operativa durante la emergencia dado que reduce el número de vías afectadas por la inundación en 40% frente a la situación actual (2 vías afectadas), para el periodo de retorno de 100 años y para el resto de periodos de retorno permanece igual.
- No existe una especial incertidumbre en el cálculo de riesgos ligada al cálculo de daños debido a que existe información sobre el valor catastral de cada parcela.

Sobre los indicadores de peligrosidad y riesgo:

- La situación actual y las 4 alternativas de Andarax se encuentran en el cuadrante C de peligrosidad significativa-muy alta y riesgo significativo-muy alto: la ARPSI ubicadas en este

cuadrante poseen valores medios-bajos tanto de peligrosidad como de riesgo. El riesgo y la peligrosidad de la ARPSI ES060\_ARPS\_0115 se reducen en las alternativas frente a situación actual, aunque las mejores opciones desde este punto de vista no es la alternativa 2, sino la 3 y la 4.

## 17.2. Sobre el coste-beneficio

El coste acumulado de la obra en 100 años supone 63.031.620,24 € incluyendo el mantenimiento, siendo 22,52% el coste específico de mantenimiento y explotación. El daño para el periodo de retorno de 100 años supone 59.688.304,7 €. Implantando la actuación el daño evitado asciende a un 39,41% del valor anterior. La ejecución de la alternativa propuesta obtiene un beneficio anual medio de 1.679.391,43 €.

Dados los costes y beneficios obtenidos con la ejecución de la obra y tras el análisis económico realizado se puede concluir que la obra propuesta no es rentable según los índices económicos estudiados. Además, ninguna de las otras alternativas analizadas tiene como resultado rentabilidades mejores a la de la alternativa seleccionada.

El análisis de sensibilidad muestra que resultado del estudio de rentabilidad de la alternativa seleccionada (alternativa 2) es volátil. Existe una incertidumbre en el estudio de coste –beneficio ligada a la inexistencia de proyecto constructivo, por lo que los valores económicos considerados para los costes de inversión del proyecto son a nivel de estudio de planificación.

## 17.3. Sobre el efecto que tiene la actuación sobre las masas de agua

La actuación de estudio afecta a las masas de agua MAS Bajo Andarax ES060MSPF0641060Z y MASb Medio-Bajo Andarax ES060MSBT060-012, existiendo conexión entre ambas. Tras la realización del Protocolo HMF en la situación actual y tras las obras, se puede concluir que:

Caudal e hidrodinámica		Conexión con MASb		Continuidad de los ríos		Variación en la profundidad y anchura		Estructura y sustrato del lecho		Estructura de la zona ribereña		Resumen En masa de agua, afecta o nada
Actual	Alt. Selcc.	Actual	Alt. Selcc.	Actual	Alt. Selcc.	Actual	Alt. Selcc.	Actual	Alt. Selcc.	Actual	Alt. Selcc.	
9,23	9,23	10,00	10,00	10,00	10,00	4,02	4,02	5,28	5,28	7,96	7,96	No afecta

Tabla 24: Indicadores hidromorfológicos

En la situación final ponderada se refleja una mejoría con respecto a la situación actual por la recuperación del funcionamiento hidráulico frente a avenidas del río Andarax en su tramo urbano de Almería, aunque desde el punto de vista hidromorfológico, las actuaciones no influyen en el comportamiento del cauce.

En cuanto a los Objetivos Ambientales y su grado de cumplimiento según la DMA, al estar catalogado como MAS, este cauce tiene definidos sus objetivos ambientales al igual que le sucede a la MASb

A raíz de los resultados del análisis efectuado, no parece significativo el impacto de esta actuación sobre las masas de agua superficial y subterránea teniendo en cuenta que este río se encuentra muy modificado por presiones antrópicas, por lo tanto, con los datos disponibles, no se estima necesaria la aplicación del artículo 4.7 de la DMA por la ejecución de las obras ya que no se compromete el cumplimiento de los objetivos ambientales de las masas de agua.

OBJETIVOS AMBIENTALES Y DIRECTIVA MARCO DE AGUAS							
Código MAS	Estado global resultante actual	Estado global resultante con obra	Objetivos Ambientales	Exenciones y/o Prórrogas	Aplicación art. 4.7. DMA	Grado de necesidad del cumplimiento 4.7	
						MAS/MASb /cauce	Actuación
<b>MAS ES060MSPF0641060Z Bajo Andarax</b>	No alcanza el buen estado	No afecta	Buen estado en 2027	Art. 4(4) Prórroga de cumplimiento por viabilidad técnica	No aplica	0%	No aplica
<b>MASb ES060MSBT060-012 MEDIO-BAJO ANDARAX</b>	No alcanza el buen estado	No afecta	Buen estado en 2027	Art. 4(4) Prórroga: Buen estado ecológico y químico en 2021, por viabilidad técnica y condiciones naturales	4.7.c	0%	

Tabla 25: Indicadores sobre los objetivos ambientales y su cumplimiento

## 17.4. Sobre el posible impacto ambiental y la complejidad de la tramitación ambiental

No hay ningún espacio perteneciente a la Red Natura 2000 ni espacio natural protegido catalogado en el ámbito de actuación. Por otro lado, destacar la presencia de vías pecuarias y hábitats de interés comunitario en la zona de actuación.

Analizada la legislación de evaluación ambiental estatal según Ley 21/2013 y su modificación por Ley 9/2018 el proyecto debe ser sometido al procedimiento de Evaluación de Impacto Ambiental simplificada (Anexo II). Por otro lado, consultada la legislación autonómica, el proyecto se encuentra en el Anexo I. Categorías de actuaciones sometidas a los instrumentos de prevención y control ambiental y establece que el instrumento a aplicar es Autorización Ambiental Unificada, procedimiento abreviado. De acuerdo con el órgano sustantivo, el trámite debe de ser nacional por lo que se aconseja que sea el órgano ambiental quien dicte el procedimiento a seguir. Adicionalmente, deberá llevarse a cabo el trámite correspondiente a la Autorización Ambiental Unificada procedimiento abreviado en la Junta de Andalucía.

Como antecedente, señalar que el Proyecto “Encauzamiento del río Andarax desde la Boquera de la Higuera hasta el Mar (Almería)”, tuvo entrada en Calidad y Evaluación Ambiental con fecha 8 de junio de 2005 y fecha de archivo de expediente 20 de septiembre de 2005, no procediéndose a evaluar por estar la obra en fase de ejecución muy avanzada.

## 17.5. Sobre el ámbito competencial de la actuación, la colaboración entre distintas administraciones y la disponibilidad de terrenos

Esta actuación puede incluirse dentro del “Encauzamiento del río Andarax”, declarada como obra de interés general del estado por la Ley 10/2001 del PHN. Anexo II.

Dado que se ha considerado prioritario realizar el análisis coste-beneficio de las medidas estructurales de protección contra avenida según indica el Real Decreto 903/2010, de 9 de julio, de evaluación y gestión de riesgos de inundación, se considera que las competencias de la obra recaen en el MITERD y el Ayuntamiento ya que se trata de una actuación en suelo urbano, según el art 28.4 de la Ley 10/2001, de 5 de julio, del Plan Hidrológico Nacional.

Para la futura puesta en marcha de las actuaciones se debería tramitar un convenio de colaboración entre las administraciones competentes durante todas las fases de la obra, en el cual se identifiquen los puntos que cada administración debe asumir el ámbito de sus competencias conforme a la Instrucción del Secretario de Estado de Medio Ambiente de fecha 8 de julio de 2020.

El titular del principal servicio afectado la Diputación Provincial, (carretera AL-3202).

El grado de colaboración entre las distintas administraciones involucradas se considera medio.

Para la realización de la alternativa propuesta, no sería necesario ejecutar expropiaciones, ya que el 100% de la superficie afectada corresponde a terrenos de titularidad del Ayuntamiento o la Diputación Provincial.

## 17.6. Sobre la aceptación y demanda social

Tras los trabajos realizados se puede que se han identificado varias referencias donde queda reflejada la necesidad de ejecución de la actuación. En cuanto al resultado del análisis de la aceptación social no se han detectado opiniones contrarias a la actuación.

Es una obra que en principio no necesita expropiaciones y aunque no dispone de un proyecto desarrollado que lo confirme, en especial en la zona donde se sitúa el muro transversal de la margen derecha al comienzo de la actuación, se espera que no exista un rechazo social debido a ellas. Un factor que si puede causar rechazo es la altura de los cajeros ya que la margen derecha se sitúa en el entorno urbano de Almería, clasificado como suelo urbano, de sistemas generales y otros.

La zona inundable se reduce en extensión hasta un 20% para el periodo de retorno de 100 años y un 10% para 500 años. En cuando a la población afectada, para 100 años de periodo de retorno la alternativa elegida desciende un 77,9% frente a situación actual. En el caso de que se produzcan caudales correspondientes a 10 y 500 años no se reduce significativamente el número de afectados.

De los Objetivos de Desarrollo Sostenible propuestos por las Naciones Unidas en la Agenda 2030, la actuación cumple 11 objetivos y 20 metas.

## 17.7. Sobre Cambio Climático

De acuerdo con las metodologías aplicadas:

- La precipitación para un periodo de retorno de 100 años experimentará cambios de influencia baja. El mayor impacto se observa en la temperatura, se calcula que la temperatura máxima aumente como máximo en 2,8 °C y la mínima en 2,4 °C., y, por lo tanto, el área drenante a esta actuación, a futuro, será más árida. Estos datos corresponden a los escenarios de Cambio Climático RCP 4.5 y RCP 8.5 en el horizonte 2041-2070.
- Según la metodología presentada por MITERD en el que los efectos del Cambio Climático se aproximan a través de dos componentes: la componente meteorológica y la componente de usos del suelo, la actuación de Andarax está expuesta a un riesgo significativo para ambos escenarios de RCP 4.5 y RCP 8.5.

Se calcula que la variación en la producción de la escorrentía será media. El caudal punta podría llegar a un incremento del 20 % en el escenario de RCP 4.5 y un 30% en el escenario de RCP 8.5, considerando la precipitación con periodo de retorno de 100 años en el escenario histórico, RCP 4.5 y RCP 8.5 y en el

horizonte 2041-2070, además de una disminución en el umbral de escorrentía del 25%. Este valor del incremento ahonda en la necesidad de construcción de esta obra que reduzca los daños actuales por inundación y rebaje significativamente los futuros.

Dado que el objetivo de la obra es la reducción de daños, los efectos previsibles directos o indirectos, acumulativos y sinérgicos del proyecto sobre el Cambio Climático, durante:

- la fase de ejecución se concentrará en la energía consumida durante la obra y en la emisión de los Gases de Efecto Invernadero, GEIs, a la atmósfera a determinar en la fase de construcción;
- la fase de explotación, al tratarse de una obra tipo encauzamiento no existe ninguna previsión de emisiones.
- la demolición o abandono del proyecto, poco previsible debido a las consecuencias para el casco urbano de Almería, en el caso de abandono no se producirá ninguna emisión y en caso de demolición, se tendría que valorar específicamente en ese momento que partes habría que demoler. En este análisis se considera un periodo de vida útil de al menos 100 años.

## 17.8. Sobre la solución

Por último, se describen las conclusiones sobre la solución adoptada, así como aquellas singularidades de la actuación o de la conclusión en las que es necesario incidir porque se escapan a una valoración cuantitativa o cualitativa al uso.

- La actuación planteada no dispone de un proyecto de construcción, cuya redacción sería necesaria para tramitar el proyecto. No obstante la solución elegida no es rentable.
- Sería necesario estudiar en detalle la erosión que podría producirse en el lecho y en la cimentación de los cajeros. Esta rambla transporta el agua de una cuenca con capacidad para generar un gran caudal y una gran carga de sedimentos. En el encauzamiento alcanza velocidades mayores a 6 m/s, por lo que este será uno de los puntos críticos en el diseño de cualquier obra en el Andarax.
- La eficacia de la solución es limitada, porque aumenta la protección de un encauzamiento existente de gran capacidad, pero sólo hasta proteger para una avenida asociada a un periodo de retorno de 100 años. Es importante incidir que no es posible eliminar el riesgo y que se producirán riesgos residuales en caso de producirse cualquier caudal.
- Además, debido a los muros de protección transversal situados al inicio de la actuación en la margen derecha, existe un riesgo incremental potencial, en caso de colapso de la obra. Este riesgo también está presente en los puntos del encauzamiento cuya altura de cajeros respecto de la calle es igual o superior a 2,5 m.

## 17.9. Conclusión general

Esta actuación puede incluirse dentro del “Encauzamiento del río Andarax”, declarada como obra de interés general del estado por la Ley 10/2001 del PHN. Anexo II.

La alternativa seleccionada, alternativa 2, se prevé rentable desde el punto de vista económico. No se prevé que la obra afecte de forma significativa a las masas de aguas, ni sea necesario aplicar el artículo 4.7. de la DMA porque la obra comprometa el cumplimiento de los objetivos ambientales. Se recomienda la tramitación de la evaluación de impacto ambiental mediante el procedimiento ordinario.

Para la puesta en marcha de las actuaciones se debería tramitar un convenio de colaboración entre las administraciones competentes durante todas las fases de la obra, en el cual se identifiquen los puntos que cada administración debe asumir el ámbito de sus competencias conforme a la Instrucción del Secretario de Estado de Medio Ambiente de fecha 8 de julio de 2020. En este sentido, la Junta de Andalucía ha licitado una reciente actuación sobre esta actuación que deberá complementarse y coordinarse adecuadamente.

## **ANEJO 6.4. ACTUACIÓN 69**

**ADECUACIÓN DEL CURSO BAJO DEL GUADALHORCE.**

**RÍO GUADALHORCE. T.M. MÁLAGA (ANDALUCÍA)**

## INDICE

1. MARCO GENERAL DE LA ACTUACIÓN.....	1
2. ANTECEDENTES.....	2
3. DESCRIPCIÓN DE LAS ALTERNATIVAS.....	3
4. DEFINICIÓN DEL ÁREA AFECTADA .....	6
5. MODELOS DIGITALES DEL TERRENO.....	6
6. ANÁLISIS HIDROLÓGICO DE CADA ALTERNATIVA .....	7
7. MODELO HIDRÁULICO .....	8
7.1. Situación actual. Alternativa 0.....	8
7.2. Alternativa 1.....	8
7.3. Alternativa 2.....	9
7.4. Zona de alta peligrosidad.....	10
8. ANÁLISIS COSTE-BENEFICIO.....	11
8.1. Valoración económica de cada alternativa.....	11
8.1.1. Costes procedentes de proyecto existente .....	11
8.1.2. Resumen de costes actuación.....	11
8.1.3. Costes de explotación y mantenimiento .....	12
8.2. Puntos de especial importancia.....	12
8.3. Análisis de daños.....	14
8.4. Coste beneficio de cada alternativa.....	16
8.5. Análisis de sensibilidad .....	16
9. ÍNDICES DE PELIGROSIDAD Y RIESGO .....	17
10. IMPACTO DEL CAMBIO CLIMÁTICO .....	19
10.1. Análisis de los caudales de 100 años de periodo de retorno .....	19
10.2. Análisis cualitativo de factores que influyen en la formación de escorrentía.....	20
11. FASES Y PLAZO DE LA ACTUACIÓN .....	21
12. ANÁLISIS HIDROMORFOLÓGICO. APLICACIÓN DEL PROTOCOLO PHMF .....	21
13. ANÁLISIS DE LOS EFECTOS SOBRE LOS OBJETIVOS AMBIENTALES DE LAS MASAS DE AGUA.....	23
14. ANÁLISIS DE LA TRAMITACIÓN AMBIENTAL EN RELACIÓN CON LA LEY 21/2013, DE 9 DE DICIEMBRE, DE EVALUACIÓN AMBIENTAL Y SU MODIFICACIÓN POR LEY 9/2018 .....	25
15. ANÁLISIS SOCIAL.....	28
15.1. Disponibilidad de terrenos.....	29
15.2. Demanda y viabilidad social de la actuación .....	30
15.3. Ámbito competencial de la actuación .....	31
15.4. Objetivos de desarrollo sostenible .....	32
16. PLANOS.....	33
17. CONCLUSIONES .....	34

17.1. Sobre la reducción del riesgo de inundación .....	35
17.2. Sobre el coste beneficio .....	36
17.3. Sobre el efecto que sobre las masas de agua tiene la actuación .....	37
17.4. Sobre el posible impacto ambiental y la complejidad de la tramitación ambiental .....	38
17.5. Sobre el ámbito competencial de la actuación, la colaboración entre distintas administraciones y la disponibilidad de terrenos .....	38
17.6. Sobre la aceptación y demanda social .....	39
17.7. Sobre Cambio el Climático .....	39
17.8. Sobre la solución .....	40
17.9. Conclusión general .....	40

**Apéndice 6.4.1.** Informe de la actuación

**Apéndice 6.4.2.** Informe documentación de la actuación

**Apéndice 6.4.3.** Informe hidráulico de la actuación

**Apéndice 6.4.4.** Informe coste/beneficio de la actuación

**Apéndice 6.4.5.** Protocolo y efectos sobre los objetivos ambientales de las masas de agua afectadas por la actuación

**Apéndice 6.4.6.** Informe del análisis de la tramitación ambiental de la actuación

**Apéndice 6.4.7** Viabilidad social de la actuación, disponibilidad de terrenos y objetivos de desarrollo sostenible

**Apéndice 6.4.8.** Encuesta

**Apéndice 6.4.9.** Índices de peligrosidad y riesgo

**Apéndice 6.4.10.** Impacto del cambio climático

**Apéndice 6.4.11.** Planos de la actuación

- 6.4.0. Ámbito de la actuación
- 6.4.1. Actuación 69. Río Guadalhorce. ZI- Situación Actual
- 6.4.2. Actuación 69. Río Guadalhorce. ZI- Alternativa 1
- 6.4.3. Actuación 69. Río Guadalhorce. ZI- Alternativa 2
- 6.4.4. Actuación 69. Río Guadalhorce. Daños-Situación Actual
- 6.4.5. Actuación 69. Río Guadalhorce. Daños-Alternativa 1
- 6.4.6. Actuación 69. Río Guadalhorce. Daños-Alternativa 2
- 6.4.7. Actuación 69. Río Guadalhorce. Expropiaciones-Alternativa 1
- 6.4.8. Actuación 69. Río Guadalhorce. Expropiaciones-Alternativa 2

## FIGURAS

Figura 1: Ámbito de estudio. Fuente MTN25 IGN.....	1
Figura 2: Evolución urbanística de la zona suroeste de la ciudad de Málaga.....	2
Figura 3: Inundaciones históricas.....	2
Figura 4: Croquis de la Alternativa 1.....	4
Figura 5: Croquis de la Alternativa 2.....	5
Figura 6: MDT generado para la alternativa 0.....	6
Figura 7: Cuenca del río Guadalhorce.....	7
Figura 8: Zona inundable calculada. Alternativa 0.....	8
Figura 9: Zona inundable calculada. Alternativa 1.....	9
Figura 10: Zona inundable calculada. Alternativa 2.....	10
Figura 11: Puntos de especial importancia definidos dentro de la actuación.....	13
Figura 12: Mapa de daños estimados. Alternativa 0 – T100.....	15
Figura 13: Daños por periodo de retorno, alternativa y uso.....	15
Figura 14: Salida gráfica representando la peligrosidad arriba y riesgo abajo en situación actual a la izquierda y a la derecha con la alternativa seleccionada (alternativa 2)......	17
Figura 15: Gráfica de peligrosidad y riesgo para la alternativa 0, 1 y 2.....	18
Figura 16: Esquema de valoración ponderada en el río Guadalhorce, Málaga.....	22
Figura 17: RN 2000 próximos al ámbito.....	26
Figura 18: Mapa de clasificación del suelo procedente del Sistema de información urbana (SIU). Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana.....	30

## TABLAS

Tabla 1: Caudales utilizados en las alternativas estudiadas.....	7
Tabla 2: Superficies obtenidas para la zona de alta peligrosidad. ....	10
Tabla 3: Listado de puntos de especial importancia. ....	14
Tabla 4: Daños calculados por alternativa y periodo de retorno.....	14
Tabla 5: Resultados Estudio Rentabilidad de la actuación.....	16
Tabla 6: Resumen estudio rentabilidad.....	16
Tabla 7: Índice global de peligrosidad y riesgo.....	18
Tabla 8: Valores de precipitación y temperatura para datos históricos y para los escenarios RCP4.5 y RCP8.5 en el periodo 2041-2070.....	19
Tabla 9: Valores de precipitación y su influencia para los escenarios RCP4.5 y RCP8.5 en el periodo 2041-2070.....	20
Tabla 10: Valor del efecto del cambio climático por la componente usos del suelo.....	20
Tabla 11: Valor global del efecto del cambio climático en la actuación .....	21
Tabla 12: Comparativa de calidad de MAS sin proyecto y con proyecto. ....	23
Tabla 13: Comparativa de calidad de MASb sin proyecto y con proyecto.....	23
Tabla 14: Medidas de mitigación seleccionadas para las actuaciones estructurales de protección frente a inundaciones en Málaga (Málaga) .....	24
Tabla 15: Propuesta de medidas de mejora hidromorfológica para las actuaciones estructurales de protección frente a inundaciones en Málaga (Málaga) .....	24
Tabla 16: Medidas protectoras y correctoras propuestas para las actuaciones en Guadalhorce. ....	25
Tabla 17: Descripción del medio .....	25
Tabla 18: Tramitación actual .....	27
Tabla 19: Población afectada para la situación actual y alternativa seleccionada (habitantes).....	29
Tabla 20: Mejora sobre la población afectada (%).....	29
Tabla 21: Administraciones competentes.....	31
Tabla 22: Objetivos de Desarrollo Sostenible conseguidos con el proyecto.....	33
Tabla 23: Indicadores hidromorfológicos.....	37
Tabla 24: Indicadores sobre los objetivos ambientales y su cumplimiento.....	37

## 1. Marco general de la actuación

El ámbito de esta actuación se sitúa en el término municipal de Málaga, provincia de Málaga (Andalucía). El cauce estudiado en esta actuación es el curso bajo del río Guadalhorce desde la confluencia del río Campanillas hasta su desembocadura.

El ámbito de la actuación se sitúa en el ARPSI fluvial ES060\_ARPS\_0048. Ese tramo del cauce del Guadalhorce está clasificado como masa de agua: MAS ES060MSPF0614220 “Desembocadura del Guadalhorce”. La masa de agua subterránea presente en el ámbito de actuación es la MASb ES060MSBT060-037 “Bajo Guadalhorce”, presenta conexión temporal con la MAS.

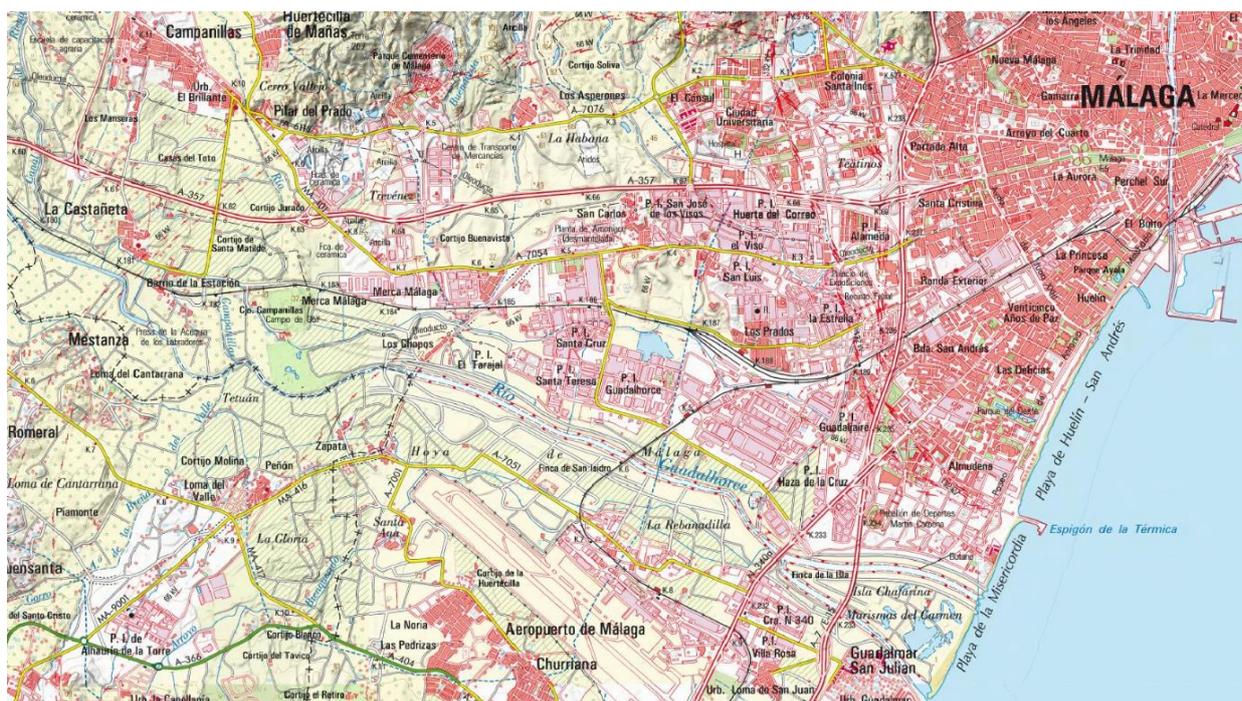


Figura 1: Ámbito de estudio. Fuente MTN25 IGN.

La necesidad de esta actuación se justifica por las inundaciones históricas y daños producidos por el río Guadalhorce en la ciudad de Málaga.

Esta actuación podría incluirse en la obra clasificada de interés general del estado por la Ley 10/2001, del PHN, dentro del Anexo II como “Adecuación del curso bajo del río Guadalhorce”.

El ámbito de estudio ha sido objeto de distintos trabajos que tratan de analizar la problemática del tramo bajo del río Guadalhorce, siendo el más reciente el “Estudio numérico de la capacidad hidráulica del encauzamiento del curso bajo del río Guadalhorce (Málaga)” realizado por el CEDEX en junio de 2018.

Para consultar más datos generales de la caracterización sobre peligrosidad y riesgo de la ARPSI y sobre los datos de presiones, impactos y objetivos ambientales de la masa de agua se puede consultar el [Apéndice 6.4.1. Informe de la actuación](#) y el [Apéndice 6.4.5. Protocolo y efectos sobre los objetivos ambientales de las masas de agua afectadas por la actuación](#).

## 2. Antecedentes

La ciudad de Málaga ha sufrido numerosas inundaciones a lo largo de su historia. La expansión urbanística del casco urbano ha incrementado la exposición de los desarrollos al urbanizarse ambas márgenes de los cauces que ahora cruzan la ciudad.



Figura 2: Evolución urbanística de la zona suroeste de la ciudad de Málaga.

Aunque existe constancia de mayor número de episodios, el Catálogo Nacional de Inundaciones Históricas registra inundaciones los años 1901, 1902, 1907, 1917, 1918, 1926, 1927, 1933, 1949, 1970, 1971, 1977, 1978, 1989, 1997, 2001, 2002, 2003, 2004 y 2006. Hay que añadir a estos registros los episodios de 1998, 2010, 2016 y 2020.

De entre los citados, destaca por su gravedad el episodio de noviembre de 1989.



Línea de FFCC 1917. Fuente: Diario Sur

Aeropuerto 1989. Fuente: Diario Sur

Polígono el Viso 1989. Fuente: Ayto. Málaga

Figura 3: Inundaciones históricas

Tras estas inundaciones, la extinta Confederación Hidrográfica del Sur realizó varios convenios de colaboración con el CEDEX para realizar distintos estudios en el ámbito del río Guadalhorce. A continuación, se citan los estudios realizados:

- Realización del ensayo en modelo reducido y estudio en modelo matemático del río Guadalhorce. Junio 1991.
- Estudio matemático de las avenidas del 14-15 y 26-27 de noviembre de 1989 en la cuenca del río Guadalhorce. Octubre 1991.
- Realización del ensayo en modelo físico reducido del río Guadalhorce. Noviembre 1991.
- Estudio hidráulico por simulación matemática de las avenidas del 14-15 y 26-27 de noviembre de 1989 en el cauce del río Guadalhorce. Diciembre 1991.
- Asesoramiento y supervisión de los estudios para la defensa de Málaga contra las inundaciones. Enero 1992.

- Estudio por simulación hidrológica de la avenida de diseño en la cuenca del río. Guadalhorce. Ensayo en modelo reducido y estudio en modelo matemático en río Guadalhorce. Abril 1992.
- Ensayo en modelo reducido y estudio en modelo matemático del río Guadalhorce. Septiembre 1992.
- Estudio por simulación hidrológica de la ley de frecuencias de avenidas máximas en la cuenca del río Guadalhorce. Ensayo en modelo reducido y estudio en modelo matemático. Octubre 1992.
- Ensayo en modelo físico reducido del tramo final del río Guadalhorce. Noviembre 1992.
- Ensayo en modelo reducido y estudio en modelo matemático del río Guadalhorce. Noviembre 1992.
- Ampliación del convenio para el ensayo en modelo físico reducido y el estudio en modelo matemático del río Guadalhorce. Enero 1994.
- Ensayo en modelo reducido de los estudios complementarios del encauzamiento del curso bajo del río Guadalhorce. Mayo 1997

A partir de estos trabajos, se diseñaron una serie de medidas que proporcionaban al encauzamiento la capacidad de asumir 4160 m<sup>3</sup>/s, caudal correspondiente a la punta de un hidrograma de 200 años de período de retorno de acuerdo con el estudio hidrológico del CEDEX.

En este ámbito, en la década de los 90 se llevaron a cabo diversas actuaciones para solventar la problemática de inundación que no culminaron, quedando pendiente ejecutar la sustitución del puente de la carretera N-340 y el acondicionamiento del ramal derecho de bifurcación del encauzamiento del río Guadalhorce hasta su desembocadura. Esta última no se realizó por motivos de protección ambiental. En el modelo físico realizado del puente se concluyó que el puente entraba en carga con un caudal de 2100 m<sup>3</sup>/s.

El estudio más reciente realizado por el CEDEX en junio de 2018, titulado “Estudio numérico de la capacidad hidráulica del encauzamiento del curso bajo del río Guadalhorce (Málaga)” es el estudio base para esta actuación y su análisis de viabilidad. La mayor parte de las medidas propuestas se centran en aumentar la capacidad hidráulica del puente de la carretera N-340 ratificando así la necesidad de actuación.

En la situación actual, en el escenario de avenida de 50 años de período de retorno, el remanso de la misma producido aguas arriba del puente, afectaría significativamente a la ciudad de Málaga alcanzando la EDAR y la vaguada adjunta. Se agravaría en el caso de suceder la avenida de 100 años, desbordando por ambas márgenes y entrando en carga un segundo puente a la altura de la EDAR.

En el estudio “Estudio numérico de la capacidad hidráulica del encauzamiento del curso bajo del río Guadalhorce (Málaga)” se estudiaron varias alternativas. De todas ellas se han recogido las 2 soluciones que mejor funcionan hidráulicamente para realizar el análisis de viabilidad de esta actuación.

Por último cabe añadir el “Proyecto de remodelación del puente sobre el río Guadalhorce en la antigua carretera N-340 (Málaga)” de 2004.

### 3. Descripción de las alternativas

Las alternativas incluidas en este estudio corresponden exactamente a 3 alternativas estudiadas en el Informe Técnico “Estudio numérico de la capacidad hidráulica del encauzamiento del curso bajo del río Guadalhorce” elaborado por el CEDEX. Dichas alternativas son:

**Alternativa 0**, que corresponde a la situación actual del tramo bajo del río Guadalhorce desde la confluencia con el río Campanillas.

**Alternativa 1**, que representa la solución 1 planteada en el “Estudio numérico de la capacidad hidráulica del encauzamiento del curso bajo del río Guadalhorce, cuyas características principales son:

- El mantenimiento la geometría actual del puente de vigas, más moderno, sobre la MA-21 (antigua N-340), ubicado aguas arriba del de arcos, ampliándolo con nuevos vanos por el estribo de la margen derecha (4 vanos de 30 m/vano).
- La eliminación del puente de arcos (calzada 2) ubicado aguas abajo del de vigas, para sustituirlo por un nuevo puente cuyas pilas permitan aumentar la capacidad de desagüe actual. El nuevo puente de arcos será más esbelto, con dos vanos centrales de 92 m de luz (frente a los 18 m de luz actuales), formados por dos arcos atirantados y 6 vanos laterales de vigas, dos en la margen izquierda de unos 26 m y cuatro en la derecha de unos 30 m. La cota inferior del tablero queda a la cota 6,00 msnm y la superior queda a la 7,70 m.s.n.m.
- La eliminación de la rotonda de la margen izquierda y de la edificación existente en la bifurcación del encauzamiento
- La elevación de los cajeros de los barrancos: Arroyo Ciriano modificación de los caleros en una longitud de 583 m, en 362 m del Arroyo Buenavista y en 1590 m del Arroyo Cañas. El objetivo de estas obras es evitar que el remanso producido por la avenida del Guadalhorce produzca desbordamientos en los barrancos.

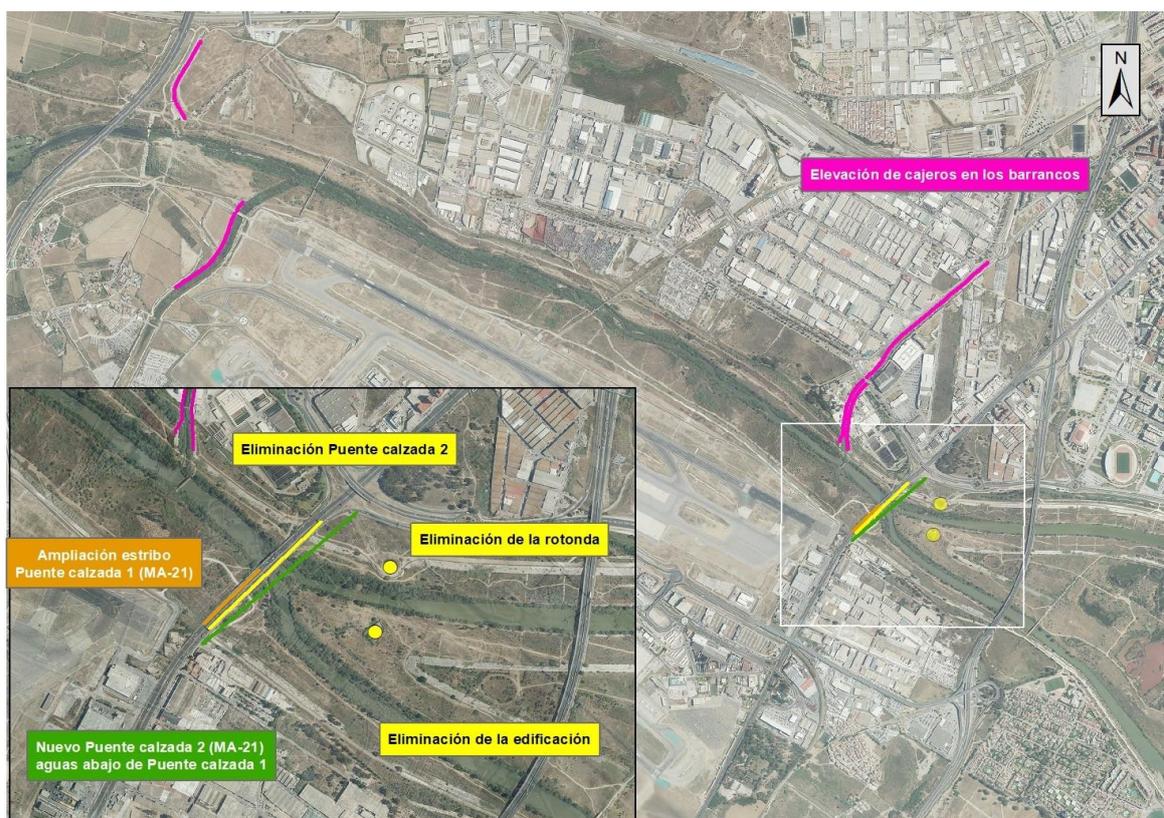


Figura 4: Croquis de la Alternativa 1

**Alternativa 2**, que representa la alternativa 3 planteada en el “Estudio numérico de la capacidad hidráulica del encauzamiento del curso bajo del río Guadalhorce” elaborado por el CEDEX. Esta solución engloba las medidas propuestas en la alternativa 2 del mismo estudio, incluyendo además medidas

estructurales que permitan alcanzar el nivel de protección global planteado inicialmente en el encauzamiento. Las medidas propuestas incluidas en esta alternativa son:

- El aumento de la capacidad de desagüe de los puentes de la MA-21 (antigua N-340) por su margen derecha, mediante nuevos vanos que sustituyen los terraplenes existentes en los estribos, semejantes a los vanos del puente de vigas (4 vanos de 30 m/vano). Así, se aumentaría la capacidad para desaguar hasta 4.160 m<sup>3</sup>/s, siendo esta la avenida asociada al periodo de retorno de 200 años.
- La eliminación de la rotonda de la margen izquierda y de la edificación existente en la bifurcación del encauzamiento.
- La prolongación de los muros existentes del encauzamiento tanto hacia aguas arriba como hacia agua abajo, con una altura de 1,5 m y una longitud de 5882 m, salvo en las proximidades de la M-21 (antigua N-340) donde podría alcanzar 2,5 m y una longitud de 672 m. Adicionalmente, debido a que, para avenidas de período de retorno superior a 50 años, la lámina de agua sobrepasa el puente N340.
- La eliminación de la plataforma, terraplén, puente y estribo de la antigua vía del ferrocarril.
- La elevación de los cajeros de los barrancos: Arroyo Ciriano modificación de los caleros en una longitud de 583 m, en 362 m del Arroyo Buenavista y en 1590 m del Arroyo Cañas. El objetivo de estas obras es evitar que el remanso producido por la avenida del Guadalhorce produzca desbordamientos en los barrancos.

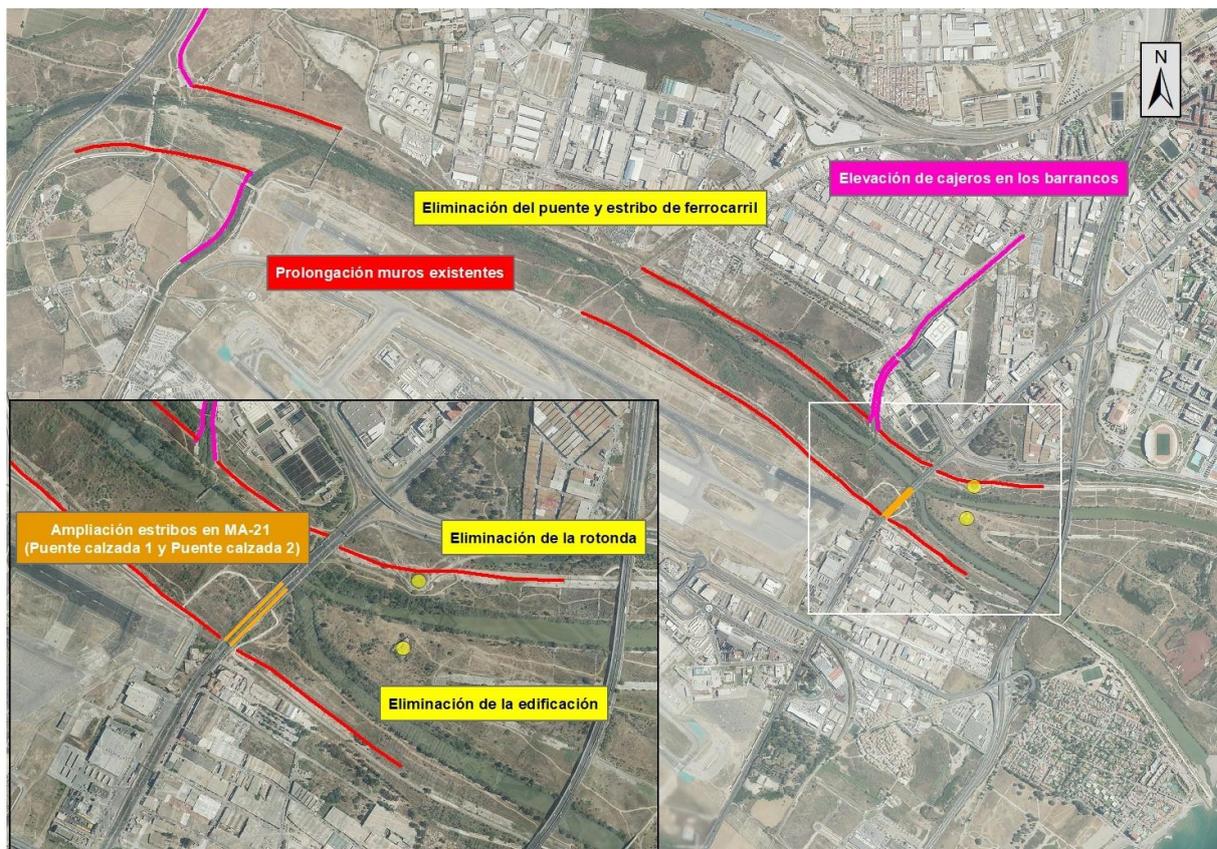


Figura 5: Croquis de la Alternativa 2

Una mayor descripción de las alternativas junto con los croquis de las actuaciones se incluye en el [Apéndice 6.4.3. Informe hidráulico de la actuación.](#)

## 4. Definición del área afectada

En la definición del área afectada se han considerado varios criterios: la longitud del tramo ARPSI y de la masa de agua (cuando procede), la zona inundable de 500 años de periodo de retorno del tramo ARPSI y los posibles los daños importantes, o necesarios, fuera del ámbito ARPSI pero ligados a las zonas inundables existentes o claramente vinculados, y el terreno ocupado por la obra.

En este caso, la obra es urbana y centrada en el río Guadalhorce, por lo que resultan más limitantes el resto de factores. El área se extiende al del modelo hidráulico del tramo ARPSI correspondiente. El área estudiada coomprende 3.018 ha y 9,5 km de longitud de cauce.

En el [Apéndice 6.4.11. Planos de la actuación](#), plano 6.4.0. *Ámbito de la actuación*, se muestra la citada área afectada.

## 5. Modelos digitales del terreno

Los MDT empleados en las modelizaciones proceden directamente del Informe Técnico “Estudio numérico de la capacidad hidráulica del encauzamiento del curso bajo del río Guadalhorce”.

El MDT de la **alternativa 0** se obtuvo a partir del vuelo LIDAR del PNOA de 2014, con un tamaño de celdas de 2 m. A este MDT se le añadió la batimetría del cauce que se obtuvo para la realización del proyecto del nuevo puente proyectado en la N-340. A su vez, se incorporó la geometría de las estructuras hidráulicas que afectaban al modelo hidráulico, cuyos datos se recopilaban a través de una campaña de campo realizada por el CEDEX.

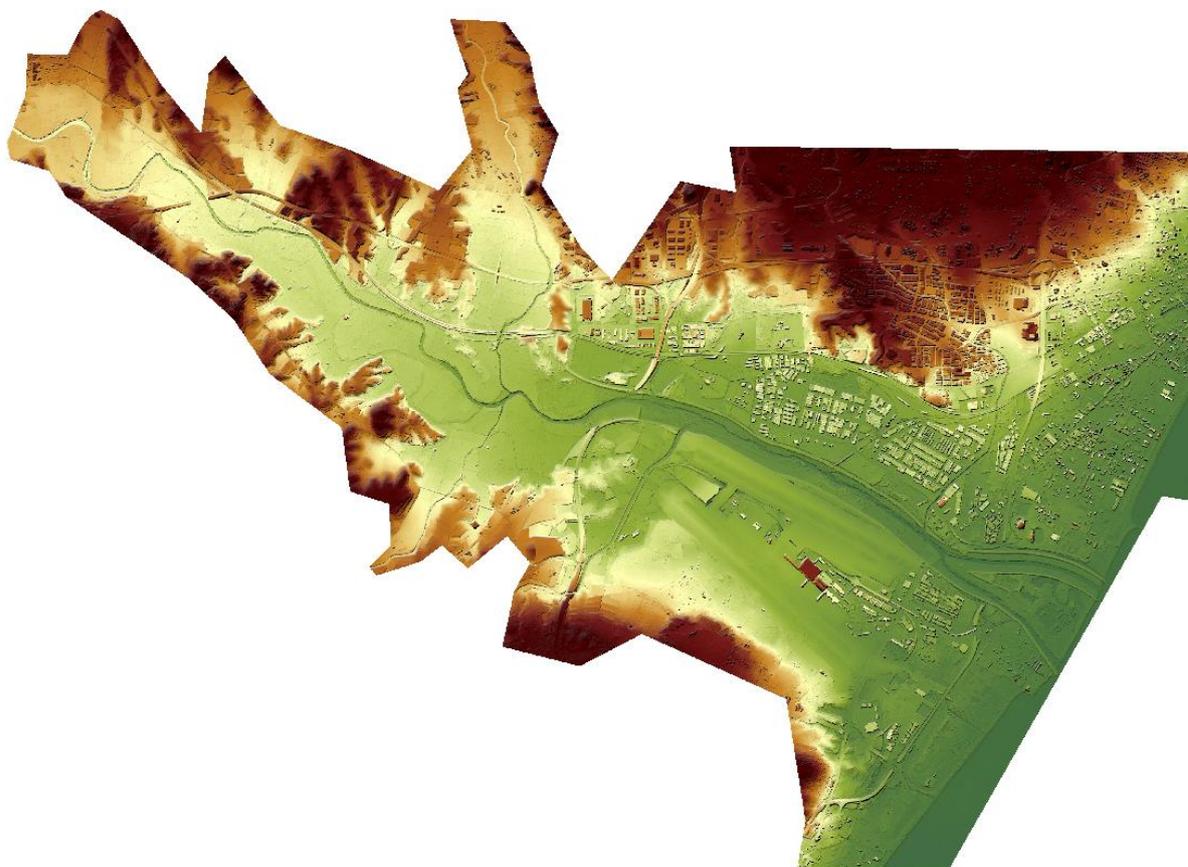


Figura 6: MDT generado para la alternativa 0.

Los MDT de las **alternativas 1 y 2** se generaron modificando el MDT de la situación actual y añadiendo las obras descritas de cada alternativa.

## 6. Análisis hidrológico de cada alternativa

Los hidrogramas utilizados para la elaboración de los mapas de zonas inundables también proceden Informe Técnico “Estudio numérico de la capacidad hidráulica del encauzamiento del curso bajo del río Guadalhorce”. Como resumen, para los períodos de retorno de 25, 50, 100 y 500 años, los hidrogramas se obtuvieron del “Estudio Hidráulico para la Prevención de Inundaciones y la Ordenación de Las Cuencas del Río Guadalhorce” elaborado por la Junta de Andalucía. Mientras que para el período de retorno de 200 años el hidrograma se obtuvo del “Estudio por simulación hidrológica de la ley de frecuencias de avenidas máximas en la cuenca del río Guadalhorce. Ensayo en modelo reducido y estudio en modelo matemático” realizado por el CEDEX en octubre de 1992.

A partir de los datos hidrológicos de la Junta de Andalucía, en el estudio del CEDEX se reconstruyeron los hidrogramas con el modelo HMS. El caudal punta de la avenida asociada al período de retorno de 25 años es 2048 m<sup>3</sup>/s.

El modelo físico del puente de la carretera MA-21 arroja como resultado la entrada en carga del puente con un caudal de 2100 m<sup>3</sup>/s. Es decir, se asumiría la entrada en carga del puente con la avenida inferior a 25 años de periodo de retorno, frente a las actuales recomendaciones recogida en las Normativas Técnicas para diseño de obras de paso del Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana, que marcan como caudal de proyecto el asociado a la avenida de 100 años.

La cuenca del río Guadalhorce tiene una superficie aportante de 2.750 km<sup>2</sup>, una longitud de cauce de 148,73 km y un tiempo de concentración (método de Témez) de 34 h.



Figura 7: Cuenca del río Guadalhorce

El cuadro siguiente muestra los valores punta de los hidrogramas.

Cauce	Q25 (m <sup>3</sup> /s)	Q100 (m <sup>3</sup> /s)	Q500 (m <sup>3</sup> /s)
Río Guadalhorce	2.020,4	3.974,0	4.947,0

Tabla 1: Caudales utilizados en las alternativas estudiadas

## 7. Modelo hidráulico

### 7.1. Situación actual. Alternativa 0

Se recogen en este punto los resultados del estudio hidráulico incluido en el Informe Técnico “Estudio numérico de la capacidad hidráulica del encauzamiento del curso bajo del río Guadalhorce”.

El software utilizado para el modelo hidráulico fue el IBER. El MDT para este modelo proviene del tratamiento de los datos LiDAR más actuales, según se ha descrito anteriormente

La cobertura de rugosidad es la determinada en el estudio de referencia. En el interior del encauzamiento se obtuvo a partir de estudios realizados por el CEDEX obteniendo un coeficiente de Manning de 0,033. Para el resto de zonas se aplicó un coeficiente de rugosidad de Manning en función de los usos del suelo y de acuerdo con las recomendaciones de la “Guía Metodológica para el desarrollo del Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables”.

Los hidrogramas empleados proceden del estudio hidrológico anteriormente mencionado. El modelo incluye los 7 puentes que se encuentran en el ámbito de la simulación.

Los croquis del modelo y detalles del mismo pueden consultar en el [Apéndice 6.4.3. Informe hidráulico de la actuación](#), alternativa 0. Para más información, se pueden consultar las zonas inundables resultado del cálculo hidráulico en el [Apéndice 6.4.11. Planos de la actuación](#), plano 6.4.1. *Zonas inundables de la situación actual*.

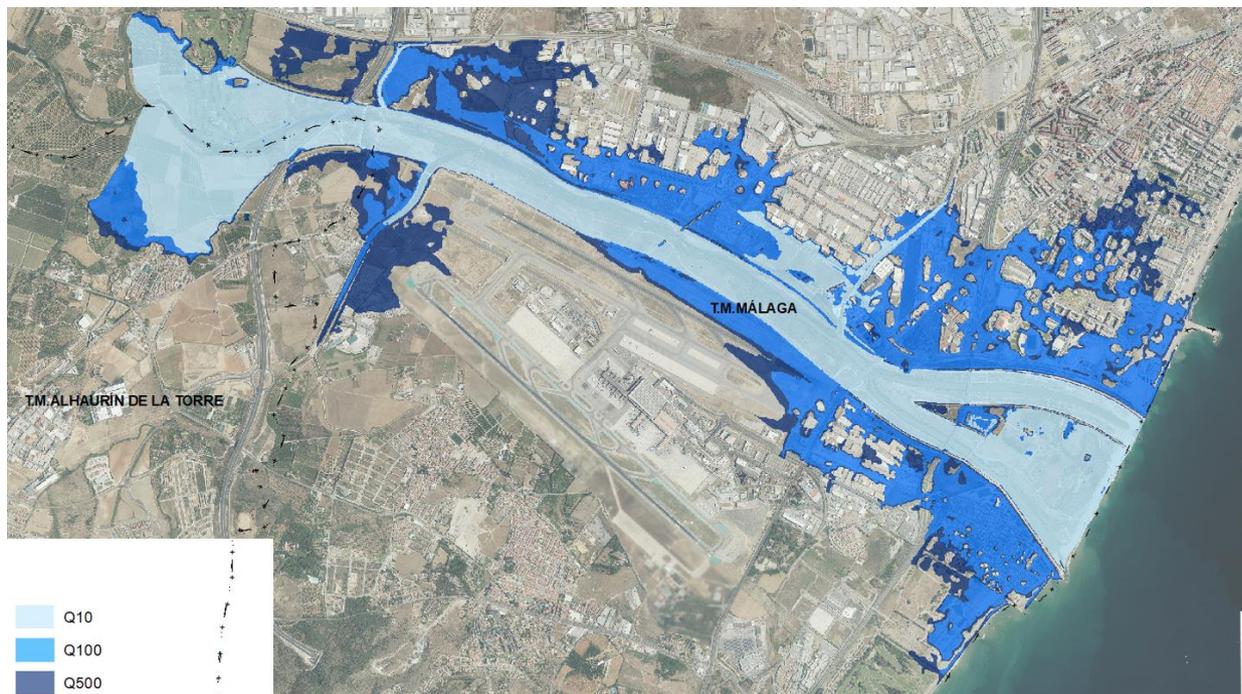


Figura 8: Zona inundable calculada. Alternativa 0

### 7.2. Alternativa 1

Esta alternativa representa la solución 1 planteada en el “Estudio numérico de la capacidad hidráulica del encauzamiento del curso bajo del río Guadalhorce” elaborado por el CEDEX.

El modelo hidráulico se modificó para incluir las medidas supuestas en la alternativa. Los hidrogramas y la rugosidad se mantienen respecto de la alternativa 0 ya que no hay medidas proyectadas que cambien estas variables.

Los croquis del modelo y detalles del mismo pueden consultar en el [Apéndice 6.4.3. Informe hidráulico de la actuación](#), alternativa 1. Para más información, se pueden consultar las zonas inundables resultado del cálculo hidráulico en el [Apéndice 6.4.11. Planos de la actuación](#), plano 6.4.2. *Zonas inundables de la alternativa 1*.

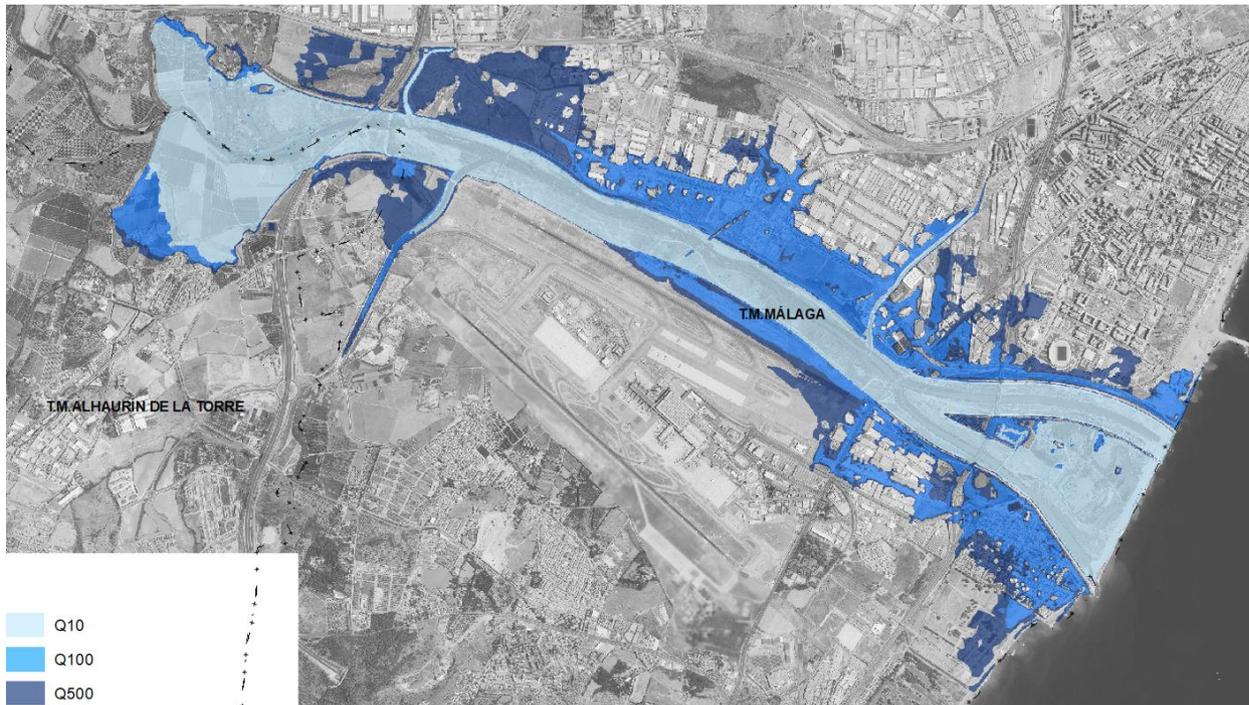


Figura 9: Zona inundable calculada. Alternativa 1

### 7.3. Alternativa 2

Del mismo modo que para la alternativa 1, se ha modificado el modelo hidráulico de la alternativa 0 con el fin de incorporar las medidas planteadas en la alternativa 3 del “Estudio numérico de la capacidad hidráulica del encauzamiento del curso bajo del río Guadalhorce” elaborado por el CEDEX.

Los hidrogramas y la rugosidad se mantienen respecto de la alternativa 0 ya que no hay medidas proyectadas que cambien estas variables.

Los croquis del modelo y detalles del mismo pueden consultar en el [Apéndice 6.4.3. Informe hidráulico de la actuación](#), alternativa 2. Para más información, se pueden consultar las zonas inundables resultado del cálculo hidráulico en el [Apéndice 6.4.11. Planos de la actuación](#), plano 6.4.3. *Zonas inundables de la alternativa 2*.

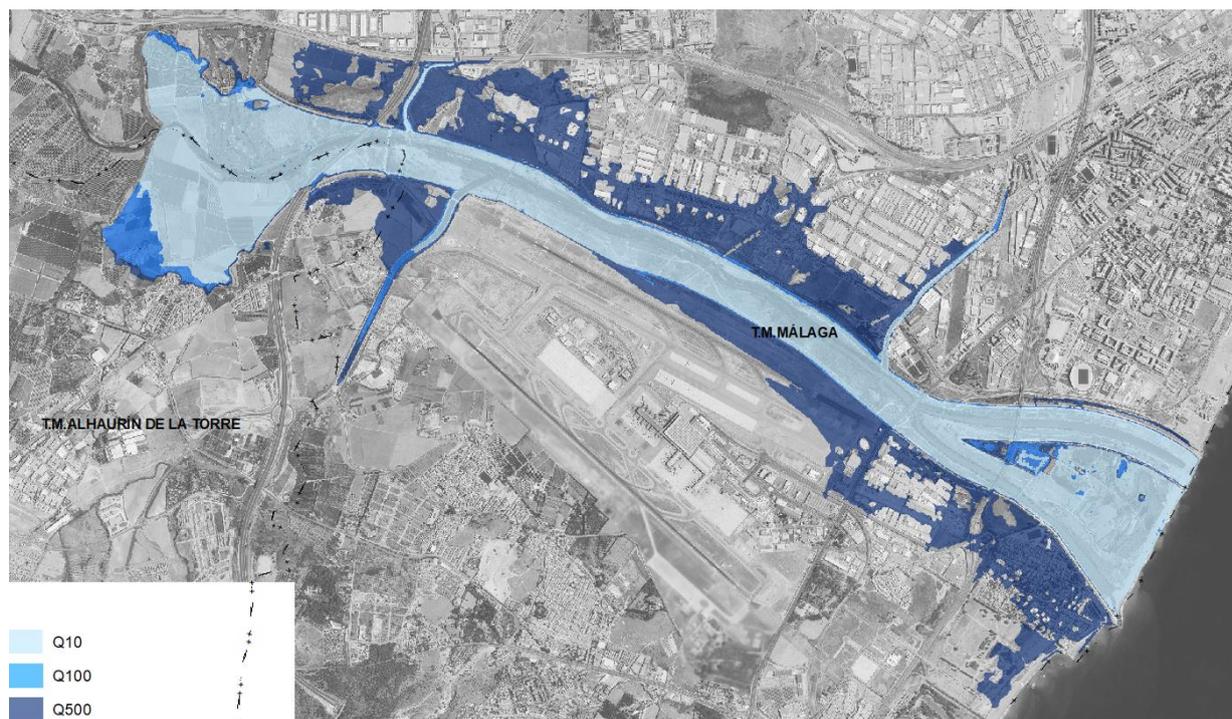


Figura 10: Zona inundable calculada. Alternativa 2

## 7.4. Zona de alta peligrosidad

Tras el análisis de los resultados hidráulicos obtenidos, se ha procedido a calcular la zona de alta peligrosidad para cada periodo de retorno y alternativa. La zona de alta peligrosidad se entiende como el área del territorio donde se da al menos una de las siguientes condiciones, descontando el área correspondiente al cauce natural o artificial de forma que se pueda analizar las mejoras que proporcionan las obras asociadas a cada una de las alternativas dentro de las zonas en las que se producen daños por inundaciones:

- Calado superior a 1 m.
- Velocidad mayor a 1 m/s.
- Producto de calado por velocidad es mayor de 0,5 m<sup>2</sup>/s.

Para analizar la zona de alta peligrosidad asociada al ámbito de la actuación, se ha utilizado únicamente la condición de calado por no disponerse de las capas de velocidades, ya que las láminas utilizadas proceden del “Estudio numérico de la capacidad hidráulica del encauzamiento del curso bajo del río Guadalquivir” elaborado por el CEDEX.

Una vez calculado, se ha evaluado la superficie resultante para cada periodo de retorno y alternativa:

Actuación	Guadalquivir Alt.0	Guadalquivir Alt.1		Guadalquivir Alt.2	
	Sup (m <sup>2</sup> )	Sup (m <sup>2</sup> )	% mejora	Sup (m <sup>2</sup> )	% mejora
<b>T10</b>	1.257.350	1.181.100	6,1	1.183.100	5,9
<b>T100</b>	4.387.175	3.204.700	27,0	2.231.025	49,1
<b>T500</b>	6.219.875	5.183.300	16,7	4.135.875	33,5

Tabla 2: Superficies obtenidas para la zona de alta peligrosidad.

## 8. Análisis coste-beneficio

El análisis coste beneficio realizado está basado en el cálculo económico de todos los costes y beneficios del proyecto comparando todos los datos económicos de las actuaciones en un mismo año común. El desarrollo de la metodología de cálculo completa está desarrollado dentro del [Apéndice 6.4.4. Informe coste/beneficio de la actuación](#).

### 8.1. Valoración económica de cada alternativa

Para la valoración económica de cada alternativa se han seguido una metodología de trabajo por la cual se ha estudiado toda la información previa disponible, en este caso no se disponía de un proyecto previo, sino que se han utilizado los distintos documentos disponibles donde se analiza la actuación propuesta.

En el [Apéndice 6.4.4. Informe coste/beneficio de la actuación](#), se describen todos los criterios generales que se han tenido en cuenta para la estimación del presupuesto como la actualización de precios al año de referencia, la revisión de que los presupuestos estimados para las alternativas incluyan todas las partidas generales necesarias (control de calidad, medidas correctoras y plan de vigilancia, gestión de residuos, etc.).

Se han definido las expropiaciones necesarias, se han incluido el coste de redacción del proyecto, los costes de los servicios de control y vigilancia de las obras y los costes de mantenimiento y explotación de la obra durante el periodo de estudio y los costes de reconstrucción de las obras de fábrica de menor entidad.

En los siguientes apartados se muestran los valores definitivos aplicados en el análisis coste-beneficio.

#### 8.1.1. Costes procedentes de proyecto existente

Para el desarrollo de las alternativas estudiadas para reducir, o solucionar, la problemática derivada de las inundaciones ocurridas en la zona de la desembocadura del río Guadalhorce se ha utilizado la información elaborada en el “Estudio numérico de la capacidad hidráulica del encauzamiento del curso bajo del río Guadalhorce (Málaga)” y presentada por el CEDEX en “Modelación Hidráulica del río Guadalhorce en el entorno urbano de Málaga” de diciembre de 2016. Estos datos se encienden a nivel de estudio de viabilidad. También se ha tenido en cuenta los precios del proyecto constructivo “Proyecto de remodelación del puente sobre el río Guadalhorce en la antigua carretera N-340 (Málaga)” de 2004.

#### 8.1.2. Resumen de costes actuación

Con las modificaciones planteadas en el apartado anterior, el presupuesto de las obras propuestas para la **alternativa 1**, al actualizarlo a 2018, año base comparativo de todas las actuaciones estudiadas, es:

- Presupuesto de Ejecución material de la obra: 37.946.346,71 €.
- Presupuesto totales asociados a la Actuación (con IVA): 58.250.583,56 €.
  - Presupuesto Base de Licitación de la obra (con IVA): 54.638.944,63 €.
  - Costes de licitación del contrato de redacción de proyecto de la obra (con IVA): 363.412,88 €. En esta partida queda excluido el Proyecto de “Remodelación del

puente sobre el río Guadalhorce en la antigua carretera N-340 (Málaga)”, ya redactado.

- Costes de tramitación ambiental y revisión documentación asociada exclusivamente al Proyecto de “Remodelación del puente sobre el río Guadalhorce en la antigua carretera N-340 (Málaga)” (con IVA): 51.716,62 €.
- Costes de licitación del contrato de servicios para el control y vigilancia de las obras (con IVA): 1.092.778,89 €.
- Costes expropiaciones: 2.103.730,53 €.

Con las modificaciones planteadas en el apartado anterior, el presupuesto de las obras propuestas para la **alternativa 2**, al actualizarlo a 2018, año base comparativo de todas las actuaciones estudiadas, es:

- Presupuesto de Ejecución material de la obra: 25.081.368,14 €.
- Presupuesto totales asociados a la Actuación (con IVA): 38.440.005,58 €.
  - Presupuesto Base de Licitación de la obra (con IVA): 36.114.661,99 €.
  - Costes de licitación del contrato de redacción del proyecto íntegro de la obra de la alternativa (con IVA): 722.293,24 €.
  - Costes de licitación del contrato de servicios para el control y vigilancia de las obras (con IVA): 722.293,24 €.
  - Costes expropiaciones: 880.757,11 €.

### 8.1.3. Costes de explotación y mantenimiento

De forma resumida los costes de explotación y mantenimiento asociados a las obras proyectadas en la **alternativa 1** son:

- Costes de mantenimiento y explotación anuales: 25.738,21 €.
- Costes de reconstrucción de obras civiles menores (cada 50 años): 2.230.644,82 €.

De forma resumida los costes de explotación y mantenimiento asociados a las obras proyectadas en la **alternativa 2** son:

- Costes de mantenimiento y explotación anuales: 99.130,91 €.
- Costes de reconstrucción de obras civiles menores (cada 50 años): 2.293.480,40 €.

## 8.2. Puntos de especial importancia

Para el correcto cálculo de esta actuación ha sido necesario realizar una búsqueda de todos los elementos de especial importancia (valor estratégico, servicio social, disponibilidad en la emergencia, etc.) presentes dentro del ámbito de estudio.

Se ha revisado la información incluida en el PGRI y la disponible para la elaboración de los mapas de riesgo del segundo ciclo de planificación. En este caso se han identificado 52 puntos, con ubicación comprobada gracias a Google Earth y Maps.

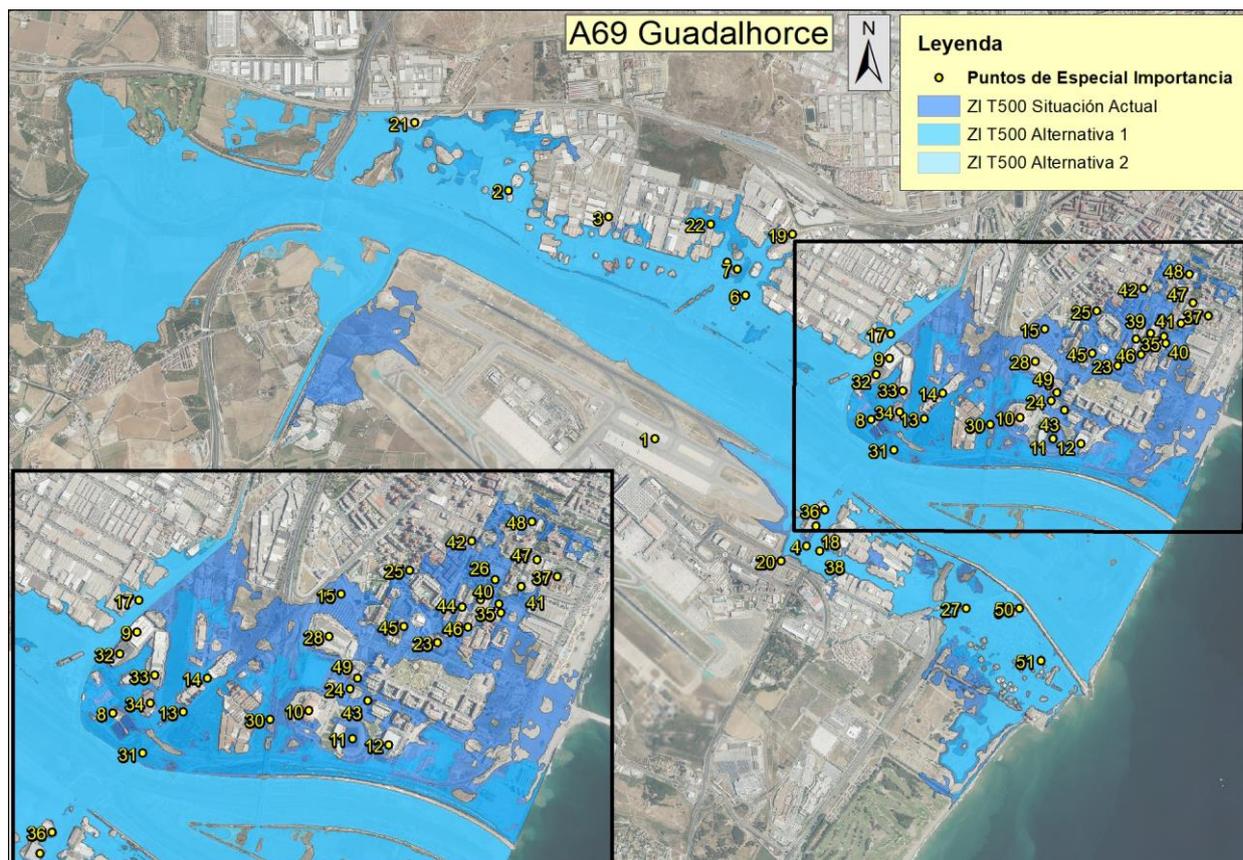


Figura 11: Puntos de especial importancia definidos dentro de la actuación.

Estos puntos corresponden a edificios, cuyo valor es mayor al medio por lo que sus daños potenciales también. Esto ha hecho que se incluyan centros comerciales e industrias de especial importancia no contempladas específicamente en el PGRI.

En este caso, dichos puntos corresponden a: Aeropuerto, edificios públicos, depuradoras de agua residual e industrial, centros de salud y hospitalarios, centros de enseñanza, centros deportivos, polígonos comerciales, polígonos industriales, infraestructuras del ferrocarril y las carreteras MA20 y MA21.

ID	Puntos de especial importancia	ID	Puntos de especial importancia
1	Aeropuerto	27	Iglesia
2	Industria de hidrocarburos	28	Centro Comercial
3	Gasolinera	29	Estación de metro
4	Gasolinera	30	MA-20
5	Centro de inserción social (penitenciario)	31	MA-21
6	Gasolinera	32	Edificio comercial
7	Estación de cercanías	33	Edificio comercial
8	Depuradora	34	Edificio comercial
9	Edificio comercial (cines)	35	Iglesia
10	Palacio de los deportes (polideportivo principal)	36	Edificio comercial
11	Estadio municipal de Málaga (Ayuntamiento)	37	Diputación de Málaga (con centro cultural)
12	Polideportivo (acuático)	38	Gasolinera
13	Gasolinera	39	Polideportivo

ID	Puntos de especial importancia	ID	Puntos de especial importancia
14	Gasolinera	40	Centro de salud
15	Gasolinera	41	Colegio
16	Gasolinera	42	Colegio
17	Gasolinera	43	Colegio Infantil
18	Edificio comercial	44	Colegio Infantil
19	Inicio túneles ferrocarril convencional	45	Instituto
20	Línea de ferrocarril	46	Instituto
21	Cementera	47	Instituto
22	Industria	48	Instituto
23	Bomberos	49	Hospital
24	Colegio	50	Colegio
25	Colegio	51	Residencia de mayores
26	Colegio	52	Residencia de mayores

Tabla 3: Listado de puntos de especial importancia.

### 8.3. Análisis de daños

Toda la metodología para el cálculo de los daños producidos por una inundación, así como los valores máximos establecidos, obtenidos de los valores catastrales oficiales de la Sede Electrónica del Catastro, las curvas calado - daños, la consideración de daños indirectos y otros criterios se pueden consultar en el [Apéndice 6.4.4. Informe coste/beneficio de la actuación.](#)

Una vez obtenidos los daños por periodo de retorno se calculó el daño anual medio de la situación actual y las diferentes alternativas. La metodología para este cálculo también se incluye en el apéndice citado anteriormente. El resumen de los valores que alcanzan los daños estimados en la actuación para la situación actual y las diferentes alternativas son los siguientes:

Actuación	T25	T100	T500
Guadalhorce Alt.0	16,001,325,42 €	408,131,339,12 €	603,529,933,26 €
Guadalhorce Alt.1	10,003,682.34 €	167,407,427.35 €	363,559,165.57 €
Guadalhorce Alt.2	10,010,185.05 €	13,400,248.95 €	210,656,870.90 €

Tabla 4: Daños calculados por alternativa y periodo de retorno.

El beneficio anual medio que producen las obras propuestas, calculado a partir del daño evitado son:

- Daño anual medio Alt.0: 12.895.801 €
- Daño anual medio Alt.1: 6.312.446 €
- Daño anual medio Alt.2: 2.469.514 €
- Beneficio anual medio Alt.1: 6.583.355 €
- Beneficio anual medio Alt.2: 10.426.287 €

Como resultado de este cálculo, se han elaborado los mapas de daño, diferenciando por parcela el valor del mismo. Estos planos se encuentran en el [Apéndice 6.4.11. Planos de la actuación.](#) Los planos se presentan por valor de daño en la parcela y por valor del daño/m<sup>2</sup> en la parcela.

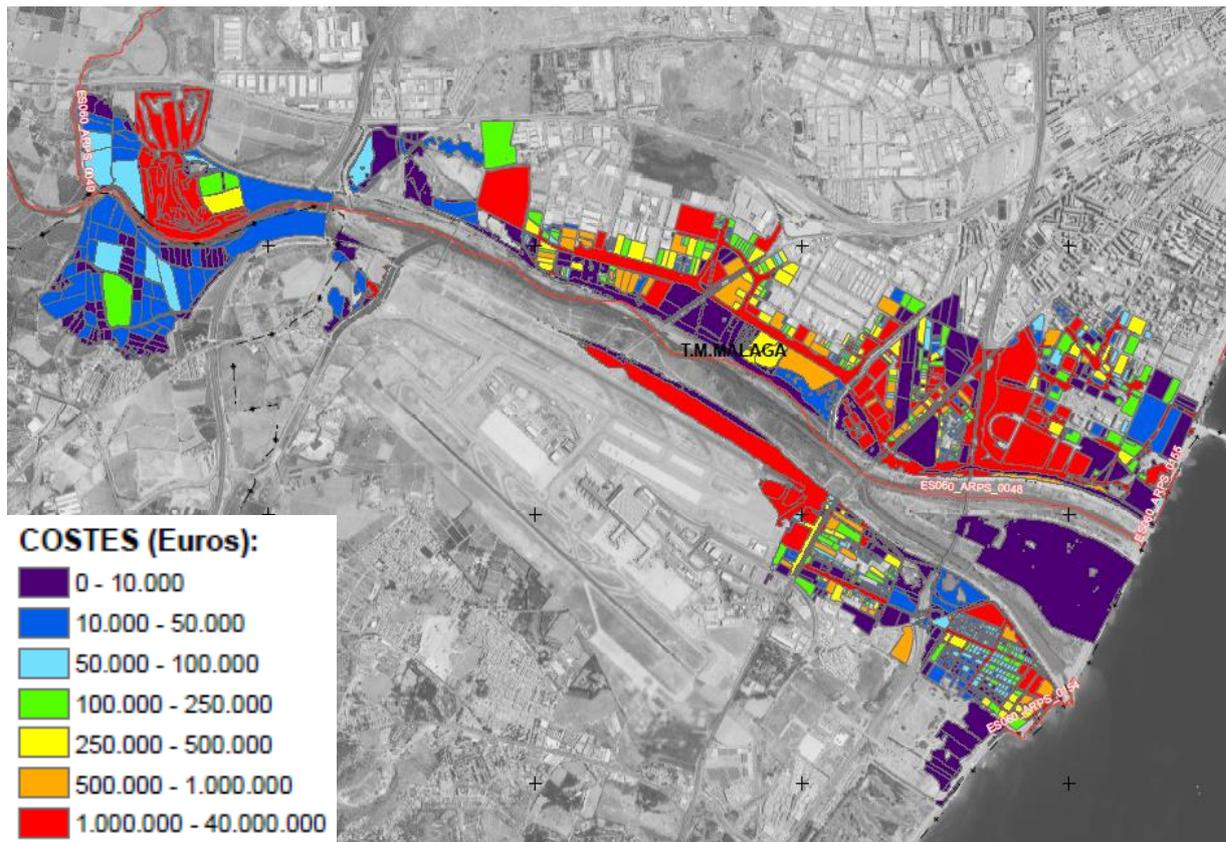


Figura 12: Mapa de daños estimados. Alternativa 0 – T100

La siguiente figura muestra, por periodo de retorno y alternativa, los daños por uso, identificándose el grado de reducción del riesgo.

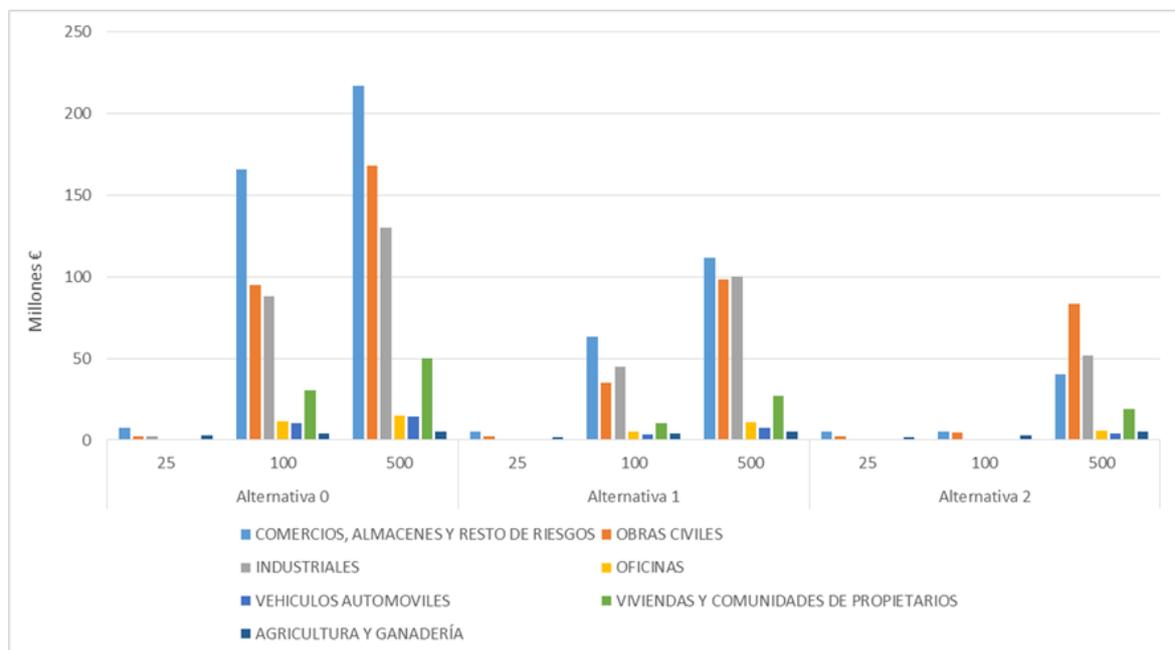


Figura 13: Daños por periodo de retorno, alternativa y uso

Según los datos del Consorcio de Compensación de Seguros, el año de mayor presupuesto en indemnizaciones fue el año 2010 seguido de cerca por el año 2012 y 2009. En el análisis de los datos del

consorcio las obras civiles destacan ya que son superiores en más del doble al siguiente grupo (comercios, almacenes y resto de riesgos). Los datos de indemnizaciones, así como el análisis de calibración de los daños calculados se pueden consultar en el [Apéndice 6.4.4. Informe coste/beneficio de la actuación.](#)

## 8.4. Coste beneficio de cada alternativa.

Con todos los datos anteriores se ha realizado un estudio de rentabilidad de la actuación para analizar si resulta beneficiosa económicamente hablando la realización de las obras de la alternativa propuesta. La metodología y los umbrales a partir de los cuales se considera rentable cada uno de los indicadores analizados también se pueden consultar en el [Apéndice 6.4.4. Informe coste/beneficio de la actuación.](#)

El periodo a lo largo del cual se realiza el estudio de rentabilidad es de 100 años de mantenimiento y explotación, más el plazo de construcción de la obra. Para analizar la rentabilidad se aplica una tasa de descuento del 3% durante la fase de explotación y mantenimiento.

Actuación	VAN (€) Valor actualizado neto	TIR Tasa interna de retorno	B/C Beneficio/Coste	PRI (años) Periodo de recuperación de la inversión
Guadalhorce Alt.1	157.471.007,49 €	12,71%	4,11	9,0
Guadalhorce Alt.2	293.403.401,76 €	28,34%	9,14	4,0

Tabla 5: Resultados Estudio Rentabilidad de la actuación.

Como se puede ver en los resultados, ambas alternativas tienen rentabilidad positiva, siendo más rentable la Alternativa 2, y por tanto en caso de llevarse a cabo su construcción, producirá más beneficios que la alternativa 1.

## 8.5. Análisis de sensibilidad

Por último, se ha realizado un análisis de sensibilidad para analizar la volatilidad de los resultados obtenidos e identificar los indicadores más sensibles y en función de qué valores. En el [Apéndice 6.4.4. Informe coste/beneficio de la actuación](#) se pueden consultar los gráficos y valores correspondientes de los indicadores que resultan de variar el coste de inversión, los costes de mantenimiento y explotación, los beneficios obtenidos o la tasa de descuento.

Como resumen se puede ver en la siguiente tabla el efecto de variar los costes de inversión o los beneficios producidos en el VAN y en el ratio B/C, y a partir de qué error producido, la rentabilidad de la alternativa cambiaría.

Escenario	VAN (€)	B/C	Cambio rentabilidad
Variación beneficio_Alt.1	Media	Media-alta	-
Variación costes de inversión_Alt.1	Media-baja	Muy alta	-
Variación beneficio_Alt.2	Media-alta	Muy alta	-80%/-90%
Variación costes de inversión_Alt.2	Baja	Muy alta	-

Tabla 6: Resumen estudio rentabilidad.

Se puede observar en los resultados que la rentabilidad tiene mayor sensibilidad a variaciones en los beneficios producidos que a los costes de inversión en ambas alternativas. Es una inversión de poca volatilidad que no produce cambios de rentabilidad con variaciones menores al 60%.

## 9. Índices de Peligrosidad y riesgo

Siguiendo la metodología propuesta por el MAGRAMA en la “Propuesta para la caracterización de la peligrosidad y el riesgo (octubre 2014)” se ha obtenido el índice de peligrosidad y riesgo para el tramo de estudio. De forma resumida, la metodología se basó en la selección de aquellos parámetros que se consideran que en mayor medida determinan la existencia de peligrosidad y riesgo de inundación.

Para la determinación del índice de peligrosidad se han calculado los parámetros de superficie inundada, los calados y velocidades medios, el tiempo de concentración de la cuenca, el transporte de sedimentos y los obstáculos existentes en el cauce. A la peligrosidad global así obtenida se le aplica un factor de corrección según el grado de regulación de la cuenca.

Para el caso del riesgo, las variables seleccionadas son: la población afectada, las actividades económicas afectadas, diferenciando superficie afectada y daños producidos, los puntos de especial importancia y las áreas de importancia medioambiental.

Cada uno de los parámetros citados, en cada escenario de probabilidad, se valora en una escala de cinco categorías, en función de si la afección es muy grave, en cuyo caso se le asignan 5 puntos; grave, 3 puntos; moderada, 2 puntos; leve, 1 punto o sin afección con 0 puntos. Se han calculado estos índices para el área de riesgo potencial significativo de inundación ES060\_ARPS\_0048 Río Guadalhorce (desembocadura) en situación actual (alternativa 0) como tras la ejecución de sus alternativas (1 y 2).

En el gráfico radial de cinco puntas que se representa a continuación se muestra el resultado, expresado como el porcentaje de la superficie total del pentágono resultante (situación más desfavorable) con afección. Esta forma de representación permite también visualizar la evolución de la contribución de cada parámetro a la valoración global.

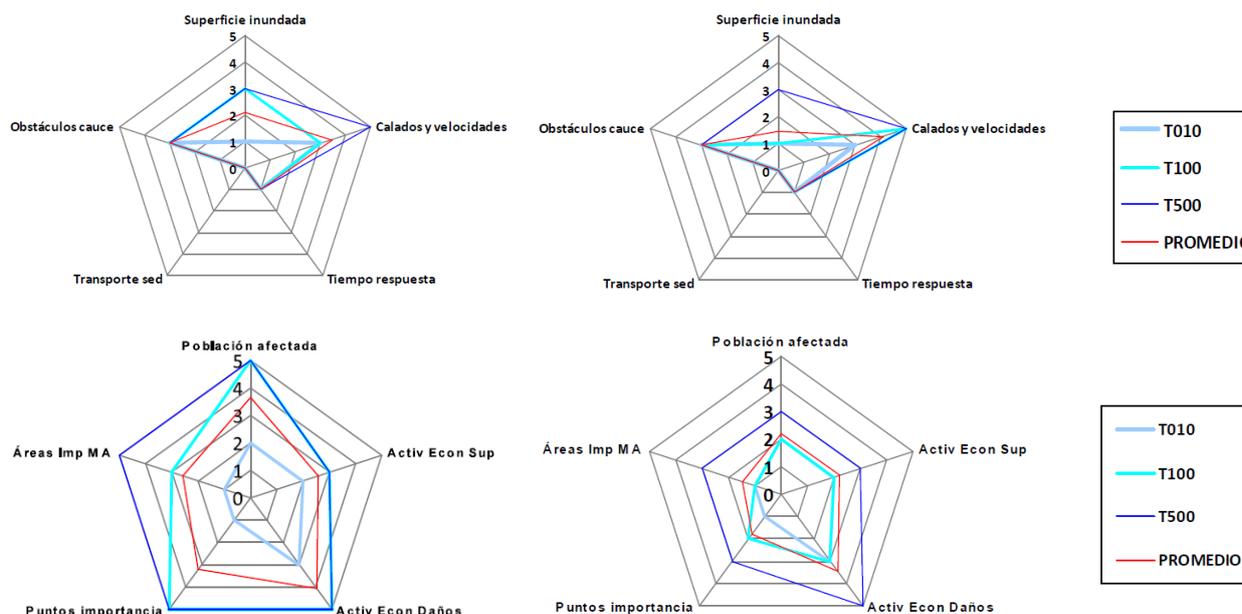


Figura 14: Salida gráfica representando la peligrosidad arriba y riesgo abajo en situación actual a la izquierda y a la derecha con la alternativa seleccionada (alternativa 2).

El resultado global de estos índices se muestra en las siguientes tablas:

Id	APSFRCODE	Alternativa	Peligrosidad Global	Riesgo global
0	A69_0_ES060_ARPS_0048	0	2,0	3,3
1	A69_1_ES060_ARPS_0048	1	1,9	2,9
2	A69_2_ES060_ARPS_0048	2	1,9	2,2

Tabla 7: Índice global de peligrosidad y riesgo.

A partir de estos valores ponderados relativos a la peligrosidad y al riesgo de la ARPSI con sus distintas alternativas, se establecería un diagrama de dispersión Peligrosidad-Riesgo. Dentro del gráfico, la peligrosidad se ha dividido en dos intervalos: el primero; de 0 a 3 (de significativa a muy alta), y el segundo, de 3 a 5 (de muy alta a extrema). Análogamente, el riesgo se ha dividido en el intervalo de 0 a 3 (de significativo a muy alto) y el intervalo de 3 a 5 (de muy alto a extremo).

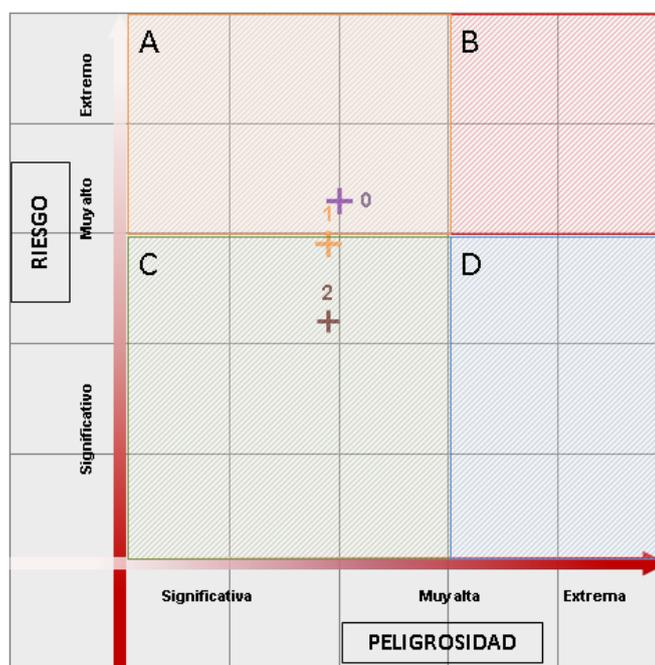


Figura 15: Gráfica de peligrosidad y riesgo para la alternativa 0, 1 y 2.

El diagrama de dispersión resultante se divide, a su vez, en cuatro cuadrantes:

- A) Peligrosidad significativa-muy alta y riesgo muy alto-extremo
- B) Peligrosidad muy alta-extrema y riesgo muy alto-extremo
- C) Peligrosidad significativa-muy alta y riesgo significativo-muy alto
- D) Peligrosidad muy alta-extrema y riesgo significativo-muy alto

En este caso tanto la situación actual (0) se encuentra en el cuadrante A de peligrosidad significativa-muy alta y riesgo muy alto-extremo: las ARPSIs localizadas en este cuadrante son aquellas que, a pesar de localizarse en zonas cuyas características actuales no son de especial peligrosidad (habitualmente las inundaciones pueden ser de superficie importante, pero con tiempos de respuesta medios, velocidades

y/o calados bajos y poco transporte de sedimentos), sí que existe una importante población y/o actividades económicas, situadas en la zona inundable.

Las alternativas 1 y 2 de Guadalhorce se encuentra en el cuadrante C de peligrosidad significativa-muy alta y riesgo significativo-muy alto: la ARPSI ubicadas en este cuadrante poseen valores medios-bajos tanto de peligrosidad como de riesgo. Se reduce la peligrosidad y el riesgo en el ARPSI ES060\_ARPS\_0048.

La información relacionada con todos los parámetros de peligrosidad y riesgo se puede consultar en los informes de caracterización incluidos en el [Apéndice 6.4.9 Índices de Peligrosidad y riesgo](#)

## 10. Impacto del Cambio Climático

El impacto del Cambio Climático (RCP 4.5 y 8.5, periodo 2041-2070) en los episodios de avenidas se ha estudiado con dos enfoques:

- Por una aproximación del **cambio en los caudales punta**.
- Por una aproximación cualitativa de los **efectos del cambio climático** en el riesgo de inundación analizando varios factores que intervienen en la formación de escorrentía.

Se han utilizado los datos de AdapteCCa (Plataforma de intercambio y consulta de información sobre adaptación de Cambio Climático en España), de la “Cartografía remitida EPRI – Estudios Cambio climático e inundaciones pluviales”, elaborado por Tragsatec, para la Evaluación preliminar del Riesgo de Inundación (EPRI), del Inventario Nacional de Suelos (INES), del Sistema de Información sobre Ocupación de Suelo (SIOSE) y otros organismos dependientes del MITERD (Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico) y de los resultados de la aplicación del Protocolo Hidromorfológico elaborado dentro de este análisis, y otros. La metodología y análisis detallado de este estudio de Cambio Climático se encuentra en el [Apéndice 6.4.10. Impacto del Cambio Climático](#).

### 10.1. Análisis de los caudales de 100 años de periodo de retorno

De forma resumida, en el primer enfoque se han comparado los valores medios en la cuenca de las variables climáticas más importantes (P100 (mm), Pmedia anual (mm), Tmáx media anual y Tmin media anual (°C)) durante el periodo 2041-2070, tanto para la serie histórica como para los escenarios RCP 4.5 y RCP 8.5. El objetivo final en el primer método es la valoración del impacto en los caudales máximos de periodo de retorno de 100 años en los 2 escenarios contemplados (RCP 4.5 y RCP 8.5) a partir del método racional.

La precipitación para un periodo de retorno de 100 años no cambia. El mayor impacto se observa en la temperatura. Se calcula que la temperatura máxima y mínima aumentará en 2°C (ver Tabla 1).

Precipitación para 100T [EPRI] (mm)			Precipitación acc. en 5 días [AdapteCCa] (mm)			Temperatura Máx. [AdapteCCa] (°C)			Temperatura Mín. [AdapteCCa] (°C)		
Hist.	4.5	8.5	Hist.	4.5	8.5	Hist.	4.5	8.5	Hist.	4.5	8.5
162,5	164,3	167,2	84,8	82,5	80,4	19,7	21,7 (↑2°C)	22,2 (↑2,5°C)	9,6	11,2 (↑1,6°C)	12 (↑2,4°C)

Tabla 8: Valores de precipitación y temperatura para datos históricos y para los escenarios RCP4.5 y RCP8.5 en el periodo 2041-2070

Los parámetros más inciertos en el cálculo han sido los relacionados con el umbral de escorrentía. En la actuación del río Guadalhorce, el cambio en los usos del suelo hacia suelos impermeables esperado es bajo (ver sección 5.3.2. del [Apéndice 6.4.10. Impacto del Cambio Climático](#)), por lo que se estima que el umbral de escorrentía disminuirá en un 25%. El umbral de escorrentía actual según los datos de MITERD es 19 mm, y a futuro se estima que será 14 mm. La lluvia para un periodo de retorno de 100 años en el escenario histórico, RCP 4.5 y RCP 8.5 se presenta en la tabla anterior.

La relación de estas dos variables en el periodo histórico y en las proyecciones a futuro según el método racional indica que: el caudal aumentará en un 20 % en ambos escenarios de RCP.

## 10.2. Análisis cualitativo de factores que influyen en la formación de escorrentía

El segundo enfoque para estimar los efectos del Cambio Climático está basado en la metodología propuesta por MITERD en su documento: “*Metodología para la Evaluación de la Seguridad y el Riesgo de Inundación existente a partir de los efectos del Cambio Climático*”. Esta metodología consiste en calcular cualitativamente el efecto del Cambio Climático a través de dos componentes: la componente meteorológica y la componente de usos del suelo. La descripción metodológica y el cálculo se desarrollan en el [Apéndice 6.4.10. Impacto del Cambio Climático](#).

En primer lugar, el factor meteorológico experimentará cambios de influencia baja en ambos escenarios de RCP. Por lo tanto, la influencia es baja, y el valor asignado es 1. La actuación de Guadalhorce no se encuentra dentro de las zonas nivales del territorio español. Por lo tanto, no hay influencia de la fusión nival y el valor asignado es 0.

La siguiente tabla resume los resultados para ambos escenarios de RCP. El valor total de influencia de la componente meteorológica en la actuación de Guadalhorce es 1 para ambos escenarios de RCP.

Valor del efecto del Cambio Climático por la componente meteorológica	RCP 4.5			RCP 8.5		
	%Δ	Influencia	Valor	%Δ	Influencia	Valor
Influencia de la precipitación	12,8	Baja	1	15,9	Baja	1
Influencia del fenómeno nival	Sin influencia (Valor = 0)					

Tabla 9: Valores de precipitación y su influencia para los escenarios RCP4.5 y RCP8.5 en el periodo 2041-2070

En referencia, a la componente de usos del suelo, se espera que haya influencia baja. Según el nivel de influencia y los valores propuestos por MITERD, este factor tiene asignado el valor de 1. La erosión en la cuenca tiene una influencia media, los incendios forestales baja y la superficie impermeabilizada baja. Ninguna de estas tres últimas variables aporta valor según la metodología aplicada. El valor del efecto del Cambio Climático por la componente de usos del suelo es 1, por tanto, la actuación de Guadalhorce está expuesta a un riesgo significativo de sufrir los efectos del Cambio Climático por esta componente.

Valor del efecto del Cambio Climático por el cambio de usos del suelo	Influencia	Valor
Influencia de los usos del suelo	Bajo	1
Influencia de erosión en la cuenca (según protocolo)	Medio	0
Influencia de los incendios forestales	Bajo	0
Influencia de la superficie impermeabilizada	Bajo	0
	<b>Total</b>	<b>1</b>

Tabla 10: Valor del efecto del cambio climático por la componente usos del suelo

Aplicando el criterio que se adjunta en la siguiente tabla para el valor global, igual a la suma de las dos componentes.

Valor del efecto del Cambio Climático	Riesgo
11-12	Extremo
7-10	Muy alto
2-6	Significativo
≤1	Sin Riesgo Significativo

Tabla 11: Valor global del efecto del cambio climático en la actuación

En la actuación de Guadalhorce, el valor global es 2 y el riesgo es significativo en ambos escenarios de RCP.

## 11. Fases y plazo de la actuación

Las obras planteadas dentro de la alternativa seleccionada es recomendable que se realicen conjuntamente en una única fase, ya que son actuaciones complementarias que en conjunto protegerán la zona de casco urbano y la zona industrial ubicadas en ambas márgenes del río Guadalhorce, mientras que si se realizara por fases, la mejora proporcionada será menor individualmente.

En caso de realizarse por fases, las fases propuestas serían, por un lado, ejecutar todas las actuaciones asociadas al puente de la carretera MA-21 y, por otro lado, las actuaciones de protección del encauzamiento y de las entradas de los arroyos. Como recomendación, se propondría actuar primero sobre la estructura del puente, que permitirá reducir el obstáculo que provoca actualmente elevando los niveles aguas arriba, mientras que elevar los muros del encauzamiento sin permeabilizar la estructura del puente puede ocasionar problemas en la estructura del mismo por un aumento mayor del calado aguas arriba.

Con la recomendación de actuar en una única fase conjunta, el plazo previsto para la realización de las obras es de 24 meses.

## 12. Análisis hidromorfológico. Aplicación del Protocolo PHMF

Se ha aplicado el protocolo hidromorfológico (PHMF) a la masa de agua río Guadalhorce para la situación actual y futura (considerando las nuevas actuaciones propuestas para la protección frente a inundaciones, en Málaga)

Se ha obtenido el siguiente esquema de valoración y conclusiones generales para el conjunto de los cauces estudiados.

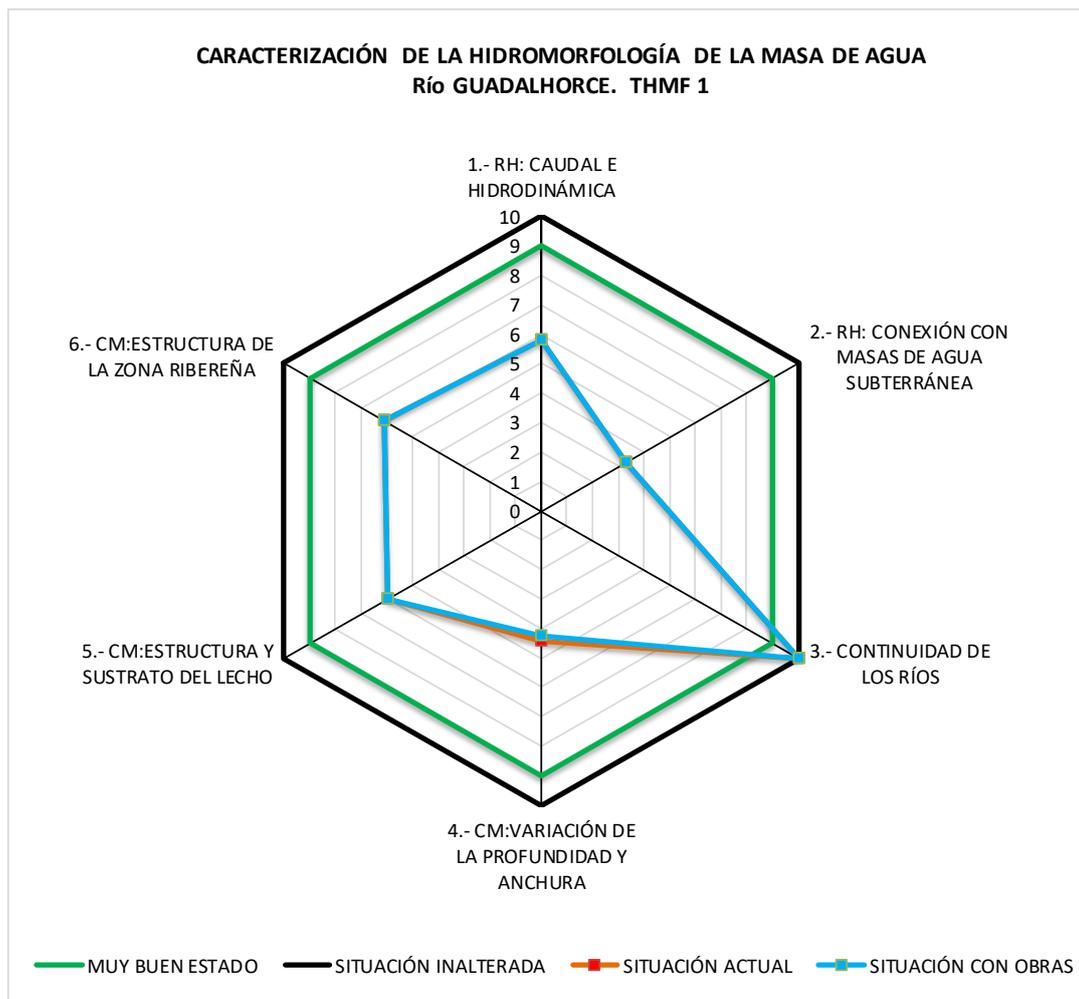


Figura 16: Esquema de valoración ponderada en el río Guadalhorce, Málaga.

La MAS “Desembocadura del Guadalhorce” presenta alteraciones hidrológicas como consecuencia de la regulación de los caudales líquidos y sólidos de las presas de Casasola, Pereilas, Tajo de la Encantada y El Tomillar. Esta reducción del volumen total de agua que llega a la desembocadura origina una degradación progresiva de la morfología fluvial y de la vegetación riparia asociada debido a la simplificación de los procesos en su dinámica fluvial.

La morfología del río Guadalhorce se encuentra muy modificada debido a la ocupación de la llanura de inundación del río, al estrechamiento de su sección natural y a la construcción o urbanización de sus márgenes (recrecimientos y muros de protección). La variación de profundidad y anchura y la estructura y sustrato del lecho es deficiente, presentando serias regresiones o alteraciones como consecuencia de la antropización del cauce y de sus márgenes.

Las actuaciones propuestas no suponen una alteración significativa a la hidromorfología fluvial del cauce, al situarse sobre zonas urbanas y periurbanas previamente alteradas por la urbanización y protección frente a inundaciones (encauzamiento de los cauces).

Tanto los análisis como información más detallada de los estudios llevados a cabo para esta actuación se pueden consultar en el [Apéndice 6.4.5. Protocolo y efectos sobre los objetivos ambientales de las masas de agua afectadas por la actuación](#)

### 13. Análisis de los efectos sobre los objetivos ambientales de las masas de agua

El río Guadalhorce está catalogado como masa de agua categoría ríos. Se ha procedido al estudio de los efectos sobre los objetivos ambientales de esta masa de agua superficial (MAS) y la masa de agua subterránea (MASb) que se encuentran dentro del ámbito de actuación.

Para llevar a cabo la evaluación se ha partido de los datos disponibles en el Plan Hidrológico. A falta de análisis específicos, el resultado obtenido de situación final con el proyecto, se ha establecido mediante criterio experto después de las visitas de campo.

- **MAS “Desembocadura del Guadalhorce” (MAS ES060MSPF0614220).**

Desde el punto de vista del estado de las MAS, en la siguiente tabla se puede observar el impacto de las actuaciones sobre dicho estado:

ELEMENTOS DE CALIDAD	INDICADOR BIOLÓGICO	INDICADOR FÍSICO-QUÍMICO	INDICADOR MORFOLÓGICO	ESTADO QUÍMICO	PONTENCIAL ECOLÓGICO	ESTADO GLOBAL RESULTANTE
<b>Situación inicial sin el proyecto</b>	No hay datos	No hay datos	No hay datos	Bueno	Moderado	Peor que bueno
<b>Situación final con el proyecto</b>	No hay afección	No hay afección	Afecta ligeramente	No hay afección	No hay afección	No hay afección

Tabla 12: Comparativa de calidad de MAS sin proyecto y con proyecto.

La afección sobre la morfología en la MAS Desembocadura del Guadalhorce es mínima y viene derivada de una ligerísima variación en la profundidad y anchura del cauce. Sin embargo, como resultado final, las actuaciones no tendrán repercusión sobre la masa de agua en estudio.

- **MASb Bajo Guadalhorce (ES060MSBT060-037):**

En el ámbito de actuación se encuentra la MASb ES060MSBT060-037 (Bajo Guadalhorce), con conexión temporal con el cauce estudiado. En la siguiente tabla se puede observar el impacto de las actuaciones sobre su estado:

ELEMENTOS DE CALIDAD	ESTADO CUANTITATIVO (SOLO MASAS SUBTERRÁNEAS)	ESTADO QUÍMICO	ESTADO GLOBAL RESULTANTE
<b>Situación inicial sin el proyecto</b>	Malo	No alcanza el buen estado	No alcanza el buen estado
<b>Situación final con el proyecto</b>	No hay afección	No hay afección	No hay afección

Tabla 13: Comparativa de calidad de MASb sin proyecto y con proyecto.

Las MAS y MASb estudiadas no se ven afectadas por las obras dado que no hay un deterioro significativo de su estado. Por lo tanto, aunque en este caso ninguna de las masas cumple con los objetivos ambientales, el proyecto no impide su futuro cumplimiento en el plazo establecido, por lo que no sería necesario aplicar el artículo 4.7. debido a la construcción de la obra.

Las actuaciones previstas dentro del proyecto están en concordancia con las medidas de mitigación del impacto producido por las obras en una masa de agua, elaboradas por el grupo de trabajo ECOSTAT y recogidas en la guía de “Recomendaciones para incorporar la evaluación de efectos sobre los objetivos ambientales de las masas de agua y zonas protegidas en los documentos de evaluación de impacto ambiental de la A.G.E. (borrador 09/05/2019)”.

En la siguiente tabla se muestran las medidas seleccionadas para este proyecto incluidas en la citada lista:

TIPO DE PRESIÓN	PRINCIPALES IMPACTOS QUE MITIGA	CATÁLOGO DE MEDIDAS
Rectificación de cauces	Pérdida de diversidad y calidad de hábitats	Cortas selectivas (vegetación alóctona)
Reperfilado del cauce	Pérdida de diversidad morfológica	Incremento de la diversidad en el cauce
Simplificación del cauce	Pérdida de diversidad morfológica y biológica	Desarrollar el bosque de galería
Ríos estancados	Alteración de la composición de las comunidades de fauna y flora	Mejoras del hábitat dentro del cauce
Ríos estancados	Alteración de la composición de las comunidades de fauna y flora	Reconexión lateral
Rectificación de cauces	Pérdida de diversidad morfológica y de hábitat	Perfilado irregular de las orillas para favorecer la diversidad morfológica y la heterogeneidad del hábitat

Tabla 14: Medidas de mitigación seleccionadas para las actuaciones estructurales de protección frente a inundaciones en Málaga (Málaga)

De forma complementaria a las medidas de catálogo seleccionadas, se han propuesto medidas más específicas para la mitigación de los efectos negativos sobre la hidromorfología:

MEDIDAS DE MEJORA HIDROMORFOLÓGICA
Conservación del espacio fluvial aguas arriba de la MAS en estudio.
Control en el cumplimiento de los caudales ecológicos bajo presa. Promover la suelta de avenidas generadoras que movilicen sedimentos y renueven lechos.
Control de <i>Arundo donax</i> .
Restauración vegetal de ribera (tarayal).
Control de vertidos.
Conservación del espacio fluvial aguas arriba de la MAS en estudio.

Tabla 15: Propuesta de medidas de mejora hidromorfológica para las actuaciones estructurales de protección frente a inundaciones en Málaga (Málaga)

Además, también se han incluido una serie de medidas protectoras/correctoras, recogidas en el documento de evaluación ambiental del "Proyecto de remodelación del puente sobre el río Guadalhorce en la antigua carretera N-340 (Málaga)" de 2004:

MEDIDAS PROTECTORAS Y CORRECTORAS	
Tipo de medida	Descripción
Protección a la hidrología superficial	<p>Una medida preventiva importante que se ha tomado en el diseño del viaducto ha sido evitar la construcción de pilas en el interior del cauce de aguas permanentes a fin de modificar lo mínimo posible la dinámica y morfología del cauce al introducir obstáculos en su lecho.</p> <p>Durante los procesos constructivos, se pondrá especial cuidado en la construcción del viaducto y ampliación de puente a fin de evitar el deterioro del cauce y las condiciones de los arroyos. Será necesario proteger las márgenes de las penínsulas con escolleras con el fin de reducir al máximo su erosión durante las avenidas ordinarias, si se prevé que sea un año muy lluvioso en el que tengan lugar grandes arrastres, se podría plantear la posibilidad de crear un recinto de tablestaca que evite la erosión o arrastre de las mismas.</p> <p>En fase de construcción se vigilarán los movimientos de tierra y todas aquellas operaciones que puedan alterar la calidad de las aguas.</p> <p>Tanto las penínsulas como los materiales procedentes de la demolición del puente que caigan sobre el cauce serán retirados.</p>
Tratamiento y gestión de residuos	<p>Los residuos generados en las obras son los que pueden en caso de accidente o malas prácticas contaminar las aguas superficiales o subterráneas. Estos residuos ocasionan una problemática a la hora de su tratamiento que se debe afrontar comenzando con una separación en origen. Para gestionar los diferentes residuos procedentes de las actividades realizadas, la medida operativa es la separación de los mismos según su tipología atendiendo a la Ley 10/1998 de 21 de Abril, de Residuos. Se llevará a cabo una evaluación cuantitativa de los residuos producidos y una clasificación en metales, aceites, suelos, tierras y hormigón.</p> <p>Cada elemento clasificado se tratará en función de su inclusión en las normativas de residuos vigentes. Se contactará con un gestor autorizado, que se encargará de la gestión de los residuos, y estará también a lo dispuesto por las ordenanzas municipales correspondientes.</p> <p>En relación con las aguas de lavado de las cubas de hormigón y posibles derrames accidentales se adecuará un área en el parque de maquinaria para localización de una balsa impermeabilizada que recoja dichos líquidos de forma controlada.</p>

Tabla 16: Medidas protectoras y correctoras propuestas para las actuaciones en Guadalhorce.

Tanto los análisis como información más detallada de los estudios llevados a cabo para esta actuación se pueden consultar en el [Apéndice 6.4.5. Protocolo y efectos sobre los objetivos ambientales de las masas de agua afectadas por la actuación](#)

## 14. Análisis de la tramitación ambiental en relación con la Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental y su modificación por Ley 9/2018

No se ha redactado ningún estudio de impacto ambiental antecedente, ni documento de impacto. Señalar que posee un estudio numérico de la capacidad hidráulica del encauzamiento del curso bajo del río Guadalhorce (Málaga), de junio de 2018.

No se da afección a la Red Natura 2000, a BIC, ni a hábitats de interés comunitario. En cambio, sí tienen afección el ENP Paraje Natural Desembocadura del Guadalhorce y a la vía pecuaria Vereda de Ardales a Málaga.

Afección a RN 2000	Afección a ENP	Afección a vías pecuarias	Afección a BIC	Afección a hábitats
No	Sí	Sí	No	No

Tabla 17: Descripción del medio

En la siguiente figura se observan los espacios de la RN2000 más próximos a la actuación objeto de análisis:

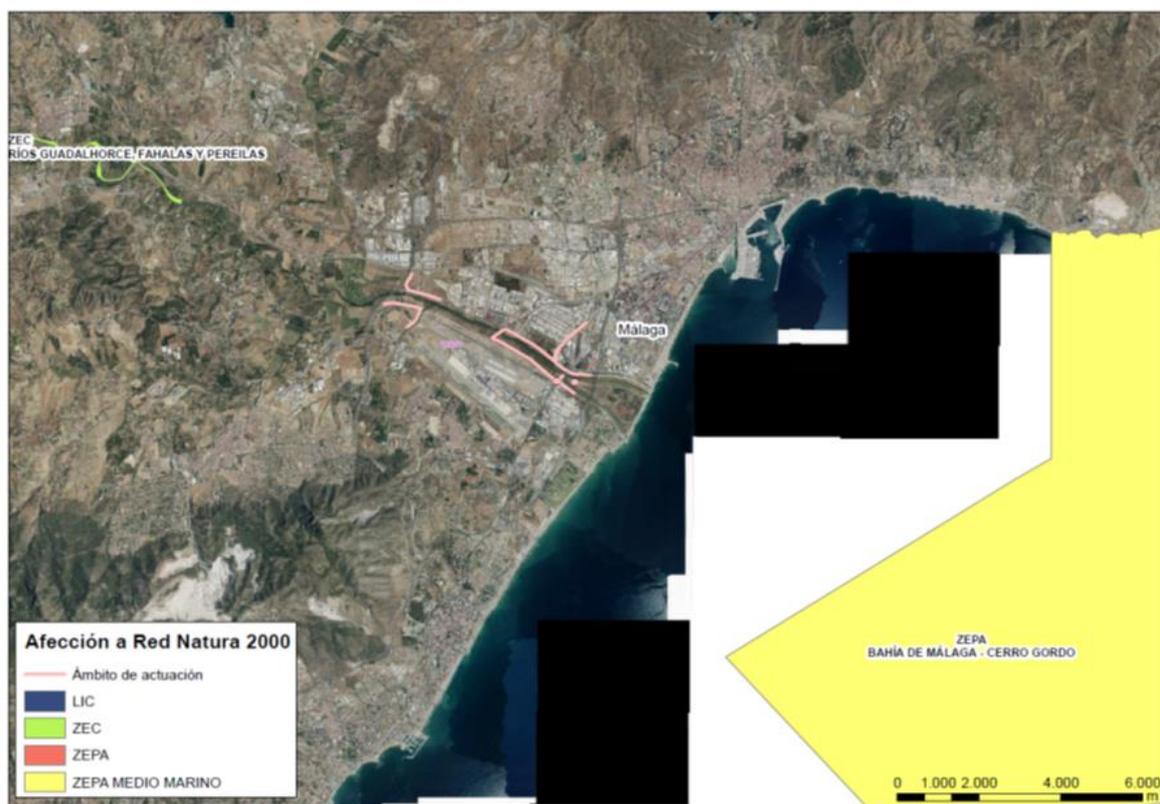


Figura 17: RN 2000 próximos al ámbito

- ZEC Ríos Guadalhorce, Fahalás y Pereilas (ES6170033). Se localiza a una distancia aproximada de 5 km aguas arriba de la actuación. Las actuaciones objeto de estudio no supondrían ninguna afectación sobre la ZEC por encontrarse aguas arriba de la actuación y a una distancia considerable.
- ZEPA Bahía de Málaga-Cerro Gordo (ES0000504). Se localiza a una distancia aproximada de 8 km aguas abajo del ámbito de actuación, se trata de una ZEPA en el medio marino. Las Directrices de Gestión y Seguimiento de la ZEPA realiza un diagnóstico de las principales presiones y amenazas que se ciernen sobre las aves marinas en este espacio, se trata de:
  - Energías renovables
  - Pesca comercial
  - Pesca comercial
  - Ocupación, transformación y desarrollo de actividad en el litoral
  - Turismo (actividades recreativas en el mar)
  - Acuicultura
  - Actividades industriales marinas

Las actuaciones no supondrán ninguna afectación sobre esta ZEPA que se localice aguas abajo de la actuación, se encuentra alejada de la misma en el medio marino tratándose de una zona a proteger por las aves. La actuación tampoco se encuentra en ninguno de los supuestos recogidos en las Directrices de Gestión como amenazas o presiones a la ZEPA.

- Paraje Natural Desembocadura del Guadalhorce. Se localiza a una distancia aproximada de 570 m aguas abajo de la actuación. Fue declarado como Paraje Natural mediante la Ley 2/1989, de 18 de julio, por la que se aprueba el inventario de Espacios Naturales Protegidos de Andalucía y

se establecen medidas adicionales para su protección (BOJA núm. 60, de 27/07/1989). Destaca su valor ambiental sobre el área deltaica de la desembocadura del río Guadalhorce, cuyos humedales naturales han desaparecido, se han desarrollado ambientes palustres en graveras abandonadas cuyo mayor interés es su función como hábitats para una abundante y variada avifauna al presentar una situación estratégica en la costa andaluza para las rutas migratorias. Presenta bosques de galería bien conservados de curso fluvial bajo.

Dentro de la tramitación actual según la Ley 21/2013 y su modificación por Ley 9/2018 seguiría el procedimiento de EIA Simplificada (Anexo II). Clasificado según el grupo: 8. Proyectos de ingeniería hidráulica y de gestión del agua, apartado: c) Obras de encauzamiento y proyectos de defensa de cauces y márgenes cuando la longitud total de tramo afectado sea superior a 5 km. Se exceptúan aquellas actuaciones que se ejecuten para evitar el riesgo de zona urbana.

En aplicación del artículo 7.2, serían objeto de una evaluación de impacto ambiental simplificada los proyectos comprendidos en el anexo II. Por lo que se podría proponer su sometimiento al procedimiento de evaluación ambiental simplificada regulada en el título II, capítulo II, sección 2ª.

Por otro lado, el artículo 7.1.d) dice que serán objeto de una evaluación de impacto ambiental ordinaria los proyectos incluidos en el apartado 7.2 cuando así lo solicite el promotor.

En aplicación del artículo 7.1.d), el promotor del proyecto, con objeto de minimizar las posibles afecciones al medio ambiente y la adopción de las medidas oportunas, opta por el sometimiento del proyecto al procedimiento de evaluación de impacto ambiental **ordinaria**.

EIA ordinaria	EIA simplificada	No sujeto a procedimiento	Justificación (Ley 21/2013 y su modificación 9/2018)
Sí	No	No	Anexo I, art.7.1.d

Tabla 18: Tramitación actual

Por otro lado, consultada la legislación autonómica, el proyecto se encuentra en el Anexo I. Categorías de actuaciones sometidas a los instrumentos de prevención y control ambiental y establece que el instrumento a aplicar es Autorización Ambiental Unificada, procedimiento abreviado. La actuación podría pertenecer a uno de los siguientes supuestos:

Anexo I;

7. Proyectos de infraestructuras;

7.9. Bis.

Obras de encauzamiento y proyectos de defensa de cauces y márgenes cuando la longitud total del tramo afectado sea superior a 5 km. Se exceptúan aquellas actuaciones que se ejecuten para evitar el riesgo en zona urbana.

Obras de encauzamiento y proyectos de defensa de cursos naturales cuando puedan suponer transformaciones ecológicas negativas para el espacio.

Indicar que la normativa andaluza no distingue entre evaluación ordinaria y simplificada. Se recomienda la evaluación de impacto ambiental simplificada, el órgano sustantivo remitirá al órgano ambiental la solicitud de inicio y los documentos que la deben acompañar y será el órgano ambiental quien determine si el procedimiento a seguir sea el de evaluación ambiental ordinaria o simplificada.

De acuerdo con el órgano sustantivo, el trámite debe de ser nacional por lo que se aconseja que sea el órgano ambiental quien dictamine el procedimiento a seguir. Adicionalmente, deberá llevarse a cabo el trámite correspondiente a la Autorización Ambiental Unificada procedimiento abreviado en la Junta de Andalucía.

Según la Ley 7/2007, de 9 de julio, de Gestión Integrada de la Calidad Ambiental, la Autorización Ambiental Unificada como instrumento de prevención y control ambiental, contendrá la evaluación de impacto ambiental de la actuación en cuestión. En los casos en que la evaluación de impacto ambiental sea competencia de la Administración General del Estado, la declaración de impacto ambiental o resolución resultante prevista en su legislación se incorporará en la autorización ambiental integrada o Autorización Ambiental Unificada que en su caso se otorgue.

La viabilidad ambiental se considera media como conclusión del análisis de la tramitación ambiental.

En el [Apéndice 6.4.6. Informe del análisis de la tramitación ambiental de la actuación](#) se encuentra la ficha completa con la descripción del medio natural, la tramitación actual (según la Ley 21/2013 y su modificación por Ley 9/2018), la tramitación realizada hasta el momento según la ley si es anterior al RDL 1/2008, entre RDL 1/2008 y la Ley 21/2013 o la Ley 21/2013.

## 15. Análisis social

Dentro del análisis social hay que hacer hincapié en tres aspectos: la demanda y la viabilidad social, la disponibilidad de terrenos y los resultados de la realización de la encuesta. Como resumen de estos tres puntos se puede consultar la ficha en el [Apéndice 6.4.7. Viabilidad social de la actuación, disponibilidad de terrenos y objetivos de desarrollo sostenible de la actuación](#) donde se muestran los datos generales de la actuación, se hace un análisis de la demanda a partir de la consulta de noticias de prensa, publicaciones, alegaciones y procesos de participación pública, un análisis de la aceptación social de la misma manera, un resumen de la encuesta con los aspectos más relevantes y sobre la disponibilidad de los terrenos se hace una breve descripción de su disponibilidad, el motivo y los estadísticos sobre la titularidad de los terrenos, el tipo de suelo y los costes.

Al final de este informe se hace un resumen de las competencias administrativas de la obra.

En cuanto a la población total en la zona de estudio se reparte entre los municipios de Alhaurín de la Torre con 39.911 habitantes y Málaga con 571.026 habitantes. La densidad de población asciende a 1445,16 hab/Km<sup>2</sup>.

Se ha calculado la población afectada siguiendo la siguiente metodología:

- Determinación de la población actual por unidad censal (Censo 2011).
- Identificación de las unidades censales que intersectan con la zona inundable de 500 años de periodo de retorno. El total de esta población se ha denominado población potencial.
- Elaboración de la capa de edificaciones para las unidades censales seleccionadas a partir del BTN/BCN.
- Cálculo de la densidad de población en base a la superficie de los edificios por unidad censal. Así se divide la población de cada sección censal entre el sumatorio de la superficie de edificios de cada unidad censal, hallando la densidad de población que luego será multiplicada por la superficie de intersección con la zona inundable por cada periodo de retorno (25, 100 y 500 años). Este dato corresponde a la denominada población afectada.

Población Total (TTMM)	Población Potencial (JUCC)	Población afectada Alternativa 0			Población afectada alternativa seleccionada		
		A0_T25	A0_T100	A0_T500	Aselecc T10	Aselecc T100	Aselecc T500
610.937	39.820	148	14.158	23.452	59	98	3.749

Tabla 19: Población afectada para la situación actual y alternativa seleccionada (habitantes)

La población total en el ámbito de la actuación es de 610.937 habitantes a nivel municipal, pero si se consideran los habitantes a nivel censal se reduce considerablemente a 39.820 ajustándose a la población potencial del ámbito. Destacar que el municipio más afectado es Málaga, se puede consultar la información a nivel municipal en el [Apéndice 6.4.7. Viabilidad social de la actuación, disponibilidad de terrenos y objetivos de desarrollo sostenible](#).

Analizando la población afectada según las zonas inundables por periodo de retorno para la situación actual se puede observar como es más alta en 500 años con 23.452 habitantes, siendo para 100 años de periodo de retorno el 60% de la anterior y para 10 años desciende a 148 habitantes.

En cambio, para la alternativa elegida la población afectada se reduce considerablemente para 10 y 100 años de periodo de retorno (entre 60-100 habitantes) y para 500 años se reduce a 3.749 habitantes.

En las siguientes tablas se muestran los porcentajes:

- Mejora sobre la población total, es el % de mejora de la alternativa elegida frente a la situación actual, por periodo de retorno y respecto de población del término municipal.
- Mejora sobre la población potencial, el porcentaje correspondiente a las unidades censales en las que se sitúa la zona inundable.
- Mejora sobre la población afectada, que se calcula a partir de la población afectada en la zona inundable en situación actual y con la alternativa seleccionada.

Mejora sobre la población Total			Mejora sobre la población potencial		
(%A0-% Aeleg) T25	(%A0-% Aeleg) T100	(%A0-% Aeleg) T500	(%A0-% Aeleg) T25	(%A0-% Aeleg) T100	(%A0-% Aeleg) T500
0,0	2,3	3,2	0,2	35,3	49,5

Mejora sobre la población afectada (%)		
T25	T100	T500
0,0	99,3	84,0

Tabla 20: Mejora sobre la población afectada (%)

## 15.1. Disponibilidad de terrenos

Los terrenos necesarios para la realización de las obras propuestas para la alternativa 2, no se encuentran disponibles. En el [Apéndice 6.4.11. Planos de la actuación](#) está incluido un mapa con las parcelas que se verían afectadas por las obras.

Los terrenos afectados son en un 52,08% de titularidad pública y en un 47,92% de titularidad privada. Según la clasificación del suelo, los terrenos son un 19,09% suelo urbano (0,635 ha), un 7,55% suelo urbanizable (0,251 ha), un 19,54% suelo no urbanizable (0,653 ha) y un 53,82% sistemas generales y

otros (1,79 ha), con un total de 3,33 ha, de acuerdo al mapa de información urbanística de la siguiente figura:

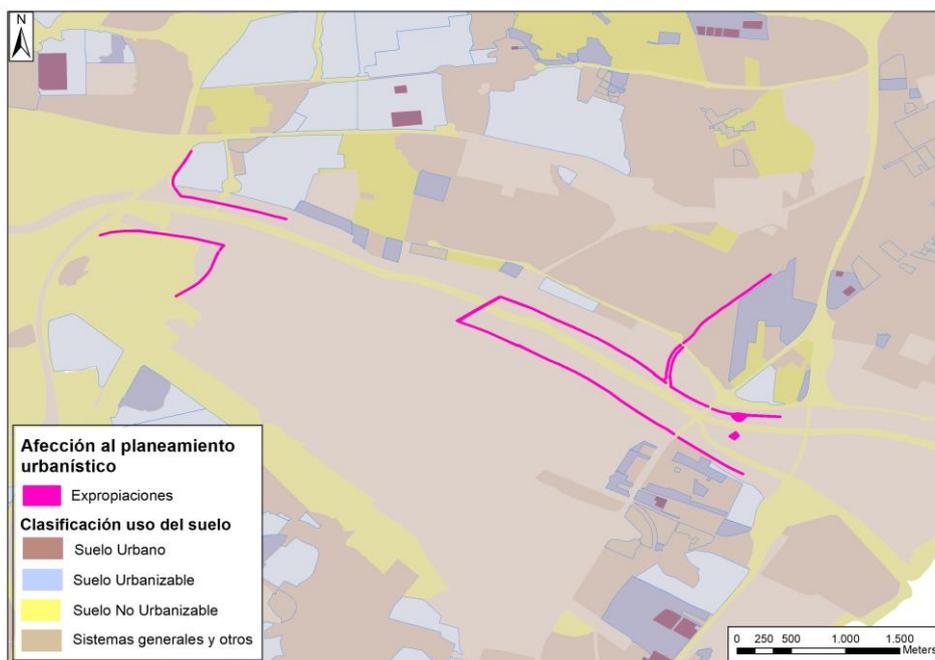


Figura 18: Mapa de clasificación del suelo procedente del Sistema de información urbana (SIU). Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana

Los terrenos afectados son de uso urbano situados a lo largo de las márgenes del cauce, además de los incluidos en el Dominio Público Hidráulico. Hay que destacar el puente MA21 (antigua carretera N340) que supone el corte parcial del mismo, el puente de FFCC, una rotonda y una edificación en la desembocadura del río y varios servicios.

La alternativa desarrollada no está definida en ningún proyecto constructivo.

Para la ejecución de la obra, es necesario expropiar terrenos de propiedad privada afectados por las obras (2,76 ha). El coste previsto de las expropiaciones es de 880.757,112 €, que se corresponde con el 2,74% del presupuesto de la obra.

Los propietarios/titulares de estos terrenos son, sin entrar en detalle:

- Ayuntamiento de Málaga
- Privados
- Aeropuerto AENA
- Carreteras: Red Estatal (MA-21) y Local

## 15.2. Demanda y viabilidad social de la actuación

Para analizar la demanda y viabilidad social de esta actuación se han consultado 86 noticias de prensa, 15 publicaciones y 4 alegaciones, sobre proceso de participación pública no se ha encontrado ninguna información.

Existe numerosa información en la que, sobre todo, se trata el elevado riesgo de inundabilidad y la necesidad de actuaciones en la ciudad de Málaga, ampliación del cauce Guadalhorce y la ejecución del puente sobre el mismo. Indicar, asimismo, una noticia de Ecologistas en Acción de Málaga Ciudad, de febrero de 2018, que manifiesta la necesidad de protección de los humedales malagueños, como es el Paraje de la Desembocadura del Río Guadalhorce; y la referencia de SEO Málaga, donde alertan de la pérdida de hábitat por el abandono del paraje del Guadalhorce. La SEO denuncia que la vegetación tan densa que se acumula en las lagunas está provocando que haya especies de aves que han dejado de asentarse en ellas y piden una intervención urgente en la zona.

Varias noticias en 2020 indican la inversión de la Junta de 8,9 millones para rebajar la inundabilidad en los polígonos del Guadalhorce dentro del plan 'Andalucía en marcha' impulsado por la Administración regional para reactivar la economía tras el parón provocado por la pandemia COVID. Otras noticias entre 2020 y 2019 hacen referencia a los proyectos para reducir el riesgo de desbordamiento del Guadalhorce elaborados por Asociación de Polígonos de Málaga (Apoma).

Por otro lado, indicar que la Asociación de Polígonos de Málaga (Apoma) anunció que llevaría el Plan de Inundabilidad de la Junta de Andalucía este plan a los tribunales, al entender que no se ha respondido a las alegaciones y no se ha negociado antes; siendo uno de los puntos negros de dicho plan el puente sobre el Guadalhorce, a la altura de la Azucarera.

Han tenido entrada en la Dirección General del Agua, al menos cuatro recursos contencioso-administrativos contra el Plan General de Riesgo de Inundación de las Cuencas Mediterráneas Andaluzas, en relación con la actuación de objeto de análisis.

En cuanto al análisis de la aceptación social no se ha detectado ninguna opinión contraria a la ejecución de la actuación, se deduce una aceptación social de la misma. Existe una preocupación social y necesidad de impulsar actuaciones para reducir la inundabilidad en la zona objeto de estudio.

### 15.3. Ámbito competencial de la actuación

En cuanto al ámbito competencial de la obra se indica a continuación:

Ámbito competencial	
Obra de interés general	Ley 10/2001 del PHN. Anexo II: Adecuación del curso bajo del río Guadalhorce.
Administración competente de la obra	MITERD; Ayuntamiento; Junta de Andalucía

Tabla 21: Administraciones competentes

Esta actuación podría incluirse en la obra clasificada de interés general del estado por la Ley 10/2001, del PHN, dentro del Anexo II como “Adecuación del curso bajo del río Guadalhorce”.

La Administración competente de esta actuación es el MITERD (competente de las obras de interés general del Estado) más el Ayuntamiento y la Junta de Andalucía, ya que parte de las obras se realizan en los arroyos que desembocan en el río Guadalhorce en el ámbito de la actuación.

Para la futura puesta en marcha de las actuaciones se debería tramitar un convenio de colaboración entre las administraciones competentes durante todas las fases de la obra, en el cual se identifiquen los puntos que cada administración debe asumir el ámbito de sus competencias conforme a la Instrucción del Secretario de Estado de Medio Ambiente de fecha 8 de julio de 2020.

Los titulares de los principales servicios afectados el Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana y la Junta de Andalucía.

Se considera que el grado de coordinación actual entre las administraciones involucradas bajo.

## 15.4. Objetivos de desarrollo sostenible

Se ha realizado una evaluación del impacto de las actuaciones en relación con los Objetivos de Desarrollo Sostenible.

La hoja de ruta aprobada por la ONU en 2015 cuenta con 17 Objetivos dentro de los cuales existen 169 metas individuales. Teniendo en cuenta que estos objetivos y que sus metas incluyen todos los aspectos más importantes para que la sociedad evolucione de una forma sostenible, se evaluaron los ODS directamente relacionados con de los riesgos y medidas ante inundaciones.

Desde el punto de vista de la actuación, este proyecto contribuye a la consecución de los siguientes ODS:

<b>ODS 1</b>	<b>FIN DE LA POBREZA</b>
1.5. Para 2030, fomentar la resiliencia de los pobres y las personas que se encuentran en situaciones vulnerables y reducir su exposición y vulnerabilidad a los fenómenos extremos relacionados con el clima y otras crisis y desastres económicos, sociales y ambientales	
<b>ODS 3</b>	<b>SALUD Y BIENESTAR</b>
3.9. Para 2030, reducir sustancialmente el número de muertes y enfermedades producidas por productos químicos peligrosos y la contaminación del aire, el agua y el suelo	
3.d. Reforzar la capacidad de todos los países, en particular los países en desarrollo, en materia de alerta temprana, reducción de riesgos y gestión de los riesgos para la salud nacional y mundial	
<b>ODS 6</b>	<b>AGUA LIMPIA Y SANEAMIENTO</b>
6.3. De aquí a 2030, mejorar la calidad del agua reduciendo la contaminación, eliminando el vertimiento y minimizando la emisión de productos químicos y materiales peligrosos, reduciendo a la mitad el porcentaje de aguas residuales sin tratar y aumentando considerablemente el reciclado y la reutilización sin riesgos a nivel mundial	
6.b. Apoyar y fortalecer la participación de las comunidades locales en la mejora de la gestión del agua y el saneamiento	
<b>ODS 8</b>	<b>TRABAJO DECENTE Y CRECIMIENTO ECONÓMICO</b>
8.1. Mantener el crecimiento económico per cápita de conformidad con las circunstancias nacionales y, en particular, un crecimiento del producto interno bruto de al menos el 7% anual en los países menos adelantados	
8.8. Proteger los derechos laborales y promover un entorno de trabajo seguro y sin riesgos para todos los trabajadores, incluidos los trabajadores migrantes, en particular las mujeres migrantes y las personas con empleos precarios	
<b>ODS 9</b>	<b>INDUSTRIA, INNOVACIÓN E INFRAESTRUCTURAS</b>
9.1. Desarrollar infraestructuras fiables, sostenibles, resilientes y de calidad, incluidas infraestructuras regionales y transfronterizas, para apoyar el desarrollo económico y el bienestar humano, haciendo especial hincapié en el acceso asequible y equitativo para todos	
<b>ODS 11</b>	<b>CIUDADES Y COMUNIDADES SOSTENIBLES</b>
11.5. De aquí a 2030, reducir significativamente el número de muertes causadas por los desastres, incluidos los relacionados con el agua, y de personas afectadas por ellos, y reducir considerablemente las pérdidas económicas directas provocadas por los desastres en comparación con el producto interno bruto mundial, haciendo especial hincapié en la protección de los pobres y las personas en situaciones de vulnerabilidad	
11.b. De aquí a 2020, aumentar considerablemente el número de ciudades y asentamientos humanos que adoptan e implementan políticas y planes integrados para promover la inclusión, el uso eficiente de los recursos, la mitigación del cambio climático y la adaptación a él y la resiliencia ante los desastres, y desarrollar y poner en práctica, en consonancia con el Marco de Sendai para la Reducción del Riesgo de Desastres 2015-2030, la gestión integral de los riesgos de desastre a todos los niveles	

<b>ODS 12</b>	<b>PRODUCCIÓN Y CONSUMO RESPONSABLES</b>
	12.7. Promover prácticas de adquisición pública que sean sostenibles, de conformidad con las políticas y prioridades nacionales
<b>ODS 13</b>	<b>ACCIÓN POR EL CLIMA</b>
	13.1. Fortalecer la resiliencia y la capacidad de adaptación a los riesgos relacionados con el clima y los desastres naturales en todos los países
	13.2. Incorporar medidas relativas al cambio climático en las políticas, estrategias y planes nacionales
	13.3. Mejorar la educación, la sensibilización y la capacidad humana e institucional respecto de la mitigación del cambio climático, la adaptación a él, la reducción de sus efectos y la alerta temprana
<b>ODS 14</b>	<b>VIDA SUBMARINA</b>
	14.1. De aquí a 2025, prevenir y reducir significativamente la contaminación marina de todo tipo, en particular la producida por actividades realizadas en tierra, incluidos los detritos marinos y la polución por nutrientes
<b>ODS 15</b>	<b>VIDA DE ECOSISTEMAS TERRESTRES</b>
	15.a. Movilizar y aumentar de manera significativa los recursos financieros procedentes de todas las fuentes para conservar y utilizar de forma sostenible la diversidad biológica y los ecosistemas
<b>ODS 16</b>	<b>PAZ, JUSTICIA E INSTITUCIONES SÓLIDAS</b>
	16.7. Garantizar la adopción en todos los niveles de decisiones inclusivas, participativas y representativas que respondan a las necesidades
<b>ODS 17</b>	<b>ALIANZAS PARA LOGRAR LOS OBJETIVOS</b>
Cuestiones sistémicas	Coherencia normativa e institucional
	17.14. Mejorar la coherencia de las políticas para el desarrollo sostenible

Tabla 22: Objetivos de Desarrollo Sostenible conseguidos con el proyecto.

Este análisis se ha llevado a cabo desde el punto de vista del caso de España, sin calcular datos cuantitativos, identificando el objetivo que se considera que mejora cuando se evitan las pérdidas o daños producidos por las inundaciones.

Tanto los análisis como información más detallada de los estudios llevados a cabo para esta actuación se pueden consultar en el [Apéndice 6.4.7. Viabilidad social de la actuación, disponibilidad de terrenos y objetivos de desarrollo sostenible](#).

## 16. Planos

Por último, señalar que el [Apéndice 6.4.11. Planos de la actuación](#) se incluyen los mapas de relacionados con la actuación. Estos son:

6.4.0. Actuación 69. Adecuación del curso bajo del Guadalhorce. Río Guadalhorce. T.M. Málaga (Andalucía). Ámbito de estudio.

6.4.1. Actuación 69. Adecuación del curso bajo del Guadalhorce. Río Guadalhorce. T.M. Málaga (Andalucía). Zonas Inundables. Situación Actual

Esta colección de mapas incluye un primer mapa con las zonas inundables correspondientes a los 3 periodos de retorno estudiados (25, 100 y 500 años) junto con la colección de mapas de calados por periodo de retorno de la alternativa 0.

6.4.2. Actuación 69. Adecuación del curso bajo del Guadalhorce. Río Guadalhorce. T.M. Málaga (Andalucía). Zonas Inundables. Alternativa 1

Esta colección de mapas incluye un primer mapa con las zonas inundables correspondientes a los 3 periodos de retorno estudiados (25, 100 y 500 años) junto con la colección de mapas de calados por periodo de retorno de la alternativa 1.

#### 6.4.3. Actuación 69. Adecuación del curso bajo del Guadalhorce. Río Guadalhorce. T.M. Málaga (Andalucía). Zonas Inundables. Alternativa 2

Esta colección de mapas incluye un primer mapa con las zonas inundables correspondientes a los 3 periodos de retorno estudiados (25, 100 y 500 años) junto con la colección de mapas de calados por periodo de retorno de la alternativa 2.

#### 6.4.4. Actuación 69. Adecuación del curso bajo del Guadalhorce. Río Guadalhorce. T.M. Málaga (Andalucía). Daños-Situación Actual

Esta colección de mapas incluye dos colecciones para cada uno de los 3 periodos de retorno estudiados (25, 100 y 500 años). El primero muestra los polígonos afectados por la zona inundable de la alternativa 0 con el valor total del daño en ese polígono, siguiendo la metodología descrita en el [Apéndice 6.4.4. Informe coste/beneficio de la actuación](#) y el segundo muestra para cada polígono el daño/m<sup>2</sup>.

#### 6.4.5. Actuación 69. Adecuación del curso bajo del Guadalhorce. Río Guadalhorce. T.M. Málaga (Andalucía). Daños-Alternativa 1

Esta colección de mapas incluye dos colecciones para cada uno de los 3 periodos de retorno estudiados (25, 100 y 500 años). El primero muestra los polígonos afectados por la zona inundable de la alternativa 1 con el valor total del daño en ese polígono, siguiendo la metodología descrita en el [Apéndice 6.4.4. Informe coste/beneficio de la actuación](#) y el segundo muestra para cada polígono el daño/m<sup>2</sup>.

#### 6.4.6. Actuación 69. Adecuación del curso bajo del Guadalhorce. Río Guadalhorce. T.M. Málaga (Andalucía). Daños-Alternativa 2

Esta colección de mapas incluye dos colecciones para cada uno de los 3 periodos de retorno estudiados (25, 100 y 500 años). El primero muestra los polígonos afectados por la zona inundable de la alternativa 2 con el valor total del daño en ese polígono, siguiendo la metodología descrita en el [Apéndice 6.4.4. Informe coste/beneficio de la actuación](#) y el segundo muestra para cada polígono el daño/m<sup>2</sup>.

#### 6.4.7. Actuación 69. Adecuación del curso bajo del Guadalhorce. Río Guadalhorce. T.M. Málaga (Andalucía). Expropiaciones-Alternativa 1

Este mapa representa las expropiaciones asociadas a las obras que están incluidas dentro de la alternativa 1, diferenciando entre los distintos tipos de expropiación necesarios.

#### 6.4.8. Actuación 69. Adecuación del curso bajo del Guadalhorce. Río Guadalhorce. T.M. Málaga (Andalucía). Expropiaciones-Alternativa 2

Este mapa representa las expropiaciones asociadas a las obras que están incluidas dentro de la alternativa 2, diferenciando entre los distintos tipos de expropiación necesarios.

## 17. Conclusiones

Las conclusiones del presente estudio se agrupan por cada una de las temáticas analizadas, siendo las siguientes:

- Sobre la reducción del riesgo de inundación

- Sobre el coste-beneficio
- Sobre el efecto que tiene la actuación sobre las masas de agua
- Sobre el posible impacto ambiental y la complejidad de la tramitación ambiental
- Sobre el ámbito competencial de la actuación, la colaboración entre distintas administraciones y la disponibilidad de terrenos
- Sobre la aceptación y demanda social
- Sobre el Cambio Climático
- Sobre la solución
- Conclusión general

## 17.1. Sobre la reducción del riesgo de inundación

Sobre la peligrosidad:

- La alternativa seleccionada mejora en un 49,1% la zona de alta peligrosidad respecto del área correspondiente a la misma zona en situación actual, para el periodo de retorno de 100 años, 33,4% para 500 años y de un 5,9% para 10 años de periodo de retorno.
- La respuesta hidrológica de la cuenca es lenta, con un tiempo de concentración 33,71 horas por lo que la peligrosidad en función del tiempo de respuesta se puede categorizar como leve según lo establecido en la "Propuesta para la caracterización de la peligrosidad y el riesgo (octubre 2014)" MARGAMA.
- Sobre el cálculo de los caudales se han usado los de estudios antecedentes, los hidrogramas se han obtenido del "Estudio Hidráulico para la Prevención de Inundaciones y la Ordenación de Las Cuencas del Río Guadalhorce" elaborado por la Junta de Andalucía.

Sobre el riesgo

- La población actual afectada según la zona inundable de un periodo de retorno de 100 años asciende a 14.158 habitantes y para 500 años es de 23.452 habitantes. La alternativa seleccionada mejora en un 99,3% la población afectada para el periodo de retorno de 100 años en comparación con la situación actual, suponiendo una mejora del 35,3% sobre la población potencialmente afectada, es decir, sobre la población de las unidades censales situadas en el ámbito de estudio. En el caso de 500 años de periodo de retorno el valor es de 84% de mejora sobre situación actual y 49,5% sobre la población potencial.
- De todos los términos municipales analizados (Málaga y Alhaurín de la Torre), el más perjudicado es Málaga donde la población afectada para el periodo de retorno de 500 años supone un 99% respecto del total de todos los municipios en situación actual.
- Los Puntos de Especial Importancia afectados actuales ascienden a 50 y 61 para periodo de retorno de 100 y 500 años respectivamente. La solución alternativa seleccionada disminuye el número de Puntos de Especial Importancia afectados mejorando un 80% sobre la situación actual para el periodo de retorno de 25 años, un 88% para 100 años y un 54% para 500 años. De esta forma, la solución protege los siguientes elementos significativos: Depuradora, hospital, aeropuerto ayuntamiento centros educativos, centros de ocio, estación de metro y gasolineras.

- El daño anual medio en la actualidad asciende a 12.895.800,95 €. La alternativa seleccionada reduce el daño total anual medio en 10.426.287 €. Esto supone una disminución del 80,85%. Los daños se concentran en los usos comercios, almacenes y resto de riesgos.

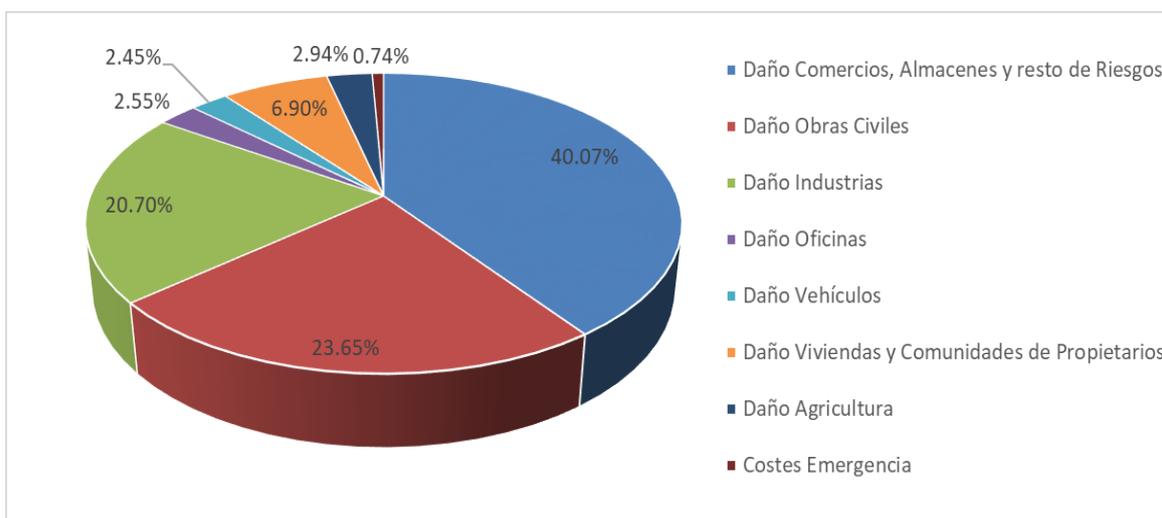


Figura 19: Distribución de daños por sectores

La alternativa seleccionada disminuye significativamente el daño producido a viviendas y comunidades de propietarios (59,07%), vehículos (55,15%), comercios, almacenes y resto de riesgos (53,88%).

- La solución propuesta mejora la operativa durante la emergencia dado que reduce el número de vías afectadas por la inundación en 100% frente a la situación actual (4 vías afectadas) para el periodo de retorno de 100 años y un 50% frente a la situación actual (4 vías afectadas), para el periodo de retorno de 500 años
- No existe una especial incertidumbre en el cálculo de riesgos ligada al cálculo de daños debido a que existe información sobre el valor catastral de cada parcela.

Sobre los indicadores de peligrosidad y riesgo:

- La situación actual (0) se encuentra en el cuadrante A de peligrosidad significativa-muy alta y riesgo muy alto-extremo: las ARPSIs localizadas en este cuadrante son aquellas que, a pesar de localizarse en zonas cuyas características actuales no son de especial peligrosidad, sí que existe una importante población y/o actividades económicas, situadas en la zona inundable. Las alternativas 1 y 2 de Guadalhorce se encuentra en el cuadrante C de peligrosidad significativa-muy alta y riesgo significativo-muy alto: la ARPSI ubicadas en este cuadrante poseen valores medios-bajos tanto de peligrosidad como de riesgo. La peligrosidad y el riesgo se reducen en el ARPSI ES060\_ARPS\_0048. La alternativa que mejores resultados obtiene tanto en el índice de peligrosidad como en el de riesgo es la alternativa 2.

## 17.2. Sobre el coste beneficio

El coste acumulado de la obra en 100 años supone 36.055.867,50 € incluyendo el mantenimiento, siendo 10,14% el coste específico de mantenimiento y explotación.

El daño para el periodo de retorno de 100 años supone 408.131.339,12 €. Implantando la actuación el daño evitado asciende a un 96,72% del valor anterior.

La ejecución de la alternativa propuesta obtiene un beneficio anual medio de 10.426.287,42 €.

Dados los costes y beneficios obtenidos con la ejecución de la obra y tras el análisis económico realizado se puede concluir que la obra propuesta (alternativa 2) es rentable según los índices económicos estudiados. La alternativa 1 también resulta rentable, pero con una rentabilidad considerablemente inferior a la de la alternativa seleccionada.

El análisis de sensibilidad muestra que resultado del estudio de rentabilidad de la alternativa seleccionada es robusto.

Existe una incertidumbre en el estudio de coste –beneficio ligada a la inexistencia de proyecto constructivo, por lo que los valores económicos considerados para los costes de inversión del proyecto son a nivel de estudio de planificación.

### 17.3. Sobre el efecto que sobre las masas de agua tiene la actuación

La actuación analizada afecta a las masas de agua MAS ES060MSPF0614220 “Desembocadura del Guadalhorce” y MASb ES060MSBT060-037 “Bajo Guadalhorce”.

Tras la realización del Protocolo HMF en la situación actual y tras las obras, se puede concluir que:

Caudal e hidrodinámica		Conexión con MASb		Continuidad de los ríos		Variación en la profundidad y anchura		Estructura y sustrato del lecho		Estructura de la zona ribereña		Resumen En masa de agua, afecta o nada
Actual	Alt. Selcc.	Actual	Alt. Selcc.	Actual	Alt. Selcc.	Actual	Alt. Selcc.	Actual	Alt. Selcc.	Actual	Alt. Selcc.	
5,82	5,82	3,30	3,30	10,00	10,00	4,45	4,23	5,96	5,96	6,11	6,11	No afecta

Tabla 23: Indicadores hidromorfológicos.

En la situación final ponderada se refleja una ligera afección con respecto a la situación actual en cuanto a la variación de profundidad y anchura, que no supone repercusión en la masa de agua ya que el cauce se encuentra altamente antropizado y las obras no modifican prácticamente el estado actual del cauce.

En cuanto a los Objetivos Ambientales y su grado de cumplimiento según la DMA, al estar catalogado como MAS, este cauce tiene definidos sus objetivos ambientales tanto en MAS como en MASb. La siguiente tabla muestra el impacto en las masas de agua y la posibilidad de necesitar aplicar el art. 4.7. de la DMA:

OBJETIVOS AMBIENTALES Y DIRECTIVA MARCO DE AGUAS							
Código MAS	Estado global resultante actual	Estado global resultante con obra	Objetivos Ambientales	Exenciones y/o Prórrogas	Aplicación art. 4.7. DMA	Grado de necesidad del cumplimiento 4.7	
						MAS/MASb/ cauce	Actuación
<b>MAS ES060MSPF0614220 Desembocadura del Guadalhorce</b>	Peor que bueno	No afecta	Buen estado en 2021	Art. 4(6) Excepción Art. 4(4) Prórroga en el cumplimiento por viabilidad técnica	No aplica	0%	No aplica
<b>MASb ES060MSBT060-037 Bajo Guadalhorce</b>	Peor que bueno	No afecta	Buen estado en 2027	Art. 4(4) Prórroga: Buen estado ecológico y químico en 2021, por viabilidad técnica y condiciones naturales	No aplica	0%	

Tabla 24: Indicadores sobre los objetivos ambientales y su cumplimiento.

A raíz de los resultados del análisis, no parece significativo el impacto de esta actuación sobre las masas de agua superficial y subterránea teniendo en cuenta que este río se encuentra muy modificado por presiones antrópicas. No se estima necesario la aplicación del artículo 4.7. de la DMA, ya que las actuaciones no generan una afección significativa que comprometa, por causa de la construcción de la obra, el cumplimiento de los objetivos ambientales de ambas masas de agua en el plazo establecido.

#### **17.4. Sobre el posible impacto ambiental y la complejidad de la tramitación ambiental**

La actuación no afecta a Red Natura 2000, ni a Bienes de Interés Comunitarios (BIC) y tampoco a los hábitats de interés comunitarios. El único elemento a destacar es la presencia del Paraje Natural Desembocadura del Guadalhorce aguas abajo del ámbito de actuación (lagunas no naturales) que es un Espacio Natural Protegido. Hay una vía pecuaria afectada, la Vereda de Ardales a Málaga.

Según la Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental, el proyecto se clasifica desde el punto de vista ambiental como anexo I, grupo Artículo 7.1. Serán objeto de una evaluación de impacto ambiental ordinaria los siguientes proyectos: d) Los proyectos incluidos en el apartado 2, cuando así lo solicite el promotor. Procedimiento de EIA Ordinaria.

Por otro lado, consultada la legislación autonómica, el proyecto se encuentra en el Anexo I. Categorías de actuaciones sometidas a los instrumentos de prevención y control ambiental y establece que el instrumento a aplicar es Autorización Ambiental Unificada, procedimiento abreviado. De acuerdo con el órgano sustantivo, el trámite debe de ser nacional por lo que se aconseja que sea el órgano ambiental quien dictamine el procedimiento a seguir. Adicionalmente, deberá llevarse a cabo el trámite correspondiente a la Autorización Ambiental Unificada procedimiento abreviado en la Junta de Andalucía.

No se ha iniciado ningún trámite anteriormente.

Como conclusión se considera una actuación de dificultad media desde el punto de vista de viabilidad ambiental.

#### **17.5. Sobre el ámbito competencial de la actuación, la colaboración entre distintas administraciones y la disponibilidad de terrenos**

Esta actuación podría incluirse en la obra clasificada de interés general del estado por la Ley 10/2001, del PHN, dentro del Anexo II como "Adecuación del curso bajo del río Guadalhorce".

La Administración competente de esta actuación es el MITERD, sin embargo, para solucionar los problemas de desbordamientos de cauces en el ámbito de la actuación es necesario acondicionar las desembocaduras de los barrancos en el entorno urbano de Málaga. Desde el punto de vista de la protección del ámbito estudiado, esta medida debe incluir al Ayuntamiento y a la Junta de Andalucía como Administraciones competentes.

Los principales servicios afectados son el Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana y la Junta de Andalucía.

La coordinación entre las administraciones involucradas en esta obra se prevé compleja.

Para la realización de la alternativa propuesta, los terrenos afectados ascienden a 3,33 ha, de las cuales un 48% corresponde a terrenos privados, esto es 1,58 ha. Los costes de expropiación ascienden a 880.757,11 € que suponen el 2,74% respecto al coste total de la obra.

## 17.6. Sobre la aceptación y demanda social

Tras los trabajos realizados se puede concluir que existe un número importante de referencias que tratan del elevado riesgo de inundabilidad y la necesidad de actuaciones en la ciudad de Málaga, de la ampliación del cauce Guadalhorce y de la ejecución del puente sobre el mismo.

En cuanto al resultado del análisis de la aceptación social no se han detectado opiniones contrarias a la actuación, salvo 2. La aceptación social del proyecto vendrá condicionada por la necesidad de protección de los humedales malagueños, como es el Paraje de la Desembocadura del Río Guadalhorce.

Indicar que la Asociación de Polígonos de Málaga (Apoma) anunció que llevaría el Plan de Inundabilidad de la Junta de Andalucía a los tribunales, al entender que no se ha respondido a las alegaciones y no se ha negociado antes; siendo uno de los puntos negro de dicho plan el puente sobre el Guadalhorce, a la altura de la Azucarera.

Han tenido entrada en la Dirección General del Agua, al menos cuatro recursos contencioso-administrativos contra el Plan General de Riesgo de Inundación de las Cuencas Mediterráneas Andaluzas, en relación con la actuación de objeto de análisis.

De los Objetivos de Desarrollo Sostenible propuestos por las Naciones Unidas en la Agenda 2030, la actuación cumple 12 objetivos y 24 metas.

## 17.7. Sobre Cambio el Climático

De acuerdo con las metodologías aplicadas:

- La precipitación para un periodo de retorno de 100 años no experimentará cambios. El mayor impacto se observa en la temperatura, se calcula que la temperatura máxima y mínima aumenten como máximo en 2°C, y, por lo tanto, el área drenante a esta actuación, a futuro, sea más árida. Estos datos corresponden a los escenarios de Cambio Climático RCP 4.5 y RCP 8.5 en el horizonte 2041-2070.
- Según la metodología presentada por MITERD en el que los efectos del Cambio Climático se aproximan a través de dos componentes: la componente meteorológica y la componente de usos del suelo, la actuación de Guadalhorce está expuesta a un riesgo significativo en ambos escenarios de RCP 4.5 y 8.5.

Se calcula que la variación en la producción de la escorrentía será baja. El caudal punta podría llegar a un incremento del 20 % en ambos escenarios de RCP 4.5 y 8.5, considerando la precipitación con periodo de retorno de 100 años en el escenario histórico, RCP 4.5 y RCP 8.5 y en el horizonte 2041-2070, además de una disminución en el umbral de escorrentía del 25%. Este valor del incremento ahonda en la necesidad de construcción de esta obra que reduzca los daños actuales por inundación y rebaje significativamente los futuros.

Dado que el objetivo de la obra es la reducción de daños, los efectos previsibles directos o indirectos, acumulativos y sinérgicos del proyecto sobre el Cambio Climático, durante:

- la fase de ejecución se concentrará en la energía consumida durante la obra y en la emisión de los Gases de Efecto Invernadero, GEIs, a la atmósfera a determinar en la fase de construcción;
- la fase de explotación, al tratarse de una obra de tipo encauzamiento no existe ninguna previsión de emisiones;
- la demolición o abandono del proyecto, poco previsible debido a las consecuencias para el casco urbano de Málaga, en el caso de abandono no se producirá ninguna emisión y en caso de demolición, se tendría que valorar específicamente en ese momento que partes habría que demoler. En este análisis se considera un periodo de vida útil de al menos 100 años.

## 17.8. Sobre la solución

Por último, se describen las conclusiones sobre la solución adoptada, así como aquellas singularidades de la actuación o de la conclusión en las que es necesario incidir porque se escapan a una valoración cuantitativa o cualitativa al uso.

- La actuación planteada no dispone de un proyecto de construcción, por lo que es necesario que se redacte antes del inicio de las obras y sobre todo se analice con detenimiento la protección de los afluentes que entran en el Guadalhorce en el ámbito de la obra. No obstante, la solución es rentable.
- La eficacia de la solución es alta, aunque es necesario actuar en una gran longitud de encauzamiento del Guadalhorce y afluentes, así como afectar a diversas estructuras en el entorno de la desembocadura. El caudal de diseño de la obra es el correspondiente a 200 años de periodo de retorno.
- Es importante incidir que no es posible eliminar el riesgo y que en el caso de presentarse caudales mayores a los del diseño de la obra (mayores a 200 años de periodo de retorno) se producirán riesgos residuales.
- La solución no evita el problema de inundación de la margen izquierda, en el polígono industrial, ya que solo mejora los problemas de las inundaciones producidas por el desbordamiento del Río Guadalhorce y la desembocadura de los barrancos. Esa margen izquierda está a menor cota que el encauzamiento por lo que la lluvia in situ y la que llega como escorrentía desde las laderas queda embalsada en esta zona. Este problema no se resuelve aumentando la capacidad de drenaje del canal de la margen izquierda, ya que el agua no llega al canal. Será necesario plantear un sistema completo de drenaje de todo ese sector. Este problema de lluvia in situ ha sido analizado dentro de este estudio. Para más información se puede consultar el [Anejo 6.5. Actuación 86: Río Guadalhorce. Inundaciones pluviales. Polígono industrial \(Málaga\)](#).

## 17.9. Conclusión general

La alternativa seleccionada, alternativa 2, se prevé rentable desde el punto de vista económico. No se prevé que la obra afecte de forma significativa a las masas de aguas, ni sea necesario aplicar el artículo 4.7. de la DMA porque la obra comprometa el cumplimiento de los objetivos ambientales. Se recomienda la tramitación de la evaluación de impacto ambiental mediante el procedimiento ordinario.

Para la puesta en marcha de las actuaciones se debería tramitar un convenio de colaboración entre las administraciones competentes durante todas las fases de la obra, en el cual se identifiquen los puntos

que cada administración debe asumir el ámbito de sus competencias conforme a la Instrucción del Secretario de Estado de Medio Ambiente de fecha 8 de julio de 2020. En este sentido, la Junta de Andalucía ha licitado una reciente actuación sobre esta actuación que deberá complementarse y coordinarse adecuadamente.



**Junta de Andalucía**



**UNIÓN EUROPEA**

Fondo Europeo de Desarrollo Regional

