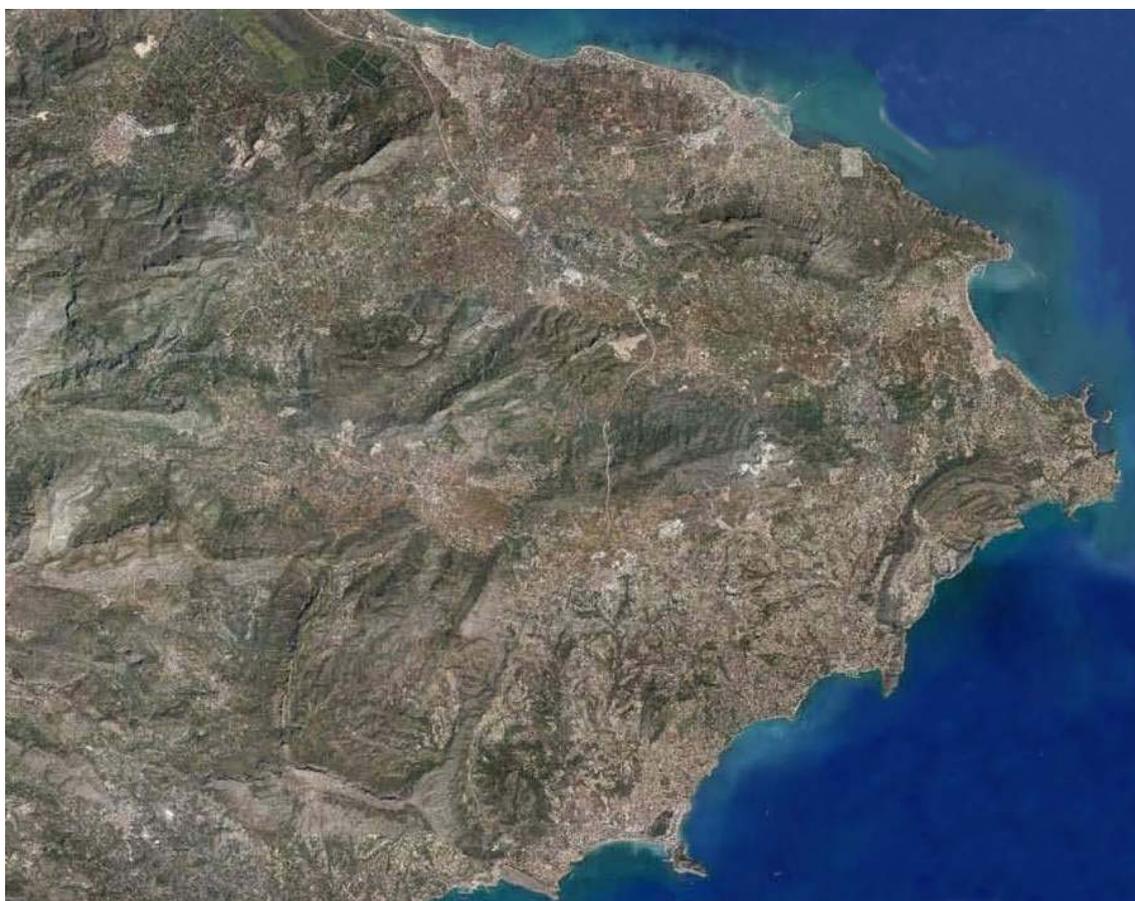




GOBIERNO  
DE ESPAÑA

MINISTERIO  
DE AGRICULTURA, ALIMENTACIÓN  
Y MEDIO AMBIENTE

CONFEDERACIÓN  
HIDROGRÁFICA  
DEL JÚCAR



# **Plan** Director de **Defensa** contra las **Avenidas**

**Comarca de la Marina Alta. Alicante.**



**PLAN DIRECTOR DE DEFENSA CONTRA LAS  
AVENIDAS EN LA COMARCA DE LA MARINA  
ALTA (ALICANTE)**



## **DOCUMENTO Nº1: MEMORIA**



## INDICE

<b>DOCUMENTO Nº1: MEMORIA</b> .....	3
1.- OBJETIVOS DEL PLAN DIRECTOR .....	8
1.1.- INTRODUCCIÓN Y ÁMBITO DEL PLAN .....	8
1.2.- OBJETO Y CONTENIDO DEL PLAN DIRECTOR .....	12
2.- CARACTERIZACIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL .....	14
2.1.- VISIÓN GENERAL .....	14
2.2.- INVENTARIO DE PUNTOS Y ÁREAS CON PROBLEMAS DE INUNDACIÓN .....	18
2.2.1.- INFORMACIÓN HISTÓRICA .....	18
2.2.2.- INVENTARIO DE PUNTOS Y ZONAS DE RIESGO .....	24
2.3.- ESTUDIOS PREVIOS .....	27
2.3.1.- ESTUDIO PLUVIOMÉTRICO .....	28
2.3.2.- ESTUDIO HIDROLÓGICO .....	31
2.3.3.- ESTUDIO GEOMORFOLÓGICO .....	36
2.3.4.- SIMULACIÓN HIDRÁULICA .....	40
2.3.5.- ESCENARIOS DE CAMBIO CLIMÁTICO EN ESTUDIOS HIDROLÓGICOS DE CRECIDAS .....	47
2.3.6.- DOCUMENTACIÓN AMBIENTAL INICIAL .....	60
2.4.- DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL .....	61
2.4.1.- Río Girona, Barranco de la Alberca y Barranco de Portelles .....	61
2.4.2.- Barranco del Alter en Denia .....	69
2.4.3.- Barranco del Regatxo en Denia .....	73
2.4.4.- Coll de Pous y barrancos del Montgó en Denia .....	78
2.4.5.- Barranco de Orbeta en Orba .....	81
2.4.6.- Barranco de Sant Jaume y Baladrar en Benissa .....	85
2.4.7.- Barranco de la Fustera en Benissa .....	88
2.4.8.- Barranco de Quisi y Pou Roig en Calp .....	92
2.4.9.- Barranco de les Sorts en Teulada .....	97
2.4.10.- Barranco de la LLuca, Barranco de L'hedra y Río Gorgos en Xàbia .....	100
2.4.11.- Río Gorgos, barranco de les Murtes y barranco del Cau en Xaló y Llíber .....	106
2.4.12.- Barranco de la Canal, Benituba y Rupais en Pego .....	108
2.4.13.- Rambla Gallinera .....	111
3.- CRITERIOS DE DISEÑO .....	115
3.1.- CRITERIOS GENERALES .....	115
3.2.- METODOLOGÍA .....	117
4.- EVALUACIÓN PRELIMINAR DEL RIESGO .....	118
4.1.- CLASIFICACIÓN DE DAÑOS .....	118
4.2.- DATOS DEL CONSORCIO DE COMPENSACIÓN DE SEGUROS .....	119
4.3.- CURVAS DE VULNERABILIDAD .....	124
4.3.1.- Curvas de vulnerabilidad elementales .....	124

4.3.2.- Determinación de los módulos .....	126
4.3.3.- Curvas de vulnerabilidad por usos .....	126
4.3.4.- Daños indirectos .....	130
4.3.5.- Evaluación del riesgo sobre los usos actuales .....	130
4.3.6.- Evaluación del riesgo sobre los usos planificados .....	131
5.- RESUMEN DE ACTUACIONES PREVISTAS .....	132
5.1.- RÍO GIRONA, BARRANCO DE LA ALBERCA Y BARRANCO DE PORTELLES .....	132
5.1.1.- Actuaciones planteadas .....	132
5.1.2.- Análisis de riesgos y coste-beneficio .....	136
5.2.- BARRANCO DEL ALTER EN DENIA .....	138
5.2.1.- Actuaciones planteadas .....	138
5.2.2.- Análisis de riesgos y coste-beneficio .....	140
5.3.- BARRANCO DEL REGATXO EN DENIA .....	142
5.3.1.- Actuaciones planteadas .....	142
5.3.2.- Análisis de riesgos y coste-beneficio .....	144
5.4.- COLL DE POUS Y BARRANCOS DEL MONTGÓ EN DENIA .....	146
5.4.1.- Actuaciones planteadas .....	146
5.4.2.- Análisis de riesgos y coste-beneficio .....	148
5.5.- BARRANCO DE ORBETA EN ORBA .....	150
5.5.1.- Actuaciones planteadas .....	150
5.5.2.- Análisis de riesgos y coste-beneficio .....	151
5.6.- BARRANCO DE SANT JAUME Y BALADRAR EN BENISSA .....	153
5.6.1.- Actuaciones planteadas .....	153
5.6.2.- Análisis de riesgos y coste-beneficio .....	154
5.7.- BARRANCO DE LA FUSTERA EN BENISSA .....	156
5.7.1.- Actuaciones planteadas .....	156
5.7.2.- Análisis de riesgos y coste-beneficio .....	160
5.8.- BARRANCO DE QUISI Y POU ROIG EN CALP .....	161
5.8.1.- Actuaciones planteadas .....	161
5.8.2.- Análisis de riesgos y coste-beneficio .....	169
5.9.- BARRANCO DE LES SORTS EN TEULADA .....	171
5.9.1.- Actuaciones planteadas .....	171
5.9.2.- Análisis de riesgos y coste-beneficio .....	175
5.10.- BARRANCO DE LA LLUCA, BARRANCO DE L'HEDRA Y RÍO GORGOS EN XÀBIA .....	178
5.10.1.- Actuaciones planteadas .....	178
5.10.2.- Análisis de riesgos y coste-beneficio .....	186
5.11.- RÍO GORGOS, BARRANCO DE LES MURTES Y BARRANCO DEL CAU EN XALÓ Y LLÍBER .....	188
5.11.1.- Actuaciones planteadas .....	188
5.11.2.- Análisis de riesgos y coste-beneficio .....	194
6.- MARCO LEGAL Y COORDINACIÓN CON OTROS PLANES .....	197

MEMORIA.

<b>DOCUMENTO Nº2: PLANOS</b> .....	202
<b>DOCUMENTO Nº3: VALORACIÓN DEL PLAN DIRECTOR</b> .....	204
<b>DOCUMENTO Nº4: PLAN DE GESTIÓN DEL RIESGO DE INUNDACIÓN</b> .....	206

## **1.- OBJETIVOS DEL PLAN DIRECTOR**

### **1.1.- INTRODUCCIÓN Y ÁMBITO DEL PLAN**

A lo largo del tiempo se ha podido constatar el carácter típicamente torrencial de los cauces que discurren por la comarca de la Marina Alta, los barrancos de Pou Roig, Quisi, en Calpe, el río Girona en Beniarbeig, el Vergel y Els Poblets y el río Gorgos en Jávea causando sobre el terreno los efectos propios debidos al paso de las aguas en su discurrir hasta conseguir desembocar a la costa.

Junto a estos cauces existen otros de características similares como los barrancos de la Alberca, Les Sorts, Baladrar, etc, en los que habiéndose producido avenidas de consideración no se han manifestado efectos de la misma entidad que los anteriores.

La característica fundamental de estos río-ramblas es la eventualidad de este tipo de manifestaciones sobre sus cauces, con una marcada e incierta temporalidad en la producción de las avenidas, además de una elevada intensidad en estos fenómenos ocasionales, uniendo a esto un carácter cíclico incierto con periodos medios, o medio largos, si lo comparamos con la vida humana.

La aparición de estas intensas lluvias ocasiona unas avenidas de carácter extraordinario que afectan los espacios de terreno colindantes con los cauces e invaden las zonas de desagüe generalmente ocupadas de modo parcial por propiedades privadas.

Todo lo anterior junto a la presencia de determinadas actuaciones antrópicas con usos incompatibles con el desagüe, favoreciendo su implantación el carácter discontinuo de estos cauces, en unos espacios de alto valor debido a su actividad agrícola intensa o a la alta densidad de edificaciones, contribuye a que en estas situaciones aparezcan efectos y consecuencias de alta incidencia, cuando no realmente graves.

Hoy por hoy, no se tiene ningún estudio ni documento que aborde el conjunto en la problemática planteada, que plantee una solución integral a la misma priorizando actuaciones, que permita conocer con cierto grado de detalle la peligrosidad asociada a las zonas inundables implicadas, que facilite una evaluación económica y que sirva para dar a conocer esta información a los diferentes elementos involucrados (Administraciones Autonómicas y locales, Protección Civil, ciudadanos en general).

Por todo lo anterior se hace necesario utilizar los instrumentos administrativos y técnicos de los que se pueda disponer al objeto de paliar el riesgo potencial que presentan las avenidas sobre el medio ambiente, las propiedades y la población.

Por otra parte, el Plan Hidrológico de la Cuenca del Júcar establece, como uno de sus objetivos, el tratar de evitar o paliar en lo posible los efectos de las situaciones hidrológicas extremas y, en concreto, la protección contra avenidas.

Por todo ello se hace necesario utilizar los instrumentos administrativos y técnicos de los que se pueda disponer al objeto de paliar el riesgo potencial que presentan las avenidas sobre las propiedades y la población.

Por dicho motivo, con fecha 6 de febrero de 2008 fue solicitada por la Confederación Hidrográfica del Júcar autorización para la redacción del correspondiente Pliego de Bases para la ejecución de los oportunos trabajos y la redacción del estudio correspondiente denominado Plan Director de Defensa contra avenidas en la Marina Alta. La redacción de dicho documento fue autorizada por resolución de la Dirección General del Agua a fecha 3 de abril de 2008.

La directiva del Parlamento Europeo y del Consejo relativa a la evolución y gestión de los riesgos de inundación, DIRECTIVA 2007/60/CE, de 23 de octubre de 2007, y el Real Decreto 903/2010, de 9 de julio, transposición de la anterior Directiva al ordenamiento jurídico español, ambas relativas a la evaluación y gestión de riesgos de inundación constituyen el marco legal del presente Plan Director. Si bien no es objeto del presente plan el cumplimiento de estos procedimientos en su totalidad, ya que éstos se están desarrollando en otros programas en ejecución tales como el Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables, si se ha hecho un esfuerzo para seguir sus directrices y requerimientos.

El ámbito territorial del Plan Director se circunscribe a la comarca de la Marina Alta en la provincia de Alicante.

Las características de dicha comarca con una población de 188.567 habitantes y una superficie de 759,21 km<sup>2</sup>, formada por 33 municipios con una densidad media de 248.37 hab./km<sup>2</sup>, responden a una comarca dedicada principalmente a las actividades agrícolas en el interior, y a las relacionadas con la pesca en los municipios costeros durante gran parte de su historia.

La Marina Alta es la comarca costera situada más al norte de la provincia de Alicante. Tiene una orografía bastante compleja, ya que la surcan numerosas montañas, valles y una costa muy accidentada. Son numerosos los acantilados, calas y cabos que se encuentran en estas tierras.

La costa de esta comarca tiene algunos de los accidentes más emblemáticos de la provincia, como son el Cabo de San Antonio, Cabo de San Martín y Cabo de la Nao (los tres forman la peculiar "punta" de la provincia). Así como el conocido Peñón de Ifach, en la localidad de Calpe.

Hay importantes formaciones montañosas, como la Sierra de Bernia o el Montgó. También cabe destacar la importancia de la marjal de Pego-Oliva. En la comarca destacan algunos cursos de agua como los ríos Bullent, Racons, Girona y Gorgos.

La Rambla de Gallinera nace en la comarca de la Marina Alta y desemboca en el mar en la comarca de la Safor en la provincia de Valencia.

Actualmente las singulares peculiaridades de esta comarca y su climatología, junto con el desarrollo del turismo, han propiciado un cambio en el sector económico,

evolucionando al sector terciario y sustentando las repercusiones del turismo residencial, sobre todo por la afluencia de numerosos habitantes foráneos españoles y europeos.



**Figura 1. Delimitación de la Comarca de la Marina Alta**

El proceso de participación pública e institucional puede considerarse iniciado con la presentación del Documento de Inicio ante la Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental del Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino, que procede a la oportuna consulta a todas las Instituciones y Organismos previsiblemente afectados, solicitando la información necesaria para la elaboración del Documento de Referencia del Plan.

La presentación del Documento de Inicio del “Plan Director de defensa contra las avenidas en la comarca de la Marina Alta (Alicante)” (en adelante Plan Director) por parte del Órgano promotor Confederación Hidrográfica del Júcar al Órgano ambiental fue realizada con fecha 23 de marzo de 2010. Con fecha 17 de mayo de 2010 el Órgano ambiental solicita al Órgano promotor la subsanación de algunas carencias identificadas en el Documento de Inicio.

Posteriormente y con fecha 16 de agosto de 2010 el Órgano ambiental remitió solicitud de consultas a cincuenta y seis (56) Administraciones afectadas y público interesado identificados.

Posteriormente, entre febrero y mayo de 2011 se procede a la difusión de las primeras conclusiones de los trabajos entre las autoridades locales de los municipios

afectados, la Consejería de Infraestructuras y Transporte de la Generalitat Valenciana, así como con el Servicio Provincial de Costas de Alicante, seguido por último del posterior y preceptivo proceso de información pública iniciado en julio de 2011 del que se han recogido las oportunas alegaciones. La totalidad de la información mencionada fue enviada a los siguientes Organismos e Instituciones:

- Ministerio de Interior
- Ministerio de Fomento
- Ministerio de Medio Ambiente y, Medio Rural y Marino
- Consellería de Cultura y Deporte de la Generalitat Valenciana
- Consellería de Infraestructuras y Transporte de la Generalitat Valenciana
- Consellería de Medio Ambiente, Agua, Urbanismo y Vivienda de la Generalitat Valenciana
- Diputación Provincial de Alicante
- Administraciones locales
- Comunidades de Regantes
- Organizaciones ambientales y sociales

Una vez recibido el Documento de Referencia, se procede a la redacción del correspondiente Informe de Sostenibilidad Ambiental, desarrollando los contenidos propuestos en el documento de Referencia emitido por el Ministerio de Medio Ambiente.

El 11 de diciembre de 2012 en el BOE nº 297 se publicó el Anuncio de la Confederación Hidrográfica del Júcar por el que se somete a información pública el Plan Director de Defensa contra las avenidas en la Comarca de la Marina Alta Alicante, clave: FP.499.033/0411, y el correspondiente informe de sostenibilidad ambiental, consulta que tuvo lugar desde el 12 de diciembre de 2012 al 25 de enero del 2013, período durante el cual se han estado recibiendo diversas observaciones y alegaciones. Ambos documentos se pudieron consultar en la sede de la Confederación Hidrográfica del Júcar, avenida Blasco Ibáñez 48 de Valencia, en la página web de la Confederación (<http://www.chj.es>) y en la del Ministerio de Medio Ambiente (<http://mma.es>), en el apartado de Evaluación Ambiental. Además, con el fin de asegurar la participación activa, se enviaron estos dos documentos, vía correo postal, a una serie de personas y entidades, partes interesadas del Plan (en total 110 en la Marina Alta).

Como resultado de este proceso se han recibido diversas alegaciones. Finalizada la fase de consultas, el artículo 22 de la Ley 9/2006 de EAE exige la elaboración de una Memoria Ambiental, que ha sido elaborada conjuntamente por el Órgano Ambiental y el Órgano Promotor. La Memoria Ambiental incorpora una descripción de todo el proceso de EAE, incluyendo el proceso de consulta pública del ISA y el resultado de las consultas realizadas y cómo se han tomado en consideración.

## 1.2.- OBJETO Y CONTENIDO DEL PLAN DIRECTOR

El Plan debe servir para organizar la actuación de las Administraciones implicadas, y del conjunto de la sociedad, para hacer frente al problema de las avenidas, tanto en el momento actual como en el futuro.

Planteada su finalidad en estos términos generales, el Plan debe constituir más un instrumento que un conjunto organizado de actuaciones de diferentes tipos. Por lo tanto, con independencia de que también incluya recomendaciones o propuestas de actuación, debe contener o hacer referencia precisa a los datos y las fuentes de información disponibles, debe detectar las ausencias a corregir, debe identificar y describir las causas que han conducido a la situación actual y debe establecer normas y recomendaciones para definir las pautas de actuación.

En primer lugar hay que destacar que desde los puntos de vista técnico, medioambiental y social, el problema de defensa frente a las avenidas no puede resolverse sólo con actuaciones estructurales. Entre otras razones porque el volumen de las inversiones necesarias supera con mucho la capacidad financiera que se necesitaría y que la implantación de alguna de las infraestructuras tendría impactos sociales y ambientales muy negativos. Por último es prácticamente inviable introducir nuevos criterios de drenaje y de diseño en núcleos urbanos ya consolidados, como es el caso de la Marina Alta.

El objetivo de este documento, es constituir la estructura básica del "Plan Director de Defensa contra Inundaciones en la Comarca de la Marina Alta", recopilando información suficiente y determinando una serie de actuaciones de tipo estructural y no estructural, con la finalidad de prever el resultado derivado de los riesgos potenciales ante las inundaciones y la paliación de sus efectos, reduciendo los daños asociados y su impacto sobre la población, sirviendo como punto de partida para iniciar posteriormente el desarrollo individualizado de proyectos parciales.

Este documento se plantea pues con un carácter troncal y se considera que las distintas administraciones, en el ejercicio de sus competencias y en un marco de coordinación, deberán completar la definición de los Programas propuestos.

Otros conceptos que han de estar claros para definir el alcance del Plan serían los de peligrosidad, vulnerabilidad, riesgo y periodo de recurrencia:

**Peligrosidad:** Probabilidad de ocurrencia de las condiciones que producen una afección (daño a vidas o bienes), dentro de un período de tiempo determinado y en un área dada. (Criterios de peligrosidad: calado, velocidad y tiempo de permanencia de las condiciones de peligrosidad)

**Vulnerabilidad:** Valoración de posibles daños y afecciones en un área. (Exposición: vulnerabilidad de personas).

**Riesgo:** Vulnerabilidad x Peligrosidad. Producto de la valoración del daño o afección por la probabilidad de que se produzca (extrapolación del concepto económico)

**Periodo de recurrencia:** inverso de la probabilidad de que en un año se presente una avenida superior a un valor dado.

Para entender el significado real de la probabilidad anual del daño y su período de recurrencia, es interesante conocer como se trasladan estos conceptos a lo largo de un período de tiempo mayor, aplicando los conceptos de probabilidad compuesta combinando la Vida útil de un bien y el periodo de recurrencia de la avenida correspondiente:

Periodo de recurrencia	Probabilidad de ocurrencia							
	Vida útil del bien							
	1 año	10 años	20 años	30 años	40 años	50 años	75 años	100 años
<b>10</b>	10%	65%	88%	96%	99%	99%	100%	100%
<b>25</b>	4%	34%	56%	71%	80%	87%	95%	98%
<b>50</b>	2%	18%	33%	45%	55%	64%	78%	87%
<b>100</b>	1%	10%	18%	26%	33%	39%	53%	63%
<b>500</b>	0,2%	2%	4%	6%	8%	10%	14%	18%

*Tabla 1: Probabilidad de ocurrencia*

Hay que tener también presente que el problema de las avenidas no puede resolverse en todos los casos anulando el riesgo para una probabilidad relativamente alta, siendo la política posible y más eficaz la de establecer medidas que permitan a la población convivir con el riesgo en términos aceptables. Debemos hablar por tanto, más que defensa frente a avenidas de gestión del riesgo de avenidas.

La población debe conocer el riesgo que suponen las avenidas y las propuestas del Plan deben partir de este conocimiento. Como consecuencia, la aprobación del Plan debe contar con un mínimo de consenso.

Es por tanto esencial informar a la población de los riesgos reales que, en cualquier caso, deben ser asumibles razonablemente, y difundir los métodos que permiten minimizar los daños con un comportamiento adecuado durante la avenida.

El documento está planteado con la siguiente estructura:

Documento 1: Memoria descriptiva y anejos:

- Introducción a la problemática y las posibles actuaciones, en el que se incluye una caracterización de la situación actual y los criterios de actuación.
- Descripción de las actuaciones estructurales y no propuestas.
- Marco legal de las actuaciones

- Conclusiones, incluyendo un resumen de las actuaciones propuestas.

Documento 2: Planos

- Cartografía de riesgo y peligrosidad en situación actual
- Planta general de las actuaciones propuestas.
- Cartografía de riesgo y peligrosidad en situación futura

Documento 3: Valoración del Plan Director.

Documento 4: Plan de gestión del riesgo de inundación

APÉNDICES

## **2.- CARACTERIZACIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL**

### **2.1.- VISIÓN GENERAL**

Durante las últimas décadas, el espacio objeto de estudio ha experimentado una radical alteración de sus parámetros hidrológico-hidráulicos y geomorfológicos, como resultado de una intensa urbanización de las cuencas de drenaje, de la construcción de numerosas vías de comunicación perpendiculares a los cursos fluviales y a la ocupación parcial o total de los cauces por construcciones o viales.

Esta antropización es extrema en el sector costero del llano de inundación, donde los escasos cordones dunares, los marjales y surcos interdunares y los abanicos holocenos de los principales cauces, se hallan intensamente urbanizados. Esta situación es particularmente problemática debido al carácter regresivo de este tramo costero, manifiesto durante varias décadas y objeto de diversas obras de defensa. Estos hechos, unidos al efecto tapón generado por los temporales de levante, hacen necesario prestar una particular atención a la geomorfología del sector costero y plantear un análisis cualitativo de las intervenciones que se efectúen en las desembocaduras.

Se dan en la Marina Alta fenómenos de lluvias torrenciales (típicas del litoral mediterráneo), las cuales producen avenidas extraordinarias que pueden exceder la capacidad natural de los cauces. Este motivo, junto con la ocupación humana de los cauces y llanuras de inundación provoca cuantiosos daños materiales. Puede hablarse, en la zona, de ríos-ramblas, con la asociada eventualidad de las avenidas sobre sus cauces, una marcada e incierta temporalidad en las mismas, y una elevada intensidad, de carácter cíclico.

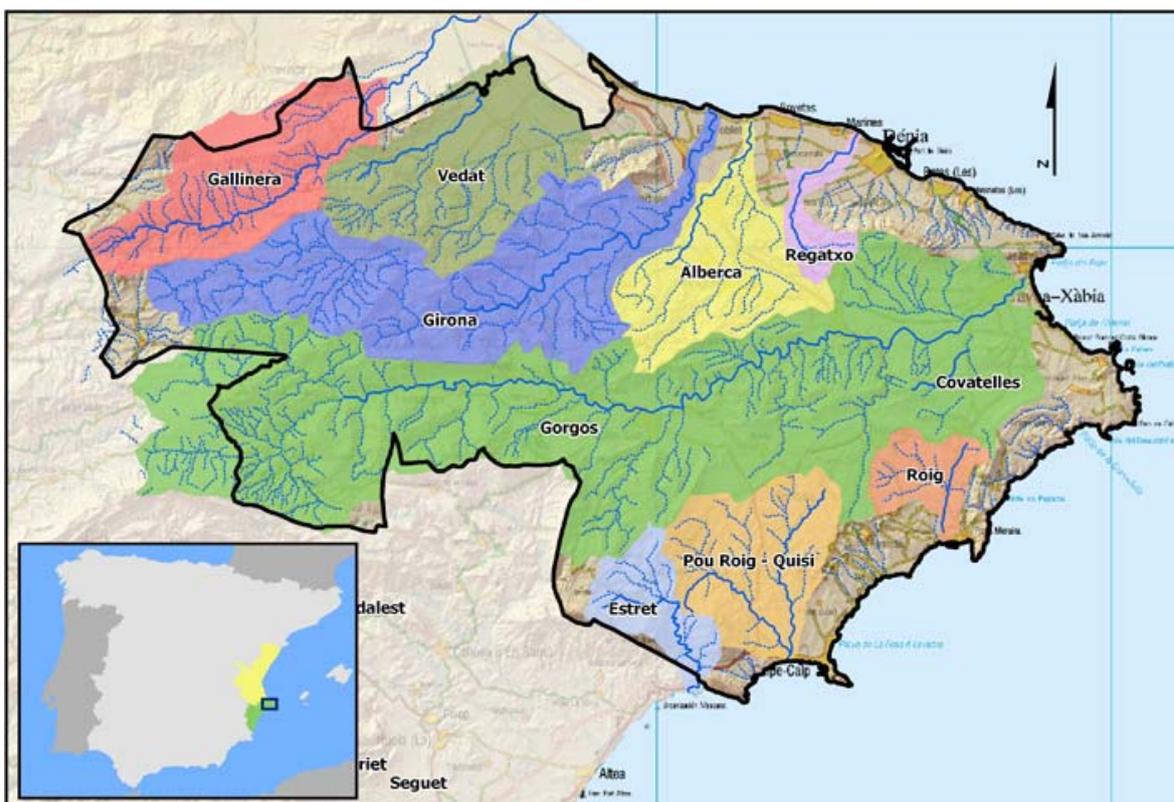
Las inundaciones en dicha comarca tienen su origen en tres características específicas del territorio:

- La configuración orográfica, con dos zonas claramente diferenciadas, la montañosa en el interior y planicie litoral con gran dificultad de drenaje de la escorrentía.

- El régimen meteorológico típico del litoral mediterráneo, en el que son frecuentes los fenómenos de gota fría, condicionados por la presencia de zonas montañosas próximas al mar.
- La ocupación humana de los llanos de inundación y su necesidad de desarrollo económico, formalmente orientado al cultivo de frutales de alto rendimiento y a desarrollo urbanístico litoral.

Como se ha comentado la Marina Alta tiene una orografía bastante compleja, ya que la surcan numerosas montañas, valles y una costa muy accidentada. La altitud de la zona varía de los 0 m s.n.m. a 1550 m s.n.m. Los relieves más importantes se sitúan en la zona noroeste, en el interior, sobre todo en la divisoria entre la Cuenca de los Ríos Gallinera y Vedat y la cuenca del Río Gorgos.

Las cuencas más importantes que vierten a la Marina Alta son la cuenca del Río Gorgos y la cuenca del Río Girona. Otros barrancos o ríos de menor importancia, respectivamente de norte a sur, son el de la Rambla Gallinera, el Río del Vedat, el Barranc de l'Alberca, el Barranc del Regatxo, el Barranc de Lluca, el Barranc Roig, el Barranc del Pou Roig y el Barranc del Estret.



*Figura 2: Cuencas identificadas en la zona en estudio*

**Río Gorgos o Xaló:** La vertiente recoge las aguas de la vertiente sudeste, nordeste y suroeste del macizo del Castell de la Solana, así como la vertiente suroeste del macizo de Segili configurando una cuenca de 263 Km<sup>2</sup>, recoge escorrentías de abruptos relieves calizos de la Serrella (1387 m), la Serra d'Alfaro (1165 m), la Xortà, la

Serra del Carrascal de Parcent (994 m) y la Serra del Penyal (850 m). También recoge varias torrenteras de la vertiente sur y este del Montgó y de parte de la Plana Justa del Cabo de San Antonio. Desde la vertiente norte del Tossal Gros bajan varias torrenteras que alimentan esta subcuenca, así como a través del barranco de Teulada, parte de la zona central del Sector comprendida entre el Tossal Gros, vertiente este dels Serrellats y Teulada a través del Barranc de l' Orta o Teulada. Concretamente, el río Gorgos transcurre por la comarca de la Marina Alta de oeste a este durante 53 km hasta desembocar en el mar Mediterráneo en la población de Jávea. Se trata de un río de régimen irregular, pero con fuertes crecidas. Los mayores riesgos de inundación se dan en el tramo bajo, en el término municipal de Jávea, donde la urbanización del cordón litoral ha cerrado la salida natural del agua al mar.

El área se encuadra completamente en los dominios externos de la Cordillera Bética (el Prebético), en su parte más oriental, cuyas principales estructuras de directriz OSO-ENE determinan la forma estrecha y alargada de la cuenca. El modelado se caracteriza por destacados relieves de calizas cretácicas y valles rellenos de margas neógenas.

**Vertiente del río Girona:** El río Girona nace en las proximidades de la Sierra de la Carrasca, atraviesa la Vall de Ebo y Vall de Laguard y las poblaciones de Beniarbeig, El Verger y els Poblets antes de su desembocadura en el mar Mediterráneo. Tiene una longitud de unos 38 Km y una cuenca de 110 Km<sup>2</sup>.

En su tramo medio se encuentra la presa de Isbert, actualmente parcialmente aterrada y fuera de servicio, con una capacidad de almacenamiento aproximada de unos 0,6 hm<sup>3</sup>. Al río Girona vierten sus aguas la Sierra de Segaria por su ladera sur, así como la vertiente norte del macizo de Sáhili en desagües directos. Se trata de un río de régimen irregular, pero con importantes crecidas. Los mayores riesgos de inundación se dan en su tramo final, donde el río atraviesa los núcleos urbanos de las poblaciones de Beniarbeig, El Verger, Els Poblets y Dénia (zona de Las Marinas). En los tramos urbanos, se produce una reducción de la sección del cauce debido a la construcción de edificaciones y estructuras viarias, que agravan la inundación precisamente en las zonas más pobladas. El nivel de protección actual apenas llega a los 25 años de período de retorno.

Las llanuras costeras con playas y restingas arenosas sólo alcanzan un desarrollo relevante al noroeste de Dénia, donde todavía se identifica un sistema de doble restinga con un surco interdunar. En el resto del litoral, la restinga ha sido arrasada por los temporales marinos. Así pues, la línea de costa se caracteriza por un comportamiento fuertemente regresivo, sólo contenido por diversas actuaciones de defensa: la mayor parte del litoral estuvo provisto de escolleras hasta hace poco más de una década y desde entonces se han sucedido diversas operaciones de regeneración. La punta de l'Almadrava, una pequeña progradación deltaica consolidada por los aportes de las crecidas del Girona, y la punta dels Molins, apoyada sobre materiales pleistocenos o terciarios, marcan probablemente la posición de la línea de costa antes de iniciarse la regresión litoral.

**Desagües directos al mar y torrenteras costeras.** Todos los macizos costeros desaguan directamente o a través de pequeños barrancos al mar, incluyendo zonas apartadas en las que importantes barrancos de desagüe directo vierten su escorrentía. Entre estos se encuentra la torrentera de la Alberca, que recogiendo las aguas del suroeste del macizo de Segili, pasa por Ondara y vierte sus aguas tras recoger los afluentes de su curso, y desemboca cerca de la “Punta de los Molinos”. El barranc de la Granadella recoge las aguas de la vertiente norte y este de la Llorensa, así como de gran parte de la plana del Cabo de la Nao. El Barranc “Salat”, recorre todo el límite suroeste de norte a sur del S.O.05 desde el Tossal de Cabrera, al suroeste de Benissa, hasta su desembocadura por los túneles del Mascarát, con una longitud total de 8.750 m. recogiendo las aguas de las laderas oeste de la penillanura del sur de Benissa y “sèrra d’ Oltá.

Pueden mencionarse otros pequeños barrancos y ramblas donde los problemas señalados anteriormente también son manifiestos, debido a que su salida natural al mar ha sido obstaculizada por urbanizaciones. Entre todos ellos cabe destacar el barranco de Fusta (Las Marinas, Dénia), barranco del Altet (Dénia), barranco de Las Brisas (Dénia), barranco del núcleo urbano de Dénia.

El barranco de les Sorts, también conocido como barranco de Moraira, drena una cuenca de una superficie aproximada de 19’3 km<sup>2</sup> al sur de la línea Teulada-Benitatxell. Presenta un desnivel medio de 43‰, entre los 240 msnm de la cabecera y su desembocadura marina, así como una elevada densidad de drenaje, 2’4 km/km<sup>2</sup>, como es propio de las ramblas desarrolladas sobre litologías blandas e impermeables.

El sector costero del término municipal de Benissa está configurado por una serie de barrancos paralelos que descienden de la Sierra de la Pedramala. Se trata de un conjunto de cauces bastante encajados y de pronunciada pendiente entre 70 y 90 ‰, los cuales presentan cuencas de dimensiones modestas aunque penalizadas por una intensa urbanización y una alta capacidad erosiva de los barrancos.

Los barrancos de Quisi, Pou Roig y las Salinas de Calp configuran una cuenca de drenaje de 4.715 hectáreas en el límite meridional de la comarca de la Marina Alta. Se trata de un espacio que guarda ciertas similitudes morfoestructurales, hidrológicas y litológicas con las demás cuencas situadas al sur del río Gorgos –barrancos de La Fustera, el Baladrar, les Sorts—y que también comparte con éstas una intensa ocupación urbana tanto de las vertientes más próximas a la costa, como de algunos tramos de los cauces. El barranco de Quisi forma una amplia red de recogida de aguas desde el centro del sector hasta Calpe con un recorrido de 8.750 m, naciendo a 500 m. al este de Benissa. Éste y el barranco del Pou Roig son barrancos de corta longitud que discurren desde las montañas situadas al Norte de la población de Calpe hasta la entrada del núcleo urbano donde confluyen. El problema de inundación que se produce tiene su origen en la falta de capacidad de desagüe debido al estrangulamiento de la salida natural al mar producido por el desarrollo urbanístico. Además, también ha sido anulada la conexión de dichos barrancos con la salina de Calpe, la cual actúa de elemento laminador natural de los caudales de avenida

## 2.2.- INVENTARIO DE PUNTOS Y ÁREAS CON PROBLEMAS DE INUNDACIÓN

### 2.2.1.- INFORMACIÓN HISTÓRICA

Se han considerado fuentes diversas en relación con la identificación de información histórica asociada a inundaciones dentro del ámbito de la Marina Alta.

En primer lugar, se ha contrastado una fuente de información oficial, que es el Catalogo Nacional de Inundaciones Históricas (CNIH). Este catalogo esta basado en los estudios realizados por la Comisión Técnica de Emergencia por Inundaciones (CTEI) entre los años 1983 a 1988, habiendo sido actualizados con la información recopilada a partir del año 1988. El propio catalogo es una base de datos, que permite la obtención de cierta información, agrupada por episodio de lluvia, y por municipio. El primer evento recogido se corresponde con el año 1904, y el último con el año 2004.

La zona de la Marina Alta se caracteriza por precipitaciones anuales moderadas, aunque relativamente abundantes en comparación con el resto del territorio y por la frecuencia con que se repiten los episodios de lluvias intensas, fundamentalmente durante los meses de otoño (en especial octubre) conocidas como "gota fría" que llegan a alcanzar registros muy destacados.

En la vertiente mediterránea española, en especial en la Comunidad Valenciana, su intensidad puede ser devastadora produciéndose la sucesión de decenas de tormentas, sin apenas descanso entre ellas, con vientos huracanados y precipitaciones que pueden superar las producidas por las tormentas de la zona intertropical.

Al fenómeno de la gota fría se le debe el récord de precipitación máxima en 24 horas de España el 5 de noviembre de 1987, con 817 mm en Oliva, Valencia. También existe un dato (no confirmado por la AEMET) que dice que entre los días 2 y 3 de octubre de 1957 cayeron 978 mm en Xàbia, de ellos, 878 mm cayeron el día 2, lo que significa la mayor cantidad caída en un temporal en España. Las poblaciones del tramo medio del valle del Gorgos se encuentran entre las que registran precipitaciones anuales más elevadas de la Comunidad Valenciana, entre los 800-850 mm en Alcalalí, Parcent y Xaló. Además, a diferencia de otros sectores más septentrionales, aquí buena parte de la precipitación se concentra en pocos episodios lluviosos.

Se pueden destacar algunos episodios de inundación en la comarca según la bibliografía disponible y el Catálogo Nacional de Inundaciones Históricas editado por la D.G. de Protección Civil y Emergencias:

- **30 de septiembre de 1919.** Crecida del Girona que afectó especialmente a Beniarbeig, donde las aguas socavaron los cimientos de algunas casas al alcanzar el río los 5 metros de altura, y también causó importantes daños en Vergel y Els Poblets.

- **Noviembre de 1941.** Desbordamiento del Girona afectando a varios municipios.
- **2 y 3 de octubre de 1957.** Es el episodio más importante conocido y ya reseñado anteriormente con registros no oficiales de 878 mm en 24 h, además de superarse los 400 mm en otros puntos como el observatorio de Cap de Sant Antoni. En este episodio el Gorgos desbordó en su tramo final, inundando la vega hasta la misma playa del arenal. La avenida arrastró infinidad de casas del pueblo, de dentro y fuera del casco (Xàbia), destruyó rebaños completos, unas 200 ha. de tierras cultivadas, parte del poblado marítimo de Aduanas del mar, etc. El río Gorgos se desbordó anegando centenares de hectáreas de tierras de cultivo, cubriendo las aguas los propios frutales. Miles de árboles fueron arrancados de cuajo por la riada. Rebaños enteros de ganado lanar y cabrío perecieron al verse inundados los corrales. En Dénia hubo una víctima y numerosos hogares destruidos, la zona más afectada fue El Saladar, donde las aguas llegaron a sobrepasar los 2 m de altura y más de 1 m en el interior de las casas. Esta zona concentra las aguas vertientes del Montgó y de la zona del castillo. El barrio del Saladar se transforma en un espacio con avenamiento precario al estar cerrado al mar por dos barreras artificiales: el muelle comercial del puerto, que está a un nivel más alto que dicho barrio, y la vía férrea de conexión entre los ferrocarriles del Estado y los de E.S.A., formando ésta una barrera que dejaba como única salida un boquete de sólo metro y medio de anchura, incapaz de evacuar la avalancha de agua acumulada.
- **27 de octubre de 1958.** El barranco de Riachol inundó la partida del Saladar, donde el agua cubrió grandes zonas. Las aguas desbordadas alcanzaron 80 cm de altura en la calle Patricio Ferrándiz quedando incomunicada Denia con las Marinas.
- **28 y 29 de octubre de 1985.** Corta la carretera de Gata de Gorgos a Xàbia. Seis personas perdieron la vida por el arrastre de sus vehículos en este sector. En Xàbia se desbordó el Gorgos y sus afluentes, inundando su casco antiguo, así como la zona costera del Arenal, donde el agua alcanzó más de medio metro de altura quedando convertida esta zona en un aguazal. Sin embargo, los daños materiales de mayor consideración se produjeron en las viviendas próximas a las torrenteras que descienden por las laderas del Montgó. El Barranc de la Barranquera (l'Hedra) se desbordó en el cruce de la carretera que conduce al núcleo urbano, arrastrando dos vehículos y causando la muerte a tres personas. Fueron anegadas extensas áreas del Saladar y Arenal.
- **15 de noviembre de 1985.** En este episodio se temió que la pequeña presa de Isbert pudiera derrumbarse, algo que finalmente no sucedió. Vuelve a inundarse la zona del Saladar de Dénia.

- **3 al 10 de noviembre 1987.** Las lluvias afectaron a numerosos municipios de las cuenca del Gorgos como Xaló, Líber, Gata de Gorgos y Xàbia y también del Girona. En Dénia donde inundación en la partida del Saladar alcanza metro y medio en comercios y sótanos del Paseo del Saladar y la calle Patricio Fernández, quedaron incomunicadas la carretera de les Rotes, sectores de la carretera de les Marinas. Se une el efecto del temporal de levante que rompió el canal de desagüe.
- **Octubre 1988.** Desbordamientos y grandes destrozos en la carretera de Xàbia a Gata de Gorgos.
- **3 a 10 de septiembre 1989.** Xaló, Gata de Gorgos, Xàbia, Ondara y Dénia sufrieron los mayores daños.
- **4 octubre 1991.** En Dénia se inunda la plaza Archiduque Carlos y carretera de les Marines y les Rotes.
- **20 de agosto de 1995.** Dénia, se inunda el Paseo del Saladar, la Plaza del Archiduque y la de Jaume I y las calles Patricio Ferrándiz.
- **10 de diciembre de 1995.** Vuelven a inundarse el Paseo del Saladar, la Plaza del Archiduque y la de Jaume I y las calles Patricio Ferrándiz y Sagunto. (138 litros/m<sup>2</sup> en Dénia).
- **8 a 12 de septiembre 1996.** La zona más afectada fue la cuenca baja del río Girona. En Dénia hubo un fallecido por las inundaciones.
- **29 septiembre a 1 de octubre de 1997.** Las lluvias torrenciales afectan sobre todo a Benissa, Calp, Orba y Pego donde se registra una víctima mortal.
- **Diciembre de 1997.** Desbordamiento del Gorgos en Xàbia.
- **2 de diciembre de 1998.** Desbordamiento del Gorgos.
- **2 y 3 de abril de 2002.** Corta la carretera de Les Planes a Xàbia. El río Gorgos se desborda en Xaló y en el Pont del Llavador de Xàbia, junto a la planta desaladora.
- **12 y 13 de octubre de 2007.** Se sobrepasaron los 400 mm de precipitación en varios puntos (Els Poblets, El Verger, Beniarbeig) y causaron la mayor crecida documentada del río Girona, Como consecuencia, el río Girona se desbordó en Beniarbeig, El Verger, Els Poblets y la zona de Les Marines de Denia, alcanzando niveles superiores a los de las anteriores inundaciones. Se contabilizaron unos 1.200 inmuebles inundados (la mayoría casas particulares), 1.500 vehículos dañados, decenas de kilómetros de caminos rurales, carreteras locales y tramos de paseo marítimo destrozados, así como dotaciones municipales, centros de salud y cívicos anegados. Se registró una víctima mortal en El Verger.

Dada la importancia del evento de octubre de 2007 se entra a valorar más profundamente sus consecuencias que afectaron especialmente a toda la comarca de la Marina Alta.

Las precipitaciones registradas durante la noche del día 11 y madrugada del 12 de octubre de 2007 superaron los 200 mm, llegando a máximas como los 437 y 413 mm en Alcalalí y Rambla de Gallinera. Como prueba de ello se puede observar el histograma registrado en el pluviómetro de Alcalalí.

La catástrofe se cebó de manera especial en El Verger, Els Poblets y Dénia, donde llegaron a tener que demoler 32 casas afectadas. El grueso de los daños materiales por el episodio de lluvias torrenciales se acumuló en el último tramo del curso del río Girona, en los municipios de Beniarbeig, El Verger, Els Poblets, y en su desembocadura, en la playa de Les Marines de Dénia. La crecida causó el derrumbe del puente de Beniarbeig, una estructura de principios del siglo XX, que unía esta localidad con Ondara, la riada afectó a 15 viviendas y causó desperfectos en 30 coches.

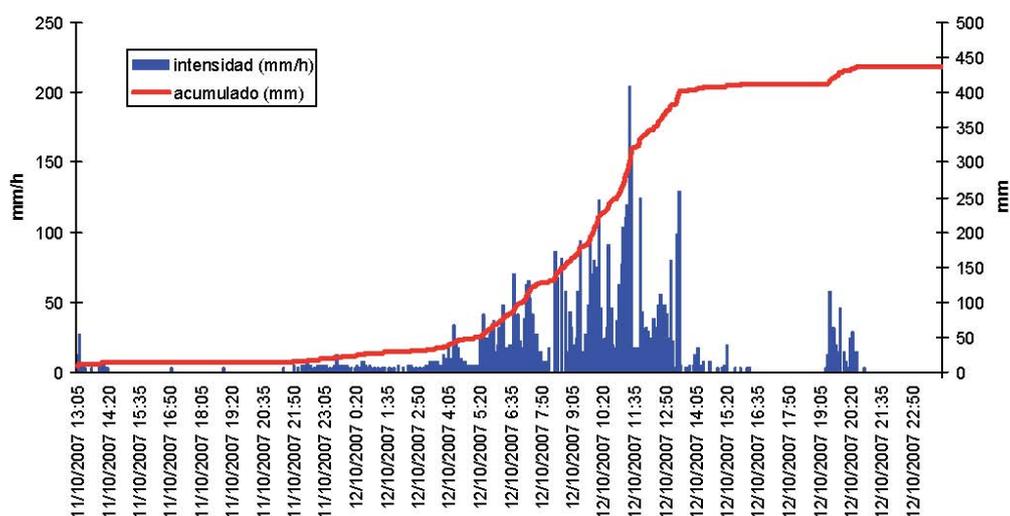
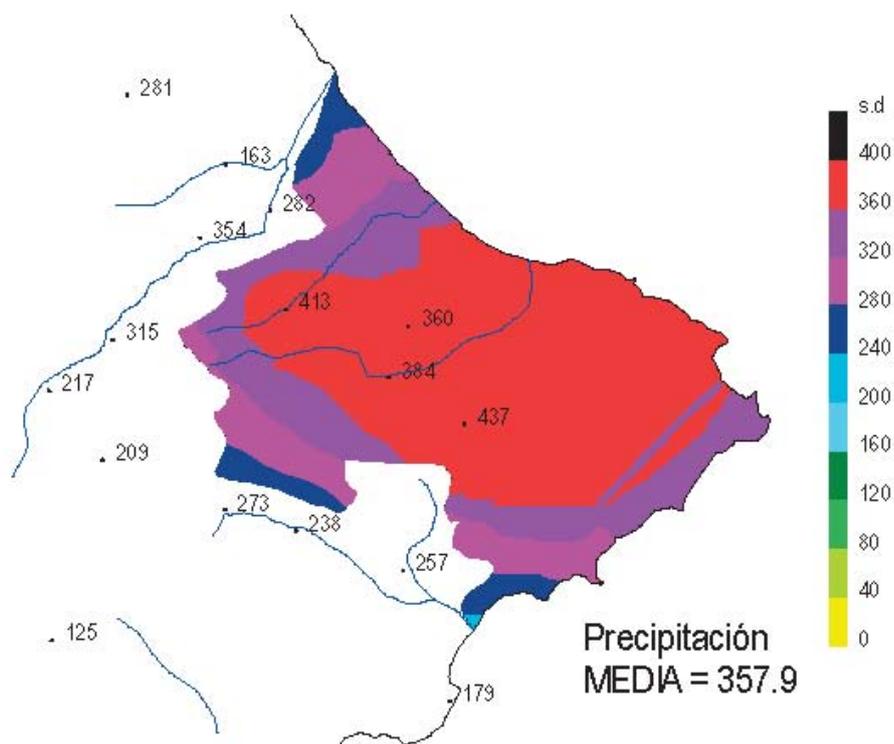


Figura 3. Histograma registrado en Alcalalí el 12 de Octubre de 2007



**Figura 4. Ráster de precipitación media 357,9 mm en la Marina Alta**

En El Verger fallecía una anciana de 89 años, única víctima mortal de la catástrofe y la tromba de agua también derribó un bloque de tres plantas, levantado en la orilla del cauce del río. El temporal que llegó a superar en algunas calles calados de 2 metros inundó unas 260 viviendas, arrastró más de un centenar de vehículos y destruyó huertos de naranjos en ambos márgenes del río.

En Els Poblets, el Ayuntamiento cifró en 400 los inmuebles inundados, de los cuales 370 correspondían a casas particulares y el resto bajos comerciales. Unas 20 casas fueron demolidas. La riada de cañas, lodo y piedras dañó 80 coches y causó desperfectos en la oficina de Turismo y en un centro cultural municipal.



**Foto 1. Destrucción del puente de Beniarbeig. Foto 2. Limpieza de Viales en Beniarbeig**

En la playa de Les Marines de Dénia, se precintaron ocho viviendas de la urbanización Torre Almadraba para su demolición. En esta zona, ya en la desembocadura del río, la inundación afectó a los bajos de tres urbanizaciones (Las Ranas, Cabenes y Las Dunas). Al menos 50 vehículos resultaron dañados por el temporal.

El desbordamiento del río Girona también causó importantes daños en el municipio de La Vall d'Ebo donde la riada destrozó la red de caminos rurales, el ecoparque y causó graves daños en la depuradora de aguas residuales y en la red de agua potable.

Otros dos municipios donde las lluvias han causado cuantiosas pérdidas materiales han sido Calp, debido al desbordamiento de los barrancos del Pou Roig y Quisi que confluyen en el municipio, y Xàbia, en este caso por la crecida del río Gorgos.

En Calp, el balance de daños fue de 1.200 vehículos destrozados, 80 sótanos inundados, 100 bajos comerciales anegados, 50 edificios afectados y 15 kilómetros de viales urbanos destruidos. La estadística de pérdidas se completó con la rotura completa del muro del paseo marítimo, acordada por las autoridades para dar salida hacia el mar al agua embalsada en la parte baja del pueblo a consecuencia del desbordamiento de los barrancos y que permanecía anegando días después la avenida de los Ejércitos Españoles. En este municipio se vieron afectados unos 8.000 residentes aislados en las playas de Capri y Levante y 20 campistas fueron desalojados.

En Xàbia, los daños incluyeron 20 kilómetros de viales afectados, 105 vehículos estropeados y 200 embarcaciones con que se encontraban en el canal de la Fontana sufrieron graves desperfectos por la riada y fueron arrastradas hasta la playa de El Arenal. La Policía Local desalojó a unas 30 personas de un camping y varias más viviendas de El Pla por las inundaciones.

El Ayuntamiento de Pego, estimó en dos millones de euros las pérdidas por el temporal, la mayoría en infraestructuras viarias y pistas forestales.

El importe de daños tasado por el Consorcio de Compensación de Seguros para los distintos municipios de la comarca de la Marina Alta ascendió a la cantidad total de 53,307,831€, destacando los municipios de Calp con 14,811,646 €, Els Poblets 8,544,684 €, Benissa 8,486,309 €, Xàbia 8,410,959 €, Dénia 2,865,327 €, El Verger con 2,823,278 € y Teulada 2,634,133 €.

Ante este hecho, el Gobierno de España dictó el R.D. Ley 10/2007 de 19 de octubre, por el que se adoptaron medidas urgentes para reparar los daños causados por las intensas tormentas. Los fondos asignados a las obras de emergencia para la reparación de daños al Dominio Público Hidráulico llevadas a cabo por Confederación Hidrográfica del Júcar, ascendieron a la cantidad de 33.524.700,00 €, de los que 24.842.622 € fueron para la provincia de Alicante lo que equivale a un 74,10% del total.

Más de la mitad, un 53%, se destinaron a la comarca de la Marina Alta distribuyéndose por cuencas según se recoge en la siguiente tabla:

<b>CAUCES</b>	<b>COSTE</b>
Bcos. del Quisi y Pou Roig	7.905.326,96 €
Río Girona	3.814.184,99 €
Río Gorgos	824.709,07 €
Rambla Gallinera	246.970,24 €
Marjal de Pego	228.760,83 €
Bcos. de Teulada	148.034,84 €
<b>TOTAL</b>	<b>13.167.986,93 €</b>

*Tabla 2. Fondos Asignados por el RD 10/2007 a la zona de la Marina Alta*

## 2.2.2.- INVENTARIO DE PUNTOS Y ZONAS DE RIESGO

De las visitas efectuadas a los distintos ayuntamientos, se efectuó una tabla (incluida en el apéndice 2) por municipio de manera que para cada zona problemática indicada por ellos se obtenía la siguiente información:

- Inundaciones
  - Zona
  - Origen
  - Frecuencia
- Daños
  - Viviendas/Vehículos
  - Fincas rústicas
  - Caminos
  - Otros
- Detectada por
  - Servicio Nacional de Cartografía de Zonas Inundables (SNZI)
  - Patricova
- Equipamientos estratégicos
- Industrias peligrosas
- Longitud aproximada de tramo de estudio
- Otros municipios afectados

- Actuaciones correctivas
- Sugerencias de actuaciones
- Observaciones

En función de si las zona visitadas podían producir grandes daños materiales y o personales se categorizaron las zonas como 1 no estudio (zonas con inundaciones localizadas y bajos daños materiales sin afección a personas), 2 estudio a nivel hidrológico (zonas inudables con daños localizados), 3 zonas con graves problemas de inundación (zonas inundables con afección a amplias zonas, viviendas o personas pudiéndose producir graves daños económicos y/o personales).

Las zonas que se analizan de manera hidrológica son las siguientes:

ID	Municipio	Descripción	X UTM	Y UTM
1	ADSUBIA	BARRANCO DE MIXEL	747274	4303586
2	ALCALALÍ	BARRANCO DE LA ROSA	757195	4294112
3	BENIARBEIG	BARRANCO DE BENIHOME	759816	4301391
4	BENIARBEIG	BARRANCO AFECTA A POL I	760099	4301496
5	BENIDOLEIG	ENTRADA BARRANCO QUE ATRAVIESA POBLACIÓN	758121	4297820
6	BENIGEMBLA	RIÓ GORGOS ENTRADA POBLACIÓN	750915	4293483
7	BENITACHELL	AFECCIÓN CARRETERA CUMBRES DEL SOL	774308	4291616
8	DENIA	DESEMBOCADURA RÍO RACONS LÍMITE CON OLIVA	756949	4308202
9	DENIA	BARRANCO PROCEDENTE MONTGO	771121	4302965
10	DENIA	BARRANCO PROCEDENTE MONTGO	771944	4303013
11	DENIA	BARRANCO PROCEDENTE MONTGO	773236	4302709
12	DENIA	BARRANCO PROCEDENTE MONTGO	773473	4302406
13	DENIA	BARRANCO PROCEDENTE MONTGO	773834	4302275
14	DENIA	BARRANCO PROCEDENTE MONTGO	774127	4301970
15	GATA DE GORGOS	RÍO GORGOS A SU PASO POR GATA	767410	4296069
16	ONDARA	BARRANCO JUNTO A URBANIZACIÓN DE CHALETS	762609	4301438
17	ONDARA	BARRANCO JUNTO A FÁBRICA DE POLIESTILENO	762028	4301233
18	ORBA	RÍO GIRONA TRAMO INICIO JUNTO A VIVIENDA	753539	4297144
19	ORBA	RÍO GIRONA TRAMO FINAL JUNTO A FÁBRICA	754964	4298575
20	PARCENT	BARRANCO ROMPUDA JUNTO A CV-715 EN PARCENT	754542	4292797
21	PARCENT	UNIÓN BARRANCO ROMPUDA CON RÍO GORGOS	755592	4293450
22	PARCENT	INICIO RÍO GORGOS JUNTO A VIVIENDA EN MUNICIPIO	753959	4293907
23	PEDREGUER	BARRANCO DE LA FUSTA A SU PASO POR P.INDUSTRIAL	764617	4298740
24	PEDREGUER	BARRANCO DE LA FUSTA TRAS UNION CON B.CAFE	764367	4298851
25	PEGO	BARRANCO DE SAN XOXIM A SU PASO POR PEGO	749869	4303419
26	PEGO	BARRANCO JUNTO A POLÍGONO INDUSTRIAL	751378	4303284
27	PEGO	BARRANCO JUNTO A POLÍGONO INDUSTRIAL	751932	4303413
28	BENISSA	BARRANCO AIGÜERA LA BERDICA POL.INDUSTR TEULADA	768383	4291026
29	BENISSA	BARRANCO AIGÜERA DRENAJE Y VIVIENDA JUNTO AP7	764173	4289869
30	ELS POBLETS	ZONA CARRETERA MARINAS	761463	4305874
31	RAFOL DE ALMUNIA	BARRANCO DE SEGARIA A SU PASO POR POBLACIÓN	755971	4301118
32	SANET I NEGRALS	RÍO GIRONA PRÓXIMO A SANET	758190	4300448
33	TEULADA	L'ANDRAGÓ	770988	4285823
34	TEULADA	EL PORTET	773652	4286849
35	VALL DE ALCALÁ	RÍO GIRONA A SU PASO POR LA POBLACIÓN	738700	4297539

ID	Municipio	Descripción	X UTM	Y UTM
36	VALL DE EBO	RÍO GIRONA JUNTO A DEPURADORA	747228	4299242
37	VALL DE EBO	BARRANCO DE LA COVA A SU PASO POBLACIÓN	746554	4298890
38	VALL GALLINERA	BARRANCO A SU PASO BENIALÍ	741278	4300603
39	VALL DE LAGUART	PRESA DE ISBERT	751521	4297053
40	SAGRA	BARRANCO LA BOLATA A SU PASO POR SAGRA	754676	4299688
41	CASTELL DE CASTELLS	RIU CASTELLS AGUAS ABAJO POBLACIÓN	743566	4290340
42	VALL DE LA GALLINERA	BARRANCO DESCONOCIDO PUNTO BAJO	740571	4304082
43	LLIBER	BARRANCO DESCONOCIDO	761332	4290854
44	LLIBER	BARRANCO DESCONOCIDO	760837	4291735
45	PEDREGUER	BARRANCO DESCONODIDO	765389	4297558
46	PEDREGUER	BARRANCO DESCONOCIDO AFECCIËN URBANA	763998	4298012
47	PEDREGUER	AFLUENTE BARRANCO CAF ̄ AFECCIËN URBANA	763444	4297913
48	PEDREGUER	AFECCIËN A VIVIENDAS POR BARRANCO DESCONOCIDO	761269	4298624
49	BENIARBEIG-BENIDOLEIG	BARRANCO DESCONOCIDO	759198	4298633
50	BENIARBEIG-BENIDOLEIG	BARRANCO DESCONOCIDO	759122	4298942
51	PEGO	PROBLEMA BARRANCO JUNTO A VIVIENDAS	753406	4303841
52	PEGO	MAL DISEÑO CUNETAS BARRANCO CARRETERA	751947	4304455
53	PEGO	PROBLEMA DESAPARECE BARRANCO AFECTA CAMPOS	753540	4304941
54	DENIA	PROBLEMA DE DRENAJE URBANO -CASI EN DENIA4	770372	4302398
55	GATA DE GORGOS	DRENAJE PROVENIENTE MONTAÑA	768506	4295349
56	DENIA	ZONA BAJA MONTAÑA	769364	4294877
57	DENIA	AGUAS ARRIBA NUEVO HOSPITAL DE DÉNIA	765518	4302674

**Tabla 3. Puntos de estudio Hidrológico**

Las zonas que se concluyó que debían analizarse hidráulicamente son las siguientes:

ID	MUNICIPIO	NÚMERO ZONA	DESCRPCIÓN
1	MURLA	14	CRUCE CV-715 Y CV-719
2	JAVEA	7	EL SALADAR
3	JAVEA	8	EL PLA
4	CALPE	12	SALINAS
5	BENISSA	10	BCO. SAN JAUME - BALADAR
6	BENISSA	11	BCO. DE LA FUSTERA
7	VERGER, ELS POBLETS	1	BCO. PORTELLES
8	BENIARBEIG Y OTROS	2	RIO GIRONA
9	ONDARA	3	BCO. ALBERCA
10	DENIA	3	BCO. ALBERCA
11	DENIA	4	BCO. DE L'ALTER
12	DENIA	5	BCO. REGATXO
13	JAVEA	6	RIO GORGOS
14	JALON	15	RIO GORGOS
15	ORBA	16	BCO. ORBETA
16	CALPE	13	BCO. ROIG Y BCO. QUISI

ID	MUNICIPIO	NÚMERO ZONA	DESCRPCIÓN
17	TEULADA	9	BCO. ROIG Y BCO. DE LAS FUENTES
18	DENIA	17	BCO. COLL DE POU
19	PEGO	18	BCO. COLL DE POU

Tabla 4. Zonas de estudio Hidráulico

La zona de Pego se incorporó tras las alegaciones planteadas por el ayuntamiento al Documento de Referencia, mientras que el punto de Murla dado lo puntual de su afección se decidió finalmente estudiarlo hidrológicamente.

En el estudio hidrológico puede encontrarse la información asociada a los puntos de estudio hidrológico, mientras que la información relativa a los estudios hidráulicos puede consultarse en dicho documento.

### ZONAS ESTUDIO MARINA ALTA

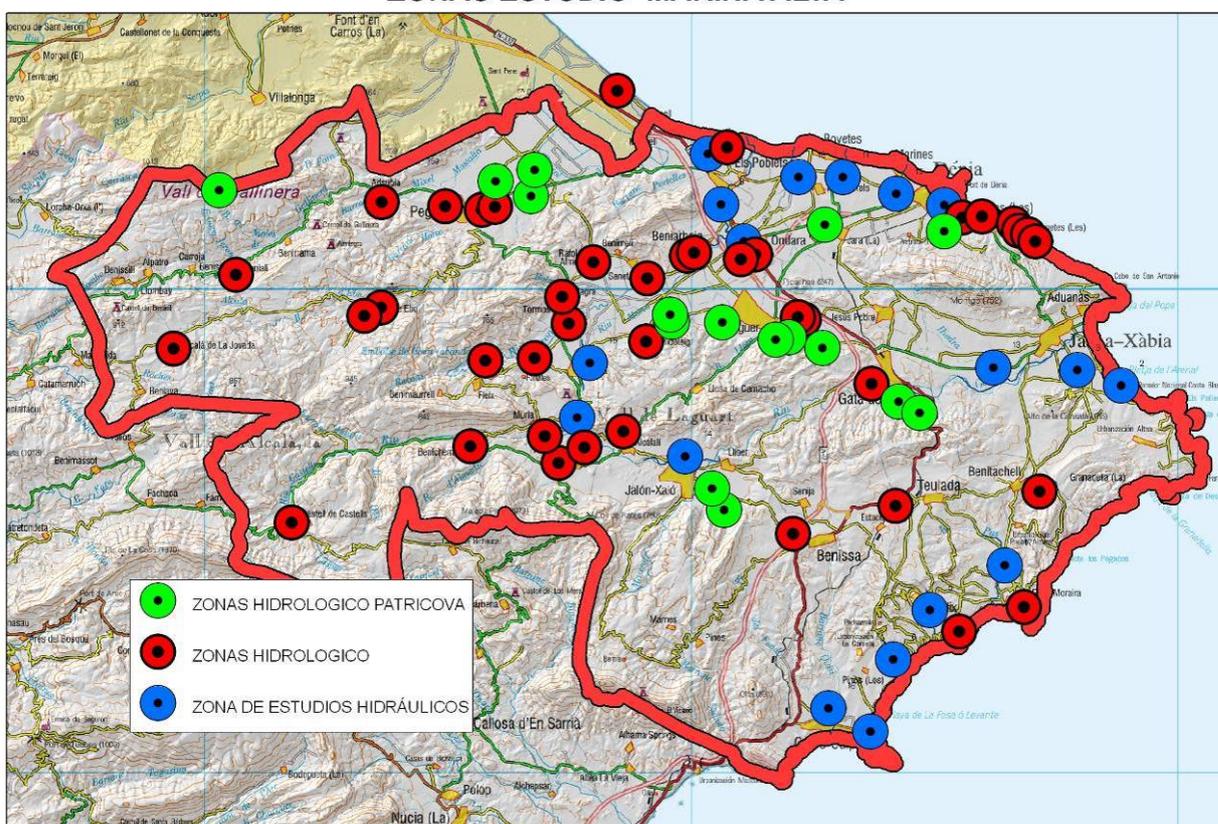


Figura 5. Puntos de estudio hidrológico e hidráulico

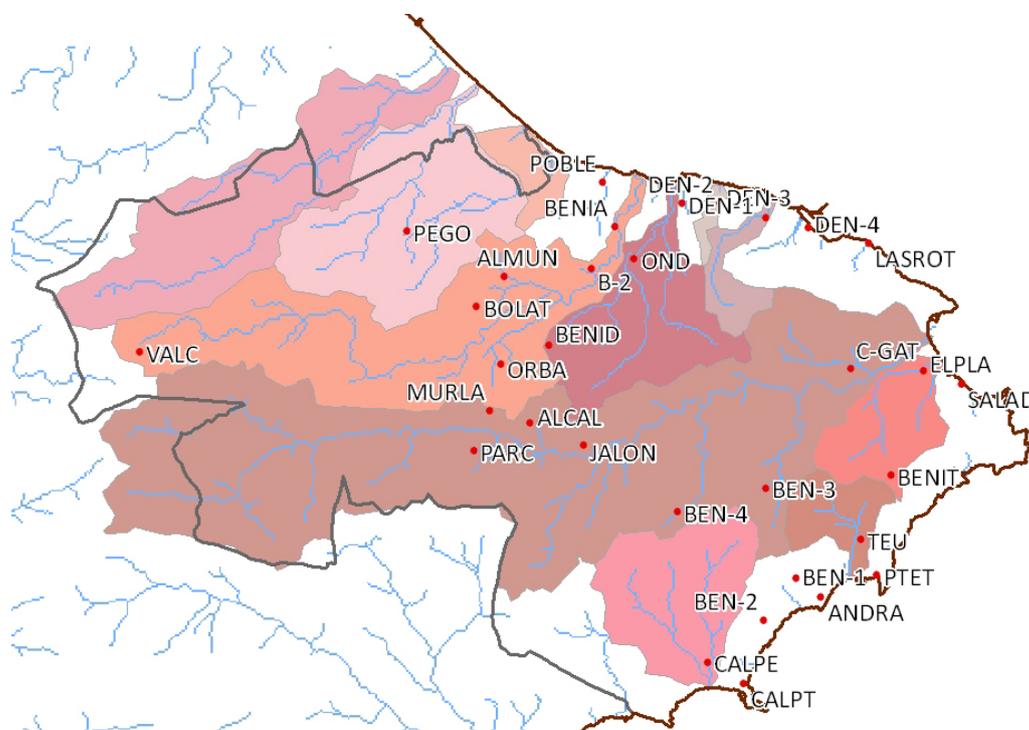
## 2.3.- ESTUDIOS PREVIOS

Para poder caracterizar la situación actual en la Comarca de la Marina Alta, ha sido necesario realizar un análisis espacial de la inundabilidad en la zona, por lo que los aspectos pluviométricos, hidrológicos e hidráulicos resultan determinantes.



Todas y cada una de las tormentas sintéticas presentadas tiene definido el campo de intensidades de precipitación con intervalo de agregación temporal de 10 minutos y resolución espacial de 1km x1 km sobre la malla geográfica confinada al rectángulo de 60 x 65 km, de modo que el cálculo hidrológico se puede acometer sobre cualquier subzona ó cuenca dentro de éste rectángulo georeferenciado, con independencia de la definición de puntos y subcuencas que se presenta a continuación.

Dentro de la comarca de la Marina Alta, se han seleccionado un total de 32 puntos geográficos de interés, a efectos de extraer y definir el hietograma de intensidades de lluvia puntual a partir de cada uno de los eventos sintéticos generados. De estos hietogramas se determina el total acumulado, así como la “precipitación diaria equivalente” por el procedimiento descrito en detalle posteriormente en el apartado del informe titulado “criterio de asignación de periodo de retorno”.



**Figura 7. Ubicación de los puntos geográficos de interés pluviométrico en la Marina Alta**

Se han definido 32 zonas ó subcuencas, a efectos de promediación areal de la precipitación, aparte de la totalidad de la extensión de la comarca. En cada una de estas zonas, se determina para cada evento sintético el total acumulado de lluvia (promedio areal), y también la “precipitación diaria equivalente (puntual).

En primer lugar, se definen 11 zonas correspondientes a cuencas totales vertientes al mar, y cuyo código finaliza con “00”:

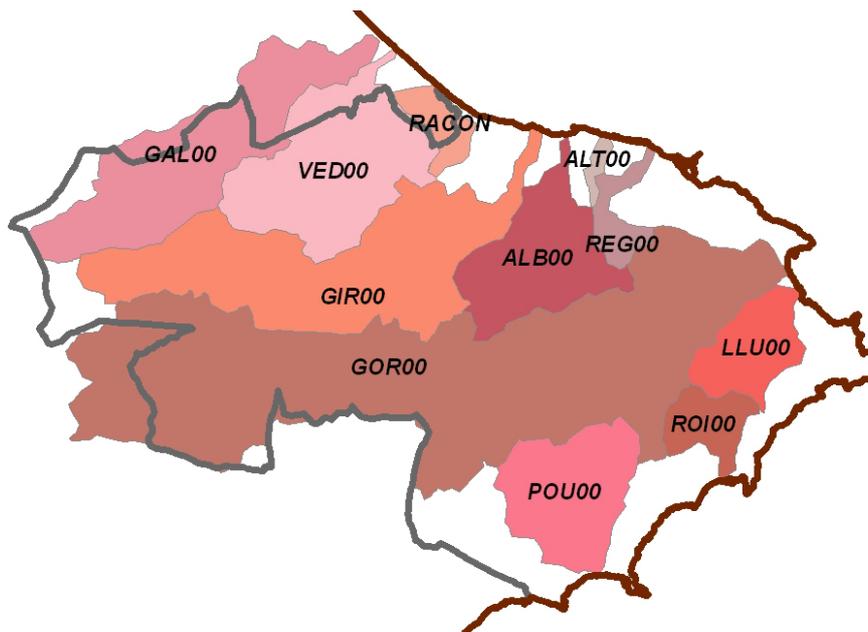


Figura 8. Cuencas vertientes al mar consideradas para la premediación areal de la precipitación

Aparte de las anteriores, se definen 21 subcuencas intermedias, cuyos puntos de desagüe se muestran en el siguiente gráfico de localización:

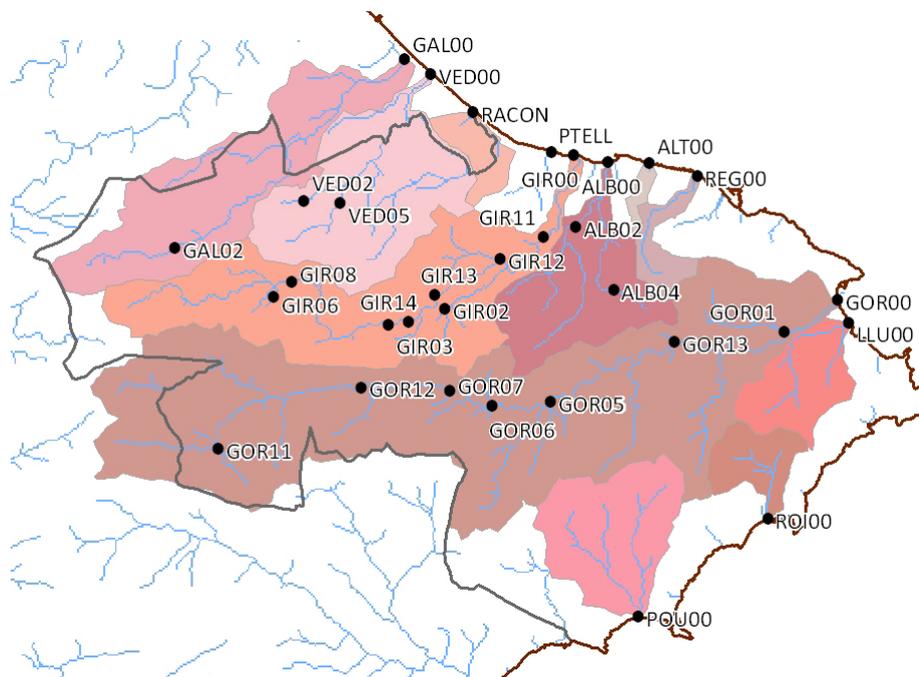


Figura 9. Cuencas intermedias consideradas para la premediación areal de la precipitación

Las áreas en km<sup>2</sup> y las coordenadas del punto de desagüe se indican en la siguiente tabla:

descripción	*.txt	km <sup>2</sup>	COORDENADAS DESAGÜE	
	fichero	AREA	X (UTM)	Y (UTM)
Barranc de l'Alberca en la desembocadura al mar (Denia)	ALB00	46.90	763982	4305610
Barranco de l'Alberca a su paso por Ondara	ALB02	0.33	763171	4297090
Barranco de l'Alberca a su paso por Pedreguer	ALB04	10.21	764281	4298860
Barranc de l'Altet en la desembocadura al mar (Denia)	ALT00	2.68	766167	4305600
Rambla Gallinera en la desembocadura al mar (Oliva)	GAL00	77.55	753292	4311100
Rambla Gallinera a su paso por Vall de Gallinera	GAL02	19.24	741190	4301080
Río Girona en la desembocadura al mar (Denia)	GIR00	110.68	762176	4306000
Confluencia entre el Barranc de Palmeria y el Barranc d'Orbeta (Orba)	GIR02	6.21	755371	4297820
Río Girona a la presa de Isbert (Vall de Laguart)	GIR03	55.10	752410	4297000
Confluencia entre el Barranc de Benisit y el Barranc de Tomás	GIR06	2.89	746372	4298500
Río Girona a su paso por Vall de Ebo	GIR08	34.72	747317	4299290
Río Girona a su paso por la autovía A7 (Beniarbeig)	GIR11	106.92	760601	4301670
Río Girona a la confluencia con el Barranc de Bolata (Sanet i Negrals)	GIR12	84.52	758295	4300470
Río Girona a la confluencia con el Barranc de Palla (Orba)	GIR13	67.84	754888	4298570
Río Girona en su paso por Orba	GIR14	56.96	753479	4297160
Río Gorgos en la desembocadura al mar (Jávea)	GOR00	263.00	776073	4298300
Barranc de Vall antes de la confluencia con el Río Gorgos (Jávea)	GOR01	20.20	773272	4296610
Río Gorgos a la confluencia con el Barranc del Cau (Jalón)	GOR05	169.63	760983	4292900
Río Gorgos en la confluencia con el Barranc Negre (Alcalali)	GOR06	117.52	757884	4292700
Río Gorgos a la confluencia con el Barranc de la Rompuda (Parcent)	GOR07	112.17	755677	4293490
Río Castells a su paso por Castell de Castells	GOR11	10.44	743467	4290410
Río Gorgos a su paso por Benigemblá	GOR12	91.23	750994	4293670
Río Gorgos a su paso por Gata	GOR13	207.49	767491	4296070
Barranco de la Lluca en la desembocadura al mar (Jávea)	LLU00	24.66	776674	4297100
Barranc del Pou Roig en la desembocadura al mar (Calpe)	POU00	44.82	765580	4281490
Barranco de Portelles en la desembocadura al mar	PTELL	14.53	761076	4306450
Barranco de Racons en la desembocadura al mar	RACON	10.62	756890	4308270
Barranc del Regatxo en la desembocadura al mar (Denia)	REG00	10.47	768680	4304890
Barranc Roig en la desembocadura al mar (Teulada)	ROI00	15.65	772398	4286700
Río Vedat en la desembocadura al mar (Oliva)	VED00	71.80	754671	4310310
Confluencia entre el Barranc de Mostalla y el Barranc de Ferrando	VED02	5.55	747963	4303580
Barranc de la Canal a su paso por Pego	VED05	8.75	749881	4303460

**Tabla 5. Zonas y subcuencas RAINGEN consideradas. Coordenadas UTM- desagüe y áreas**

En el correspondiente documento del Plan Director puede consultarse el estudio pluviométrico efectuado.

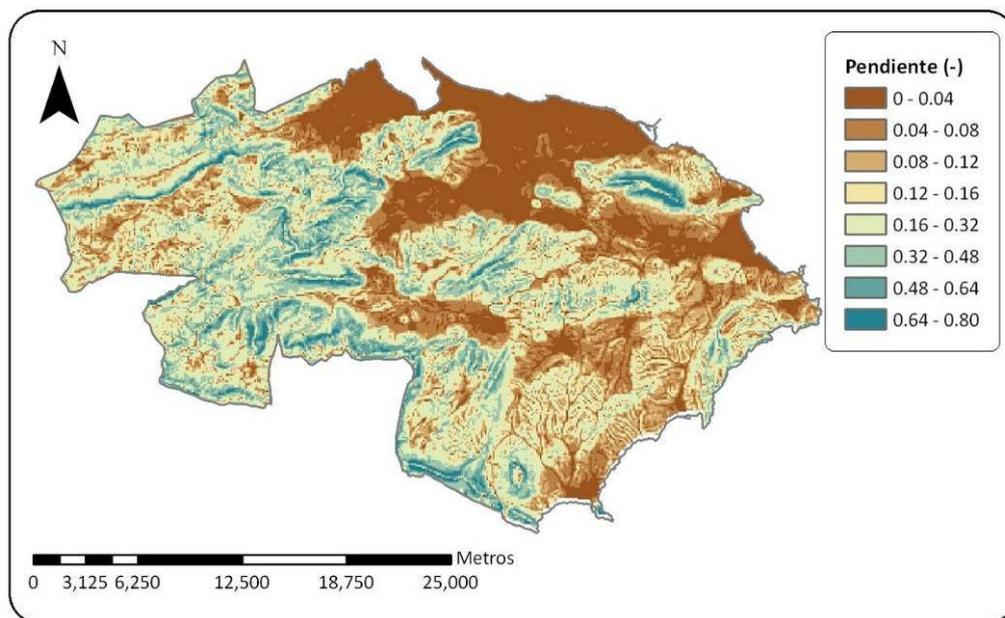
### 2.3.2.- ESTUDIO HIDROLÓGICO

Se ha efectuado el estudio hidrológico de las principales cuencas y barrancos de la comarca de la Marina Alta, que permite:

- i) Determinar los parámetros de la cuenca necesarios en la modelación hidrológica a partir de información física disponible de diversas fuentes.
- ii) Establecer las avenidas de diseño asociadas a diferentes períodos de retorno en varios puntos de interés de la red de drenaje. Estos hidrogramas han sido utilizados como input para la modelación hidráulica de los tramos de río considerados como críticos.

Incluye el tratamiento de la información cartográfica base de las diferentes capas sucesivamente utilizadas para la estimación de mapas de parámetros específicos del modelo hidrológico de tipo conceptual con base física y distribuido en el espacio denominado TETIS en su versión 8.0 que será utilizado en la modelación hidrológica. Este modelo ha sido desarrollado durante los últimos 15 años por el Grupo de Investigación de Hidráulica e Hidrología del Instituto de Ingeniería del Agua y Medio Ambiente (IIAMA) de la Universidad Politécnica de Valencia.

Se han obtenido los parámetros que caracterizan el comportamiento hidrológico según el TETIS y se ha comprobado la respuesta de la cuenca asociada en los distintos puntos de control y para cada uno de los eventos sintéticos aforados.



**Figura 10. Cartografía de pendientes asociada a la Marina Alta y Baja**

Para calibrar el modelo TETIS se han empleado los datos hidrometeorológicos disponibles (5 series temporales continuas de lluvia cincominutal del SAIH en los 5 pluviómetros de la comarca desde 1989 hasta hoy; series temporales de caudal cincominutal del SAIH en la estación de Gallinera y de Isbert desde 1989 hasta hoy). Se ha modelizado la presa de Isbert y con los datos de las precipitaciones se ha calibrado la estación de Gallinera y la estación de Isbert

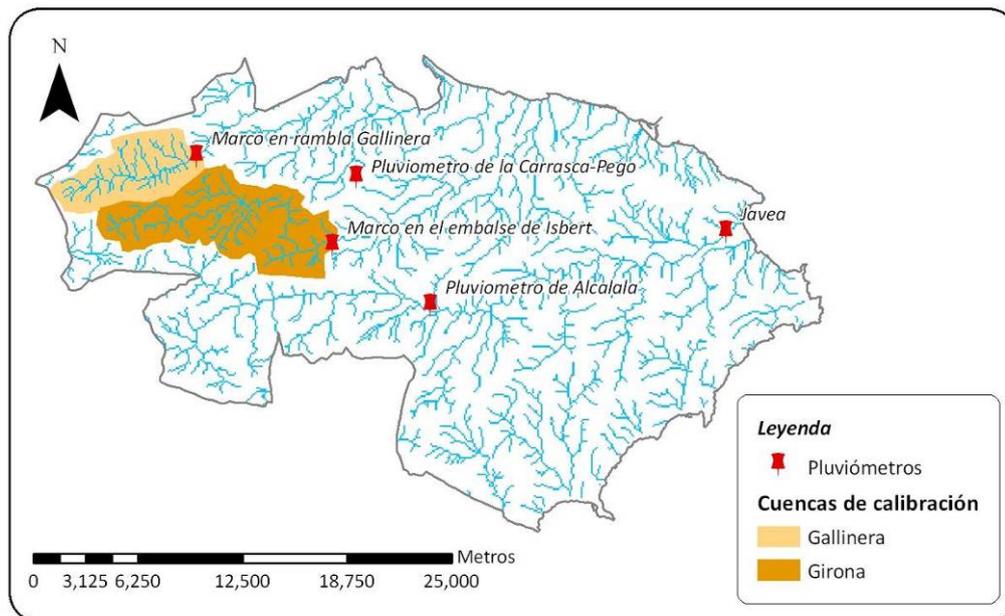


Figura 11. Pluviómetros de calibración modelo Tetis

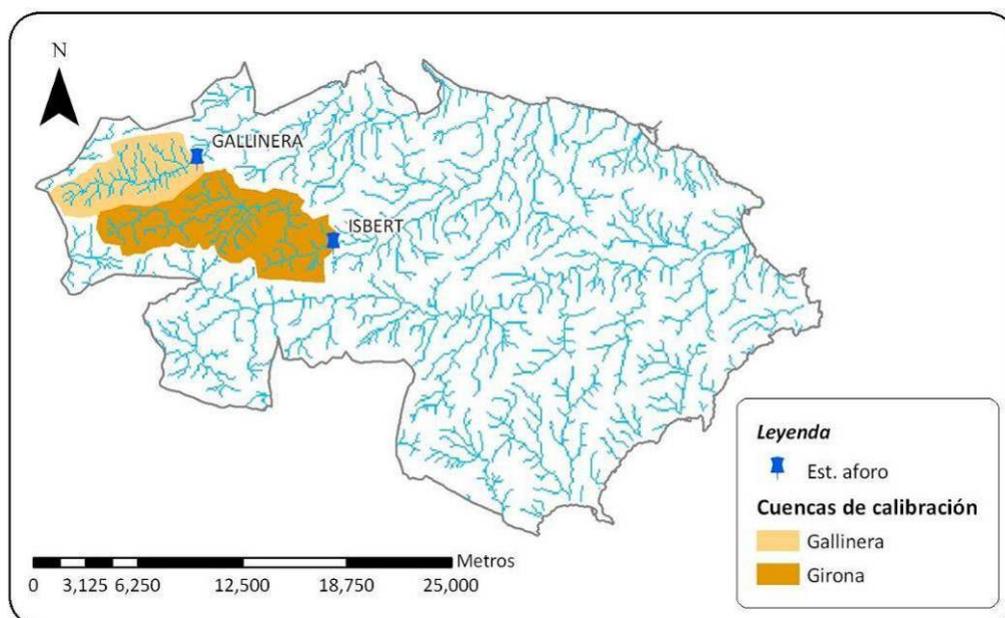


Figura 12. Estaciones de aforo para la calibración del modelo Tetis

Una vez calibrado el modelo TETIS se ha efectuado el análisis de los eventos generados en la pluviometría en función de 3 estados de humedad distintos (con distinta probabilidad de ocurrencia): estado seco (representativo de las clases de humedad de 0 -20%), estado intermedio (representativo de las clases de humedad de 20-60%) y estado húmedo (representativo de las clases de humedad de 60-80%). De esta manera se tienen en cualquier punto de la comarca más de 1000 datos de lluvia, caudales e hidrogramas a los que se asigna un periodo de retorno y que se emplean

como punto de partida en las zonas con graves problemas de inundación que se estudian hidráulicamente.

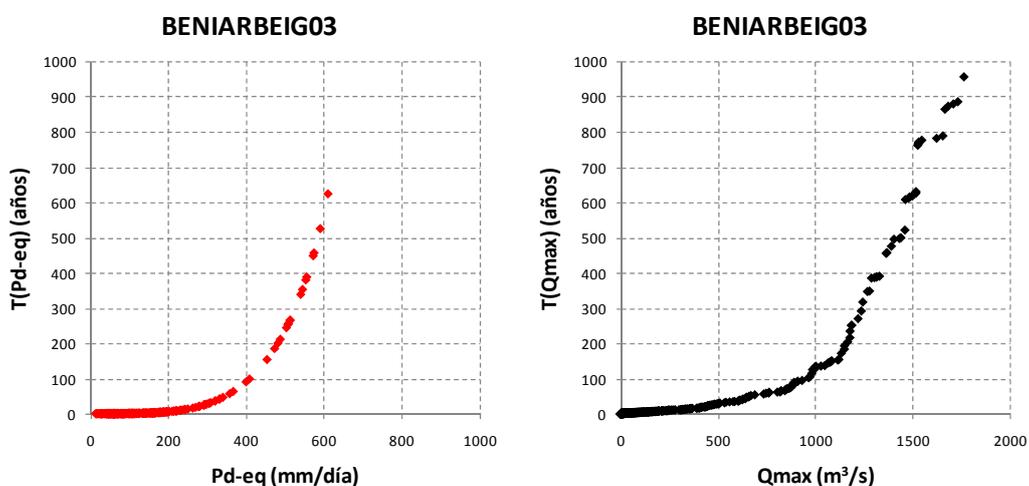


Figura 13. Función de distribución de frecuencia que asocia Período de Retorno a Caudal y Precipitación en Beniarbeig 03

Se ha reproducido el evento catastrófico de Octubre de 2007, que ha sido seguramente el evento de mayor intensidad de los últimos 20 años en la Marina Alta, aunque no se disponga casi de registros de caudales. El caudal observado y simulado en la estación de Gallinera se empleó para la calibración. Se han determinado los hidrogramas causados por el evento de Octubre 2007 en los cursos de agua más relevantes (Río Gorgos y Río Girona), además de otros puntos afluentes a las zonas de inundación de Jávea y de Denia – Els Poblets – El Verger.

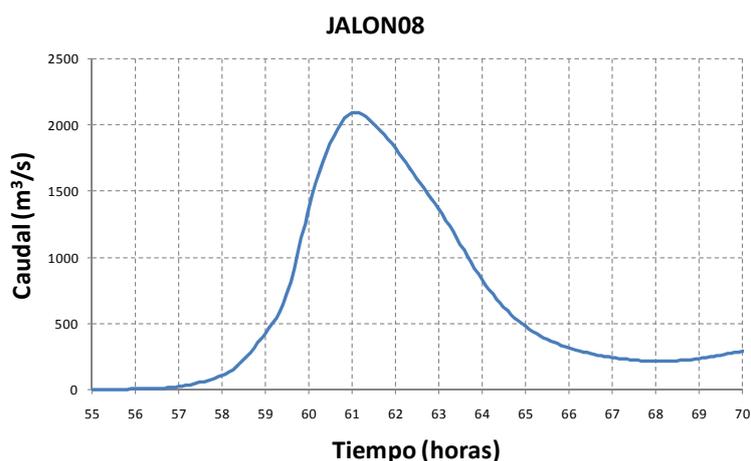


Figura 14. Hidrograma del río Gorgos en Jávea para la avenida de Octubre de 2007

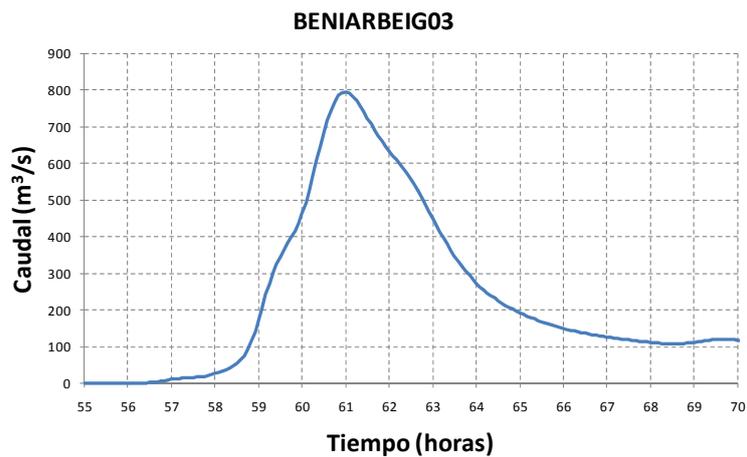


Figura 15. Hidrograma del río Girona en Beniarbeig para la avenida de Octubre de 2007

Por otro lado, aquellos puntos con problemas puntuales de inundación han sido localizados y se ha obtenido el caudal asociado a diversos periodos de retorno.

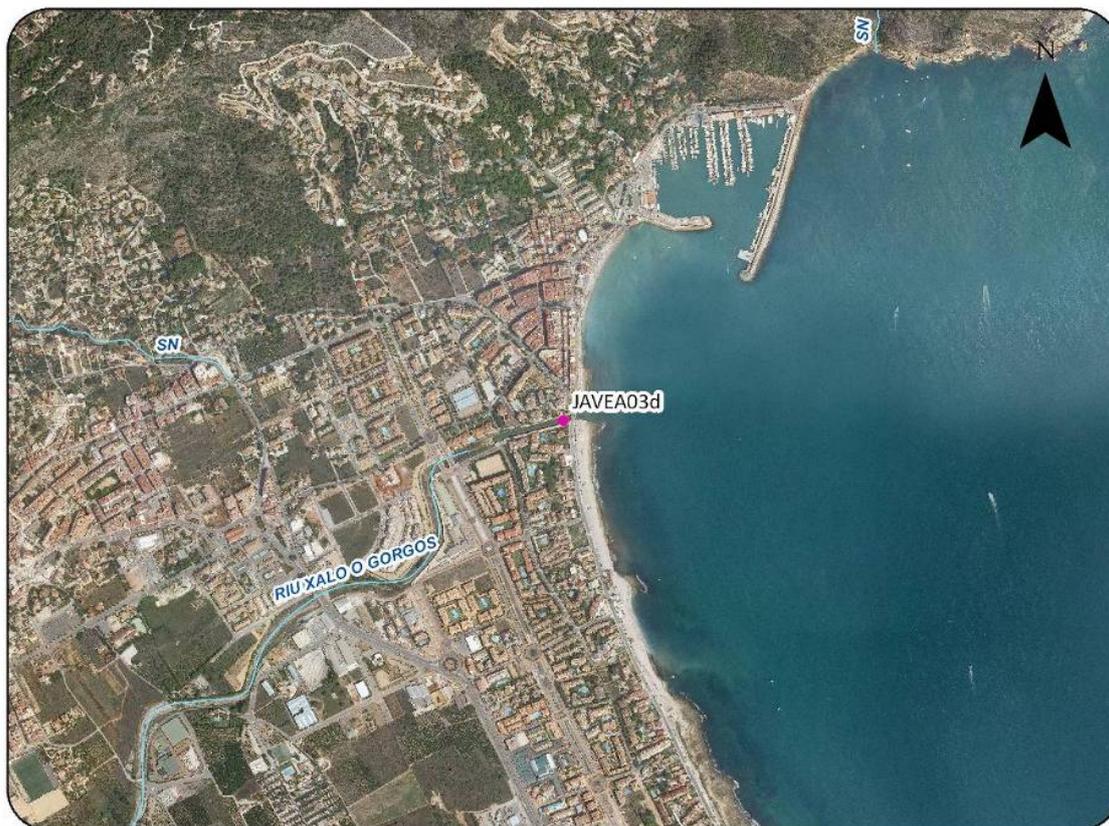


Figura 16. Ubicación sobre ortofoto de la desembocadura del río Gorgos en Jávea y nomenclatura empleada en el estudio.

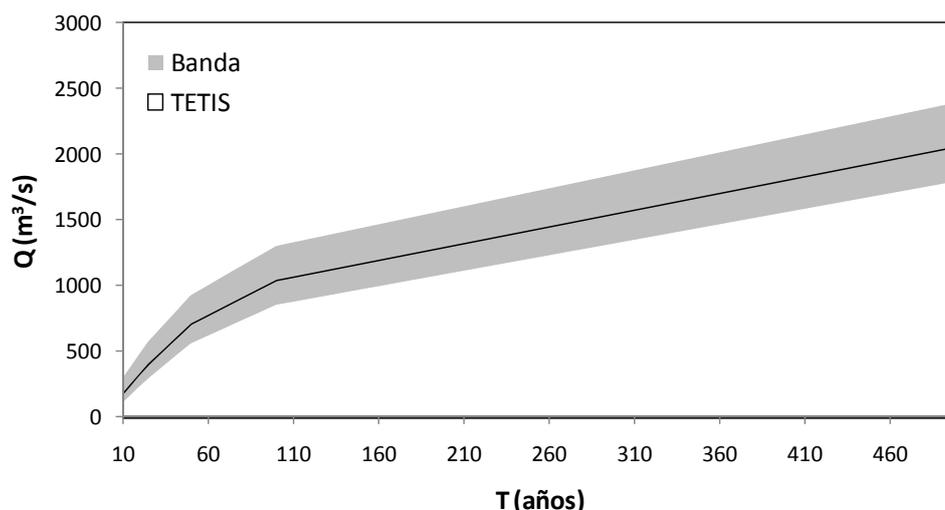


Figura 17. Gráfica que relaciona el caudal asociado a un periodo de retorno en Javea03d con la banda de incertumbre del modelo.

CUANTILES (años)	Qmin (m3/s)	Qdiseño (m3/s)	Qmax (m3/s)
10	111	186	297
25	295	410	574
50	560	715	927
100	854	1048	1303
500	1794	2067	2397

Tabla 6. Relación de caudales asociados a la banda de incertidumbre asociada a diversos periodos de retorno en Javea03d

En el correspondiente documento del Plan Director puede consultarse el estudio hidrológico efectuado.

### 2.3.3.- ESTUDIO GEOMORFOLÓGICO

Se ha efectuado un estudio geomorfológico de los cauces y barrancos de la Comarca de la Marina Alta. Se estructura el estudio en las zonas inundables del litoral de Dénia (que engloba las cuencas del río Girona, el barranco del Portelles, el barranco de la Alberca, del Alter, el barranco del Regatxo y el barranco del Coll de Pous), la cuenca del río gorgos (que engloba el río Gorgos y el barranco junto a la carretera CV-715 Murla, el barranco de l'hedra, el Pla y el Saladar), el barranco de les Sorts en Teulada, el litoral de Benissa (barranco del Baladrar y el barranco de la fustera) y el litoral de Calpe (barranco del Quisi, barranco del Pou Roig y las Salinas de Calpe).

### 2.3.3.1.- Barrancos de Dénia

En todos los barrancos analizados, sin excepción y prácticamente en todos los sectores de los cauces, las secciones transversales han sido fuertemente modificadas en dos fases. En primer lugar, se constata una ocupación agrícola de los cauces de aguas altas, por medio de abancalamientos que escalonan, reducen y artificializan la sección, fosilizando el trazado de los cauces de aguas permanentes. Con frecuencia, la posterior necesidad de proteger estas zonas ganadas al barranco ha obligado a alzar muros que elevan el margen del cauce de aguas permanentes por encima del nivel de los campos contiguos. En algún caso también se ha dado mayor profundidad al lecho. En una segunda etapa, se ha producido también una ocupación de estos espacios por residencias aisladas o desarrollos urbanísticos planificados, asociados en ocasiones a operaciones de relleno o terraplenamiento parcial de los cauces. En el caso del Girona, la ocupación de *point bars* (Sanet i Negrals, Beniarbeig) y de las orillas del río se han realizado sin tener en cuenta su elevado índice de inundabilidad (El Verger, Els Poblets). Todas estas actuaciones agrícolas y urbanas, además de afectar directamente al dominio público hidráulico, generan problemas a la circulación del flujo y facilitan notablemente los procesos de desbordamiento.

En muchos casos las obras de encauzamiento realizadas no responden a una concepción global de la cuenca fluvial sino que persiguen como objetivo la solución de un problema puntual, generando nuevos impactos en otros sectores de la cuenca. Valen como ejemplo las actuaciones efectuadas en Ondara y su entorno sobre el Alberca o el encauzamiento de las urbanizaciones de El Verger junto al barranco de les Portelles, que está generando procesos de erosión remontante. Por el contrario, cabe destacar la tardía pero acertada intervención que se está ejecutando en el Girona a su paso por El Verger, obligando a retirar una hilera de casas del cauce. Particularmente arriesgadas son las obras de cubrición de cauces, como la detectada en el barranc de Segària.

En las zonas de cabecera, singularmente en los conos aluviales adosados a los relieves calcáreos, se observan numerosas desapariciones de cauces, generalmente en los sectores distales de estos edificios sedimentarios. Se trata de puntos en los que el flujo pierde energía y suele generar derrames de sedimentos, por lo general de calibres medios. Se ubican generalmente en zonas agrícolas, por lo que no suele haber una percepción del riesgo, pero el reciente desarrollo urbano está incrementando la vulnerabilidad. Se han identificado estos puntos en las cabeceras de los barrancos del Coll de Pous, Regatxo y l'Alberca.

Asimismo, se han descrito numerosas infraestructuras viarias que al atravesar transversalmente los cauces no respetan la sección natural. Con frecuencia es fácilmente perceptible este hecho, sobre todo en los caminos rurales o accesos secundarios --como se ha descrito en el Alberca o el Regatxo--, en los que se observa como el camino cambia la pendiente a varias decenas de metros del cauce actual y desciende suavemente hacia un puente, claramente situado en el interior del cauce de aguas altas.

La intensa urbanización de los antiguos espacios palustres –el Saladar, la Marjal y les Bassetes de Dénia-- genera un problema hidráulico de difícil solución, ya que a las dificultades naturales del drenaje de las zonas marjaleñas se añade ahora el carácter urbano de estos sectores. El planeamiento urbanístico no ha previsto espacio suficiente para arbitrar futuras soluciones a los problemas de inundabilidad de estos sectores. Se han identificado paleocauces activos atravesando urbanizaciones (Cañadas III en el Girona) e incluso desembocaduras alteradas muy recientemente (Alberca). Las canalizaciones abiertas en estos sectores, como las del Saladar de Dénia o el Regatxo, carecen de sección suficiente para evacuar los caudales acumulados en las crecidas. En este último caso, la sección es incluso notablemente menor en este sector final que en otros situados aguas arriba.

Los cordones dunares han sido arrasados por dos siglos de dinámica costera regresiva, cuyo origen cabe situar en el final de la Pequeña Edad del Hielo. Se han efectuado numerosas obras de regeneración para proteger playas e instalaciones turísticas. Pero se constata la presencia de materiales continentales a escasos metros del mar y la ausencia de cordones dunares, con la excepción de la doble restinga arrasada en les Bassetes. Por tanto, estos elementos no suponen ya ningún obstáculo al desagüe de las crecidas. Si que resulta problemática por el contrario, la coincidencia de los temporales marinos de levante con las situaciones de lluvias torrenciales. Se ha citado un efecto de marea de viento que impide el desagüe a través las desembocaduras en todo este tramo de costa de orientación norte.

Además de los procesos de sedimentación asociados a los conos aluviales ya descritos, cabe destacar la peligrosidad de los procesos de sedimentación asociados a los desbordamientos del Girona. El reconocimiento efectuado de la crecida de 2007 ha permitido localizar la posición de un *crevasse splay* con abundante material grueso, a pesar de la profundidad del lecho (4-5 m). Esto debe alertar sobre la peligrosidad de estos aportes en los márgenes fluviales situados a lo largo del abanico del Pleistoceno superior y del cono Holoceno.

#### 2.3.3.2.- La cuenca del río Gorgos

Diversos sectores de la población de Xaló se hallan sobre una terraza poco elevada respecto el nivel del río y existe cierto nivel de riesgo en caso de una inundación extrema. Además, el río Xaló es un cauce elevada energía y capacidad de transporte de sedimentos gruesos por lo que fácilmente puede ocasionar daños en sus márgenes en secciones confinadas.

Cabe considerar algunos cambios recientes en la geomorfología del cauce que pueden tener incidencia en futuras inundaciones. Por un lado, por comparación con la fotografía de 1956 se reconocen cambios generales en el estado del cauce, por invasión de densos cañaverales sobre las barras de gravas y cantos entre Alcalalí y Xaló. Esto puede estar causado por una disminución del aporte de material grueso, tal vez por extracciones en diversos tramos del río. El arrastre de gran cantidad de cañas puede ocasionar problemas al paso de puentes con sección insuficiente.

Por otro lado, en el tramo en torno a Xaló, se han realizado diversas actuaciones en las márgenes fluviales, como obras de defensa y urbanización de algunos sectores que han estrechado la sección del río, especialmente en su margen derecha. Por la margen izquierda, también se han ocupado parte de las barras funcionales en 1956 con parcelas de cultivo y casas aisladas.

El barranco de les Sorts presenta un marcado condicionamiento litológico y estructural. La disposición de la red de drenaje y la morfología de los distintos cauces – fundamentalmente la sección-- están estrechamente vinculados al contraste entre las litologías margosas del sector occidental y el dominio calcáreo oriental.

El cauce principal presenta una morfología de fondo plano, asociada a estos condicionamientos litológicos, con un perfil longitudinal levemente convexo. El tálveg, parcialmente artificializado, se sitúa a lo largo de la margen izquierda y presenta una sección insuficiente para vehicular lluvias de cierta torrencialidad.

Existen episodios históricos que refieren la completa inundación de esta vaguada de fondo plano, acrecentada por el efecto tapón de los temporales marinos y la barrera topográfica establecida por las eolianitas pleistocenas.

Estos episodios pueden agravarse en el futuro debido a la impermeabilización de la cuenca –por el desarrollo de segundas residencias--, así como por la reciente ocupación del tramo final del cauce por complejos comerciales y turísticos, que han aislado el espacio inundable de su salida natural al mar. Se trata de un caso paradigmático de desarrollo urbanístico con total ausencia de criterios de protección frente a los riesgos naturales, amén de una ocupación manifiesta del dominio público hidráulico.

También se observan afecciones similares en el barranco de l'Estret y en el de la Cometa, cauces de fondo plano parcialmente ocupados por residencias turísticas. Esta intensa urbanización, por el contrario, incide negativamente en la producción de sedimentos, al limitar la movilización de los materiales, singularmente de los calibres mayores, ya de por sí ausentes en el cauce principal.

#### 2.3.3.3.- El litoral de Calpe

Los barrancos del Pou Roig y Quisi han construido un llano de inundación que se abre a partir de la cota 10 msnm, sobre el que han circulado históricamente con escaso encajamiento. Se observa una dinámica de inundación similar, ocupando buena parte del llano, con la única particularidad de presentar un cierto contraste en la textura sedimentaria –con una mayor proporción de material grueso en el primero de los dos.

Las Salinas, con una cuenca más modesta, presentan recurrentes episodios de aguas altas, probablemente intensificados por la reciente acción antrópica. En efecto, la urbanización de la cuenca y la consolidación de la barrera eolianítica con viales y construcciones turísticas, intensifica la condición endorreica de este espacio, que también está viendo reducida su capacidad de embalse por desarrollos urbanísticos.

En el mismo y sus anexos se define la red de drenaje, identificando las zonas de erosión, de deposición y las características geomorfológicas de los cauces en sus distintos tramos.

En el correspondiente documento del Plan Director puede consultarse el estudio geomorfológico efectuado.

### **2.3.4.- SIMULACIÓN HIDRÁULICA**

Para la simulación hidráulica se elaboró previamente un modelo digital del terreno a partir de un vuelo con tecnología LIDAR. Una vez procesado este vuelo se definió un polígono de simulación en el que se depuraron los polígonos de los edificios y se generaron las líneas de rotura para una mejor definición del terreno. Se incluyó también una franja de costa sobre la que se realizó batimetría, para tener en cuenta la condición de contorno correspondiente a las mareas. Por último se modelizaron las estructuras de paso y se aplicaron coeficiente de pérdidas de carga y rugosidades a los diferentes tramos.

Una vez elaborado el modelo se aplicó el modelo de simulación hidráulica bidimensional Infoworks2D

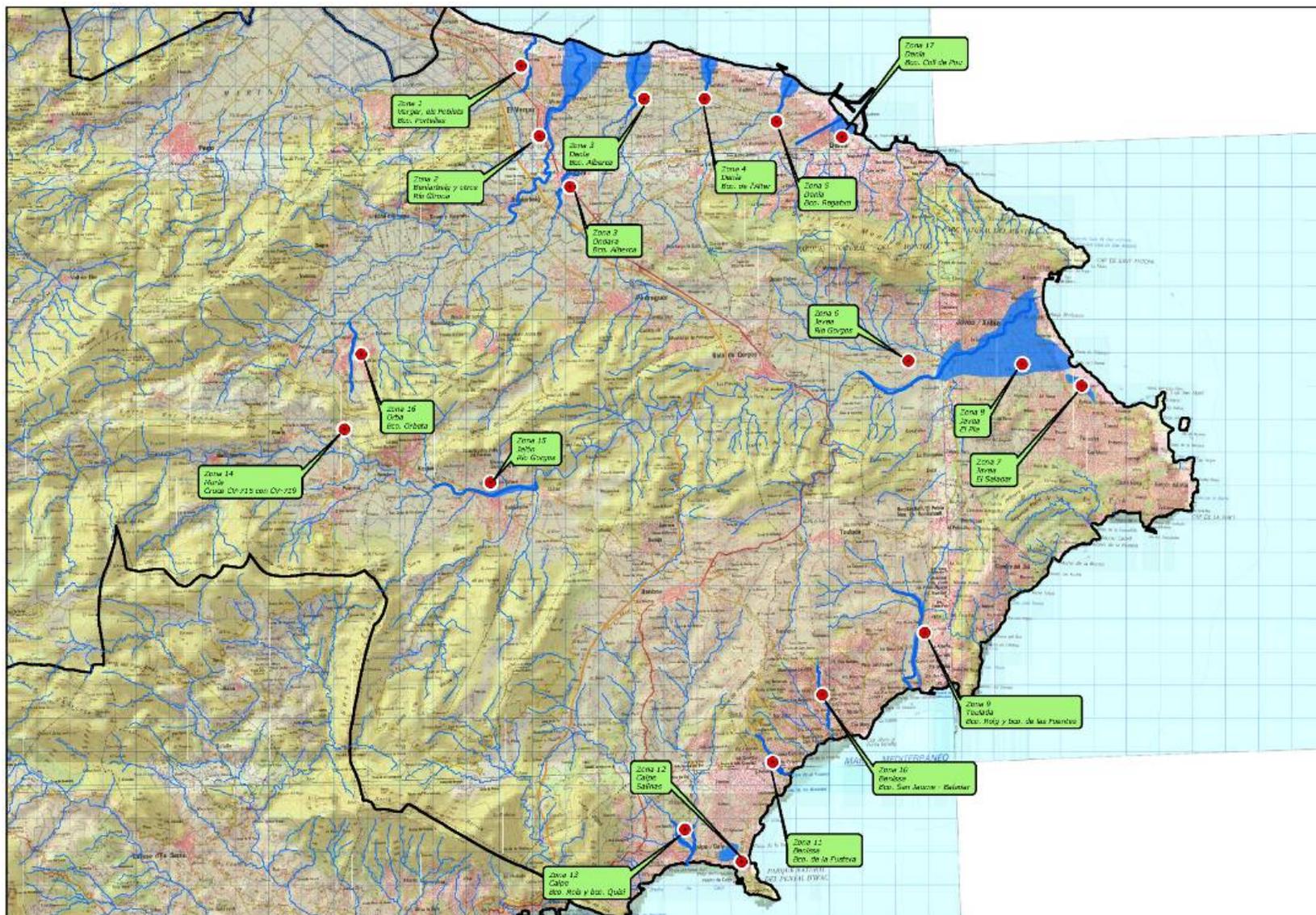
Se ha efectuado un estudio hidráulico de las zonas con graves problemas de inundación. Tras el estudio del inventario de puntos y zonas de riesgo se propone efectuar un análisis de las siguientes 17 zonas con problemas graves de inundación. De dichas zonas se efectuaron unas fichas resumen de la problemática existente, ubicación y fotografías asociadas a los graves problemas de inundación que presentaban y que pueden consultarse en el apéndice 2. Las zonas seleccionadas quedan localizadas en la figura 18.

Se efectúa el agrupamiento de las 17 zonas en 11 modelos hidráulicos a los que con posterioridad se incorpora Pego y se degrada la zona de Murla como análisis hidrológico. Finalmente las zonas donde se ha efectuado un estudio hidráulico con modelos bimensionales es la siguiente:

- Denominación del modelo: Girona
  - Barranco de la Alberca
  - Barranco de Portelles
  - Río Girona
- Denominación del modelo: Denia2
  - Barranco del Alter
- Denominación del modelo: Denia3
  - Barranco del Regatxo
- Denominación del modelo: Denia4

- Barranco de Coll de Pous
- Barrancos procedentes de la ladera del Montgó
- Denominación del modelo: Orba
  - Barranco de Orbeta
- Denominación del modelo: Benissa1
  - Barranco de Sant Jaume
- Denominación del modelo: Benissa2
  - Barranco de la Fustera
- Denominación del modelo: Teulada
  - Barranco de les Sorts
- Denominación del modelo: Jávea
  - Río Gorgos
  - Barranco de la Hedra
  - Barranco de la LLuca
  - Barrancos tributarios al Saladar
- Denominación del modelo: Jalón
  - Río Gorgos
  - Barranco de les murtes
  - Barranco del Cau
- Denominación del modelo: Calpe
  - Barranco del Pou Roig
  - Barranco del Quisi
- Denominación del modelo: Pego
  - Barranco de la Canal
  - Barranco de Benituba
  - Barranco de Rupais

El modelo de Pego se ha incorporado al análisis tras la alegación efectuada por el ayuntamiento al documento de referencia. Del análisis se concluye que el problema existente en el modelo es puntual, asociado a un drenaje bajo la carretera CV-700 y CV-715, insuficiente para altos periodos de retorno, por lo que no se considera de envergadura para tratarlo en el estudio de alternativas. Los barrancos que producen los problemas y cortan la carretera son el de Rupais y Benituba (CV-700) y el barranco de la canal (CV-715).



**Figura 18. Zonas de estudio hidráulico**  
CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL JÚCAR

El modelo de Pego se incorporó al análisis tras la alegación efectuada por el ayuntamiento al documento de referencia. Del análisis se concluye que el problema existente en el modelo es puntual, asociado a un drenaje bajo la carretera CV-700 y CV-715, insuficiente para altos periodos de retorno, por lo que no se considera de envergadura para tratarlo en el estudio de alternativas. Los barrancos que producen los problemas y cortan la carretera son el de Rupais y Benituba (CV-700) y el barranco de la canal (CV-715).

Como condición de contorno para el estudio hidráulico, se caracteriza el nivel del mar asociado a las mareas astronómicas y meteorológicas según el esquema de la siguiente imagen, (extraída del “Atlas de Inundación del Litoral Peninsular Español”, desarrollado por el Grupo de Ingeniería Oceanográfica y de Costas de la Universidad de Cantabria, para la Dirección General de Costas del Ministerio de Medio Ambiente, en 1999) en esta se observa que cualquier situación (ordinaria y extraordinaria) queda caracterizada por un nivel de marea (en adelante NM) compuesto por la marea astronómica y la marea meteorológica (MA+MM). Sobre dicho NM se desarrolla un oleaje que, en función de las características de la tormenta y la batimetría de la costa, se propaga hacia la playa. Al llegar a ella, el oleaje rompe contra la misma, produciéndose un ascenso de la masa de agua a lo largo del perfil de la costa, que se denomina “run up”.

Como estos fenómenos están relacionados entre sí (batimetría-nivel de marea-oleaje-run up) y los factores de que dependen son variables aleatorias, la estimación de la cota de inundación en la playa debe pasar por la obtención de la función de distribución que caracteriza a aquella.

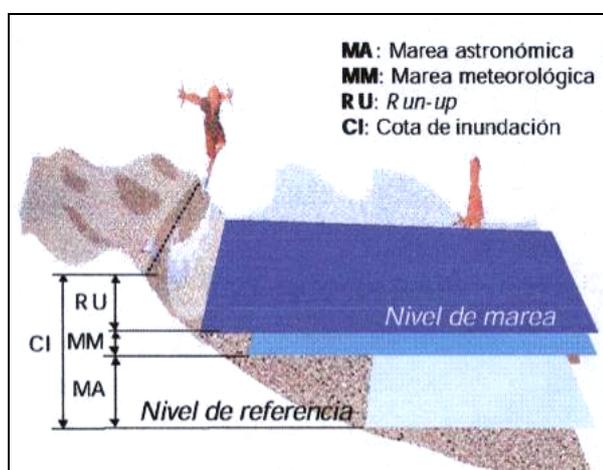


Figura 19. Componentes de la cota de inundación en una playa abierta

Para el cálculo del régimen de niveles de cota de inundación el “Atlas” utiliza un método de simulación donde se simula el proceso físico de inundación con base en las funciones de distribución de las variables de marea astronómica, meteorológicas, altura de ola significativa y período de pico. Estas funciones se determinaron en base a la información disponible de diferentes fuentes.

Dicho estudio se traduce en una zonificación del litoral peninsular español, en áreas homogéneas de acuerdo con sus características de oleaje, marea astronómica y meteorológica, configuración de la costa y ubicación de las zonas instrumentadas (boyas,

mareógrafos). La siguiente figura muestra la zonificación resultante del litoral español a efectos de cotas de inundación.

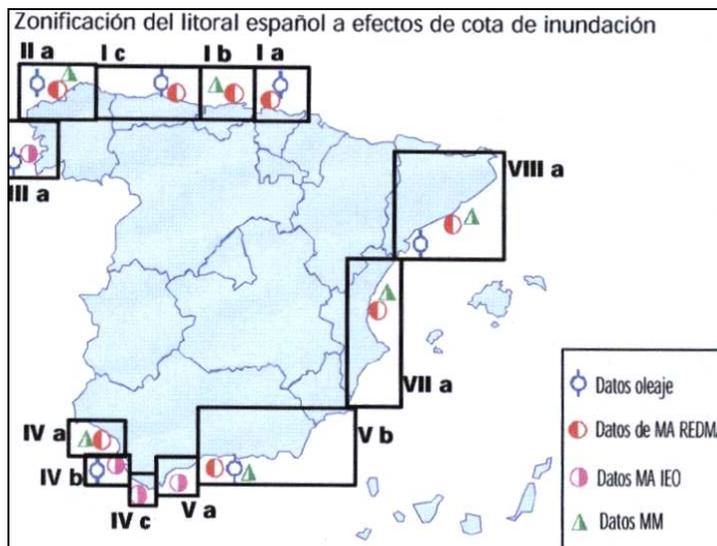


Figura 20. Zonificación del litoral español

La zona de estudio se encuentra en la zona VII-a y la información que es de interés para nuestro análisis, se recoge en la figura siguiente, que reproduce la información analizada y las gráficas de resultados de los regímenes medios y extremales de cota de inundación en las playas abiertas de la zona.

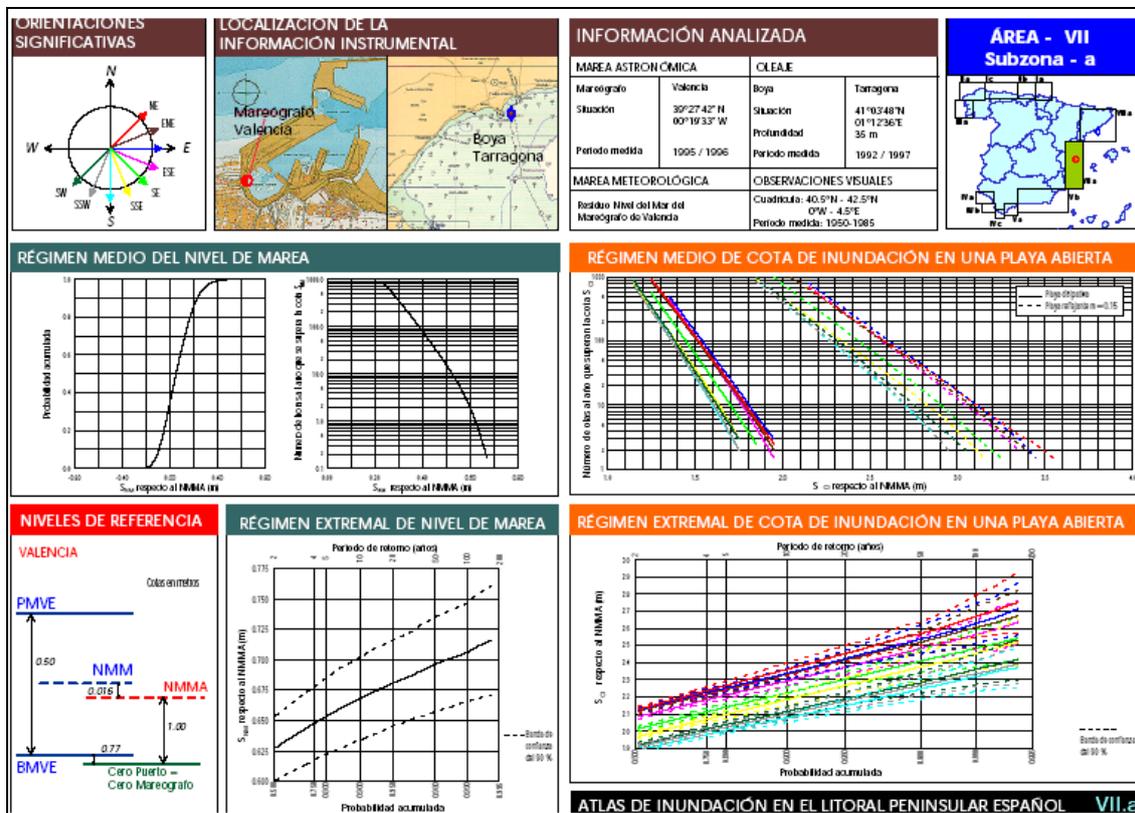


Figura 21. Niveles de marea para la área VII subzona a.

El nivel del mar se referencia al nivel del mar medio en Alicante NMMA. En nuestro caso nos interesa conocer el nivel de marea para diferentes períodos de retorno. Por lo tanto se utiliza la grafica del régimen extremal de nivel de marea que se ve en la figura anterior donde se presentan los resultados en papel probabilístico Gumbel de máximos y en una doble escala: Probabilidad acumulada y período de retorno donde para período de retorno de 500 años se decide extender la grafica con una línea recta.

En la siguiente figura se pueden ver los valores de nivel de marea para los tres períodos (T500 azul, T100 rojo, T25 verde) de retorno junto con sus intervalos de confianza del 90%. Adoptando como valor de nivel marea para cada período de retorno los valores indicados en la tabla siguiente y calculando también para períodos de retorno intermedios.

Período de retorno	Nivel de marea (cm)
T10	70
T25	72
T50	74
T100	75
T500	80

Tabla 7. Condición inicial de marea

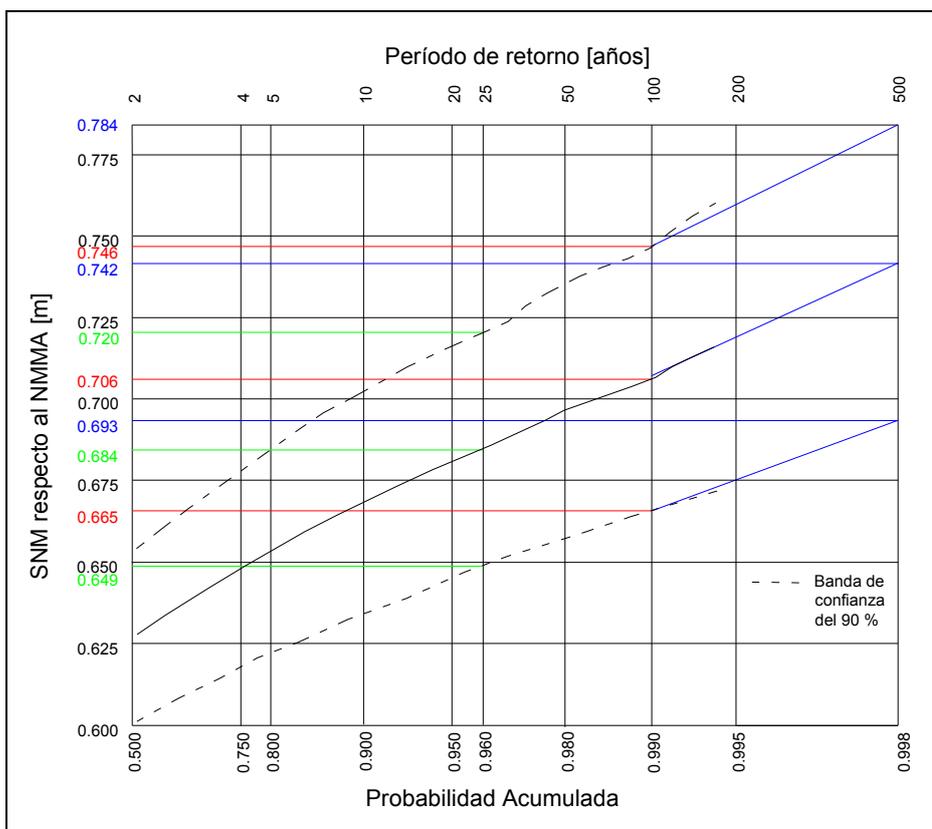
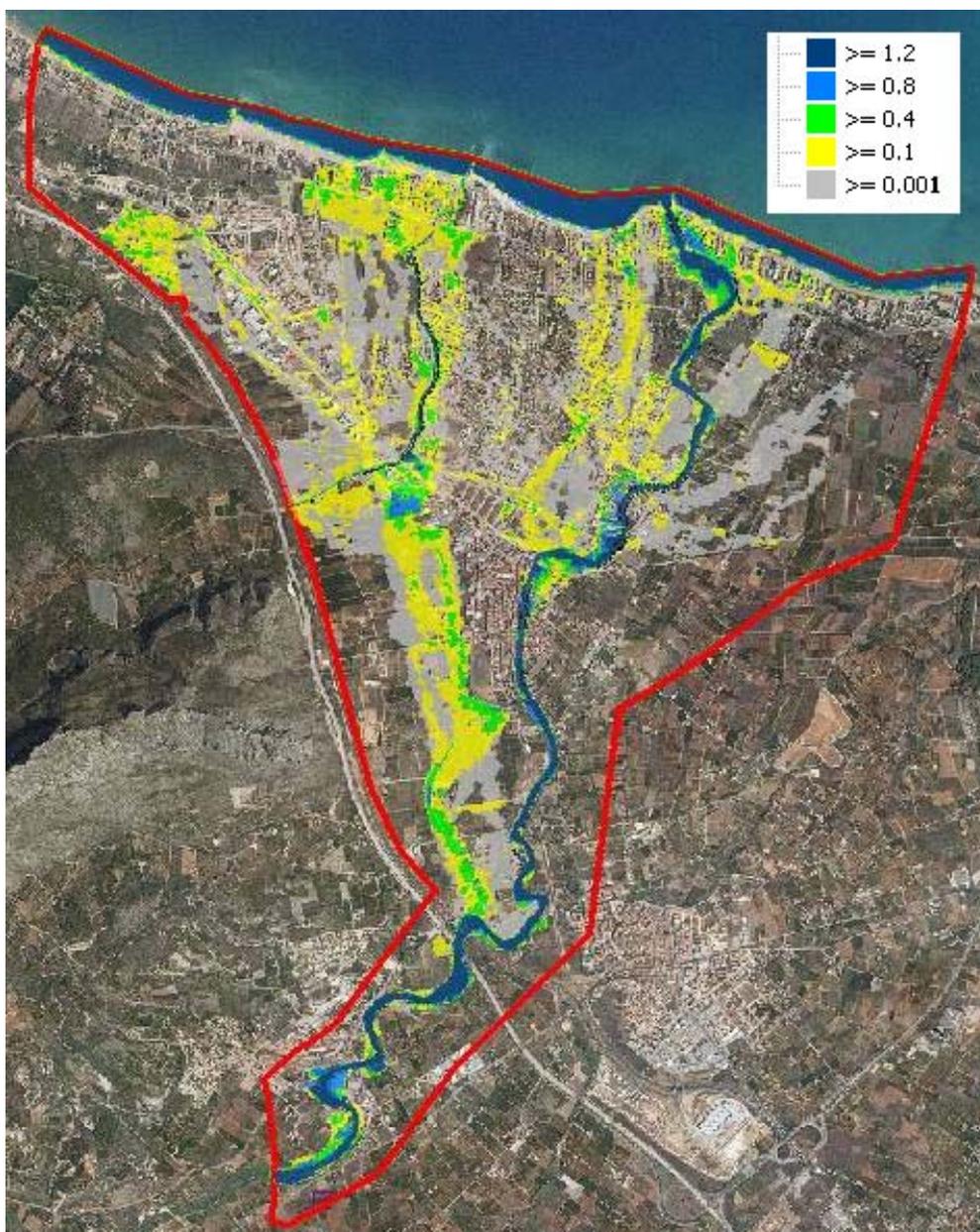


Figura 22. Régimen extremal de nivel de marea

El estudio hidráulico permite obtener unos planos con la delimitación de las envolventes máximas de calados asociadas a los diversos ríos y barrancos afectados en cada zona, para diversos periodos de retorno en el estado actual, con la anterior condición de contorno indicada. Se obtienen los planos para los periodos de retorno de 10, 25, 50, 100 y 500 años de periodo de retorno.



**Figura 23. Plano de Peligrosidad del río Girona asociado al T25**

En el correspondiente documento del Plan Director puede consultarse el estudio hidráulico efectuado.

### **2.3.5.- ESCENARIOS DE CAMBIO CLIMÁTICO EN ESTUDIOS HIDROLÓGICOS DE CRECIDAS**

La Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático de 1992 (CMNUCC), define el cambio climático como: “Cambio del clima atribuido directa o indirectamente a actividades humanas que alteran la composición de la atmósfera mundial, y que viene a añadirse a la variabilidad natural del clima observada durante períodos de tiempo comparables”.

Las variaciones del clima tienen importantes consecuencias en los sistemas hídricos. La necesidad de adaptarse a un futuro incierto y las posibles implicaciones ecológicas, sociales, económicas y políticas de tales cambios ambientales han suscitado no solamente el interés de la comunidad científica, sino también la preocupación de los representantes políticos y las administraciones (CLIVAR, 2010).

La modelización hidrológica utiliza el pasado hidrológico para establecer una guía en la toma de decisiones. La creciente preocupación por los efectos del cambio climático en relación con la gestión de los recursos hídricos, ha provocado que los registros de las condiciones hidrológicas pasadas no se consideren una guía fiable para el futuro. Sin embargo, a pesar de ser necesaria la planificación de la gestión de los sistemas hidrológicos en la actualidad para mitigar los posibles efectos futuros del cambio climático y siendo la zona mediterránea constituye una de las regiones más susceptibles a los posibles impactos del cambio climático, las previsiones tienen todavía un alto grado de incertidumbre (Parry et al., 2007).

El Resumen para responsables de políticas del 4IE del Grupo de Trabajo I concluyó que es probable que a finales del siglo XX haya aumentado la frecuencia de episodios de precipitación intensa en la mayoría de las áreas, afectando al riesgo de crecidas repentinas y de inundaciones en núcleos urbanos y que es más probable que improbable que haya habido una contribución humana a esa tendencia.

La forma de abordar los estudios a futuro es mediante escenarios. Los escenarios de cambio climático son futuros múltiples, posibles y plausibles; no son predicciones sino relatos alternativos de cómo puede evolucionar en el futuro el entorno general o global que permiten explorar diferentes hipótesis. Estos deben acotarse en unos rangos racionales y serán la forma de analizar las posibles situaciones de futuro, desde la más favorable hasta la más desfavorable. La finalidad última de estos estudios es prepararse para esos posibles futuros y adecuar la gestión que el ser humano hace del entorno natural. Según el IPCC los escenarios climatológicos son descripciones coherentes y consistentes de cómo el sistema climático de la Tierra puede cambiar en el futuro. Sin embargo se plantean diferentes problemas a la hora de abordar la generación de escenarios pues las previsiones se basan en la información histórica y, al cambiar los factores externos, el comportamiento no tiene por qué ser igual que en el pasado.

Generalmente, los modelos climatológicos tienen como dato de entrada los escenarios de los modelos de emisiones y proporcionan resultados traducidos a variables climáticas. En modelos climáticos de circulación global (MCG) no hay un alto grado de

detalle, por lo que surge la necesidad de desarrollar modelos climáticos regionales (MCR) que detallen los resultados en zonas más concretas (bajada de escala). A partir de estos resultados se pueden evaluar, mediante modelos hidrológicos cambios medios en los recursos hídricos naturales.

El MCG que mejor representa las condiciones climáticas globales actuales es el HadCM3. Este modelo ha sido elegido por la mayor parte de los especialistas en el tema porque ofrece unos resultados del clima actual que son los que, en general, más se asemejan a las observaciones en el hemisferio norte. Más recientemente han surgido otros modelos como CGMC2, ECHAM4, etc., también utilizados para el caso concreto de la Península Ibérica, si bien no ha dejado de utilizarse el HadCM3. Sin embargo, para responder a las preguntas que la posibilidad de un cambio climático plantea se requieren resoluciones temporales y espaciales cada vez más detalladas, así como información sobre un mayor número de variables, razón por la cual se están desarrollando los MCR.

Los MCR son considerados como la técnica más prometedora para realizar proyecciones realistas de cambio climático a escala regional (Gallardo et al., 2001, Sánchez et al., 2004). Los MCR son esencialmente similares al módulo atmosférico de cualquier modelo de circulación global, pero se aplican a un área limitada del globo con más resolución. El modelo de clima regional PROMES fue desarrollado por el grupo de Modelización para el Medio Ambiente y el Clima (MOMAC) del Instituto de Ciencias Ambientales de la Universidad de Castilla-La Mancha en Toledo. El objetivo básico del PROMES es generar los escenarios climáticos necesarios para realizar estudios sobre los efectos del cambio climáticos en diversas áreas, como pueden ser los recursos hídricos o cualquier otra área específica. Estos escenarios climáticos futuros han sido obtenidos por el Instituto Nacional de Meteorología y por el modelo PROMES (Gallardo et al. 2001) de la Universidad Castilla de la Mancha. Recientemente se han utilizado los escenarios del Modelo Regional de Clima PROMES para el estudio de eventos climáticos extremos en el Mediterráneo (Sánchez et al., 2004).

Más recientemente, se ha vuelto a utilizar la metodología de bajada de escala con técnicas estadísticas dadas las dificultades asociadas a los requerimientos de computación de las modelizaciones a escalas espaciales reducidas. En el año 2009, la AEMET ha generado escenarios regionalizados de cambio climático de las dos variables meteorológicas principales, temperatura y precipitación, a escala temporal diaria y con una resolución espacial de 20 km para toda España. A pesar del enorme esfuerzo realizado, actualmente el número de proyecciones presentadas es todavía bastante modesto como para representar fiablemente las incertidumbres que afectan a las proyecciones de cambio climático; y además no llevan asignadas probabilidades. La falta de coincidencia entre los resultados de las diferentes proyecciones para la zona de estudio se asocia todavía con una alta incertidumbre y, por lo tanto, con estimaciones de poca fiabilidad.

#### 2.3.5.1.- Cambios en temperaturas medias

Durante el último siglo se ha observado un incremento de 0,5° C en la temperatura media del planeta. Los escenarios del cuarto informe de proyecciones futuras comparadas

con la historia reciente del IPCC (Parry *et al.*, 2007) prevén un incremento medio en la temperatura de la Tierra durante los próximos años entre 0,5 y 4° C para el 2100. Lo más habitual es que los cambios en el clima se hagan en referencia a un periodo de tiempo y el clima estándar de referencia es el tomado entre 1961 y 1990; extrapolando este intervalo y variando diferentes parámetros y se obtienen los escenarios. Los escenarios más optimistas estiman el incremento de temperatura en los siguientes 100 años como el mismo incremento registrado desde que hay medidas instrumentales; los más pesimistas sin embargo consideran que este incremento puede ser hasta 8 veces mayor (0,5 – 4° C).

En el Programa Nacional sobre el Clima (MOPTMA, 1994), elaborado por la Comisión Nacional del Clima, se analizan los resultados que proporcionan los modelos de circulación general para España. La evolución más probable del clima peninsular español, se sintetiza en un aumento de temperatura media anual que oscilaría entre 1 y 4° C, siendo ligeramente mayores esos aumentos en verano.

Según los escenarios regionalizados de la AEMET, todos los escenarios indican un patrón de incremento generalizado de las temperaturas diarias para el centenario, que casi con toda seguridad superará los 5°C a finales del mismo en la estación estival y alcanzará los entre los 2 y 4°C en la estación invernal en términos de temperaturas máximas. En las gráficas mostradas a continuación, los cambios esperados en temperatura están referidos al periodo de referencia 1961-1990.

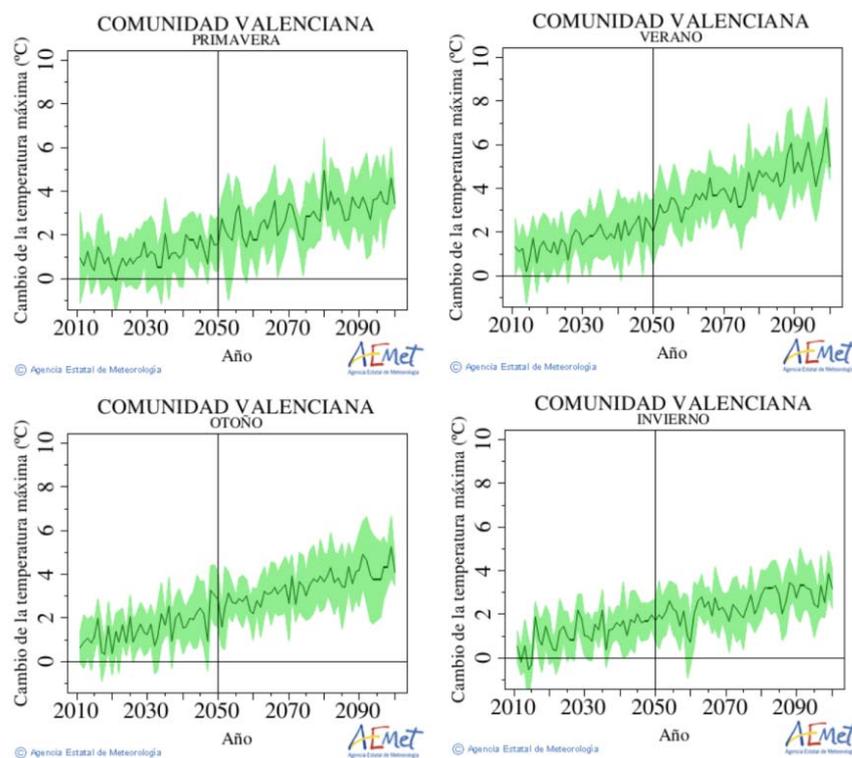


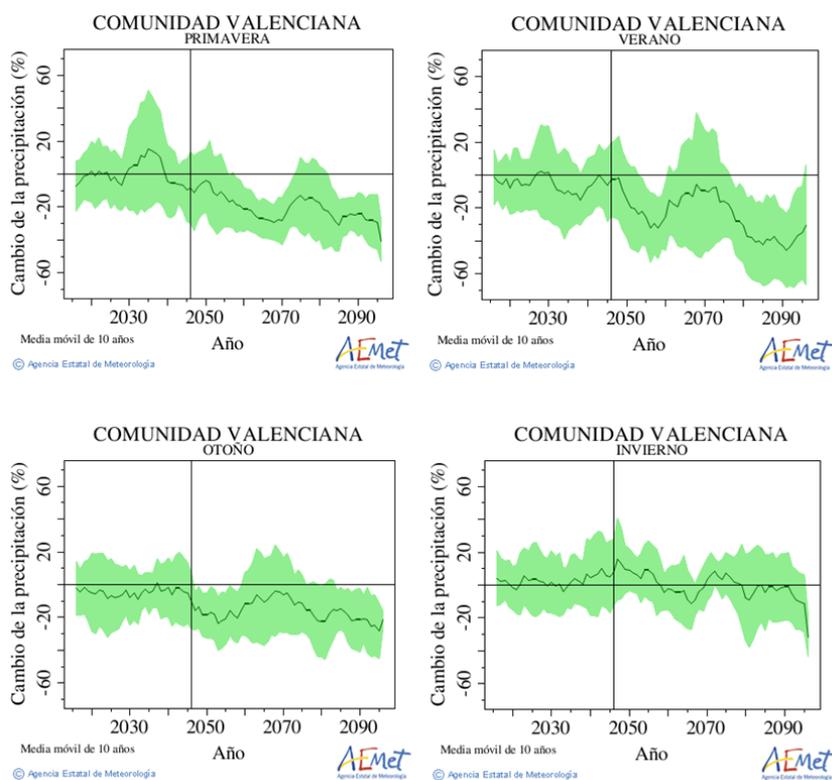
Figura 24. Cambio de temperatura año 1961-1990

### 2.3.5.2.- Cambios en precipitaciones medias

Además de la temperatura, existen otros cambios como la presión atmosférica, los vientos, la humedad, siendo uno de los más importantes la Precipitación. En cuanto al régimen de precipitaciones hay aún bastante variabilidad entre los resultados de los diferentes modelos aunque por lo general parece que, entre 2090 y 2099, se incrementarán las precipitaciones en los Polos y el Ecuador y se volverán más áridas las zonas de los trópicos.

Según el Programa Nacional sobre el Clima (MOPTMA, 1994), se esperan descensos generales de los valores de la precipitación media anual comprendidos entre el 5% y el 15%. Se estima una tendencia hacia una concentración temporal de la precipitación, así como a una mayor variabilidad anual e interanual, lo que implicaría un aumento de los períodos secos y una mayor torrencialidad de las precipitaciones.

Según los escenarios regionalizados de la AEMET no se puede hablar de un patrón de descenso generalizado de las precipitaciones diarias para el centenario, pudiéndose observar en la imagen siguiente tanto la variabilidad anual y estacional de las mismas como las amplias bandas de incertidumbre. En las gráficas que se presentan, los cambios esperados en precipitación se refieren al periodo de referencia 1961-1990.



**Figura 25. Cambio de precipitación año 1961-1990**

### 2.3.5.3.- Cambios en las precipitaciones máximas instantáneas

Aunque la mayoría de los estudios de cambio climático se han centrado en la descripción de los valores medios de las variables climáticas, los cambios en la variabilidad del clima y los extremos de eventos meteorológicos y climáticos han recibido una atención creciente a lo largo de los últimos años.

Estudios teóricos y de modelización del clima sugieren que, en un clima cada vez más cálido, se esperaría un incremento de las precipitaciones extremas respecto de su valor medio. De hecho, se han observado aumentos estadísticamente importantes en la frecuencia de precipitación intensa en toda Europa, siendo más notables durante la estación fría. Esta reflexión quedó patente en el VI documento técnico del IPCC “El Cambio Climático y el Agua” (Bates *et al.*, 2008), donde se establece que es muy probable que a lo largo del siglo XXI la precipitación se concentre en episodios más intensos, intercalados por periodos de menor precipitación más duraderos en entornos mediterráneos.

Si bien es cierto que la generación de los escenarios más recientes supone un avance importante tanto en resolución espacial como temporal respecto a escenarios disponibles previos (proyectos *Prudence* y *Ensembles*), no se dispone todavía de escenarios de precipitación máxima instantánea o de variabilidad en la intensidad de las mismas, imprescindibles para analizar los posibles impactos del cambio climático en estudios de las crecidas.

En el año 2004, Sánchez *et al.*, emplearon índices sugeridos en el Proyecto Europeo STARDEX que habían sido analizados y justificados (Folland *et al.*, 1999), para proponer una primera aproximación sobre la variabilidad futura esperada en eventos climáticos extremos en el Mediterráneo. Basándose en las simulaciones realizadas mediante el modelo regional PROMES, consideraron eventos extremos de precipitación el percentil 90 de precipitación diaria de los días de lluvia (considerando como tales los que tuvieran una precipitación mayor de 1mm). Los resultados de este estudio muestran como para la zona concreta de la Marina Alta no se espera que se produzcan incrementos o descensos graves en la lluvia de eventos extremos en el escenario A2 durante el periodo 2070-2100, situándose la banda de incertidumbre para esta zona entre el 10% y el -10% de incremento del percentil 90 de precipitación diaria respecto al periodo de referencia (1960-1990).

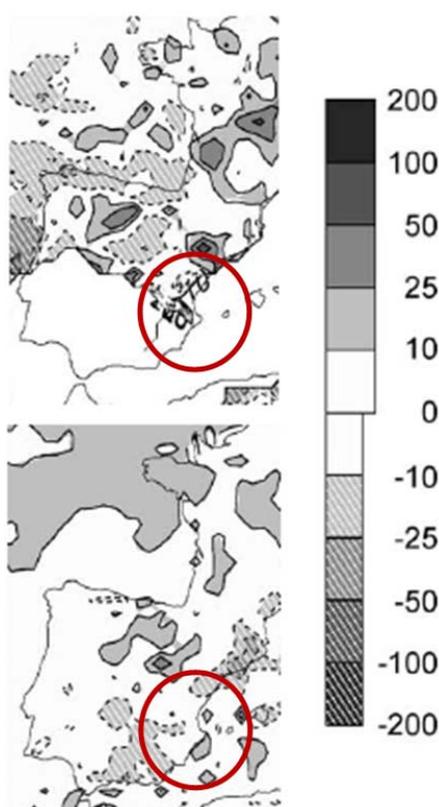


Figura 26. Cambios (%) del percentil 90 de la precipitación diaria entre el escenario A2 y el periodo de referencia ((A2-control)/control). Arriba para la estación estival; abajo para la estación invernal. Fuente: E. Sánchez et al., *Global and Planetary Change* 44(2004) p.176

El IPCC ha definido una serie de indicadores anuales de precipitación extrema (Sillman y Roeckner, 2008; Herrera *et al.*, 2010). Entre ellos se incluyen los siguientes:

- **Cdd:** número de días secos consecutivos (<1 mm) day
- **Cwd:** número de días húmedos consecutivos (>1 mm) day
- **rx1day:** precipitación máxima en 1 día mm
- **rx5day:** precipitación máxima en 5 días mm
- **r10:** número de días con precipitación superior a 10 mm/d
- **r20:** número de días con precipitación superior a 20 mm/d
- **r95p:** porcentaje sobre el total de precipitación de los eventos sobre el percentil 95

Sin embargo, todos ellos son calculados a partir de las precipitaciones diarias obtenidas a partir de los escenarios de cambio climático. Los datos diarios de precipitación del periodo de referencia son escalados multiplicativamente de tal modo que la precipitación futura corresponde a la precipitación observada en el periodo de referencia multiplicada por la relación entre la precipitación modelada para el futuro y el periodo de referencia (Lehner *et al.*, 2006, Herrera *et al.*, 2010). De este modo, no se introduce una variabilidad en el

régimen de precipitaciones más allá de la escala en la que están definidos los escenarios de cambio climático.

#### 2.3.5.4.- Cambios en el estado de humedad inicial

En el Centro de Estudios Hidrográficos del CEDEX (CEDEX, 1998) se desarrolló un estudio hidrológico de diferentes escenarios de cambio climático que ha sido renombrado con frecuencia en posteriores estudios. Es éste se utilizaron tres tipos de escenarios climáticos: escenarios sintéticos con incremento de las temperaturas en +1, +2° C y cambios porcentuales de la precipitación y escenarios climáticos a partir del modelo de circulación general océano-atmósfera HadCM2 (*Hadley Centre for Climate Prediction and Research*). Las simulaciones hidrológicas se realizaron mediante el empleo del modelo SIMPA (Sistema Integrado para la Modelización de la Precipitación-Aportación), arrojando resultados que preveían un descenso porcentual de las aportaciones entre -9% y -20% para la Cuenca Hidrográfica del Júcar. Estos resultados indican que es más probable que improbable que la humedad del suelo se vea reducida, contribuyendo a un menor impacto de los eventos de crecida.

Estudios más recientes, como el realizado por Lehner *et al.*, en 2006 indican que la zona de estudio es más vulnerable a un incremento del periodo de retorno de los eventos de sequía que de crecidas. Sin ser consistentes los resultados arrojados por el análisis de los diferentes escenarios de incremento de la frecuencia de las crecidas extremas, si existe un mayor consenso en los resultados del análisis del descenso en el periodo de retorno de las sequías, por lo que a raíz de los mismos se espera que efectivamente los niveles de humedad inicial del suelo sean menores que en la situación actual.

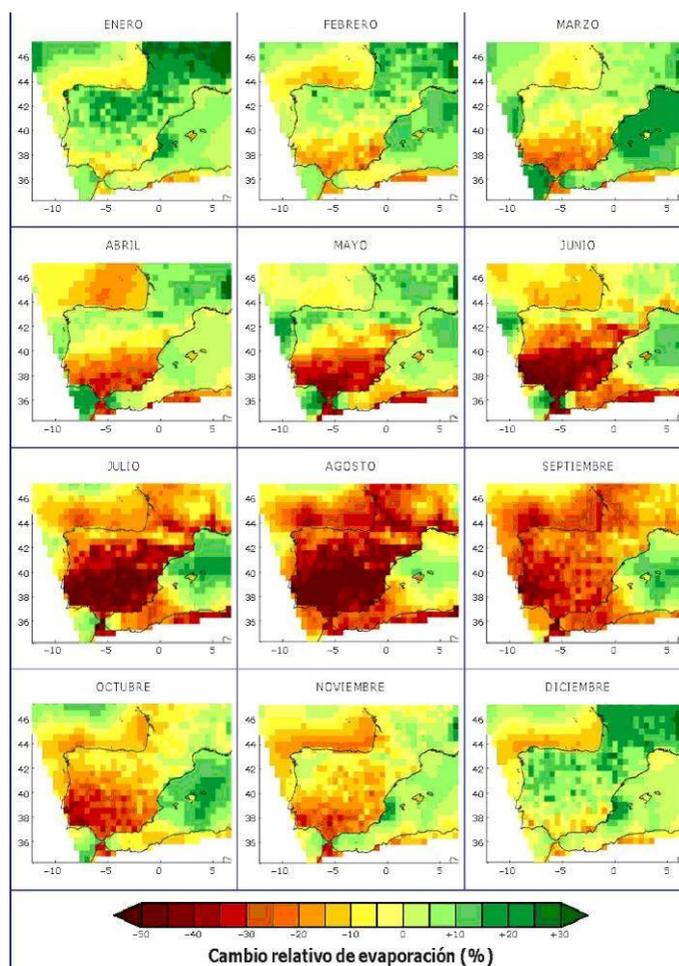


**Figura 27. Regiones críticas referidas a los descensos en los periodos de retorno de sequías (naranja), de crecidas extremas (azul) o de ambas (rojo). Fuente Lehner et al., Climatic Change 75 (2006) p. 295**

#### 2.3.5.5.- Cambios en la evapotranspiración

El proyecto PRUDENCE ha creado una base de datos muy valiosa que todavía está por explorar y analizar en detalle sobre la Península Ibérica e Islas Baleares. La base de datos incorpora datos de regionalización de 10 modelos regionales forzados con un único modelo global (HadAM3), además de resultados de otros modelos regionales forzados con salidas de otros modelos globales (ECHAM4/OPYC, ECHAM5, ARPEGE/OPA) distintos del HadAM3. Estos datos conjuntamente con los de los modelos globales permiten proporcionar proyecciones a más resolución (en el entorno de los 50 km) y explorar la incertidumbre asociada a los diferentes modelos regionales. La base de datos PRUDENCE contiene dato diario de las proyecciones climáticas para el período 2071-2100, siendo especialmente interesantes todos los campos relacionados con el ciclo del agua (precipitación, evapotranspiración, escorrentía, humedad del suelo) que permiten estimar la contribución a los distintos términos del balance proporcionada por los diferentes modelos regionales.

El cambio de la evapotranspiración es consistente con el aumento de las temperaturas sobre todo en los meses de verano y con el incremento de las precipitaciones en el norte y noroeste en los meses invernales. En algunos meses y regiones la desviación típica puede llegar a ser del mismo orden que el cambio respecto al período de referencia 1961-1990. A continuación se muestra una figura con el cambio medio mensual de evapotranspiración (%) proyectado para el periodo 2070-2100 respecto al clima actual 1961-1990 por el modelo global HadAM3H y regionalizado con el promedio del RCH de PRUDENCE para el escenario de emisión A2



**Figura 28. Cambio medio mensual de evapotranspiración (%) proyectado para el periodo 2070-2100 respecto al clima actual 1961-1990 por el modelo global HadAM3H y regionalizado con el promedio del RCH de PRUDENCE para el escenario de emisión A2**

### 2.3.5.6.- Cambios sobre el régimen de crecidas

En el año 2006, Lehener *et al.* realizaron un estudio del impacto del cambio climático en los riesgos de avenida mediante el análisis de las variaciones en la frecuencia de las mismas, tomando como referencia un periodo de retorno de 100 años.

El análisis se llevó a cabo mediante el modelo distribuido WaterGAP, tomando como inputs las series de temperatura y precipitación correspondientes al periodo de referencia, corregidas aditiva y multiplicativamente, respectivamente, en función de los diferentes escenarios. Los resultados de las simulaciones se ajustaron a la distribución Log-Pearson III y se normalizaron con el factor “index-flood” que refleja el tamaño de la cuenca y las características de la precipitación caída y la esorrentía de cada cuenca hidrográfica (Maidment, 1993). Los resultados mostraron que el modelo igualmente Infra-estimaba y sobre-estimaba las avenidas con periodo de retorno de 100 años en el periodo de referencia, siendo menores las diferencias en cuencas grandes.

A pesar de la escasa fiabilidad de los resultados de este estudio para el caso concreto de la Marina Alta, se han revisado los resultados con la intención de adquirir una idea aproximada de las posibles variaciones en los periodos de retorno de grandes avenidas. Como se puede observar en la figura inferior, los resultados de los escenarios de cambio climático son contradictorios en la zona de estudio y entre sí para los diferentes periodos futuros analizados.

Así para el modelo ECHAM4 se observa como durante el primer periodo no se espera que disminuya el periodo de retorno para una avenida con periodo de retorno 100 años en el periodo de referencia, mientras que se simula un incremento en la frecuencia de esta avenida hasta un periodo de retorno de 40 años o menos para el periodo 2070-2080. Estos resultados contradicen totalmente lo simulado por el otro modelo HadCM3 para estos mismos periodos, esperándose un descenso del periodo de retorno a principios del centenario y una vuelta a la situación actual a finales del mismo.

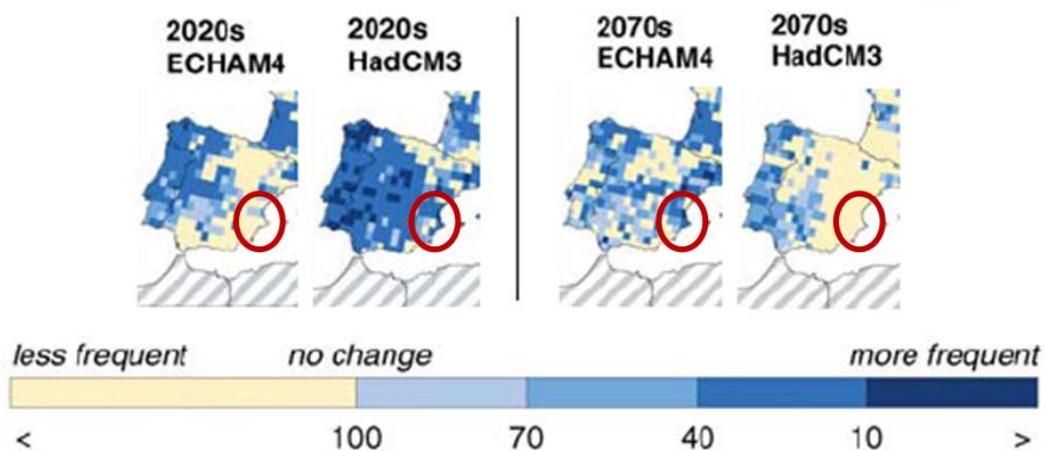


Figura 29. Cambios en la recurrencia de avenida con periodo de retorno 100 años en el periodo de referencia (1961-1990) para el escenario A1B (IPCC, 2000) en los periodos 2020-2030 y 2070-2080. Fuente Lehner et al., *Climatic Change* 75 (2006) p. 289

En cualquier caso, en las conclusiones del estudio se observa como las zonas costeras del Este de la Península Ibérica muestran un descenso relativo cercano al 20% de los cambios en las avenidas con periodo de retorno de 100 años. Así, no se establece la mayor parte de la costa Mediterránea como una zona crítica frente al incremento de la frecuencia en las crecidas, más bien al contrario se espera que los eventos de crecida sean menos frecuentes (Lehner et al., 2006; Dankers and Feyen, 2008b.).

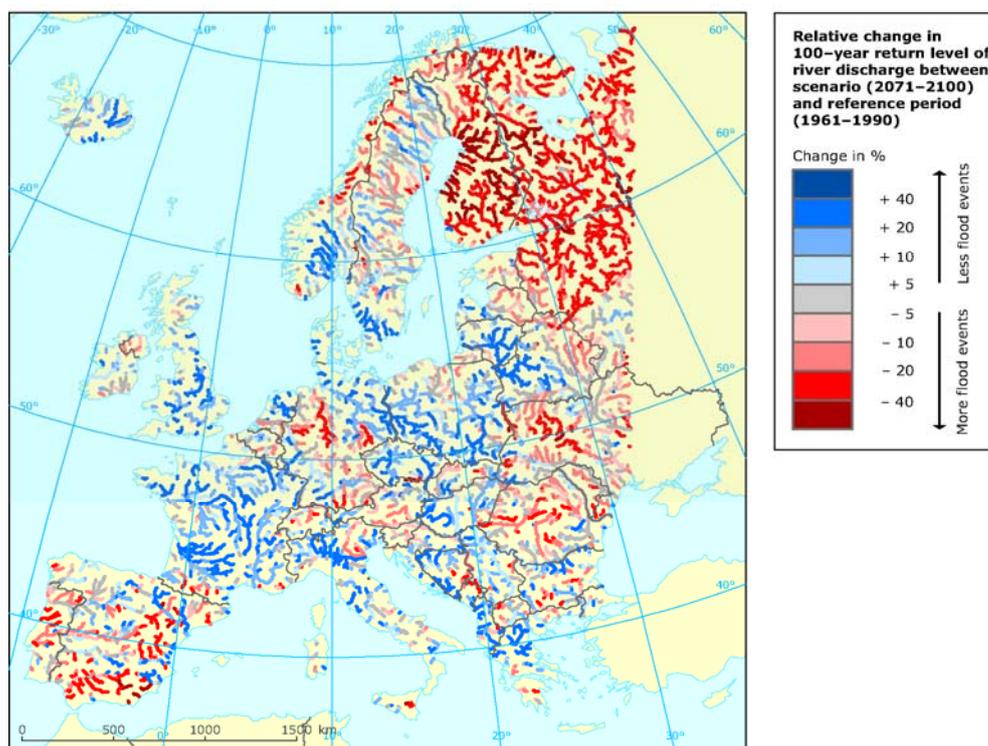


Figura 30. Simulaciones con LISFLOOD (HIRHAM-HadAM3H/HadCM3) basadas en el escenario SRES A2 del IPCC.  
Fuente: Dankers and Feyen, 2008b.

### 2.3.5.7.- Efectos del cambio climático en las mareas

El documento utilizado como referencia es el Documento Técnico VI del Cuarto Informe de Evaluación del Cambio Climático (4IE) del Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), la máxima autoridad mundial en el ámbito de estudio del cambio climático, que analiza en este informe, entre otras variables medioambientales, también las posibles modificaciones del nivel del mar provocadas por el cambio climático.

Según el documento del IPCC, el promedio mundial del nivel del mar ha ido aumentando y, con un alto grado de confianza, la rapidez de ese aumento se ha incrementado entre mediados del siglo XIX y mediados del siglo XX. El aumento fue de  $1,7 \pm 0,5$  mm/año durante el siglo XX, de  $1,8 \pm 0,5$  mm/año durante 1961-2003 y de  $3,1 \pm 0,7$  mm/año entre 1993 y 2003. Se desconoce si el valor más alto registrado en 1993-2003 se debe a la variabilidad decenal o a una intensificación de la tendencia a largo plazo. En términos espaciales, el cambio es muy poco uniforme; por ejemplo, durante 1993-2003 el ritmo de aumento fue en algunas regiones varias veces superior al promedio mundial, mientras que en otras los niveles del mar descendieron.

Hay incertidumbres en la estimación de las contribuciones al cambio del nivel del mar a largo plazo. En el periodo 1993-2003, la contribución de la dilatación térmica ( $1,6 \pm 0,5$  mm/año), de la pérdida de masa de glaciares y casquetes de hielo ( $0,77 \pm 0,22$  mm/año) y de la pérdida de masa de los casquetes de hielo de Groenlandia ( $0,21 \pm 0,07$  mm/año) y de la Antártida ( $0,21 \pm 0,35$  mm/año) ascendió en total a  $2,8 \pm 0,7$  mm/año. En ese periodo,

la suma de estas contribuciones concuerda con el aumento del nivel del mar observado directamente y anteriormente señalado, dentro del margen de incertidumbre de las observaciones. En el periodo 1961-2003, que fue más largo, se estima que la suma de las contribuciones climáticas es menor que el aumento observado total del nivel del mar, aunque el sistema de observación era menos fiable antes de 1993. En ambos periodos, la contribución estimada de la dilatación térmica y de los glaciares y casquetes de hielo fue superior a la contribución de los mantos de hielo de Groenlandia y de la región antártica. La magnitud del error respecto de la región antártica indica que no es posible determinar si esa región ha contribuido en términos negativos o positivos al nivel del mar.

Los aumentos de nivel del mar concuerdan con el calentamiento y diversos estudios de modelización sugieren que, en conjunto, es muy probable que la respuesta al forzamiento antropógeno haya contribuido al aumento del nivel del mar durante la última mitad del siglo XX; con todo, la incertidumbre de las observaciones y la carencia de estudios adecuados hacen que sea difícil cuantificar la contribución antropógena.

El aumento del nivel del mar podría afectar a las regiones costeras, aunque su atribución no está todavía clara. El aumento mundial experimentado desde 1975 por los valores extremos del nivel del agua está relacionado tanto con el aumento medio del nivel del mar como con la variabilidad climática interdecenal en gran escala. (Woodworth and Blackman, 2004).

Los conocimientos actuales acerca de algunos efectos importantes que originan el aumento del nivel del mar son demasiado limitados, por lo que en el 4IE no se evalúa la verosimilitud ni se ofrece una estimación más idónea o una cota superior respecto al aumento del nivel del mar. Las proyecciones no incluyen ni las incertidumbres de los retroefectos del ciclo clima-carbono ni el efecto conjunto de los cambios en el flujo del manto de hielo; por ello, los valores superiores de esos intervalos de valores no deben considerarse como cotas superiores del aumento del nivel del mar. Las proyecciones de los modelos respecto al aumento medio mundial del nivel del mar entre finales del siglo XX (1980-1999) y el final del presente siglo (2090-2099) son del orden de 0,18 a 0,59 m, en base a la dispersión de los resultados de los MGCAO y a diferentes escenarios IE-EE, aunque excluyendo las incertidumbres anteriormente indicadas.

En todos los escenarios de referencia IE-EE, excepto en el B1, es muy probable que la tasa promedia de aumento del nivel del mar durante el siglo XXI supere la tasa media registrada en 1961-2003 ( $1,8 \pm 0,5$  mm/año). La dilatación térmica es el componente más importante, con una contribución del 70-75% de la estimación central de estas proyecciones respecto de todos los escenarios. Los glaciares, los casquetes de hielo y el manto de hielo de Groenlandia contribuirían también positivamente al aumento del nivel del mar. Los MCG indican que, en conjunto, cambios serían posibles en Groenlandia a una escala temporal de milenios pero, dado que no se conocen todavía a fondo los procesos dinámicos del flujo del hielo en ambos mantos de hielo, no cabe excluir un aumento más rápido del nivel del mar a una escala temporal de siglos.

#### 2.3.5.8.- Aplicaciones a los resultados del estudio hidrológico

La ausencia de proyecciones de intensidad de precipitación en escenarios de cambio climático limita en la actualidad el análisis cuantitativo de los posibles cambios en avenidas con un periodo de retorno concreto.

El incremento generalizado de las temperaturas, la posibilidad de un descenso de las precipitaciones, así como una mayor frecuencia y duración de los eventos de sequía previstos por los diferentes escenarios de cambio climático, hace que se espere un descenso considerable del estado de humedad inicial del suelo. Esto implica que frente a eventos de crecida futuros, existirá una cierta capacidad para amortiguar el hipotético incremento, no evidenciado para la zona de estudio, de los riesgos asociados a dichos eventos de crecida.

La ausencia de homogeneidad en los resultados de los diferentes escenarios de cambio climático en la zona de estudio, impide que se pueda considerar que exista una fuente fiable de escenarios que permita actualmente evaluar los efectos del cambio climático sobre los eventos de crecida y las áreas de inundación en el caso de estudio.

Incluir el cambio climático en los estudios hidrológicos es necesario. Sin embargo, la necesidad de disponer de escenarios de futuros no está cubierta en la actualidad para la mayoría de los procesos que se están analizando, lo que se pone de manifiesto en los ejemplos previos. Dada la incertidumbre y la frecuente obtención de resultados en sentidos contrarios, se ha considerado que el esfuerzo necesario para elaborar un estudio detallado con las diferentes propuestas de escenarios, con contradicciones importantes para la zona de estudio, no está justificado. Es por estos motivos por los cuales estas labores no se han realizado en el marco del presente proyecto.

#### 2.3.5.9.- Aplicaciones sobre el tratamiento en el estudio del nivel del mar

Como se ha podido comprobar, la tendencia de cambio es claramente hacia un aumento de nivel del mar, aunque la fuerte incertidumbre y la ausencia de proyecciones fiables hacen que sea muy difícil cuantificar este incremento, de cara a su aplicación a la modelación hidráulica. En general, no existen estudios que asignen un valor de incremento del nivel para la zona de estudio, ya que todos los valores proporcionados se refieren a una genérica alteración a escala mundial y los estudios existentes están, a veces, en desacuerdo entre sí.

Si se analizan, además, los valores proporcionados por los escenarios analizados, se puede observar que las modificaciones en el medio plazo son relativamente pequeñas, del orden de algunos centímetros o decenas de centímetros. Una tan ligera modificación en la condición de contorno de los modelos hidráulicos costeros no supondría ningún cambio en la dinámica de propagación de la inundación.

A pesar de la importancia de un análisis exhaustivo de los efectos del cambio climático sobre el nivel medio del mar en el marco de un estudio de inundabilidad, se puede concluir que, dada la fuerte incertidumbre existente en los datos de partida y en los modelos

utilizados, la escasa concordancia entre resultados de estudios diferentes, la falta de valores específicos para la zona de estudio y la magnitud reducida de las alteraciones prevista, no se justifica la elaboración de un estudio detallado de escenarios de cambio climático y modificación del nivel del mar.

### **2.3.6.- DOCUMENTACIÓN AMBIENTAL INICIAL**

La Ley 9/2006 sobre evaluación de los efectos de determinados planes y programas en el medio ambiente indica en su artículo 19 que una vez que los órganos de la Administración General del Estado y los organismos públicos vinculados o dependientes de ella (en adelante, Órgano promotor) comuniquen al Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino (en adelante, Órgano ambiental) la iniciación de un plan o programa mediante la presentación del documento de inicio, el Órgano ambiental consultará al menos a las Administraciones públicas afectadas, otorgándoles un plazo de 30 días para que remitan sus sugerencias.

La Evaluación Ambiental Estratégica (EAE) sobre evaluación de los efectos de determinados planes y programas en el medio ambiente, es el instrumento que permite integrar los aspectos ambientales en la toma de decisiones que se deriva de la puesta en marcha de los planes y programas.

Los tres objetivos principales de la EAE son:

- a) Comparación de las posibles alternativas para alcanzar los objetivos del Plan, a través de los efectos ambientales de las diferentes alternativas. Elección de la alternativa propuesta tomando en consideración el análisis realizado.
- b) Propuesta de medidas preventivas y correctoras para la alternativa propuesta.
- c) Diseño de un sistema de seguimiento de cumplimiento y eficacia de las medidas adoptadas.

Este documento determina la amplitud y nivel de detalle del informe de sostenibilidad ambiental (ISA) que la Confederación Hidrográfica del Júcar elaboró en un proceso de retroalimentación con el propio diseño del Plan. Tras la información pública y consultas del ISA y de la versión preliminar del Plan se redactó la memoria ambiental de forma conjunta entre el Órgano promotor y el ambiental, la cual contenía las determinaciones finales que debían incorporarse al Plan.

La presentación del Documento de Inicio por parte del Órgano promotor Confederación Hidrográfica del Júcar al Órgano ambiental fue realizada con fecha 23 de marzo de 2010. Con fecha 17 de mayo de 2010 el Órgano ambiental solicita al Órgano promotor la subsanación de algunas carencias identificadas en el Documento de Inicio.

Posteriormente y con fecha 16 de agosto de 2010 el Órgano ambiental remitió solicitud de consultas a cincuenta y seis (56) Administraciones afectadas y público interesado identificados.

## 2.4.- DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL

A continuación se procede a describir brevemente la problemática existente en cada una de las once zonas detectadas con problemas graves de inundación.

### 2.4.1.- Río Girona, Barranco de la Alberca y Barranco de Portelles

La zona estudiada comprende tres cauces principales siendo el río Girona el de mayor importancia, seguido del barranco de la Alberca y en último lugar del barranco de Portelles.

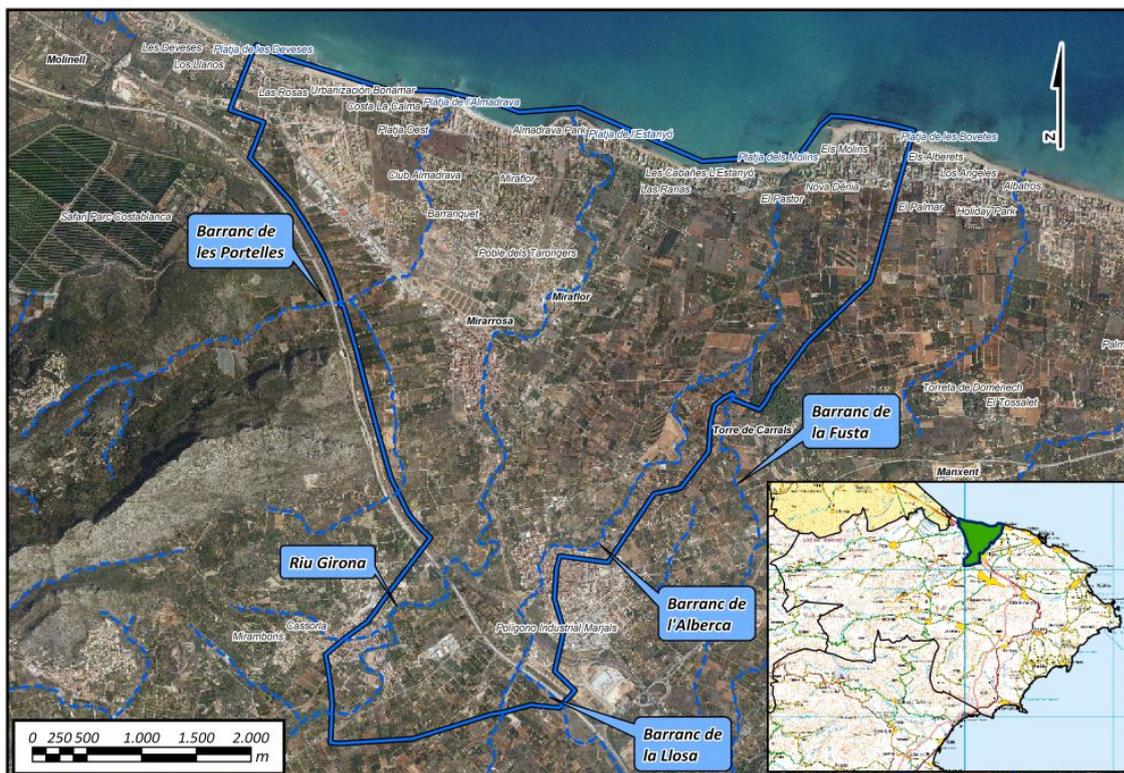


Figura 31. Ámbito de estudio de la zona del río Girona

El barranco del Portelles, en el tramo previo a su desembocadura en el mar, se ha visto afectado por el crecimiento urbanístico de manera desigual al disponer de elementos de protección únicamente en aquellas zonas de ambos márgenes donde se ha producido el desarrollo. Sufriendo, al igual que otros barrancos de la zona, la insuficiencia de las obras de drenaje transversas previstas. En este caso la situación se agrava ya que el punto crítico que condiciona la capacidad de este tramo lo constituye precisamente el paso bajo la antigua N-332 haciendo que la capacidad merme incluso a valores inferiores a  $10 \text{ m}^3/\text{s}$ . Aguas abajo de este punto, y hasta su paso bajo la carretera de las Marinas, presenta un cauce bien definido en la mayoría del tramo con una capacidad aproximada de  $40 \text{ m}^3/\text{s}$ , fácilmente ampliable a unos  $60 \text{ m}^3/\text{s}$ , con algún estrechamiento puntual por los pasos existentes. Una vez atravesado este último obstáculo el cauce se encuentra comprimido

entre las distintas urbanizaciones situadas a ambos márgenes aunque cuenta con espacio para posibles ampliaciones en las proximidades a su desembocadura.

En la siguiente imagen se muestra el estado de la desembocadura tanto del barranco de Portelles como del río Girona:



*Figura 32. Ortofoto del vuelo americano de 1956 de la zona de la desembocadura del Girona y Portelles*

El río Girona se ha estudiado desde la localidad de Beniarbeig hasta su desembocadura al mar, prestando especial interés a su paso por la localidad mencionada además de El Verger y Els Poblets.

El cauce del río Girona presenta desbordamientos generalizados para caudales superiores a  $200 \text{ m}^3/\text{s}$ , siguiendo los caudales desbordados antiguos paleocauces definidos en el estudio geomorfológico, que se encuentran sometidos a una elevada presión urbanística, alentada quizás por el hecho de constituir cauces con caudales periódicos con un período mayor que el del cauce principal. En este sentido se produce un primer desbordamiento del río inmediatamente aguas arriba de Beniarbeig que se conduce hasta su conexión con el barranco de la Alberca justo antes del paso bajo la autovía, agravando la ya de por sí precaria situación de este barranco.

En la curva de  $90^\circ$  hacia la derecha que se encuentra justo en la entrada a la localidad de Beniarbeig se produce una inundación de más  $1,50 \text{ m}$  sobre la cota de los márgenes.

Justo en la curva a  $90^\circ$  que se produce en el río junto a la variante de la Nacional, el río se desborda siguiendo el paleocauce del Clot del Francés con caudales próximos a los  $250\text{-}300 \text{ m}^3/\text{s}$ . Estos caudales están en el entorno de los cuantiles del T10 y el T25. Este comportamiento natural del río Girona se hace patente para cada uno de los cuantiles, llegando a desbordar por el Clot del Francés para el T500 aproximadamente  $700\text{-}800 \text{ m}^3/\text{s}$  de la punta procedente del río Girona.

Se ha efectuado un estudio de la capacidad hidráulica existente desde aguas arriba del Vergel y hasta la llegada al puente de la carretera de las Marinas. En la actualidad la capacidad está condicionada por obras de paso, en concreto el último puente (del ferrocarril) en el Vergel y el primer puente de Els Poblets, reducen la capacidad del tramo. Se producen desbordamientos generalizados para el entorno de los 200-250 m<sup>3</sup>/s por lo que la población del Vergel y Els Poblets tiene un riesgo de inundaciones en el entorno del T10-T25.

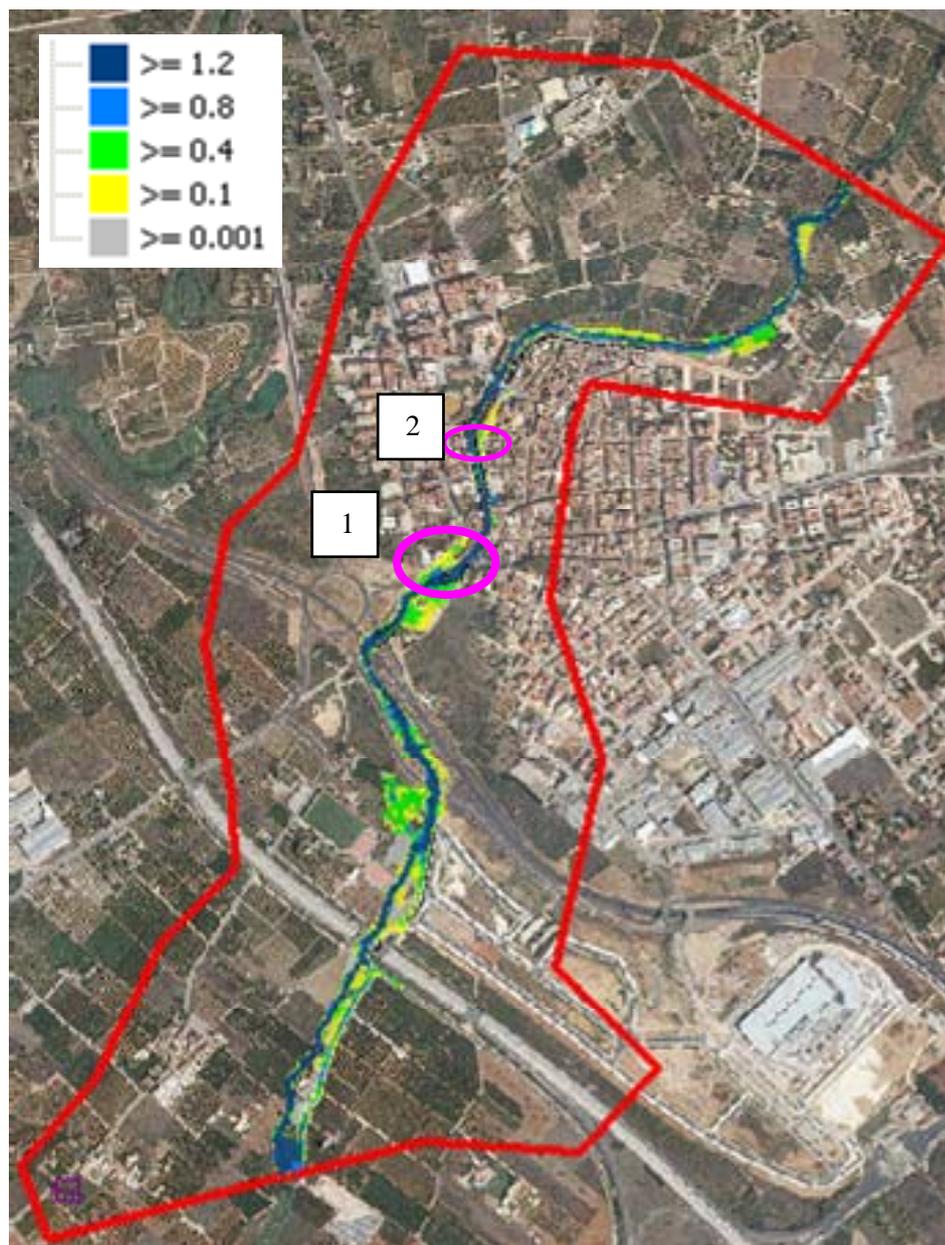
El barranco de la Alberca discurre por el interior de Ondara. Presenta problemas de desbordamientos puntuales en la entrada del pueblo, junto a la variante de Ondara y que afectan negativamente a la población para bajos periodos de retorno T10-T25. En cualquier caso y para elevados periodos de retorno, la autopista ejerce de barrera artificial del barranco de la Alberca, derivando el excedente del caudal hacia el cauce del río Girona. Antes de la población existen una serie de barrancos que acaban llevando toda su agua hasta el punto de entrada del barranco de la Alberca a Ondara. En su interior el barranco de la Alberca presenta una capacidad hidráulica en el entorno de los 150-200 m<sup>3</sup>/s. Aguas abajo el barranco de la Alberca recibe las aguas del barranco de Agualós o de la Fusta, produciéndose desbordamientos junto a la carretera CV-730 de las Marina afectando a las viviendas ubicadas entre la misma y la playa.

#### 2.4.1.1.- T10

Se analizarán separadamente los tres submodelos (Ondara (Alberca), Denia1 (Alberca Desembocadura) y Girona) de la zona analizada.

##### 2.4.1.1.1.- Alberca

Para el período de retorno de 10 años en el casco urbano de Ondara comienza a notarse zonas con posibles desbordamientos pero que para este período de retorno no ocasiona problemas significantes.



**Figura 33. Peligrosidad de inundación asociado al T10 en Ondara por el Barranco de la Alberca.**

Para el período de retorno de 10 años en la zona costera de Denia, se desborda el canal principal del barranc de L'Alberca sin producirse afecciones a viviendas hasta la desembocadura del barranco donde sí se producen inundaciones con calados inferiores a 80 cm. El nivel máximo al paso de la carretera CV730 es de 1.9 msnm.

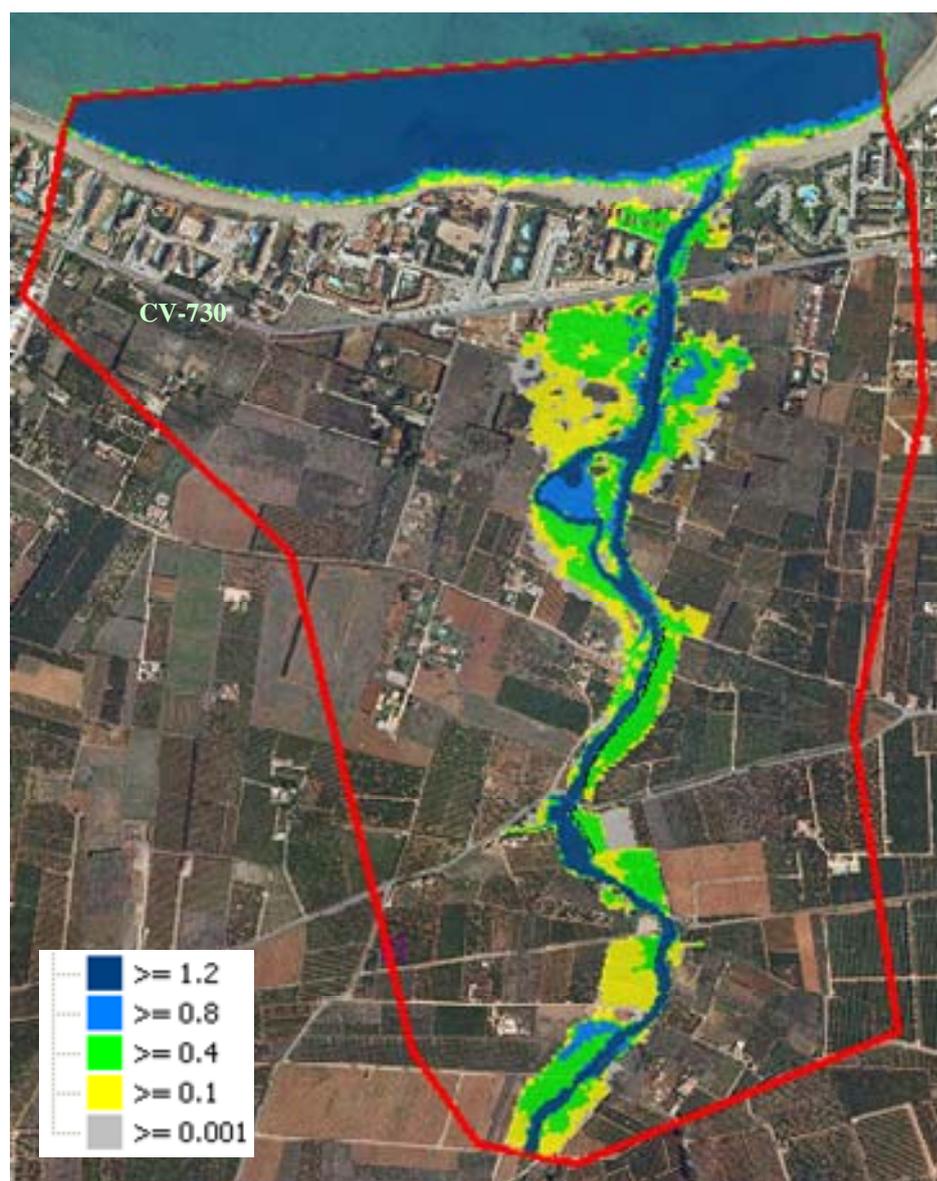


Figura 34. Peligrosidad de inundación asociado al T10 en Denia por el Barranco de la Alberca.

#### 2.4.1.1.2.- Girona-Portelles

El río Girona tiene capacidad suficiente hasta llegar a las urbanizaciones de Mirarrosa (Els Poblets) donde se producen desbordamientos. Parte de los desbordamientos vuelven a encauzarse al río y otros continúan por los campos y las urbanizaciones hasta llegar al mar afectando a las viviendas que atraviesa con calados inferiores a 10 cm.

En el barranc del Portelles se producen desbordamientos generalizados debido a la poca capacidad del cauce en su tramo aguas arriba justo bajo la variante. Los flujos principales de los desbordamientos siguen dirección noroeste con calados inferiores a 10 cm. El cauce tiene una capacidad máxima de 20 m<sup>3</sup>/s siendo este el tope que produce desbordamientos. En la desembocadura se producen desbordamientos, debido a la carretera de las marinas, afectando a las urbanizaciones de la costa.



*Figura 35. Peligrosidad de inundación asociado al T10 en Denia por el Barranco de la Alberca.*

#### 2.4.1.2.- T100

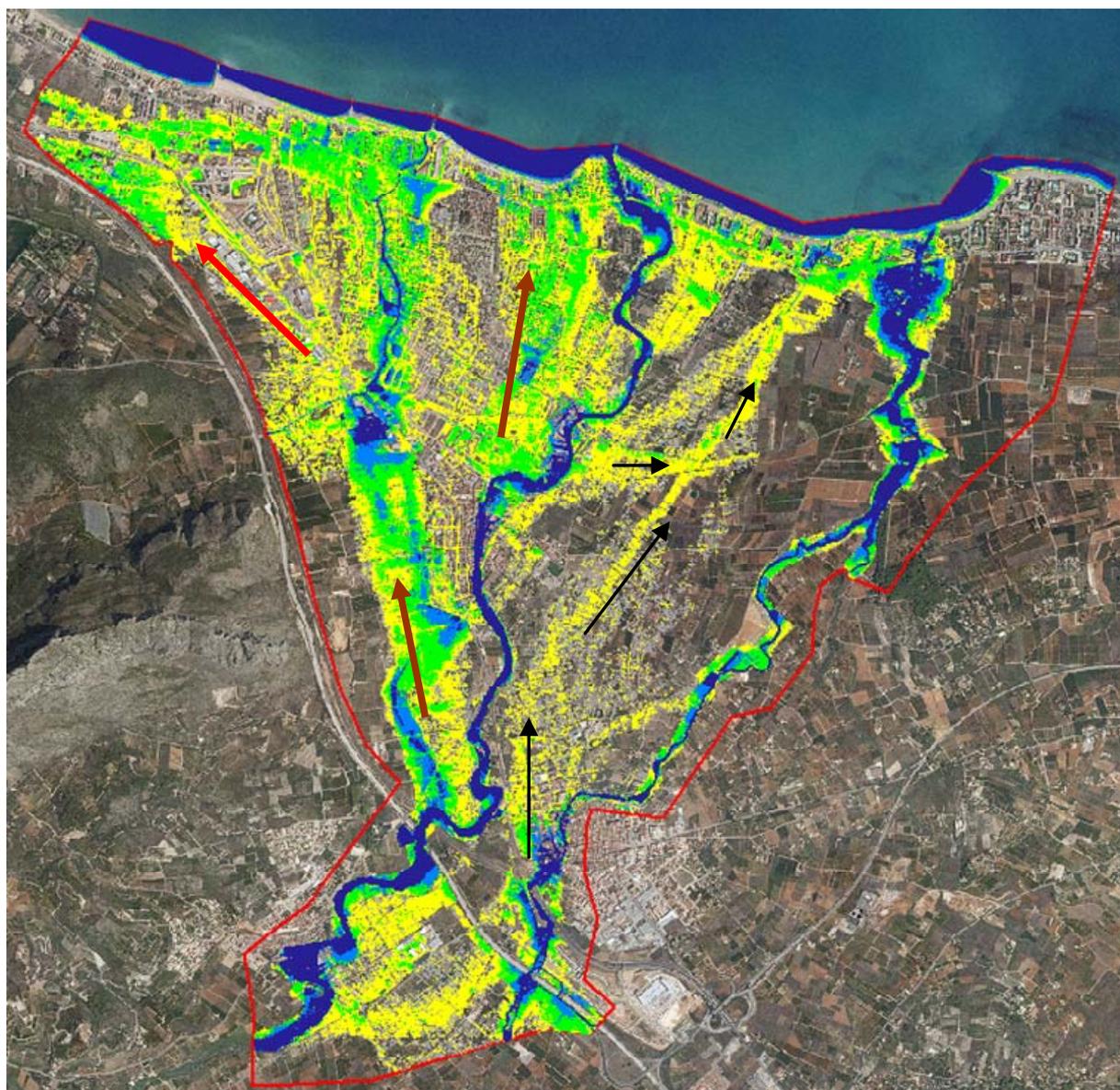
Se produce una interacción de los caudales desbordados del río Girona, barranco de Portelles y barranco de la Alberca.

En Ondara se producen inundaciones en la entrada al casco urbano debida a la poca capacidad del barranco en esta zona, afectando a la población. En el tramo de la desembocadura, los flujos desbordados por la carretera de las marinas se unen con los caudales provenientes del río Girona, afectando a las urbanizaciones de la costa.

En el río Girona se producen desbordamientos por su margen derecha en su tramo cabecero dirigiéndose hacia el barranc del alberca uniéndose con los caudales provenientes de su cuenca. Se afectan a las viviendas de la margen derecha del río en Beniarbeig. Aguas

abajo de la autovía AP7 se generan desbordamientos hacia el paleocauce del Clot del Francés derivándose un caudal máximo de 210 m<sup>3</sup>/s uniéndose luego con los desbordamientos del Portelles. Desde el Verger se producen inundaciones generalizadas con calados que superan los 40 cm afectando a toda la zona dels Poblets y la parte de la costa por la carretera de las marinas.

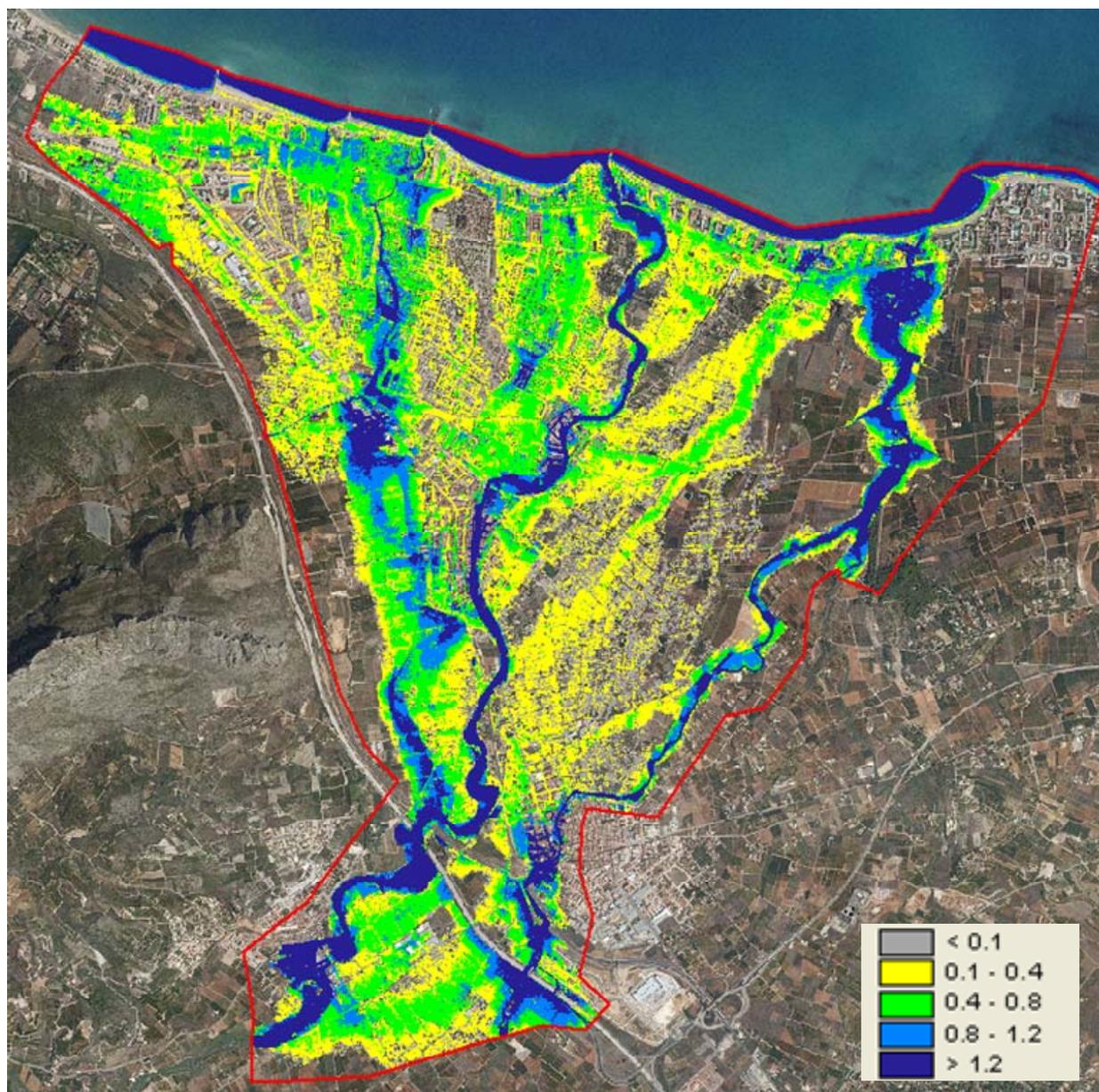
El barranc de Portelles no tiene capacidad suficiente al tener una sección muy pequeña en la cabecera, desbordando desde aguas arriba e inundando toda la zona de las urbanizaciones cercanas al mismo.



**Figura 36. Peligrosidad de inundación asociado al T100 por el Barranco de la Alberca, Portelles y Girona.**

### 2.4.1.3.- T500

Se puede observar, al igual que para T100, que la zonas principales de inundación siguen las direcciones de los paleocauces del río Girona. Se producen inundaciones generalizadas en la zona afectando gran parte de los pueblos cercanos a los cauces y las urbanizaciones costeras. El ámbito de la inundación es muy similar al del T100 pero con mayores calados.



**Figura 37. Peligrosidad de inundación asociado al T500 por el Barranco de la Alberca, Portelles y Girona.**

### 2.4.2.- Barranco del Alter en Denia

El barranco de l'Alte en su tramo final, previo a su desembocadura en el mar, se ha visto afectado por el crecimiento de la Marina de Denia a lo largo de la costa en los últimos años. Se corresponde con el modelo Denia 2



Figura 38. Ámbito de estudio de la zona del barranco del Alter

El tramo estudiado muestra, prácticamente en todo su trazado, una importante alteración de origen antrópico en relación a su estado natural, entre cultivos de cítricos fundamentalmente y en los últimos 300 m, hasta su desembocadura en el mar, entre urbanizaciones. A lo largo del tramo de estudio, el barranco del Alter se ve cruzado por dos carreteras comarcales, la CV-730 carretera de Las Marinas y la CV-723 Camino de Gandía a Denia.

Como suele ser habitual en las carreteras comarcales, locales y caminos vecinales en el Levante Español, cada cruce de un barranco por alguna de estas vías suele suponer un estrechamiento del mismo. En este caso se aprecia una falta de capacidad del cauce en los modelos hidráulicos realizados, siendo confirmada en la visita de campo, agravándose esta situación según la modelización se realiza para caudales mayores que el asociado a un periodo de retorno de  $T=10$  años.

El barranco se desborda en la parte alta del tramo estudiado, a unos 1380 m de su desembocadura en el mar, aguas arriba de un estrechamiento que produce la intersección con un camino agrícola. En este punto afecta a las parcelas de ambas márgenes, pero es

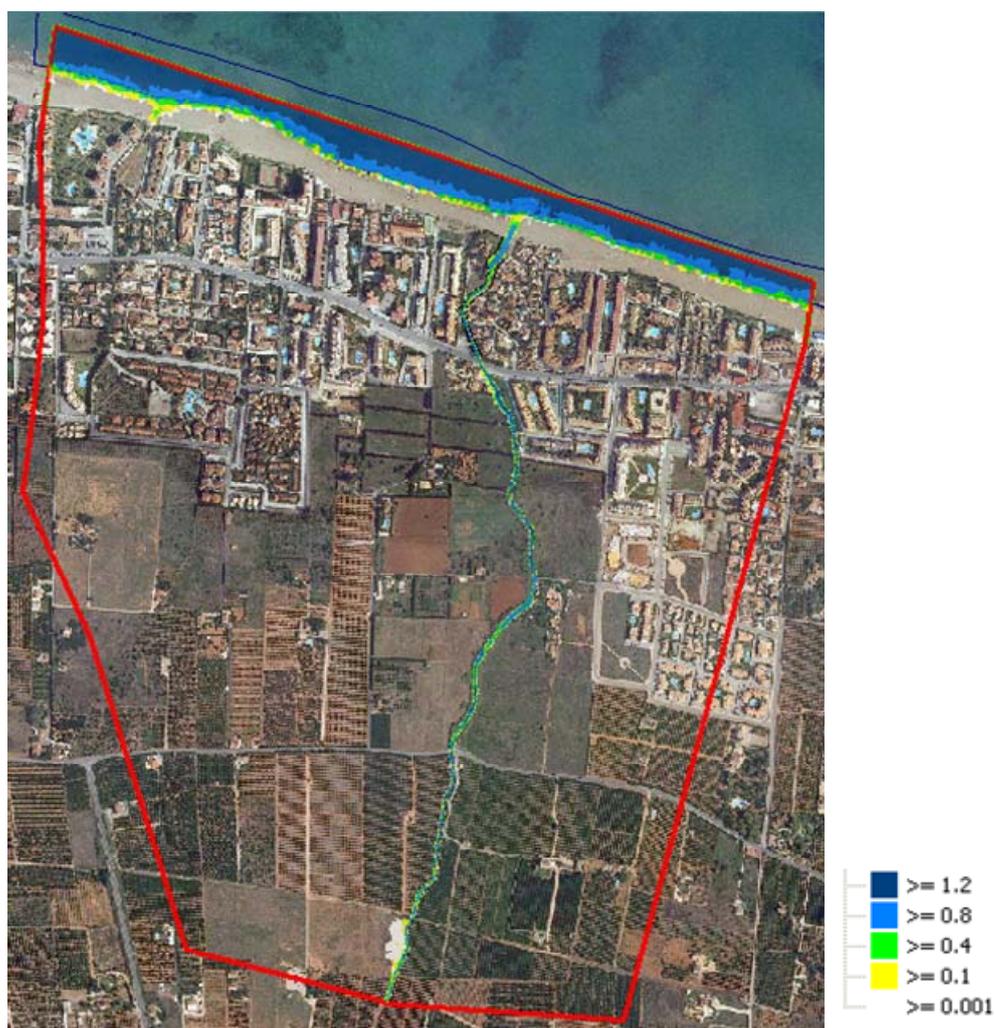
más extensa la inundación en la margen izquierda. Desde el inicio del tramo de estudio y hasta el cruce con la carretera CV-723 el barranco está encauzado mediante muros de diferente tipología (mampostería, hormigón, prefabricados de bloques de hormigón, etc).

El siguiente punto problemático se encuentra en la intersección con la carretera CV-723, en él, el barranco de l'Alter cruza a través de una obra de drenaje transversal claramente insuficiente desde el punto de vista de capacidad hidráulica. A partir de este cruce el barranco deja de estar encauzado hasta las proximidades del cruce con la carretera de Las Marinas. En ambas márgenes existen unos taludes de tierra, la excepción la constituyen unos muros situados sobre la margen derecha en el entorno de la Casa de Cardona (en el paraje de Les Bovetes Nord).

El siguiente estrechamiento que provoca desbordamientos es el cruce con la carretera CV-730 de Las marinas, en su entorno el barranco se encuentra encauzado por unos muros, que por tramos son de mampostería, o de hormigón, recrecidos con bloques prefabricados de hormigón, etc., discurriendo entre urbanizaciones.

Por último el tramo final desemboca en la playa donde los restos de los muros del encauzamiento se adivinan entre la arena. El problema en esta parte final, consiste en el obstáculo que representa, para el desagüe del barranco, la barra de arena que cierra su desembocadura.

### 2.4.2.1.- T10

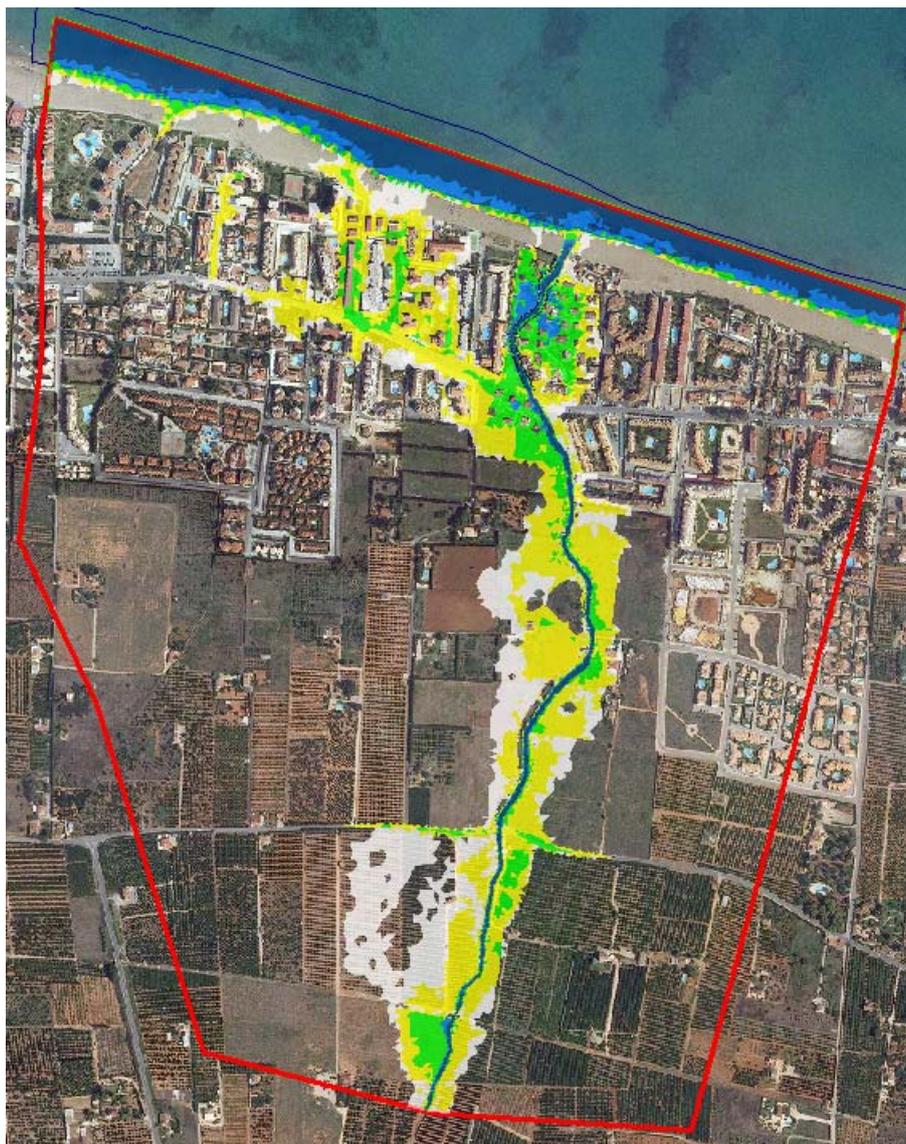


*Figura 39. Ámbito de estudio de la zona del barranco del Alter*

Para el período de retorno de 10 años no se producen desbordamientos del barranco modelado.

### 2.4.2.2.- T100

Los mayores problemas detectados se producen en la desembocadura del barranco tanto en margen izquierda como derecha. La carretera CV730 (de las marinas) actúa como conductor de las aguas desbordadas aguas arriba dirigiéndolas hacia el oeste inundando viviendas alejadas del barranco. Se puede observar que la capacidad del cauce es insuficiente desde su tramo cabecero.



*Figura 40. Peligrosidad del barranco del Alter para el T100*

#### 2.4.2.3.- T500

Para un período de retorno de 500 años se producen inundaciones con calados máximos superiores a los 40 cm a lo largo de toda la costa. En las inmediaciones del barranco los calados superan los 80 cm.

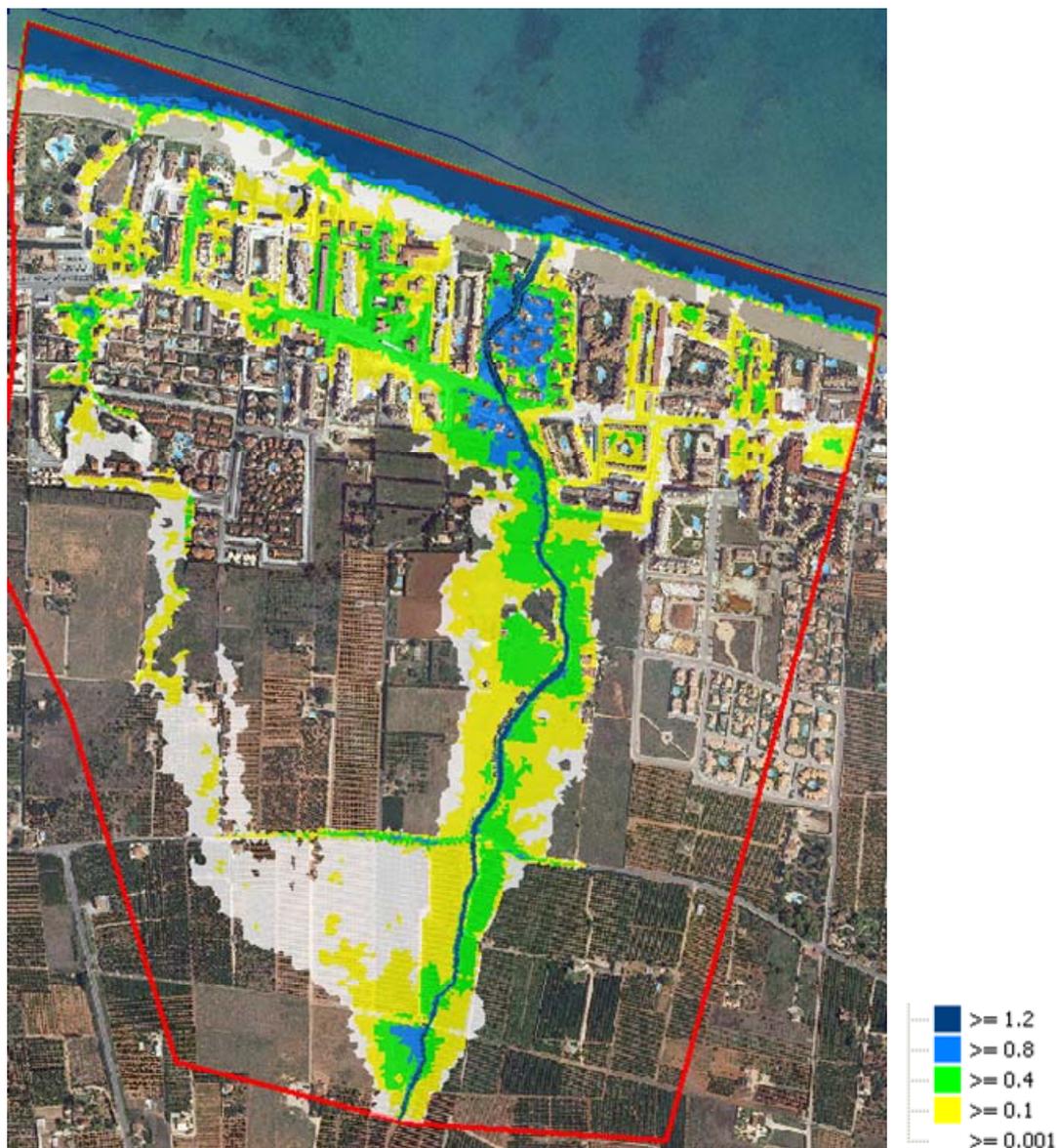


Figura 41. Peligrosidad del barranco del Alter para el T500

### 2.4.3.- Barranco del Regatxo en Denia

El barranco del Regatxo en el tramo previo a su desembocadura en el mar, se ha visto afectado por el crecimiento de la Marina de Denia a lo largo de la costa en los últimos años y el desarrollo de los polígono industriales al oeste de la ciudad. Se corresponde con el modelo Denia 3



Figura 42. Ámbito de estudio de la zona del barranco del Regatxo

El tramo estudiado muestra, prácticamente en todo su trazado, una importante alteración de origen antrópico en relación con el estado natural, entre cultivos de cítricos fundamentalmente y en los últimos 1.000 m, hasta su desembocadura en el mar, entre calles y urbanizaciones. A lo largo del tramo de estudio, el barranco del Regatxo se ve cruzado por dos carreteras comarcales, la CV-730 carretera de Las Marinas y la CV-723 Camino de Gandía a Denia, los caminos de Denia a Pego, del Assagador de las Monjas y de la Bota. Además cruza las calles de Assagador Marjal y del Marjal.

Como suele ser habitual en las carreteras comarcales, locales y caminos vecinales en el Levante Español, cada cruce de un barranco por alguna de estas vías suele suponer un estrechamiento del mismo. En este caso se aprecia una falta de capacidad del cauce en los modelos hidráulicos realizados, siendo confirmada en la visita de campo, agravándose esta situación según la modelización se realiza para caudales mayores que el asociado a un periodo de retorno de T=10 años.

El barranco se desborda en la parte alta del tramo estudiado, a unos 1650 m de su desembocadura en el mar, aguas arriba de un estrechamiento que produce la intersección con la carretera CV-723 (Camino de Gandía). En esta área se ven afectadas básicamente las parcelas de la margen izquierda para el caudal de  $22.5 \text{ m}^3/\text{s}$  (T=10 años). Desde este punto, tras cruzar dicha carretera, el trazado del cauce del barranco corre hacia el este, por el lado norte de de la calzada, actuando ésta de parapeto, por lo que los desbordamientos se producen de nuevo por la margen izquierda. Hasta el P.K. 1+150, en el que gira hacia el norte.

El siguiente punto problemático se encuentra en la intersección con la calle del Marjal, bajo la cual cruza el barranco del Regacho a través de una obra de drenaje transversal claramente insuficiente desde el punto de vista de capacidad hidráulica, puesto que produce un gran embalse de agua que afecta a todo el entramado urbano situado hacia el oeste y el norte de este punto. A partir de este cruce el barranco sigue el trazado urbano de las calles en dirección norte hacia la Playa de Las Marinas.

En este tramo se producen nuevos desbordamientos, asociados a las dos obras de drenaje transversal (puentes), el cruce de la calle Assagador Marjal y la carretera de Las Marinas (CV-730). En muchos casos la sección de paso para el caudal asociado al periodo de retorno de 10 años es insuficiente.

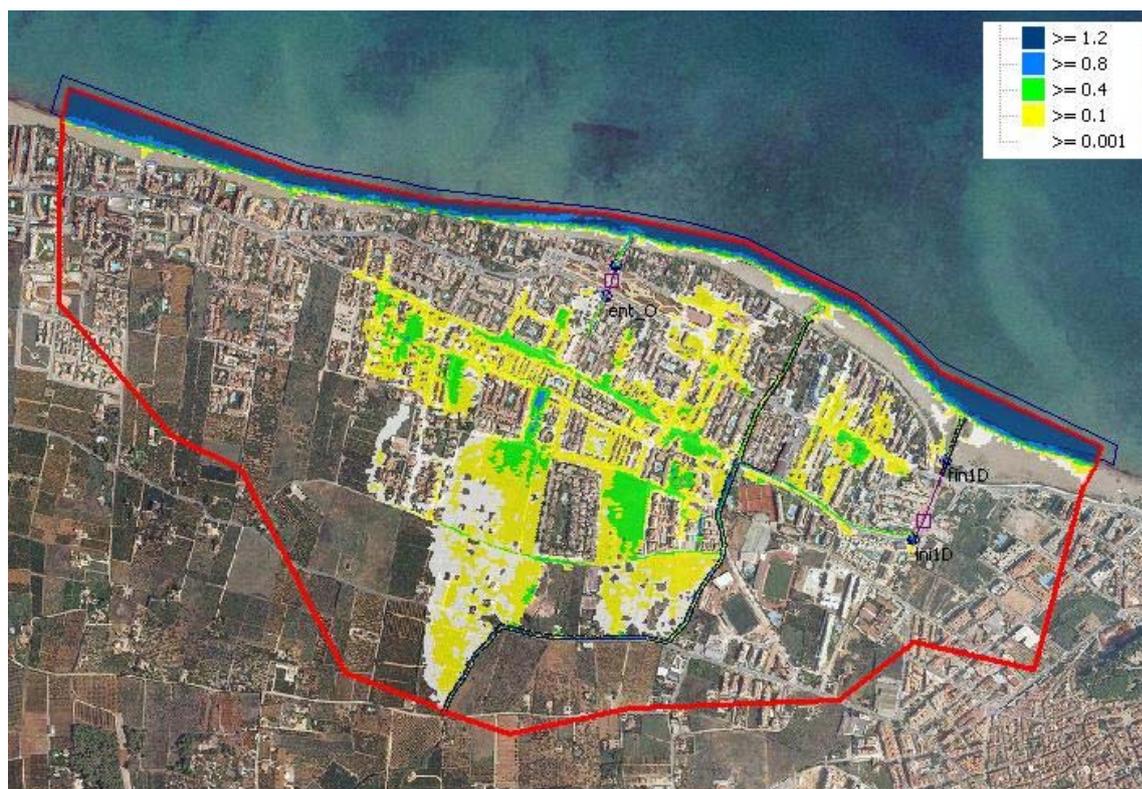
El desbordamiento en el puente de la calle Assagador Marjal, discurre por esta misma vía buscando en punto bajo del área de Els Ullals.

Por último el tramo final del barranco desemboca en la playa donde los restos de los muros del encauzamiento se distinguen entre la arena. El problema en esta parte final, consiste en el obstáculo que representa, para el desagüe del barranco, como en anteriores ocasiones, la barra de arena que cierra su desembocadura.

Desde el inicio del tramo de estudio y hasta su desembocadura el barranco del Regacho está encauzado mediante muros de diferente tipología (mampostería, hormigón, prefabricados de bloques de hormigón, etc) con solera de hormigón, con una sección media estimada de entre 4.50 y 5.0 m de anchura y altura de muros de unos 2.0 m.

#### 2.4.3.1.- T10

Para el período de retorno de 10 años se producen desbordamientos a lo largo del barranco del Regatxo que afectan las urbanizaciones costeras superando en algunas zonas los 40 cm. La inundación se produce por una falta de capacidad del barranco en su ámbito urbano, y el desbordamiento generalizado que se produce junto a la carretera CV-723.



**Figura 43. Peligrosidad del barranco del Regatxo para el T0**

#### 2.4.3.2.- T100

Se producen desbordamientos generalizados en la mayoría de las urbanizaciones costeras debido a la falta de capacidad del barranco antes de llegar a las mismas, pudiendo este desaguar un máximo de 8 m<sup>3</sup>/s. El colector situado al este del modelo funciona desaguando 1.5 m<sup>3</sup>/s y el situado al oeste 6 m<sup>3</sup>/s. Se aprecia que la inundación media producida se ubica en el entorno de los 65 cm

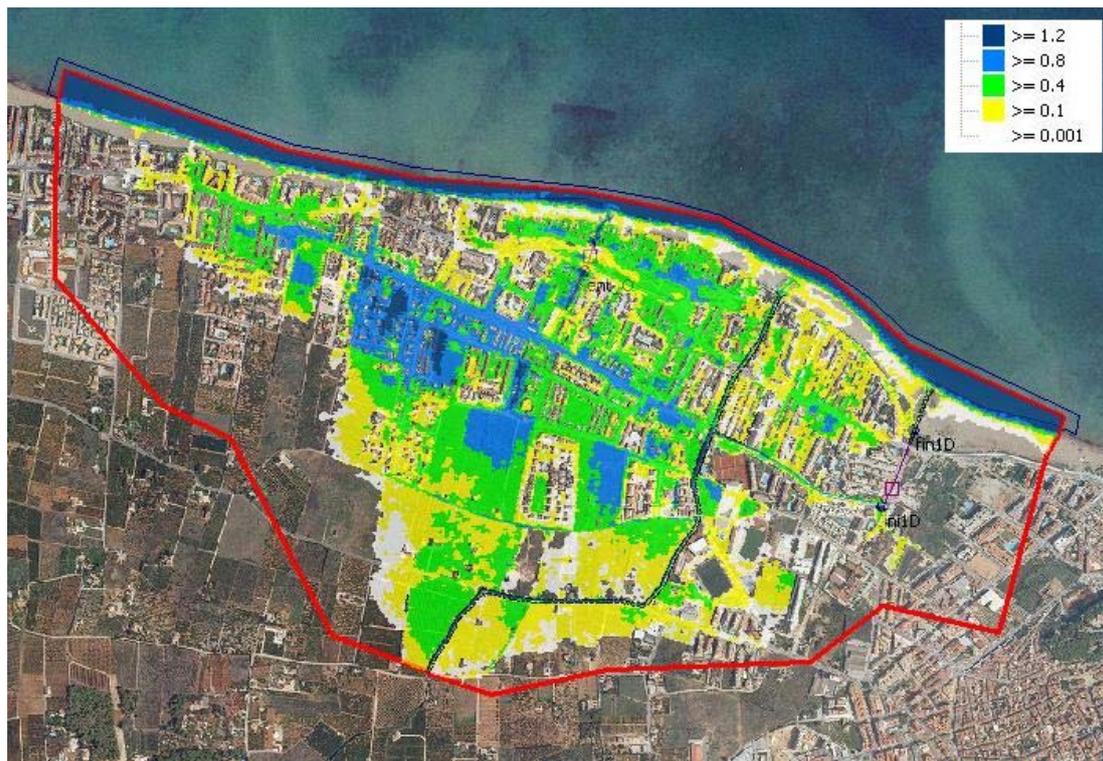


Figura 44. Peligrosidad del barranco del Regatxo para el T100

#### 2.4.3.3.- T500

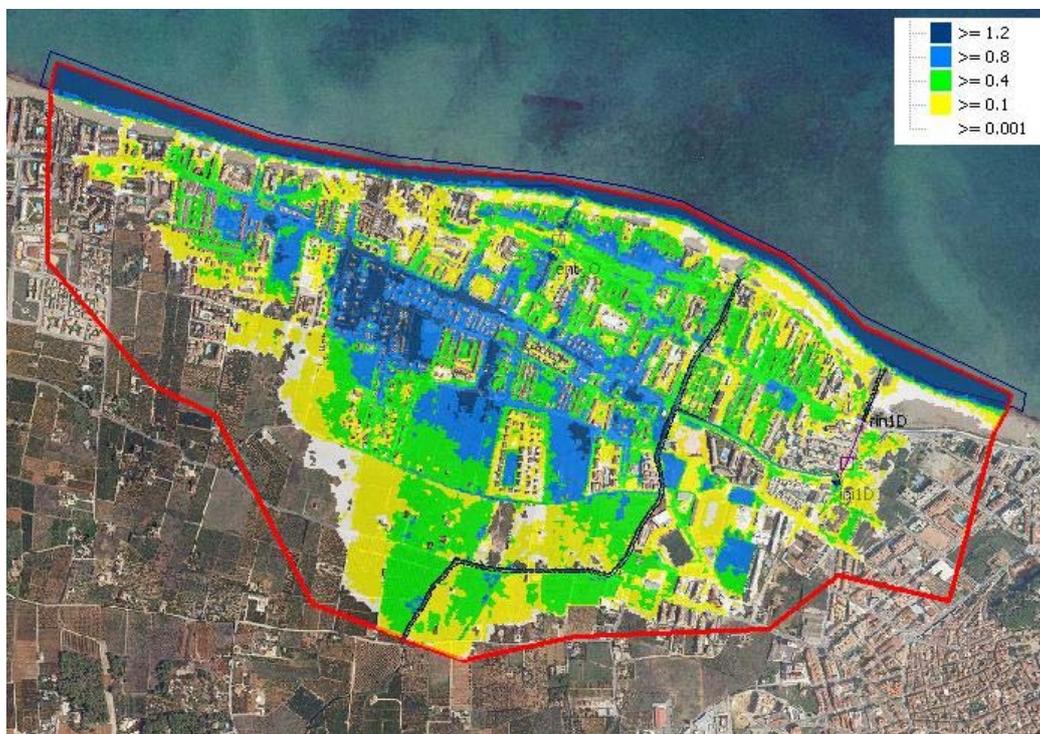


Figura 45. Peligrosidad del barranco del Regatxo para el T500

Al igual que para T100 se producen inundaciones generalizadas, concentrándose en algunas zonas calados de más de 120 cm. El colector situado al este del modelo desagua 4 m<sup>3</sup>/s y el situado al oeste 8 m<sup>3</sup>/s.

#### 2.4.4.- Coll de Pou y barrancos del Montgó en Denia

El barranco de Coll de Pou y cauces secundarios a su paso por la localidad de Denia se han visto afectados por el crecimiento de esta localidad en los últimos años. Se corresponde con el modelo Denia 4.

El tramo estudiado muestra una importante alteración de origen antrópico en relación a su estado natural, presentando incluso el soterramiento reciente del cauce en su tramo bajo, de unos 1500 m y que discurre bajo las calles de la población.

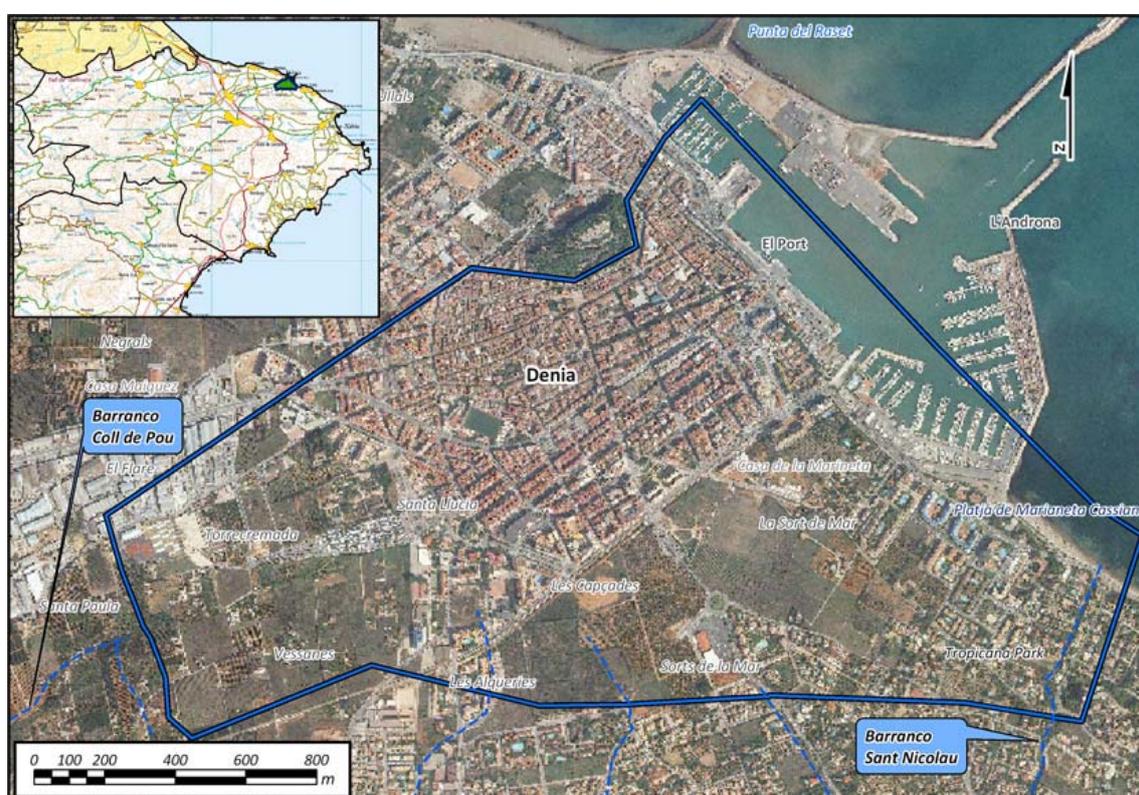


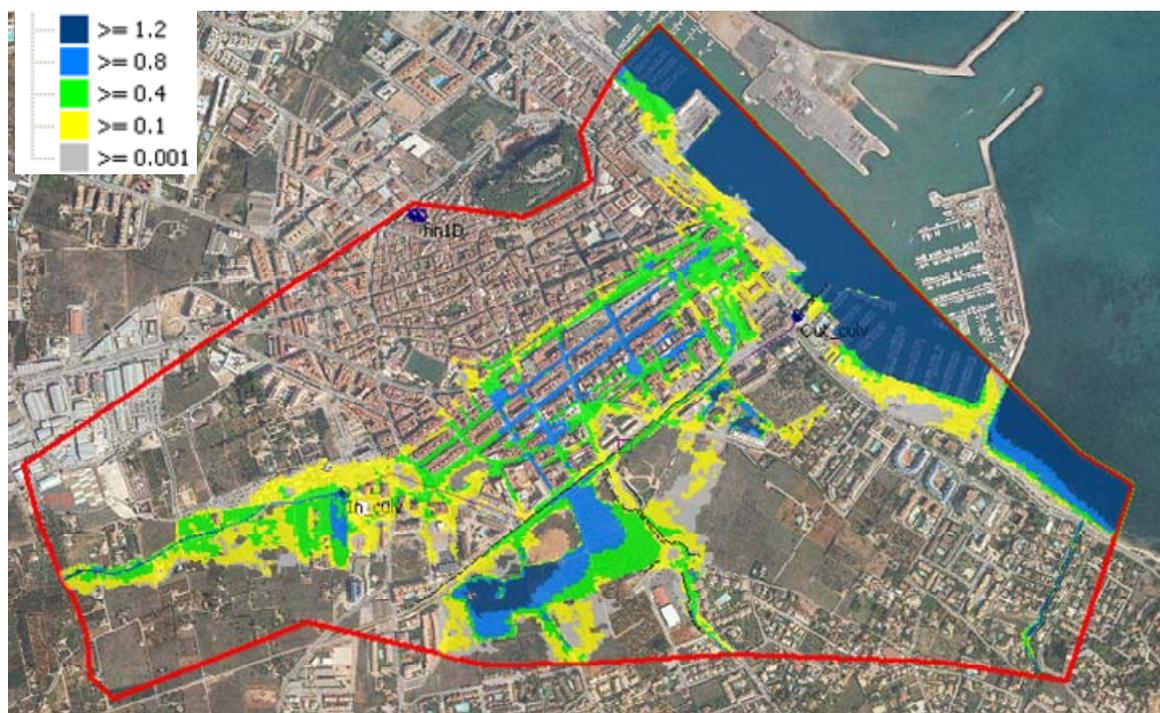
Figura 46. Ámbito de estudio de la zona del barranco del Coll de Pou

Debido al estrechamiento sistemático del cauce se aprecia la absoluta incapacidad del mismo en los modelos hidráulicos realizados, siendo confirmada en la visita de campo, y agravándose esta situación para los caudales mayores.

El barranco de Coll de Pou se desborda a lo largo de todo el tramo de estudio afectando a las parcelas en el entorno de su entrada a la localidad. Ya en la zona urbana la situación se presenta especialmente grave, donde el desbordamiento producido, incluso por la avenida de período de retorno T=10 años, afectaría a toda la mitad sur de la población.

#### 2.4.4.1.- T10

Para periodos de retorno de 10 años se producen inundaciones dentro de la ciudad de Denia debido a que gran parte de esta está situada en la desembocadura del barranco de Coll Pou y de los barrancos de la salinas del Montgó. Se detectan zonas que superan los 80 cm de calado dentro de la ciudad.



*Figura 47. Peligrosidad en Denia para el T10 asociado al barranco del Coll de Pou y barrancos del Montgó.*

#### 2.4.4.2.- T100

Para 100 años de período de retorno el ámbito de inundación es ligeramente superior aguas arriba del Barranco del Coll de Pous, siendo la afección al casco urbano similar a la del T10 pero con unos calados mayores. Se detectan zonas de la ciudad que se encuentran con calados de más de 1,20 m, llegándose a encontrar algunas zonas con calados superiores al 1,5 m.

Todas las aguas procedentes del barranco del Coll de pous y los barrancos del Montgó desembocan a la ciudad construida en un antiguo saladar, además y según la cartografía, la zona central es un poco más profunda, adquiriendo la forma de un cuenco.

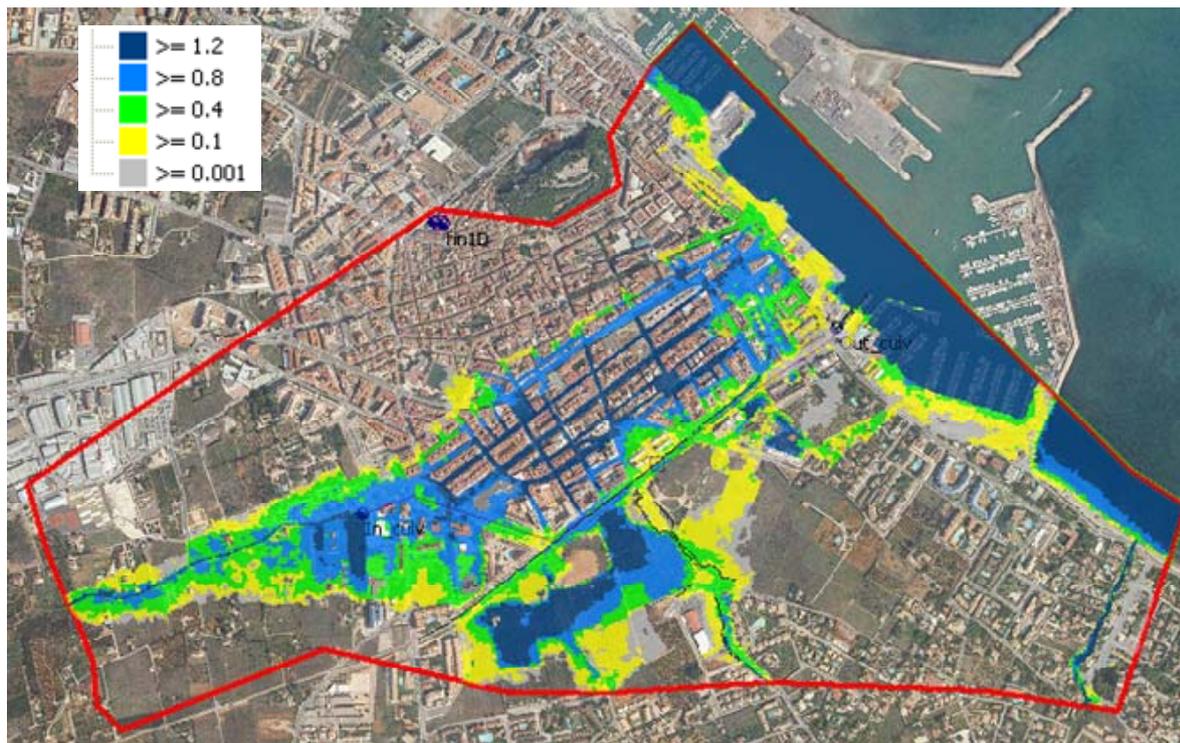


Figura 48. Peligrosidad en Denia para el T100 asociado al barranco del Coll de Pou y barrancos del Montgó.

#### 2.4.4.3.- T500

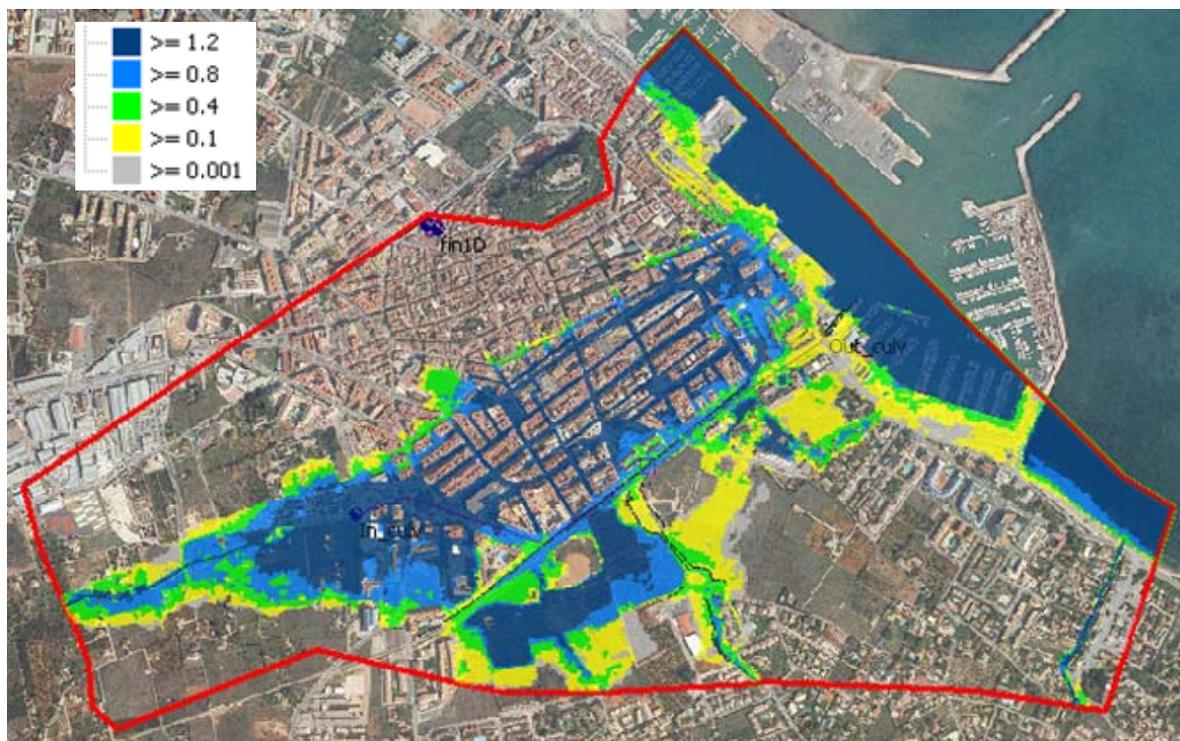


Figura 49. Peligrosidad en Denia para el T500 asociado al barranco del Coll de Pou y barrancos del Montgó.

Para 500 años los calados en las calles llegan a alcanzar los 2 metros de altura con inundaciones generalizadas dentro de la ciudad al igual que para T100. Los caudales que puede desaguar el culvert del barranco de Coll de Pou alcanzan un máximo de 22 m<sup>3</sup>/s.

#### 2.4.5.- Barranco de Orbeta en Orba

El barranco de Orbeta a su paso por la localidad de Orba se ha visto afectado por el crecimiento de esta localidad en los últimos años. Se corresponde con el modelo Orba.

El tramo estudiado muestra, en distintas zonas, una importante alteración de origen antrópico en relación a su estado natural, presentando incluso un tramo de unos 150 m en los que el cauce se encuentra bajo la carretera CV-731.

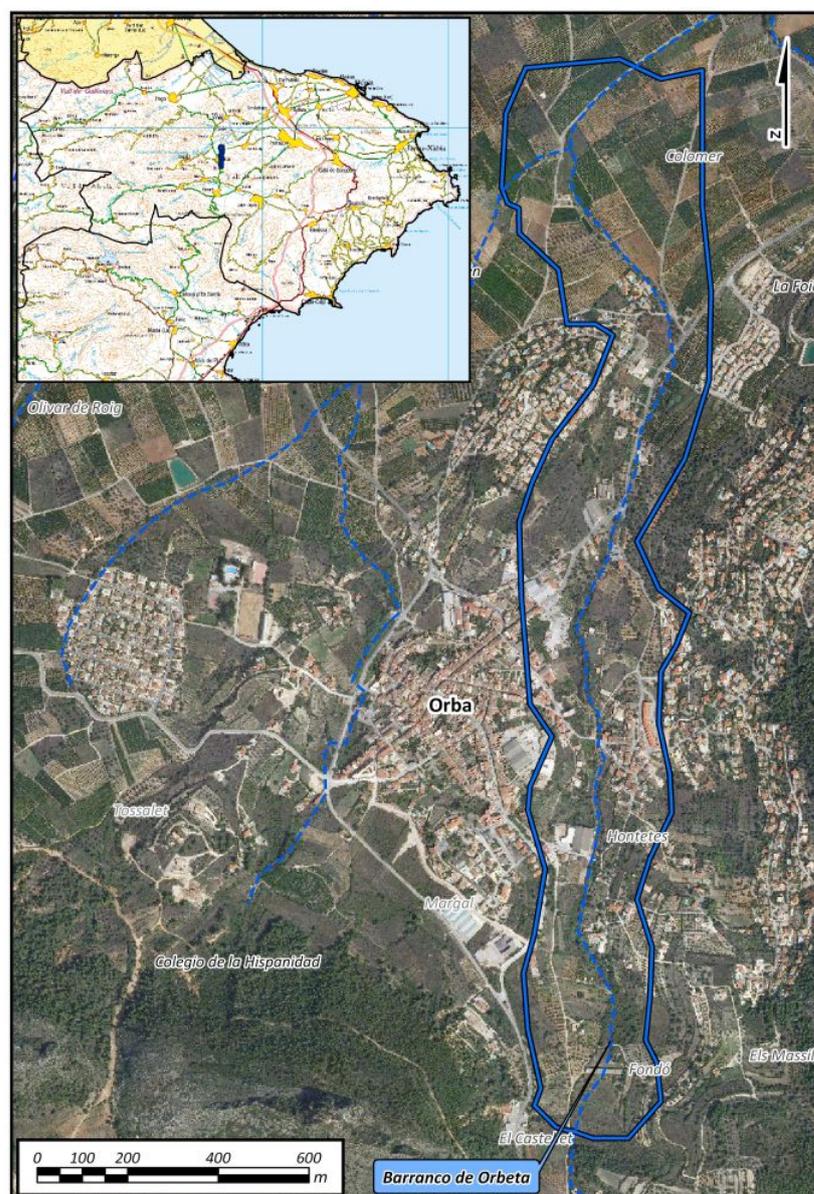


Figura 50. Ámbito de estudio de la zona del barranco de Orbeta

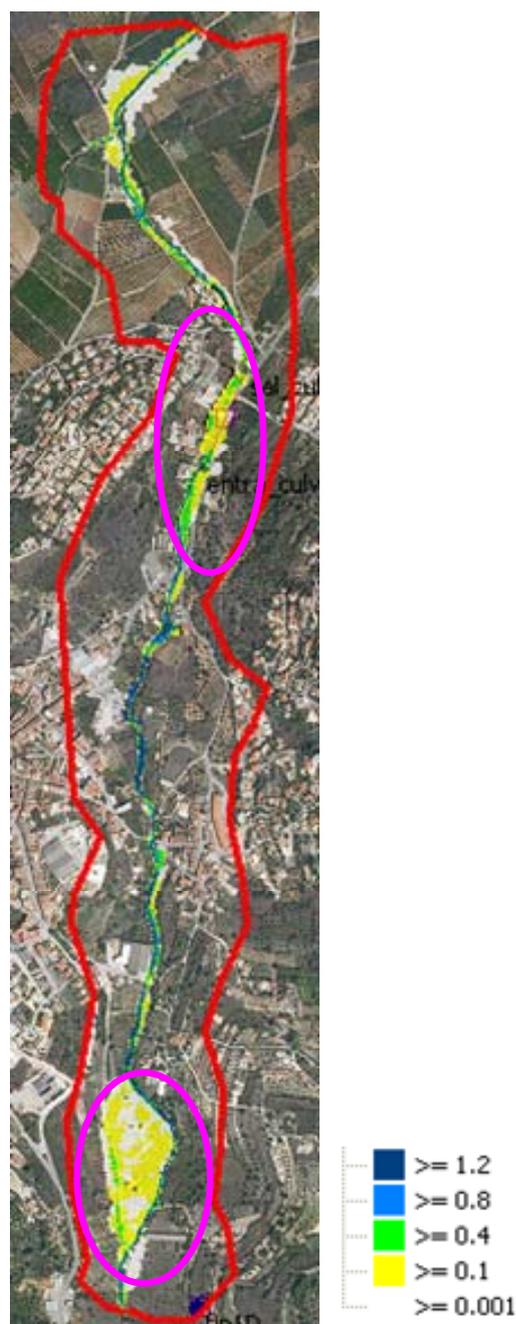
En este caso se aprecia una falta de capacidad del cauce en los modelos hidráulicos realizados, siendo confirmada en la visita de campo, agravándose esta situación para los caudales mayores.

El barranco se desborda aguas arriba afectando algunas parcelas en el entorno de su entrada a la localidad. Se produce además el desbordamiento debido al estrechamiento justo en la salida del barranco del pueblo, causado por un puente insuficiente bajo la carretera CV-731 a un lado de la misma.

A partir de este punto el barranco discurre con un encauzamiento insuficiente junto a la carretera hasta pasar encauzada bajo la misma desembocando junto al camino que conduce hasta la depuradora.

#### 2.4.5.1.- T10

Para períodos de retorno de 10 años el Barranco de la Orbeta tiene capacidad suficiente con problemas de capacidad solo en dos zonas, las cuales están indicadas en la figura siguiente. En la zona sur se producen desbordamientos que afectan a distintas viviendas con calados inferiores a 10 cm y en la zona norte el cauce termina en un paso inferior con una capacidad aproximada de 10 m<sup>3</sup>/s donde la mayor parte de los desbordamientos se generan antes de entrar al mismo. En la siguiente figura se pueden ver estas dos zonas y los calados máximos en toda la extensión del modelo.

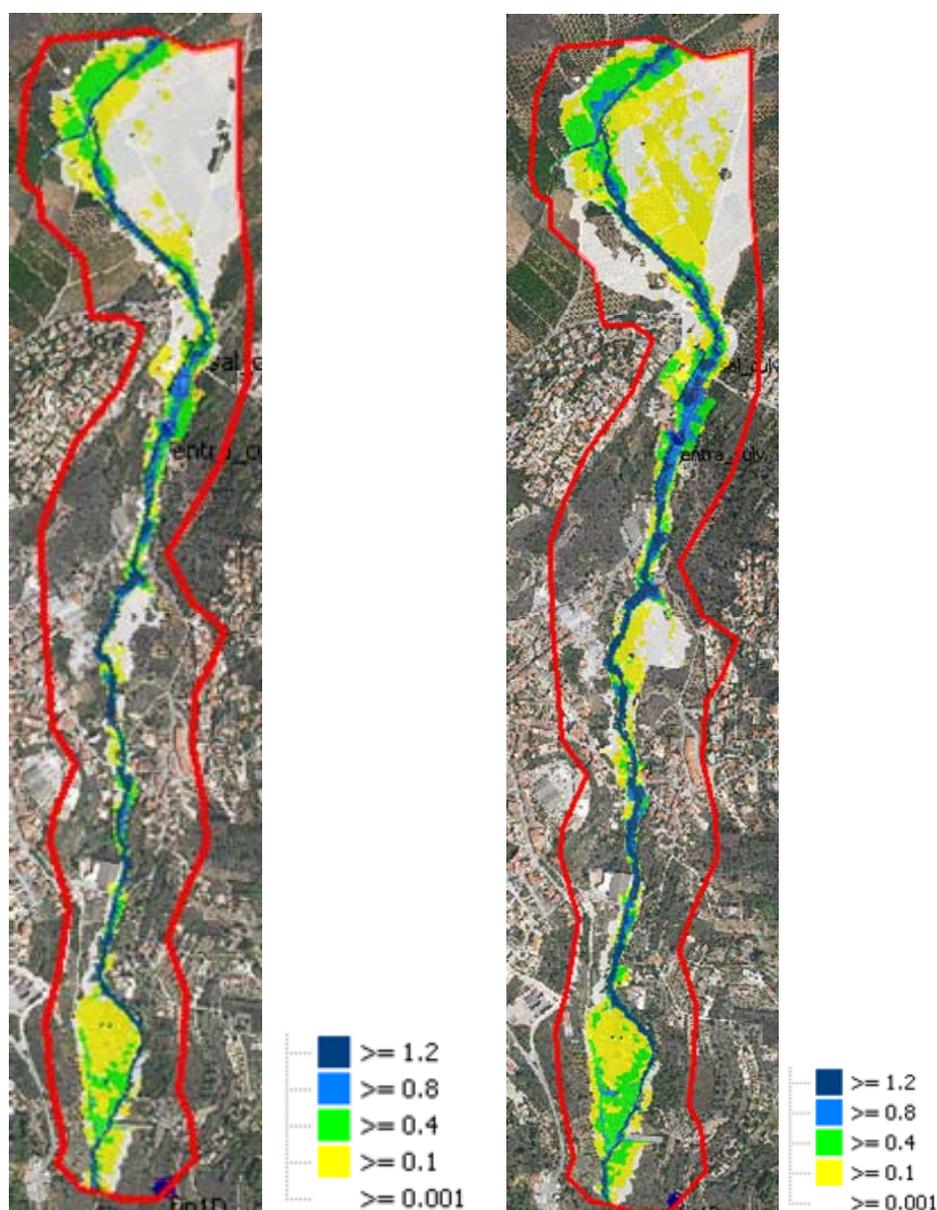


**Figura 51. Peligrosidad en Orba para el T10 asociado al barranco de Orbeta**

#### 2.4.5.2.- T100

Para 100 años se han simulado dos eventos 2-2-164 (figura derecha) y 3-1-605 (figura izquierda) con caudales picos correspondientes a los 100 años pero con volúmenes diferentes. Esta doble simulación se realiza para comparar y analizar diferentes eventos que correspondan al mismo período de retorno pero que podrían causar inundaciones diferentes. En este caso los resultados son casi idénticos como se puede observar en las siguientes imágenes.

Al igual que en las anteriores simulaciones las zonas con problemas son las mismas pero con calados mayores. En la zona de desaparición del cauce se ven afectadas viviendas que limitan con el barranco de la Orbeta por margen izquierda (ver siguiente figura)



**Figura 52. Peligrosidad en Orba para el T100 y T500 respectivamente asociado al barranco de Orbeta**

#### 2.4.5.3.- T500

Los problemas de desbordamientos para este período de retorno se concentran en las mismas zonas descritas anteriormente causando cortes de carretera y afectando algunas viviendas. En la siguiente figura se pueden observar los calados máximos en toda la extensión del modelo.

#### 2.4.6.- Barranco de Sant Jaume y Baladrar en Benissa

El barranco de Sant Jaume se ha visto afectado por esta explosión urbanística de la zona costera. Se corresponde con el modelo Benissa 1.

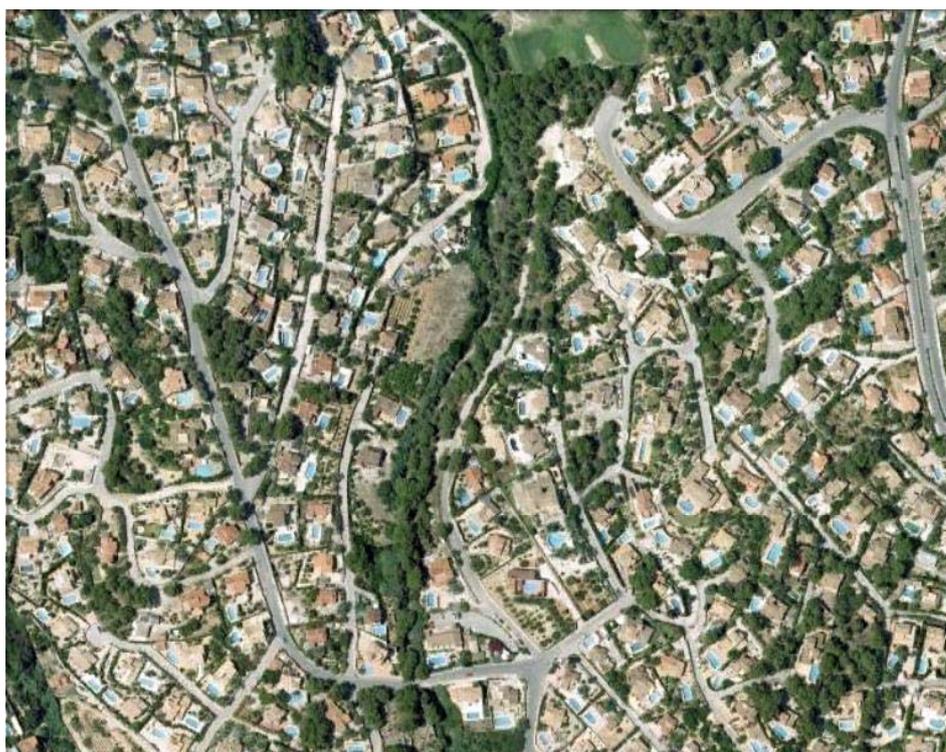


Figura 53. *Ámbito de estudio de la zona del barranco de Sant Jaume y Baladrar.*

El marcado encajamiento y el perfil en V del barranco permitirían, en circunstancias normales, salvaguardar la mayor parte de la cuenca del riesgo de las crecidas. Sin embargo, la intensa ocupación humana de estas vertientes, ocupadas prácticamente por completo por residencias turísticas, además de incrementar la escorrentía de la cuenca, genera algunas situaciones puntuales de riesgo. Éstas se asocian en algunos casos, a la ocupación de los márgenes del cauce, donde, sobre los taludes casi completamente

verticales del barranco, se han construido muros para aislar las viviendas y las zonas ajardinadas. Las crecidas futuras amenazan con desestabilizar estos taludes provocando nuevos derrumbes que afectan a vallados de parcelas, aumentando el peligro de desprendimientos hacia el barranco de las zonas ajardinadas y a medio plazo de las propias viviendas.

La zona más afectada comprende las viviendas unifamiliares ubicadas en la calle La Carpa hasta el puente de la Avenida del Baladrar, cuyos desprendimientos han afectado a la calzada y al propio puente habiéndose redactado el proyecto para el refuerzo del puente y la calzada sobre el barranco.



*Foto 3. Estado antropizados del barranco de Sant Jaume*

Además existen hasta tres puentes con un vano insuficiente, que pueden resultar de extremo peligro para los transeúntes. La densidad de la vegetación conservada en el cauce, en ocasiones con un estrato arbóreo de Pino blanco de porte medio y grande, es un factor añadido de riesgo.

Como se ve la problemática de este tramo de barranco no se asocia principalmente al riesgo de inundación sino fundamentalmente al de desprendimiento aunque junto a la gran masa vegetal si que provocó importantes inundaciones en el evento de 2007.

#### 2.4.6.1.- T10

Para el período de retorno de 10 años no se producen desbordamientos de los barrancos modelados. La carretera de paso del barranco es un muro vertical con un desagüe de fondo por lo que a todos los efectos se comporta como una presa de

agujero. Para este período de retorno la presa agujero no tiene ningún efecto laminador ya que el desagüe de fondo permite desaguar todo el hidrograma sin entrar en carga.



**Figura 54.** Peligrosidad en Benissa para el T10 asociada al barranco de Sant Jaume y Baladraz.

#### 2.4.6.2.- T100

Como en los períodos de retorno anteriores, no se observa efecto laminador de la presa de agujero y se ven afectadas algunas viviendas que están situadas en el cauce del barranco.



**Figura 55.** Peligrosidad en Benissa para el T100 asociada al barranco de Sant Jaume y Baladraz.

#### 2.4.6.3.- T500

Para este período de retorno se desborda el barranco de Sant Jaume aguas abajo de la confluencia con el barranco Baladraz inundando algunas viviendas.



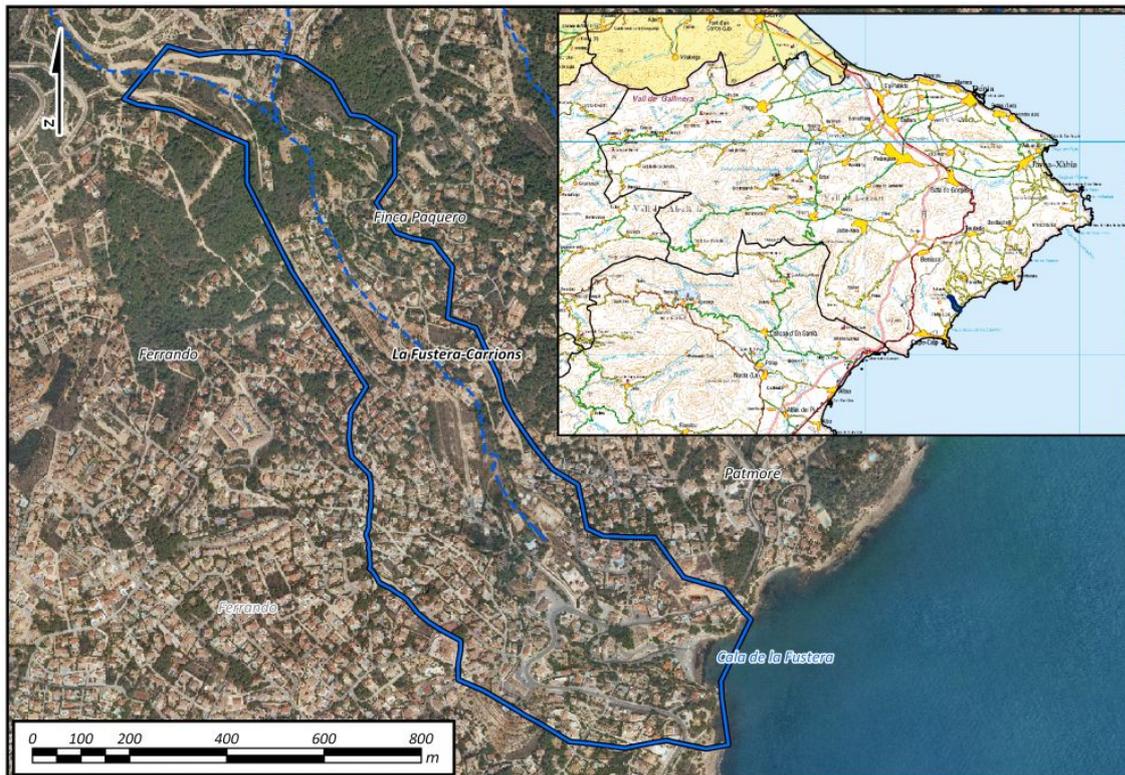
Figura 56. Peligrosidad en Benissa para el T500 asociada al barranco de Sant Jaume y Baladrar.

#### 2.4.7.- Barranco de la Fustera en Benissa

Al igual que otros muchos cauces menores el barranco de la Fustera se ha visto afectado por esta explosión urbanística de la zona costera ocupándose gran parte del mismo que hoy permanece urbanizado. Se corresponde con el model Benissa 2.

El tramo estudiado muestra una importante alteración de origen antrópico en relación a su estado natural, sobre todo en su primer tramo donde el cauce no es reconocible por estar totalmente ocupado.

La zona está clasificada como Suelo Urbano y carece en general de colectores tanto de recogida de residuales como de evacuación de pluviales, por lo que todo el drenaje es de tipo superficial. Esta ausencia de canalizaciones provoca inundaciones en puntos bajos relativos, en especial cuando vaguadas y barrancos han sido parcialmente ocupados. En concreto en el entorno de Fanadix-Fustera se dan problemas de acumulación de aguas pluviales en el cruce de la avenida Fanadix con la calle de La Estepa y en el cruce de la avenida de Los Garcías con la calle de Los Paquero, pero las inundaciones se extienden a lo largo de toda una franja antaño cauce y hoy ocupada por decenas de viviendas.



**Figura 57. Ámbito de estudio de la zona del barranco de la fustera.**

Por lo tanto el problema no es tanto de desbordamiento sino de ausencia de cauce físico por lo que las aguas inundan las viviendas que lo han ido ocupando, en concreto se ven afectadas aproximadamente cerca de cincuenta viviendas que se ven inundadas en sus bajos o sótanos provocando numerosos y costosos daños en las viviendas como derrumbe de cerramientos y tabiques, daños en mobiliario y electrodomésticos, limpieza de jardines, piscinas, etc.

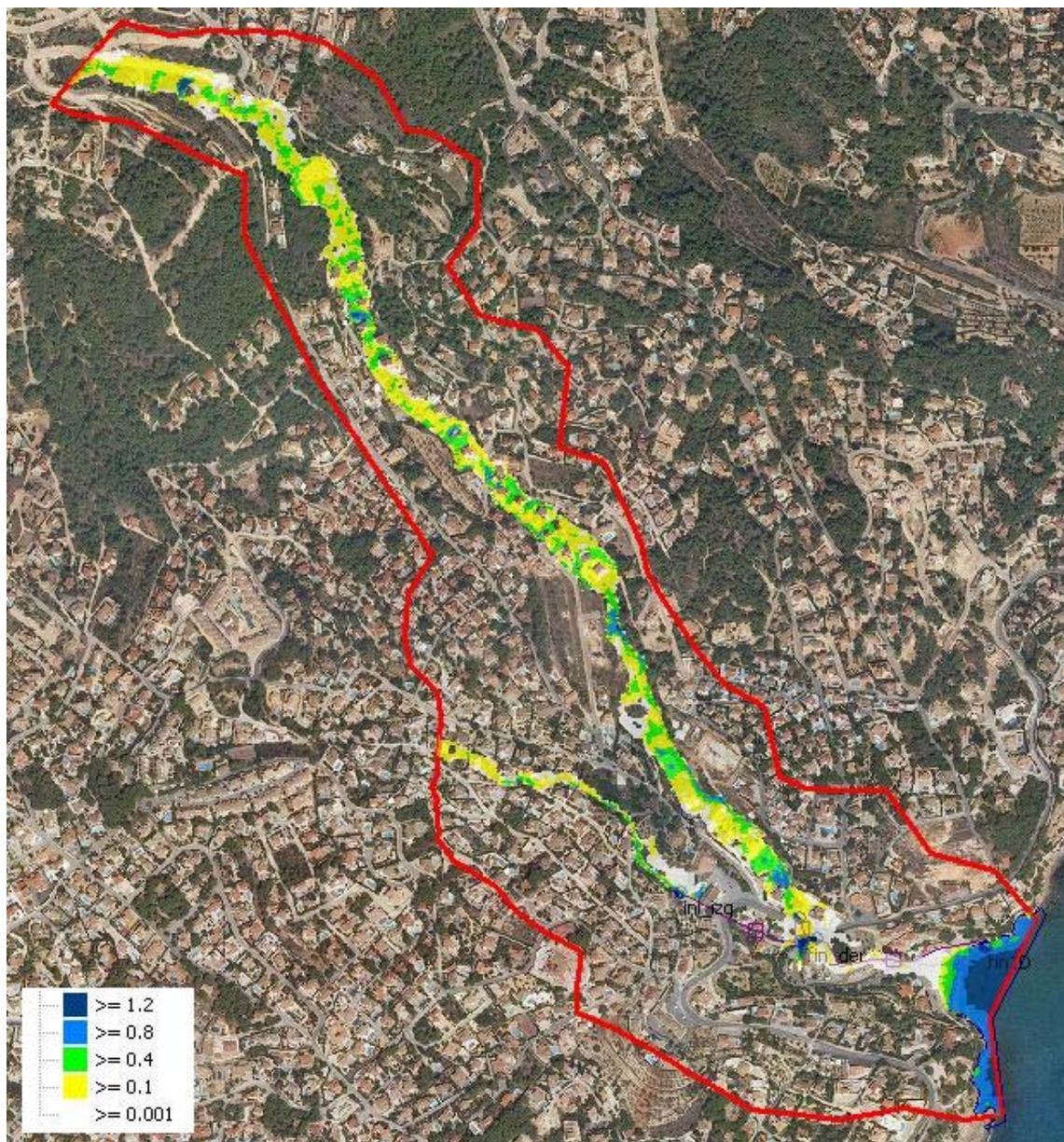
#### 2.4.7.1.- T10

Los barrancos modelados, como se puede ver en la siguiente figura, están muy antropizados sin tener bien definido un cauce natural. El agua circula entre las casas y calles hasta llegar a la desembocadura afectando numerosas viviendas e infraestructuras. En la siguiente figura se pueden observar los calados máximos calculados para este evento.

En lo que respecta al funcionamiento de los colectores para este período de retorno:

- El colector del barranco afluente a la Fustera consigue encauzar 2 m<sup>3</sup>/s de los 2.20 m<sup>3</sup>/s que le llegan.
- El colector del barranc de la Fustera al paso por la carretera nacional sólo consigue desaguar 4.20 m<sup>3</sup>/s de los 12 m<sup>3</sup>/s que le llegan.

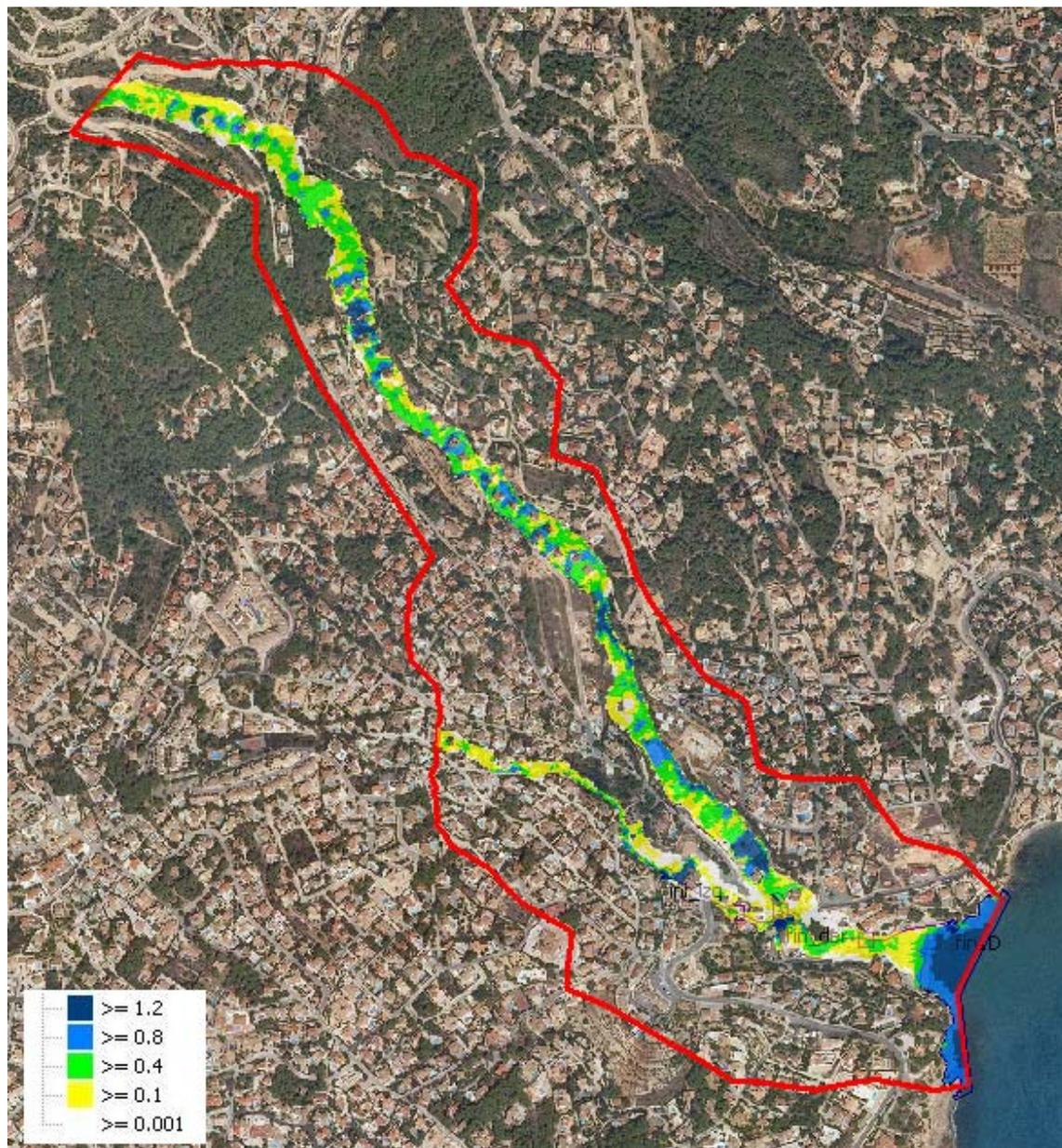
- El colector de la desembocadura desagua un caudal máximo de 12 m<sup>3</sup>/s de los 13 m<sup>3</sup>/s que le llegan al mismo.



*Figura 58. Peligrosidad en Benissa para el T10 asociada al barranco de la fustera.*

#### 2.4.7.2.- T100

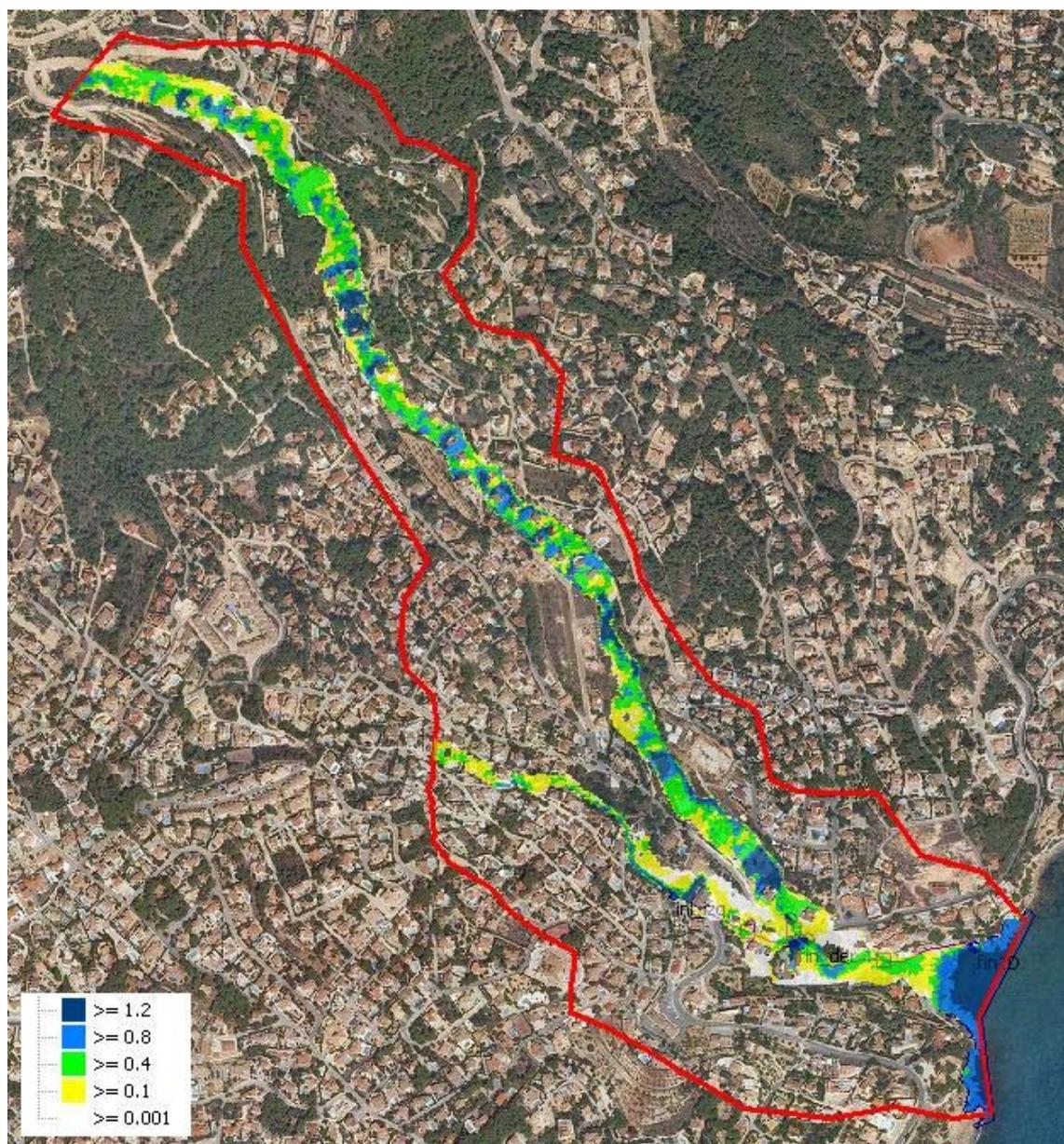
Se aprecia que el ámbito de inundación para el T100 es muy similar al del T10, variando los calados. El motivo fundamental son las elevadas pendientes existentes en la urbanización.



*Figura 59. Peligrosidad en Benissa para el T100 asociada al barranco de la fustera.*

#### 2.4.7.3.- T500

Al igual que los períodos de retorno anteriores se ven afectadas, a lo largo de los barrancos, unas treinta viviendas aproximadamente.



*Figura 60. Peligrosidad en Benissa para el T500 asociada al barranco de la fustera.*

#### **2.4.8.- Barranco de Quisi y Pou Roig en Calp**

Los barrancos de Pou Roig y Quisi confluyen pocos metros antes de desembocar al mar en el paseo marítimo de Calp, cerca de donde se sitúan las salinas y cuya zona se ha visto afectada por el crecimiento de esta localidad en los últimos años. Se corresponde con el modelo Calpe

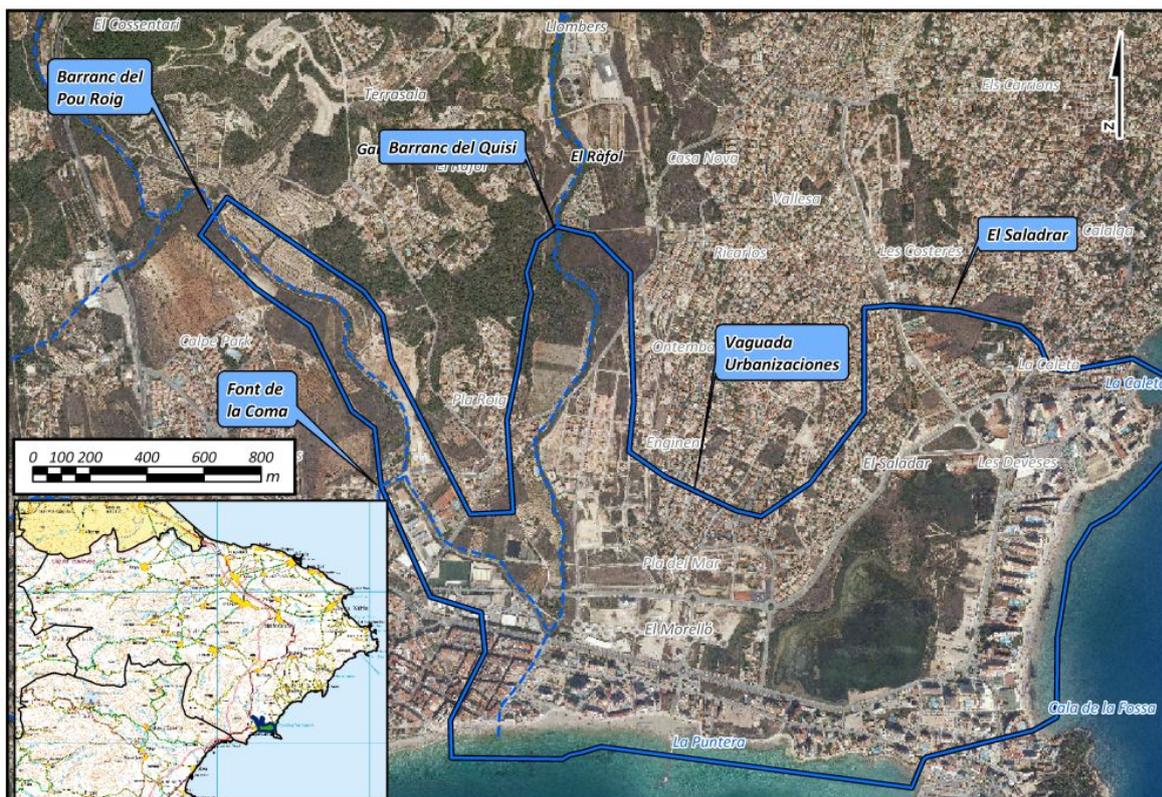


Figura 61. Ámbito de estudio de la zona de Calpe.

El ámbito asociado a los barrancos del Pou Roig y del Quisi en el núcleo urbano de Calp y, especialmente, el tramo entre la confluencia de ambos hasta su desembocadura al mar, fue una de las zonas más afectadas en el episodio de gota fría de Octubre de 2007.

Tras este episodio y al amparo del RD-Ley 10/2007, sobre medidas urgentes para reparar los daños causados por las lluvias de octubre de 2007, se llevaron a cabo una serie de obras de emergencia para la reparación de los daños causados de entre las que destaca el aumento de la capacidad de desagüe de este cauce en un tramo de 353 metros lineales desde la confluencia de los barrancos de Quisi y Pou Roig hasta la desembocadura en el mar, construyéndose un nuevo cauce por debajo de la calle de la Niña paralelo al existente que amplía en  $35 \text{ m}^3/\text{s}$  la capacidad de desagüe y otras actuaciones, aguas arriba, en la zona de confluencia del barranco de Quisi y Pou Roig, como son la ejecución de un muro de protección en la margen derecha del barranco de Pou Roig y un recrecimiento y alargamiento del muro existente en la margen izquierda del barranco de Quisi.

No obstante cabe señalar que, pese a lo beneficioso de estas actuaciones, la capacidad de desagüe del tramo común por el que los dos barrancos confluyen al mar actualmente carece de la capacidad de desagüe necesaria para absorber una precipitación como la de la gota fría de octubre de 2007.

El entorno de las Salinas es una de las zonas bajas del municipio de Calp, próxima a las playas del Arenal y de la Fosa, situadas a cotas próximas a 1,00 msnm. Como tal tiene una cuenca de aportación de caudales de escorrentía que en el caso de precipitaciones fuertes provocan la avenida de caudales importantes a la misma. Además, el proceso de

urbanización de sectores de suelo situados en dicha cuenca ha disminuido el tiempo de concentración del agua de lluvia y ha impermeabilizado parte de la cuenca con lo que el caudal máximo de aportación se ha visto incrementado sustancialmente. Por otra parte, la urbanización de sectores próximos a la zona, ha dificultado la evacuación de aguas procedentes de dichos caudales a los puntos mas bajos de la cuenca, agravando la situación de la zona cada vez que se produce un aguacero de intensidad media o alta.

Han sido varias las actuaciones llevadas a cabo en entorno del paraje natural de Las Salinas. Destaca la instalación, en la calle Luxemburgo y adyacentes de 300 bloques de hormigón de 6.000 kg cada uno, formando un triple canal para canalizar el agua que se acumule en las Salinas, además de la que baja de las urbanizaciones. De esta forma, además, se apuesta por la protección integral de las Salinas impidiendo que el agua dulce se mezcle con la salada del humedal (proceso natural que ha ocurrido desde el origen de las Salinas y que no afecta significativamente a las mismas). Otra actuación ha sido el cambio de la pendiente de la calle Luxemburgo para que el agua de la lluvia ya no se acumule en los alrededores del paraje natural y desemboque directamente en la costa. Al margen de estas actuaciones también se han instalado pequeños colectores de agua en las calles de los alrededores que conectan con los tres grandes canales y que permitirán que en días de lluvia el agua no se quede estancada.

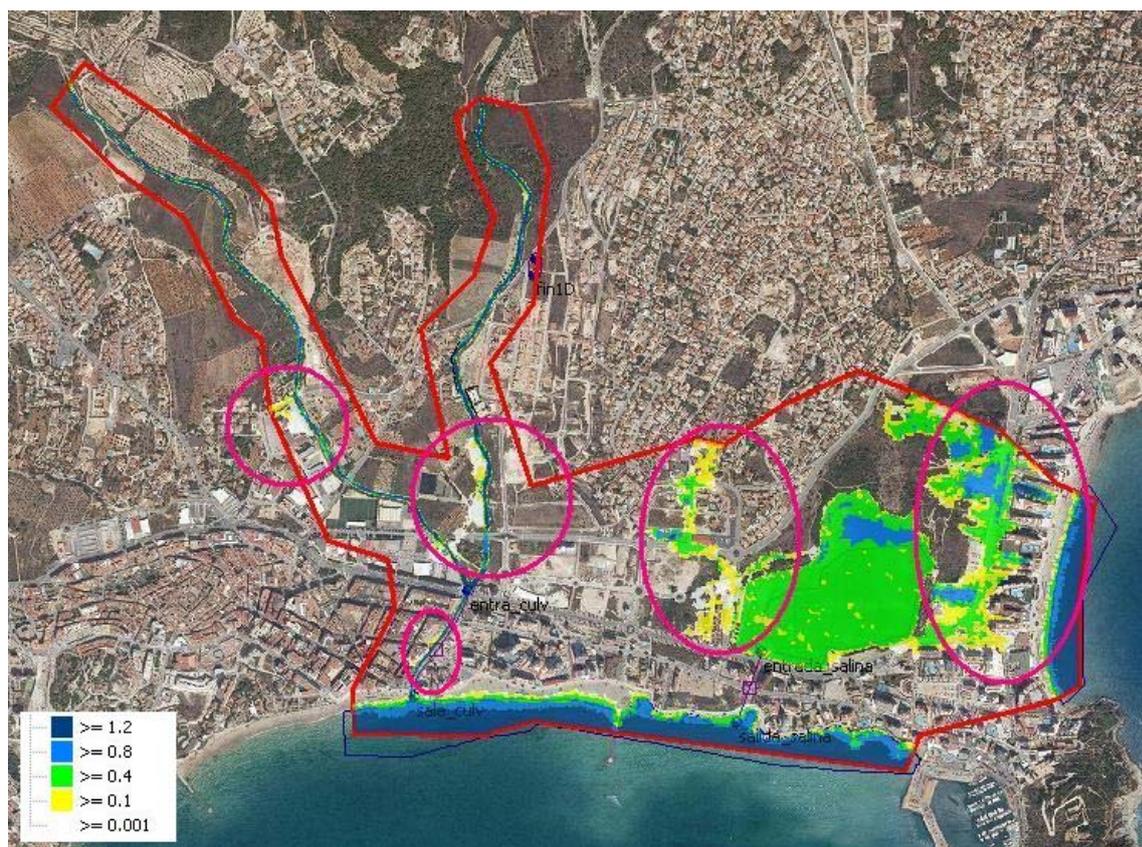
#### 2.4.8.1.- T10

Para el período de retorno de 10 años se observan inundaciones de diversa importancia, en la siguiente figura tenemos la envolvente de calados máximos calculados y las cinco zonas problemáticas.

Las tres zonas situadas más al oeste del modelo afectan a alguna vivienda con calados inferiores a 40 cm. Los desbordamientos generados en la desembocadura del Barranc de Quisi son insignificantes con calados apenas de 10 cm.

En las dos zonas situadas al este se pueden observar inundaciones generadas por las precipitaciones de la cuenca drenante a la salina debido a la falta de un cauce definido escurriendo las aguas por las calles. Las lluvias provenientes de la cuenca al noreste de la salina escurren por la Avenida Costa Blanca sin tener salida al mar accediendo a la salina por la zona sureste de la misma. Se generan inundaciones sobre la Avenida Polonia al oeste de la salina.

Seguidamente se identifican las calles y las avenidas nombradas anteriormente.

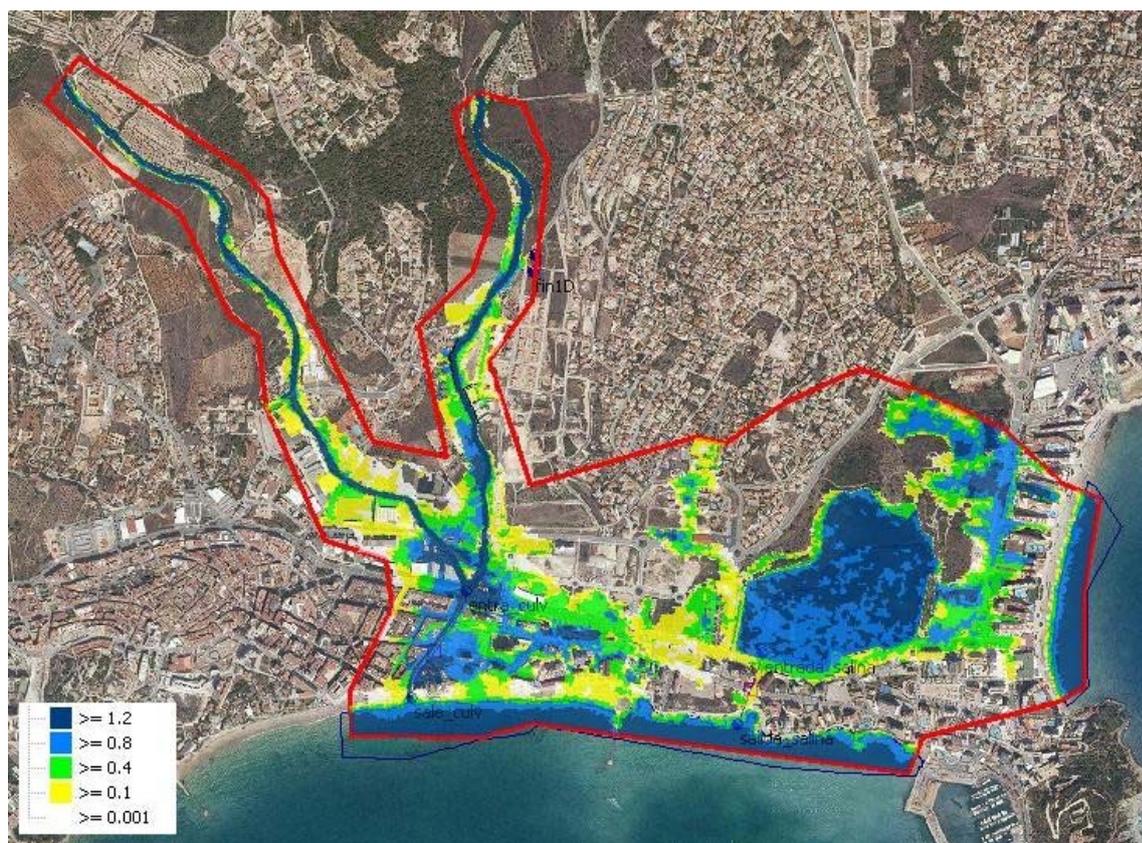


**Figura 62. Peligrosidad asociada al T10 producida por el Barranco del Quisi y Pou Roig en Calpe.**

#### 2.4.8.2.- T100

En estas dos imágenes se puede observar como se desborda la salina inundando la calle Luxemburgo sobre el culvert para el evento 2-2-118, imagen izquierda y 1-2-200, imagen derecha. En los dos casos el culvert desagua unos 10 m<sup>3</sup>/s.

En la siguiente fotografía se muestra uno de los accesos al paseo de la playa en la zona este del modelo, donde se aprecia porque no es posible que el desagüe al mar de las aguas provenientes de las cuencas drenantes a la salina.



**Figura 63. Peligrosidad asociada al T100 producida por el Barranco del Quisi y Pou Roig en Calpe.**

#### 2.4.8.3.- T500

Los problemas de desbordamientos para este período de retorno se concentran en las mismas zonas descritas pero con calados superiores. En la siguiente figura se pueden ver los calados máximos en toda la extensión del modelo.

Para este período de retorno el caudal desaguado por la infraestructura del Carrer de la Niña se distribuye de la siguiente manera, por el culvert pasa un caudal máximo unos  $50 \text{ m}^3/\text{s}$  y por el cauce  $40 \text{ m}^3/\text{s}$ .

El culvert de salida de la salina en este evento desagua  $24 \text{ m}^3/\text{s}$ .

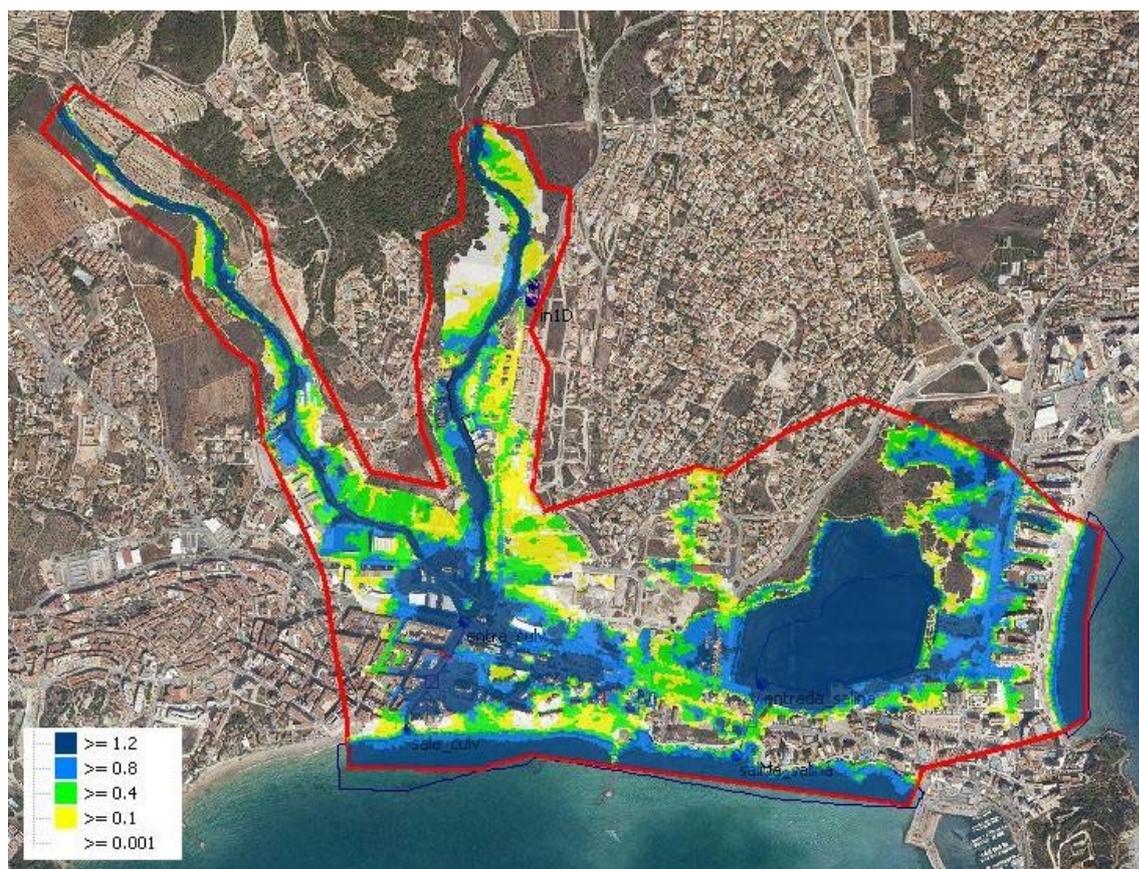


Figura 64. Peligrosidad asociada al T500 producida por el Barranco del Quisi y Pou Roig en Calpe.

#### 2.4.9.- Barranco de les Sorts en Teulada

El Barranc de Les Sorts (o de Las Fuentes) nace de las aportaciones de varios barrancos, el barranc de la Borda, barranc de la Font Santa y, el más importante, el barranc Roig, aunque la confluencia de los dos primeros se produce antes de incorporarse el barranc Roig, ambos puntos están muy próximos y hasta su desembocadura mantiene un cauce de fondo plano y gran amplitud ocupada actualmente por viñedos. Se corresponde con el modelo Teulada.

Durante las últimas décadas se ha desarrollado una importante zona urbana y comercial en la Rada de Moraira, perteneciente al término municipal de Teulada. La aparente seguridad del encauzamiento lateral así como la amplitud del barranco en su tramo final de algo con más de 300 metros de anchura ha provocado la ocupación del tramo final del barranc de Les Sorts, lo que supone un cierre para la evacuación del agua de lluvia al mar y como consecuencia, se vienen sufriendo frecuentes inundaciones.

El tramo final del barranco está encauzado por su margen izquierdo mediante un canal de hormigón a cielo abierto que, en las proximidades del núcleo urbano de Moraira sufre un quiebro de aproximadamente  $90^\circ$  para, a través de tres marcos, cruzar subterráneamente a través de la calle Barranquet y desembocar junto al puerto deportivo de Moraira frente a la explanada del castillo. Este encauzamiento es rebasado por su margen

derecho cuando los caudales superan los  $20\text{m}^3/\text{s}$  vertiendo los excedentes a los viñedos del cauce, por lo que lo podemos asimilar a un canal de aguas bajas ya que es insuficiente incluso para un periodo de retorno de 10 años.



**Figura 65. Ámbito de estudio de la zona del barranco de les Sorts.**

En muchas ocasiones esta sección es insuficiente como ocurrió en octubre de 2007 cuando tras el desbordamiento del canal las aguas ocuparon la totalidad del barranco desaguardo directamente al mar con un calado de unos 40 cm afectando a los numerosos comercios que invaden el cauce histórico.

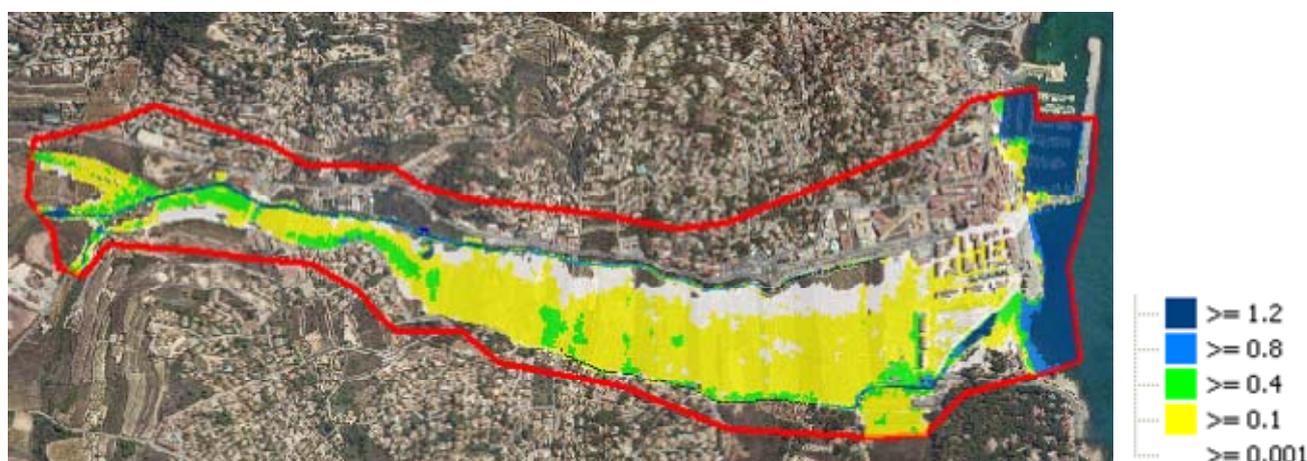
Aunque menores, esta zona también presenta problemas en el margen derecho del barranc de Les Sorts por donde se incorporan dos barrancos muy cerca de la desembocadura: el barranc de L'Estret y el de La Cometa. También existe un pequeño cauce de hormigón que resulta insuficiente cuando las lluvias son importantes. Este cauce desemboca en el llamado "Riuet de l'Ampolla" una antigua albufera protegida del mar por un cordón de arena que cuando las lluvias son torrenciales desaparece siendo necesario regenerar la playa.

Esta problemática ya se detectó en el Plan de Acción Territorial sobre prevención del Riesgo de Inundación en la Comunidad Valenciana (Patricova), que clasifica esta zona con riesgo de inundación de nivel 4, que equivale a que en un periodo de retorno de entre 25 y 100 años se alcanza un calado máximo generalizado inferior a 80 cm.

El Patricova propone una serie de medidas a tomar con el fin de disminuir el impacto futuro de las inundaciones y en el caso concreto que nos ocupa se plantea una actuación estructural codificada como EAC09, consistente en el encauzamiento de la desembocadura del barranco, con una capacidad recomendada del caudal correspondiente a 500 años de periodo de retorno.

#### 2.4.9.1.- T10

El Barranc del Les Sorts esta compuesto por un encauzamiento por margen izquierda para caudales bajos que termina en un colector que desagua al mar y luego la zona del barranco donde circulan caudales mayores cuya desembocadura esta obstruida por un aparcamiento y edificios. Los calados máximos calculados para este periodo de retorno son inferiores a 40 cm en la zona urbanizada. No se producen desbordamientos del barranco que afecten a viviendas o carreteras salvo en la desembocadura del mismo. Los desbordamientos en el canal de margen izquierda comienzan para un caudal a partir de 20 m<sup>3</sup>/s del barranco. Se producen desbordamientos provenientes por la margen derecha del barranco de Les Sorts, del Barranc del Cometa y el Barranc Estret inundando el parking y los edificios ubicados en la desembocadura del barranco.



**Figura 66. Peligrosidad asociada al T10 en Teulada producida por el barranco de les Sorts.**

#### 2.4.9.2.- T100

Las zonas afectadas al igual que en los períodos de retorno mas bajos son la carretera CV-743 paralela al barranco por la margen derecha, afectándola con calados superiores a los 40 cm en la zona urbanizada final y la desembocadura del barranco. Los

caudales que llegan al colector solo alcanzan los 8 m<sup>3</sup>/s debido a desbordamientos aguas arriba infrautilizando la capacidad total de la estructura.

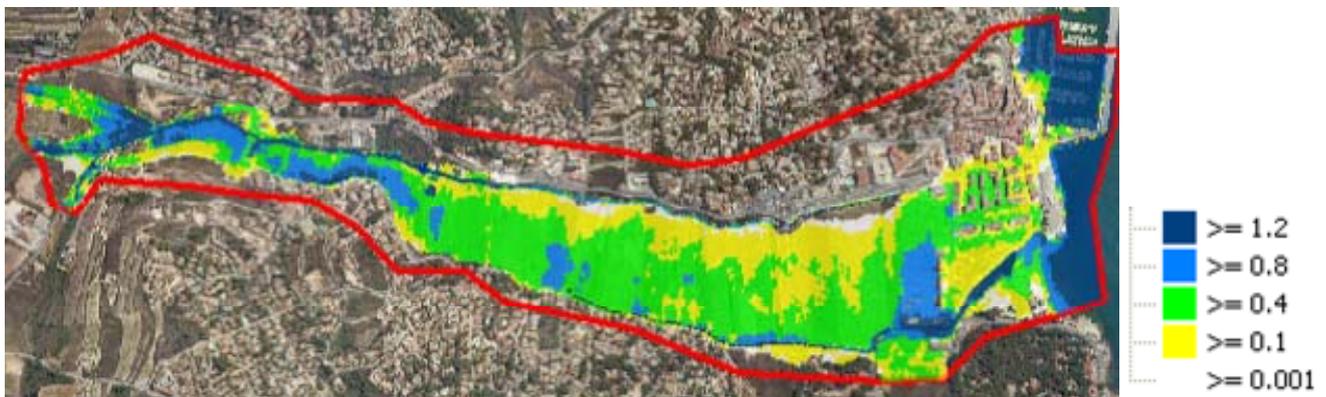


Figura 67. Peligrosidad asociada al T100 en Teulada producida por el barranco de les Sortsr.

#### 2.4.9.3.- T500

Para este período de retorno se detectan las mismas afecciones que para T100. Los calados en las zonas afectadas llegan a superar los 40 cm. El paso inferior funciona desaguando 8 m<sup>3</sup>/s siendo este caudal inferior a su capacidad total.

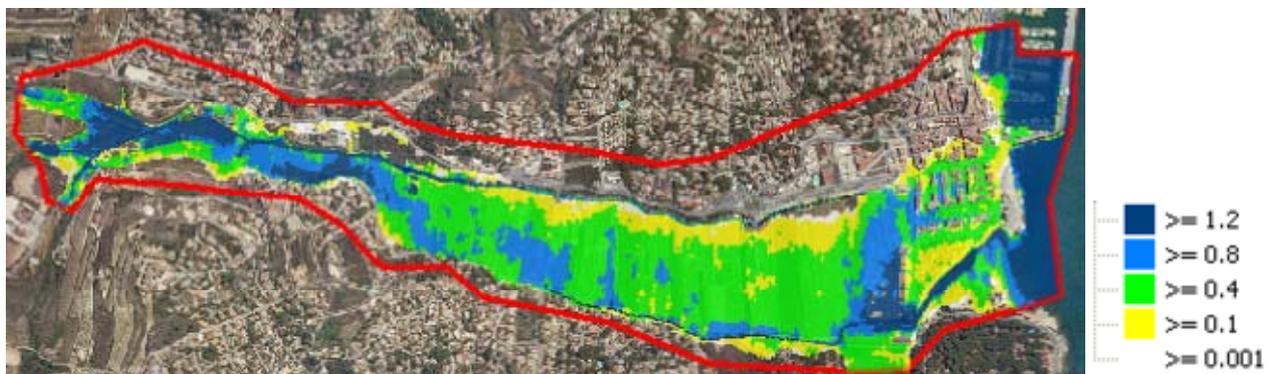


Figura 68. Peligrosidad asociada al T500 en Teulada producida por el barranco de les Sortsr.

#### 2.4.10.- Barranco de la LLuca, Barranco de L´hedra y Río Gorgos en Xàbia

En Xàbia se ha desarrollado durante las últimas décadas junto a la desembocadura del río Gorgos una importante zona urbana. Esto supone un cierre para la evacuación del agua de lluvia al mar, a lo que se le suma la insuficiencia del cauce en el cono aluvial de la desembocadura, la consecuencia de todo ello es un riesgo alto de inundación con el consiguiente peligro para las edificaciones turísticas de Xàbia. Se corresponde con el modelo Jávea.

El Plan de Acción Territorial sobre prevención del Riesgo de Inundación en la Comunidad Valenciana (Patricova), ya detectó en Xàbia zonas con riesgo de inundación de nivel 1, 2, 3 y 5 como puede verse en el siguiente plano.

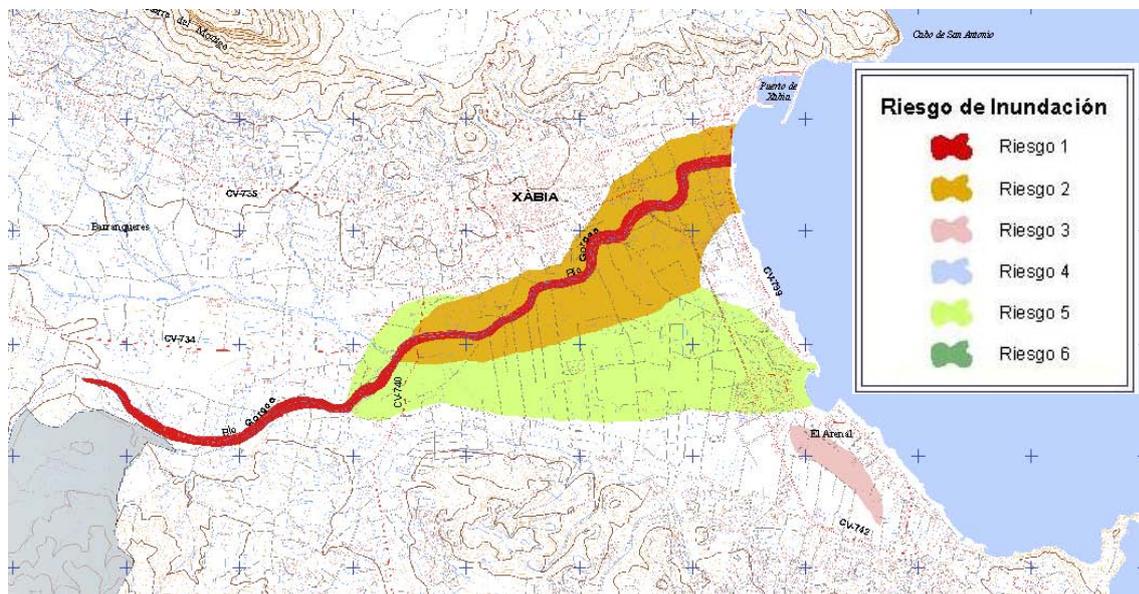


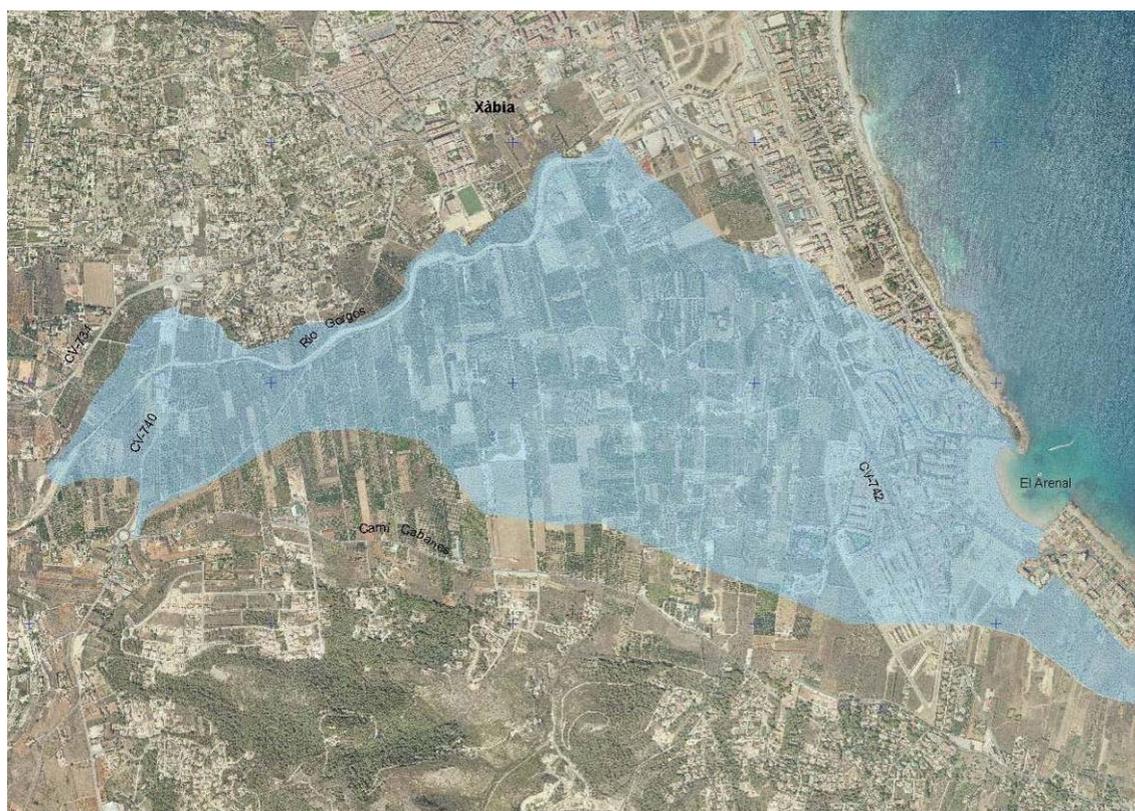
Figura 69. Delimitación del riesgo de inundación según el Patricova para la zona de Jávea

Riesgo	Frecuencia (años)	Calado (metros)
Riesgo 1	Alta (25)	Alto (>0.8)
Riesgo 2	Media (100)	Alto (>0.8)
Riesgo 3	Alta (25)	Bajo (<0.8)
Riesgo 4	Media (100)	Bajo (<0.8)
Riesgo 5	Baja (500)	Alto (>0.8)
Riesgo 6	Baja (500)	Bajo (<0.8)

Figura 70. Definición del riesgo según la frecuencia y calado en el Patricova

Queda claro en el anterior plano el cauce del Gorgos, la zona de El Pla se extiende a lo largo de la margen derecha del mismo y forma parte de la zona inundable comprendiendo zonas de riesgo 2 y 3 hasta el Canal de La Fontana, junto a la playa de El Arenal. Por último se distingue una franja clasificada como riesgo 3 que constituye la zona de El Saladar.

Antes de entrar a valorar cada una de estas zonas y su problemática particular, se incluye por su importancia y clarividencia una imagen del área afectada por las inundaciones que tuvieron lugar en octubre de 2007 y que como puede verse afectaron en su conjunto a las tres zonas anteriormente definidas.



**Figura 71. Ámbito del área afectada en Jávea por las inundaciones del 2007.**

El río Gorgos a lo largo de su tramo urbano en Xàbia se encuentra encauzado en su último kilómetro (entre el puente de la Avda. del Plá y la desembocadura). Aguas arriba de este tramo se constata el estado altamente deteriorado tanto del lecho del cauce como de las distintas obras de defensa ejecutadas, destacando la menor cota de su margen derecho que provoca desbordamientos en varios puntos, además de la escasa capacidad hidráulica del cauce estimado en unos  $250 \text{ m}^3/\text{s}$  aunque existen importantes cuellos de botella como el puente del camí Pou del Moro o del Llavador que no permite desaguar más de  $150 \text{ m}^3/\text{s}$  provocando desde este punto un desbordamiento generalizado a través de la zona agrícola del Pou del Moro hasta llegar al Canal de la Fontana a través varios caminos encajados a modo de cauces entre muros que superan los dos metros y que protegen los campos colindantes.

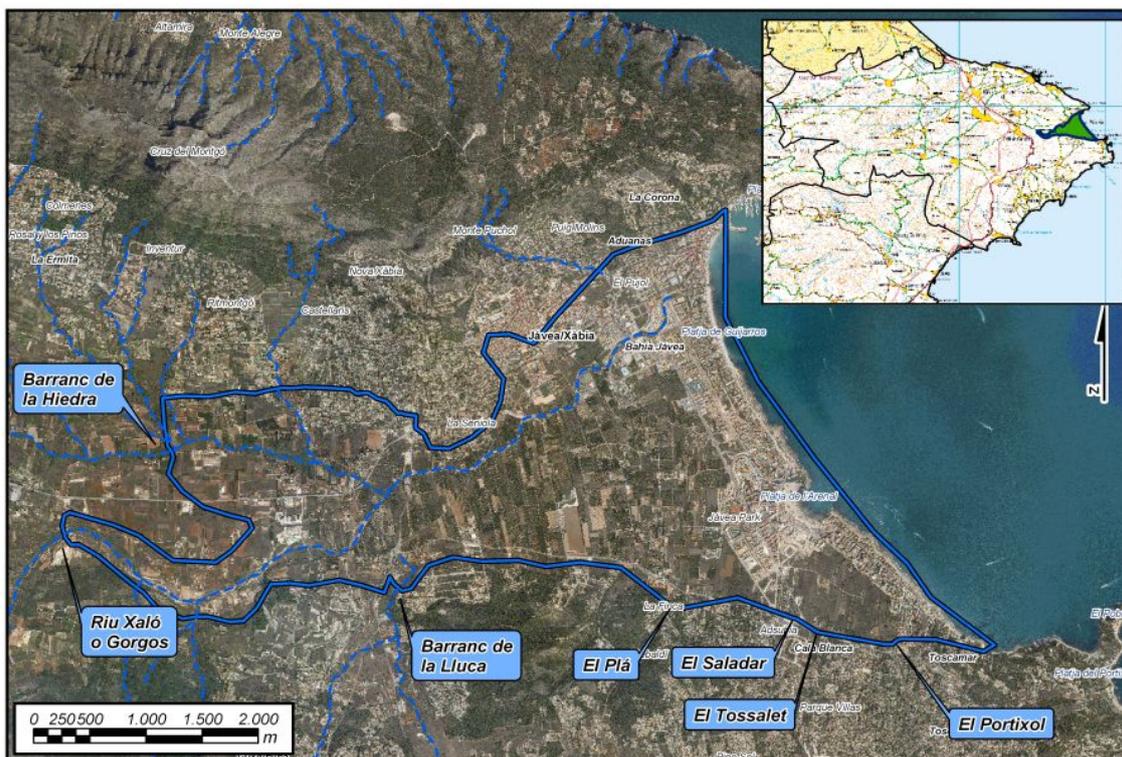


Figura 72. Ámbito de estudio de la zona de Jávea.

Para formarse una idea de la importancia del problema, valga decir que el Patricova propone una serie de medidas a tomar con el fin de disminuir el impacto futuro de las inundaciones y en el caso concreto que nos ocupa se plantea una actuación estructural consistente en prolongar el encauzamiento actual del río hacia aguas arriba con una longitud de 2000 m y una capacidad hidráulica recomendable de 1.600 m<sup>3</sup>/s asociado a un caudal aproximado de 500 años de periodo de retorno, por lo que es necesaria una laminación aguas arriba.

La partida del Pla d'en Roca, comúnmente conocida como El Pla, se localiza en la margen derecha del río Gorgos y como se ha dicho forma parte de su llanura inundable, al este de la carretera de Benitatxell (CV-740) y en torno a un camino rural que funciona como barranco y recoge las escorrentías del Barranc de Lluca. Dicho camino va desde el cruce del camino de Cabanes, que recorre el margen meridional del llano, hasta el río Gorgos y discurre ligeramente encajado (entre 1 y 2 m) respecto al nivel de los campos.

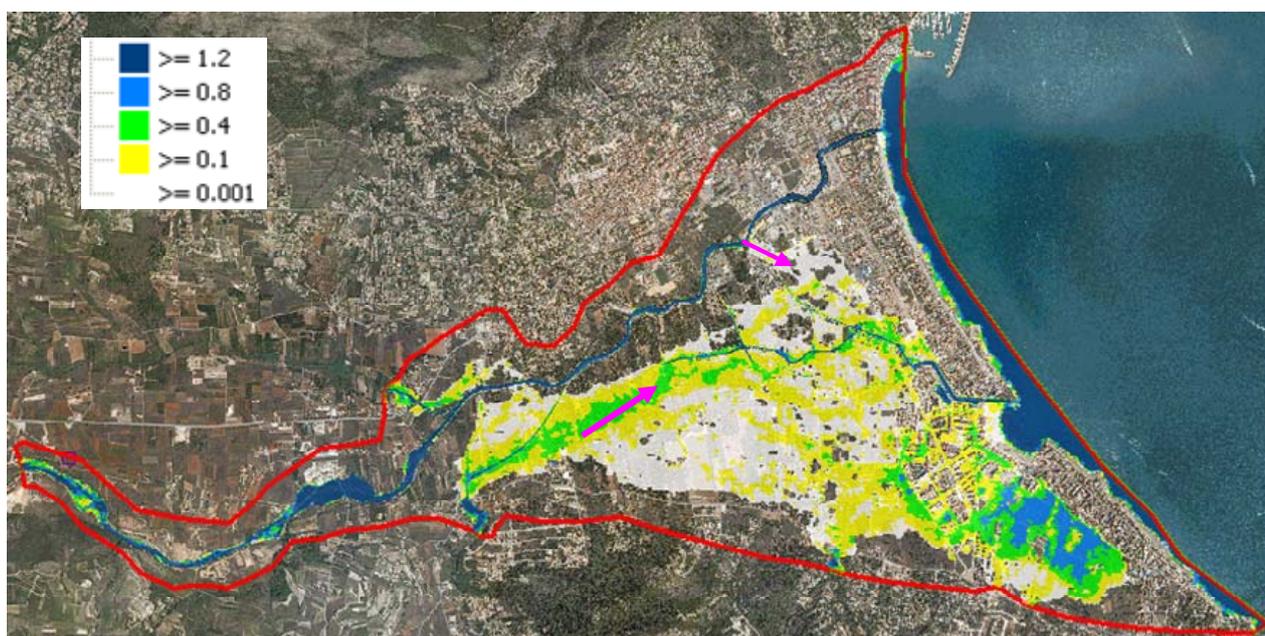
La llanura del Gorgos en este sector se ha visto obstaculizada por las sucesivas urbanizaciones que han ocupado la franja litoral, ello unido a la poca pendiente ralentiza la evacuación de las aguas provocando su estancamiento y que la inundación se prolongue en el tiempo.

Por último la zona de El Saladar se corresponde con una depresión pantanosa de difícil drenaje, que se extiende entre la playa del Arenal hasta las proximidades de la Cala Blanca a lo largo de 2 Km. Originalmente, el desagüe del Saladar se producía a lo largo de la ensenada de la Fontana (el Arenal), pero en los últimos años la franja costera fue completamente urbanizada sin prever una salida natural de las aguas hacia el mar, de modo

que en la actualidad ha quedado artificialmente convertida en endorreica desde hace 30 años ya que el agua precisa superar la cota de vertido que establece el Paseo Marítimo para alcanzar el mar.

#### 2.4.10.1.- T10

Para periodos de retorno de 10 años no se producen desbordamientos significantes en el río Gorgos. La mayor parte de las inundaciones son producidas por los caudales provenientes del Barranc de la Lluca cuyo cauce desaparece en la plana de inundación produciéndose inundaciones generalizadas paralelas al río Gorgos sin poder ser encauzadas por el mismo. En la desembocadura del Gorgos se observan desbordamientos por margen derecha de baja importancia debido a los reducidos calados. La carretera de Benitachel (CV740) se ve afectada por los caudales que no se encauzan por el camino rural. Se produce acumulación de agua en la zona del saladar debido a su desconexión con el mar produciéndose calados superiores a los 80 cm. La única conexión el saladar con el mar es a través de las calles de las urbanizaciones al noreste del mismo.



*Figura 73. Peligrosidad para asociada al T10 producida por el río Gorgos, barranco de la Hedra y de la Lluca*

#### 2.4.10.2.- T100

Para el T100 se producen unas afecciones de inundación muy similares a las de pequeños periodos de retorno con aumento del calado en las zonas bajas del modelo. Los desbordamientos del río Gorgos por margen derecha y las aguas del barranco de la Lluca discurren por una serie de vías de escorrentía concentrada, principalmente en el paleocauce del Barranco de Lluca. Dicho barranco que desaparece a su entrada al llano, discurre por el camino del Pla hasta el Gorgos y vuelve a encajarse casi 1 Km más abajo del mismo por debajo de la cota de 15 m. Desde aquí puede seguirse a través del camino-

barranco hasta llegar al canal de la Fontana en la playa del Arenal alcanzando calados que superan los 2 metros de profundidad.

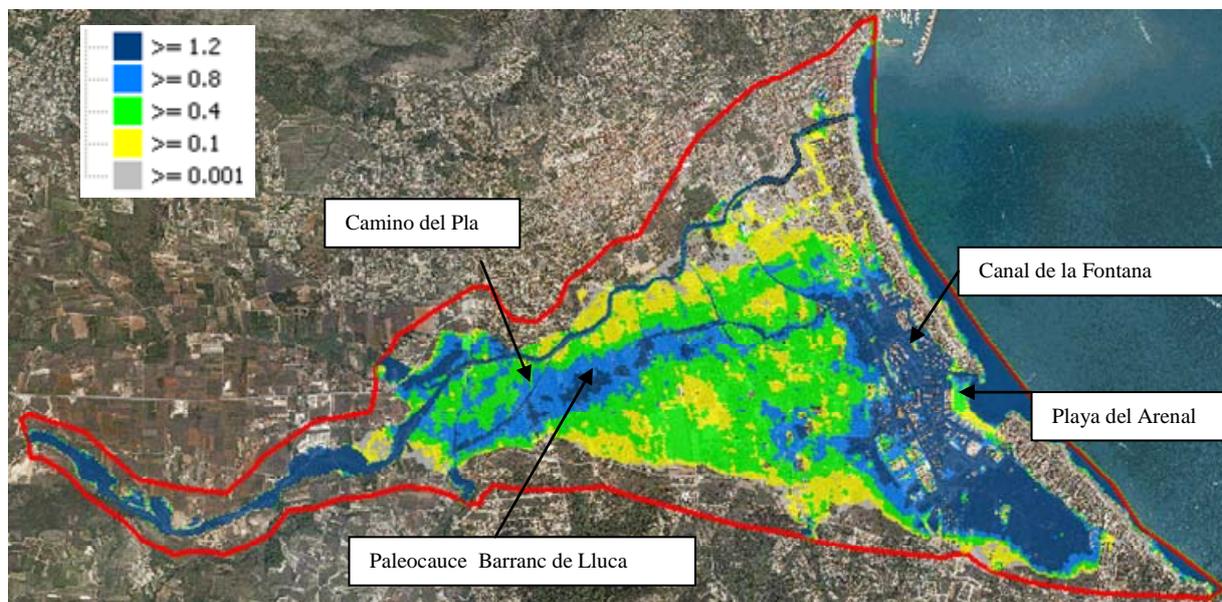


Figura 74. Peligrosidad para asociada al T100 producida por el río Gorgos, barranco de la Hedra y de la LLuca

#### 2.4.10.3.- T500

Se alcanzan calados máximos de 3 metros en la zona de la Playa del Arenal. EL río Gorgos tiene una capacidad de desagüe en la desembocadura de 260 m<sup>3</sup>/s.

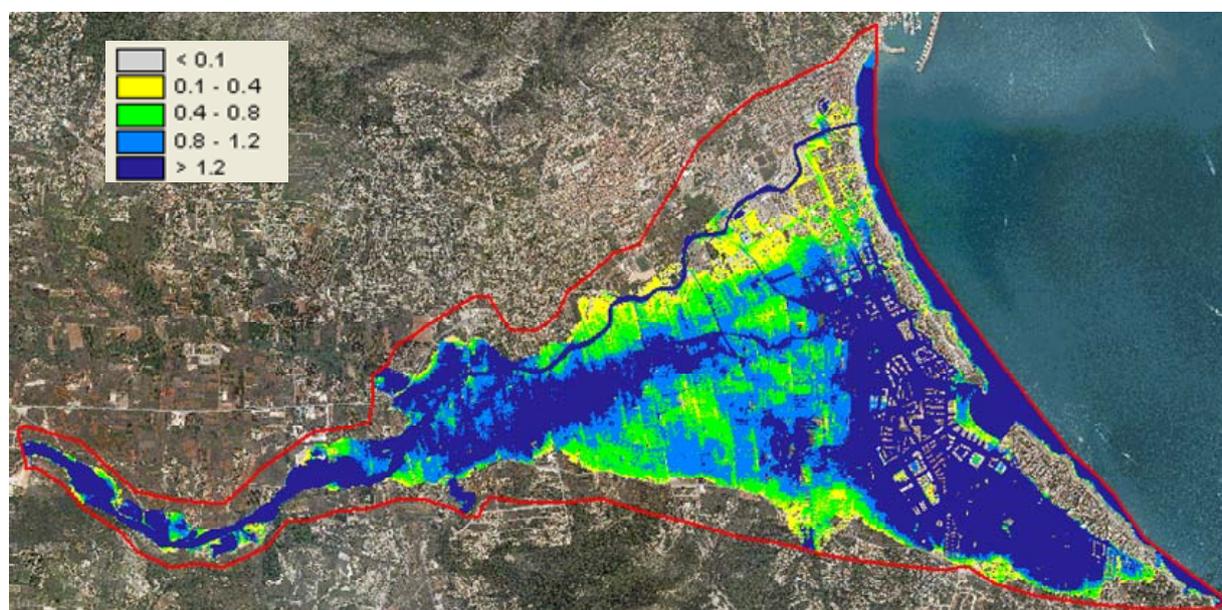


Figura 75. Peligrosidad para asociada al T500 producida por el río Gorgos, barranco de la Hedra y de la LLuca

### 2.4.11.- Río Gorgos, barranco de les Murtes y barranco del Cau en Xaló y Líber

El río Gorgos a su paso por las poblaciones de Xaló y Líber se ha visto afectado por el crecimiento de esta localidad en los últimos años, ocupándose terrazas inundables, sobre todo en el lado izquierdo del cauce, que en periodos de fuertes avenidas provocan importantes inundaciones. Se corresponde con el modelo Jalón.

El margen derecho del río, donde se asientan los núcleos urbanos de Xaló y Líber, está más protegido por un muro a mayor cota que el lado izquierdo aunque el problema se agrava por la incorporación de varios barrancos en pocos metros que provocan inundaciones puntuales en sus puntos de contribución al Gorgos. Esto ocurre con los barrancos de Passules, Masserof y Barranco del Cau, este último ya en Líber. Por su parte también cabe destacar la presencia del barranco de La Solana, único que accede por la margen izquierda aunque, las inundaciones que provoca son menos importantes porque, como ya se ha comentado ese margen se encuentra menos desarrollado urbanísticamente hablando.

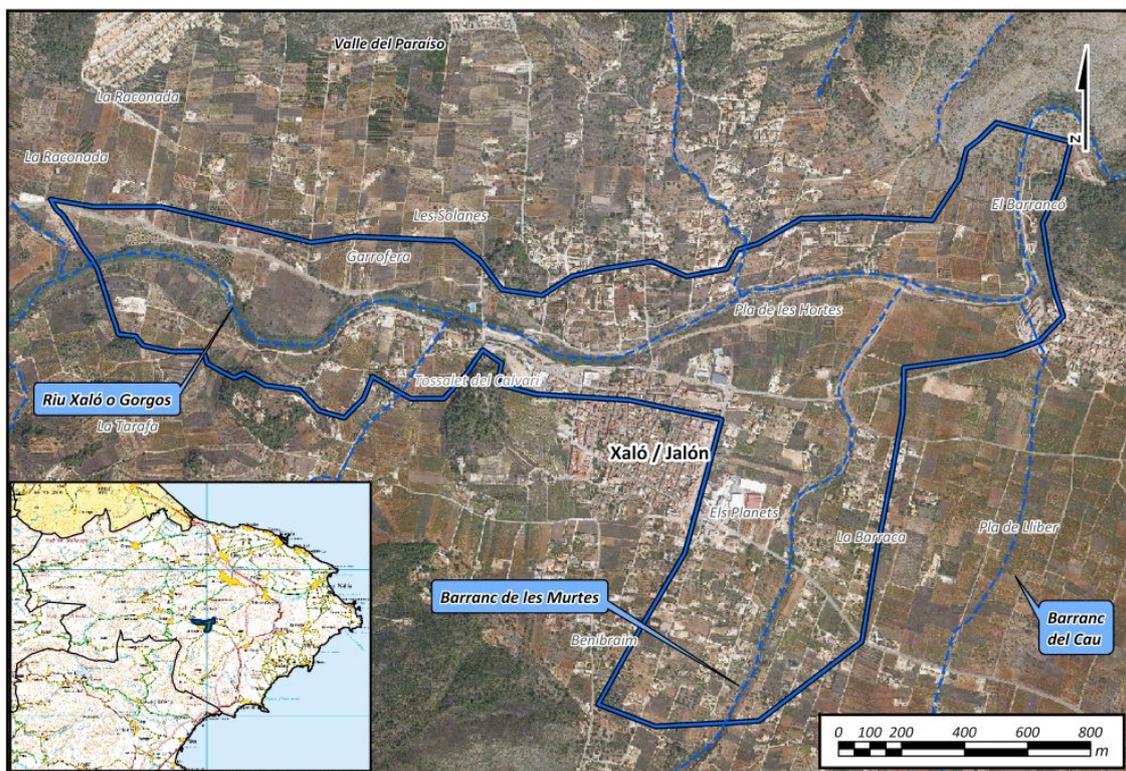


Figura 76. Ámbito de estudio del río Gorgos a su paso por Jalón.

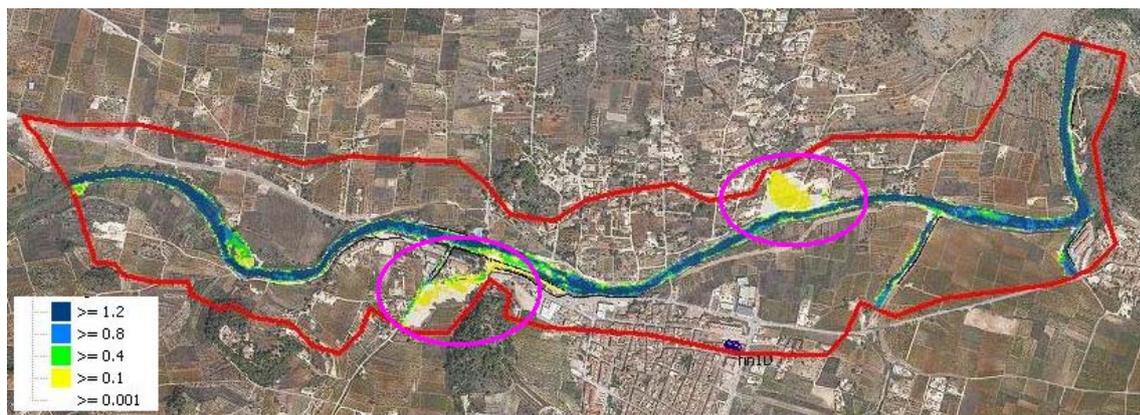
En todos estos barrancos se aprecia una falta de capacidad del cauce en los modelos hidráulicos realizados, siendo confirmada en la visita de campo, agravándose esta situación para los caudales mayores.

El río Gorgos desborda afectando algunas parcelas en el entorno de su entrada a la localidad. Además los dos puentes del tramo urbano, el de la carretera CV-745 y el del camí

Fondo Dos parecen insuficientes, este último prácticamente quedó colmatado por el agua en el evento de octubre de 2007.

#### 2.4.11.1.- T10

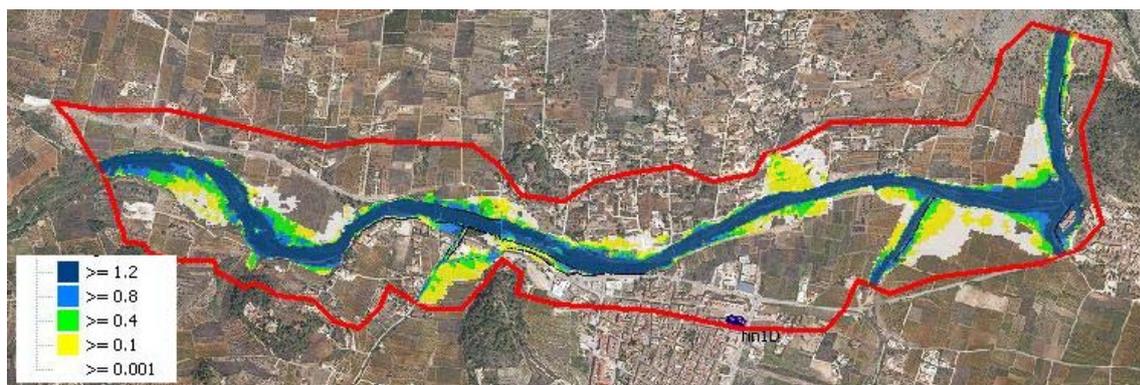
En la zona que se encuentra al este del modelo se producen desbordamientos que afectan a alguna vivienda. Así mismo, en la zona situada al oeste de la figura, que corresponde con la entrada Jalón 05 y que está comprendida entre el Camino Segador y la Partida la Balseta, se producen desbordamientos que afectan a alguna vivienda, se producen desbordamientos afectando a la carretera CV-750.



**Figura 77.** Peligrosidad asociada al T10 para Jalón producida por el río Gorgos, bco de las murtes y del cau.

#### 2.4.11.2.- T100

Las zonas afectadas son las mismas que para los períodos de retorno más bajos pero con un incremento de extensión y de calados muy considerable, lo que lleva consigo más afecciones y de mayor importancia.



**Figura 78.** Peligrosidad asociada al T100 para Jalón producida por el río Gorgos, bco de las murtes y del cau.

### 2.4.11.3.- T500

Las zonas afectadas son las mismas que para los períodos de retorno más bajos pero con un incremento de extensión y de calados muy considerable, lo que lleva consigo más afecciones y de mayor importancia.

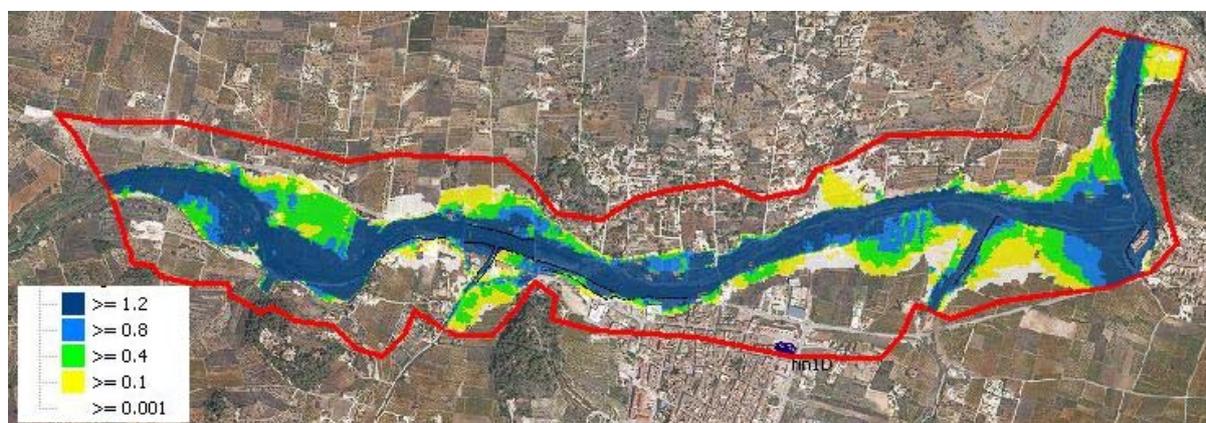


Figura 79. Peligrosidad asociada al T500 para Jalón producida por el río Gorgos, bco de las murtes y del cau.

### 2.4.12.- Barranco de la Canal, Benituba y Rupais en Pego

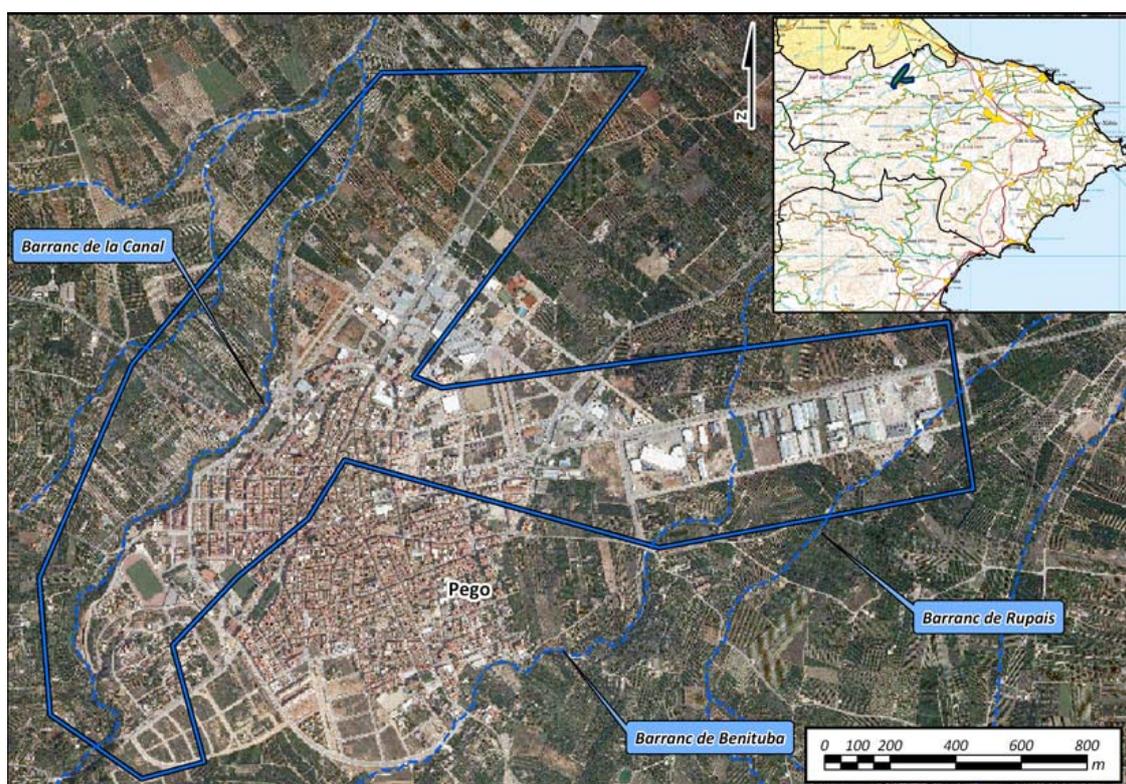


Figura 80. Ámbito de estudio de los barrancos de la Canal, Benituba y Rupais a su paso por Pego

El modelo hidráulico Pego abarca el Barranc de la Canal o de la Horta, el Barranc de Benituba y el Barranc de Rupais, que forman parte de la cuenca del Río Vedat. El Barranc

de la Horta cruza el centro urbano del poblado de Pego, mientras que los otros dos barrancos afectan a un polígono industrial. En la figura siguiente se muestra la situación y límites del modelo hidráulico.

Los barrancos tienen su cauce bien definido produciéndose previsiblemente problemas puntuales en los cruces con las carreteras de acceso a la población CV-700 y CV-715 los problemas y cortan la carretera son el de Rupais y Benituba (CV-700) y el barranco de la canal (CV-715).

#### 2.4.12.1.- T10

Para el período de retorno de 10 años no se observan inundaciones ni desbordamientos en ninguno de los tres cauces considerados, ya que los cursos de agua pueden desaguar los caudales recibidos.



**Figura 81. Peligrosidad asociada al T10 para Pego producida por los barrancos de la Canal, Benituba y Rupais.**

#### 2.4.12.2.- T100

Para 100 años en ningún punto del centro urbano de Pego se observa desbordamiento. En la zona del Polígono Industrial de Pego se observa la presencia de desbordamientos; la zona inundada se extiende en gran parte del polígono mismo, desde la calle Bañuels, que divide en dos la zona, hasta el Paseo de los Sequíes, situado en la parte oeste del mismo polígono, como se puede apreciar en la siguiente imagen. Los calados son

contenidos, del orden de 10 – 20 cm. En el barranco de Benituba no se observan desbordamientos.



*Figura 82. Peligrosidad asociada al T100 para Pego producida por los barrancos de la Canal, Benituba y Rupais.*

#### 2.4.12.3.- T500

Los problemas de desbordamientos para este período de retorno se concentran en las mismas zonas descritas pero con calados superiores. Se observan calados de desbordamiento entre 10 y 30 cm aguas abajo de Pego, causados por el Barranc de la Canal, y entre 10 y 20 en el polígono industrial, provocados por el Barranc de Rupais y el Barranc de Benituba. En concreto, en este último caso, los marcos bajo la carretera resultan ser insuficientes para desaguar el caudal correspondiente al periodo de retorno de 500 años, aunque los calados de flujo desbordado que se observan son bastante reducidos.



**Figura 83.** Peligrosidad asociada al T500 para Pegó producida por los barrancos de la Canal, Benituba y Rupais.

Los problemas de desbordamientos para este período de retorno se concentran en las mismas zonas descritas pero con calados superiores. Se observan calados de desbordamiento entre 10 y 30 cm aguas abajo de Pegó, causados por el Barranc de la Canal, y entre 10 y 20 en el polígono industrial, provocados por el Barranc de Rupais y el Barranc de Benituba. En concreto, en este último caso, los marcos bajo la carretera resultan ser insuficientes para desaguar el caudal correspondiente al periodo de retorno de 500 años, aunque los calados de flujo desbordado que se observan son bastante reducidos.

#### **2.4.13.- Rambla Gallinera**

La Rambla Gallinera, tiene parte de su cuenca en la Marina Alta, desembocando en su tramo medio y bajo en la comarca de la Safor. La Rambla Gallinera no produce ningún problema en el ámbito de la marina Alta, no ocurre lo mismo en el ámbito de la Safor. Los problemas producidos por la Rambla Gallinera en su tramo medio y bajo, ha sido estudiado por el Estado y pasa a describirse a continuación

La sociedad estatal Aguas de las Cuencas Mediterráneas, Acuamed, dependiente del Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino, está desarrollando las obras de prevención de inundaciones en la cuenca de la Rambla Gallinera. Dicho proyecto contempla una serie de obras como una presa, transferencia y encauzamientos que paliar los efectos de las avenidas que se producen en la zona con periodicidad anual permitiendo desaguar los excedentes.

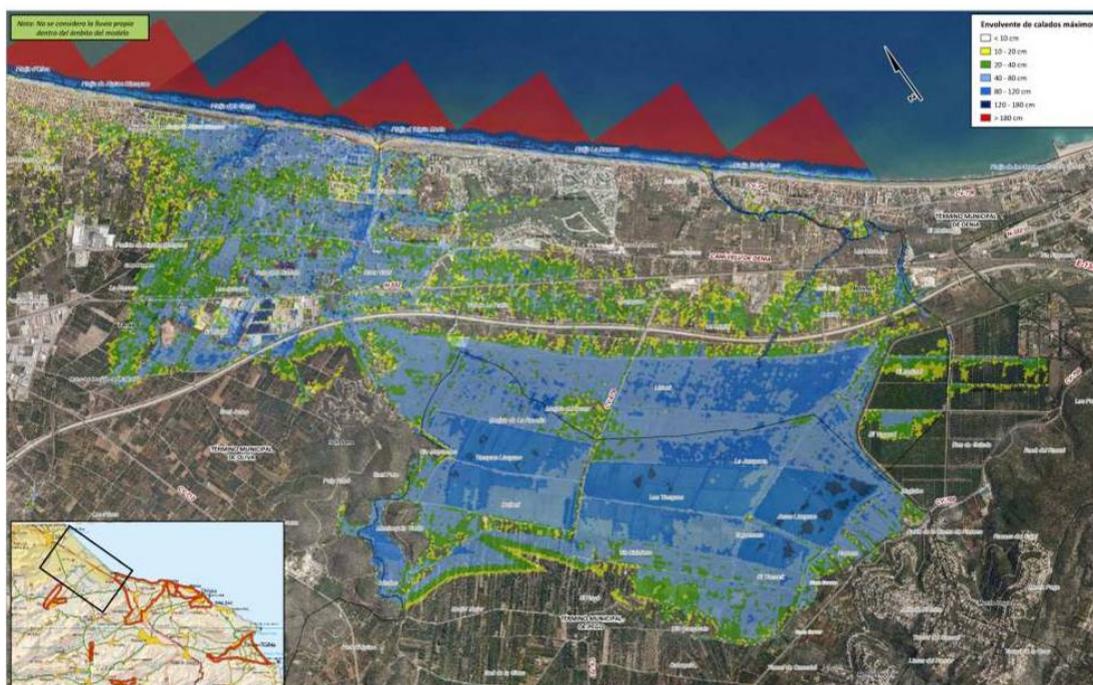
Se contempla encauzar parcialmente y acondicionar el cauce de la Rambla Gallinera hasta aguas abajo de su cruce con la carretera N-332. Adicionalmente, se contempla una presa que permita laminar, sin verter por el aliviadero, avenidas de hasta cincuenta años de periodo de retorno, aliviando por sus desagües de fondo caudales que no superen la capacidad de evacuación de la rambla Gallinera en el tramo encauzado hasta cruzar la N-332.

Estas actuaciones se completan con una transferencia del río Alfadalí a la rambla Gallinera. Además, se incluyen una serie de actuaciones con objeto de favorecer el drenaje y reincorporación de caudales en caso de avenidas extraordinarias, disminuyendo los tiempos de vaciado, en el Barranco de Benirrama, en el Canal Este de Desagüe de la Rambla Gallinera y en el Barranco de Alfadalí.

A todos los efectos, en el presente Plan Director se considera como situación inicial la que existe antes de las obras proyectadas y que se están siendo ejecutadas por Acuamed y por situación futura, la que existirá una vez se finalicen todas las actuaciones en marcha por Acuamed. En el presente Plan Director no valora ni define actuaciones en la rambla Gallinera y tan solo refleja el efecto de las ya proyectadas.

A continuación se muestran los planos de peligrosidad en la situación antes de las obras y con posterioridad a las mismas.

#### 2.4.13.1.- T25



**Figura 84. Peligrosidad asociada al T25 producida por la Rambla Gallinera antes de las actuaciones.**

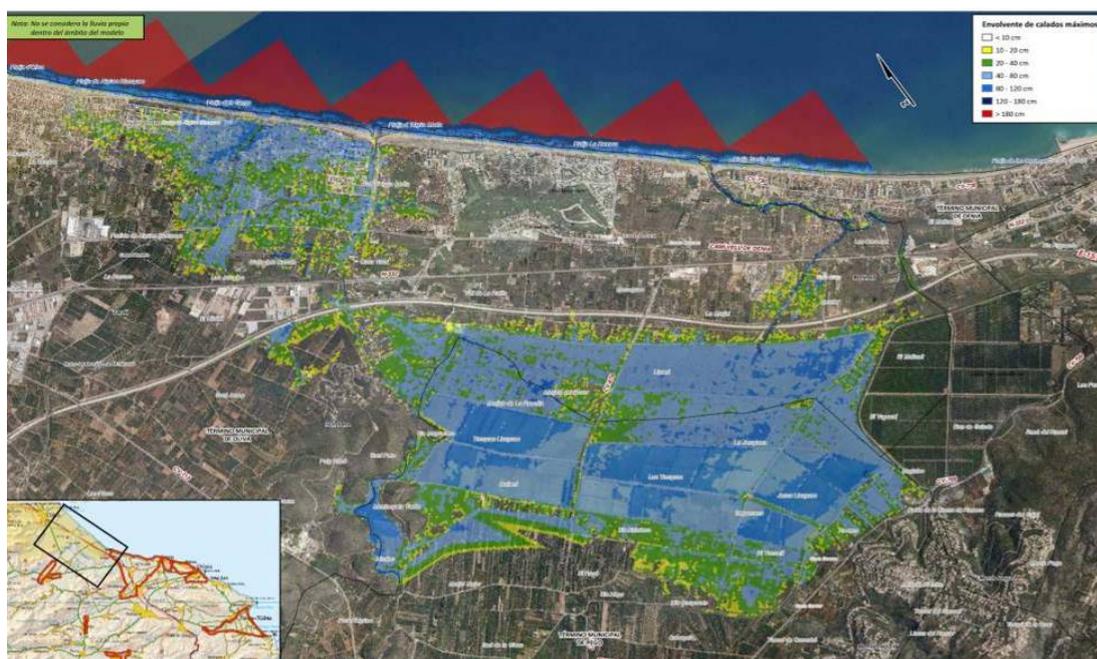


Figura 85. Peligrosidad asociada al T25 producida por la Rambla Gallinera después de las actuaciones.

#### 2.4.13.2.- T100

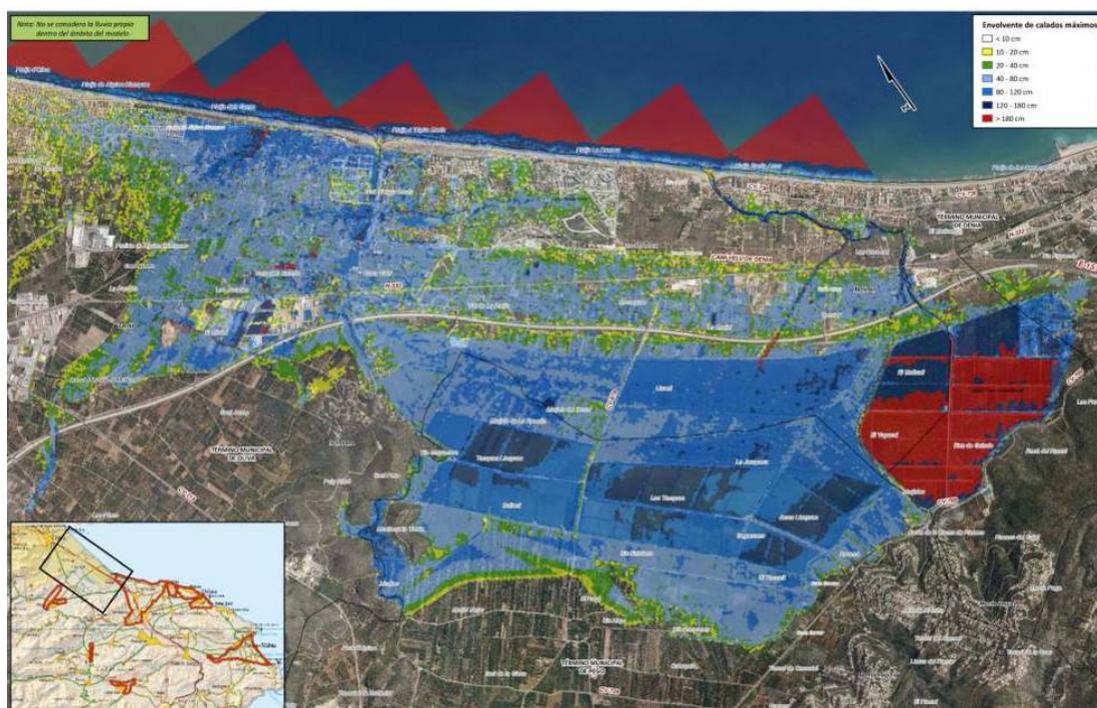


Figura 86. Peligrosidad asociada al T100 producida por la Rambla Gallinera antes de las actuaciones.

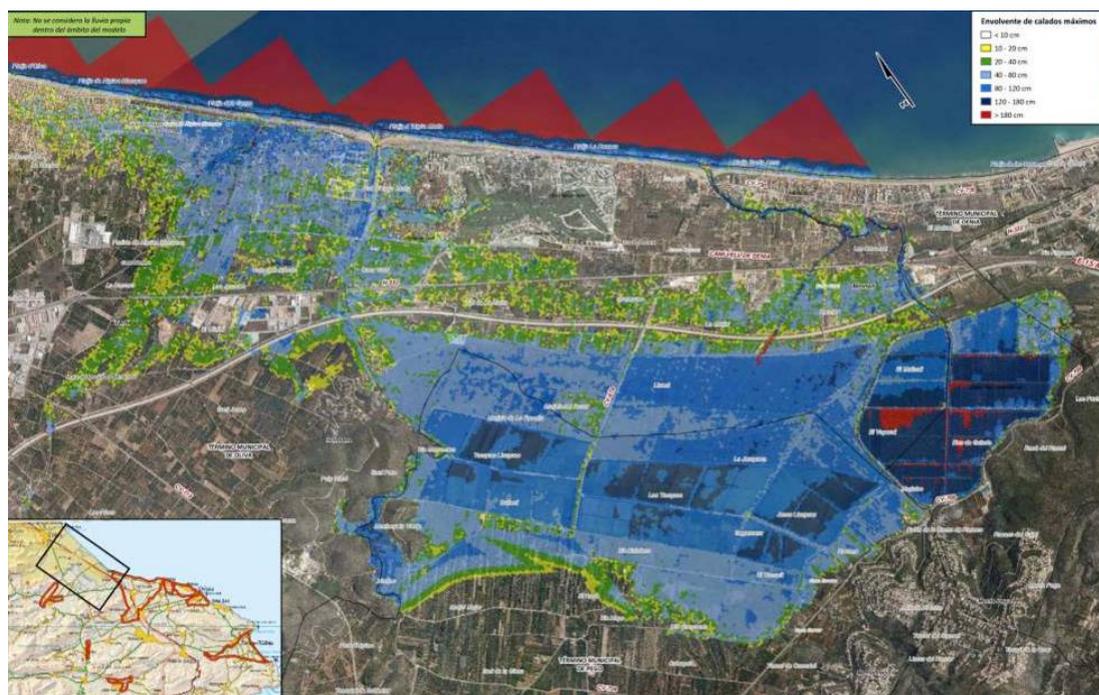


Figura 87. Peligrosidad asociada al T100 producida por la Rambla Gallinera después de las actuaciones.

#### 2.4.13.3.- T500

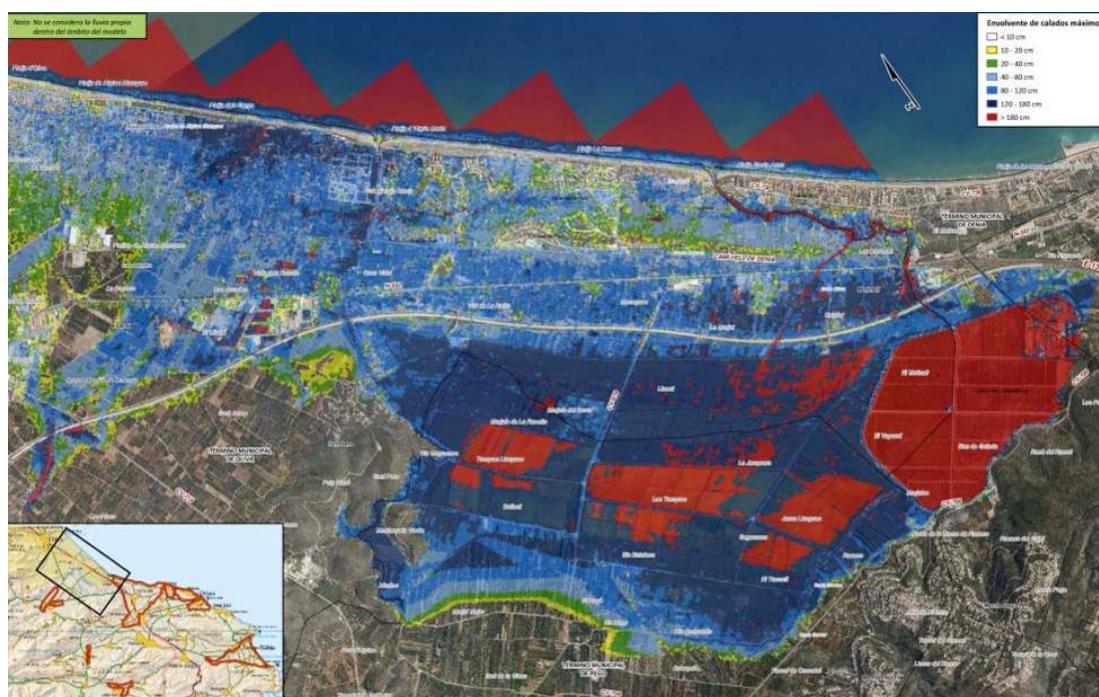


Figura 88. Peligrosidad asociada al T500 producida por la Rambla Gallinera antes de las actuaciones.

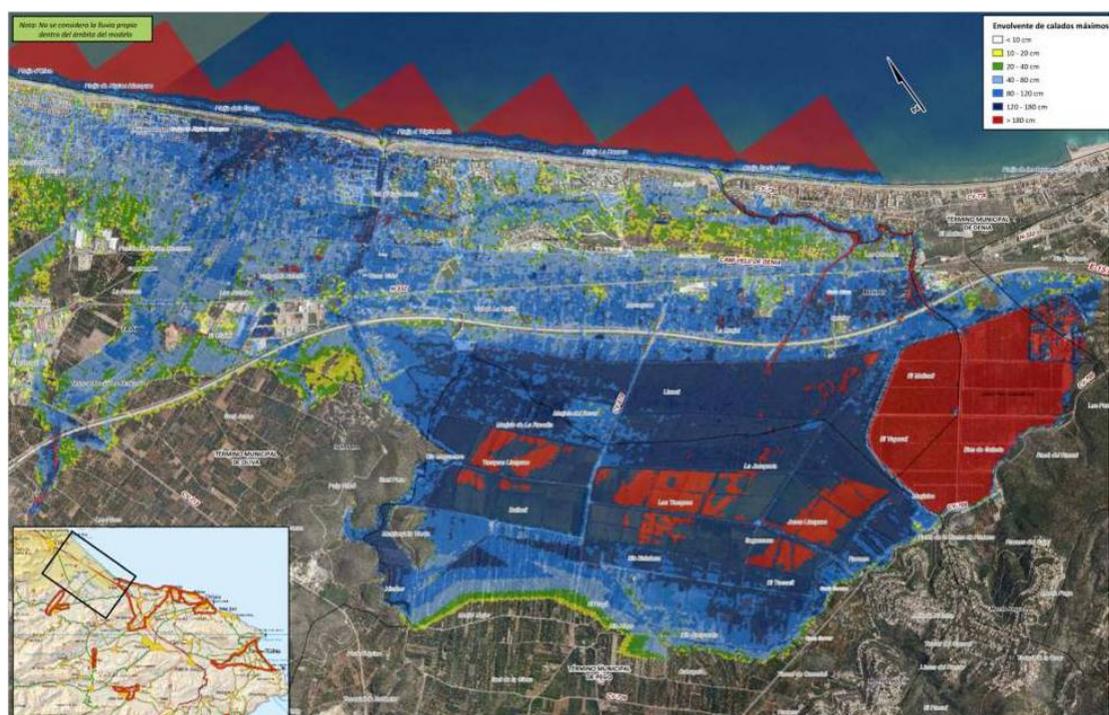


Figura 89. Peligrosidad asociada al T500 producida por la Rambla Gallinera después de las actuaciones.

### 3.- CRITERIOS DE DISEÑO

#### 3.1.- CRITERIOS GENERALES

Las medidas de actuación habitualmente empleadas en los planes de defensa frente a avenidas, se pueden clasificar en función de su tipología de modificación del riesgo. De esta manera, las acciones para la disminución del riesgo se pueden clasificar en los siguientes grupos:

##### a) Medidas no estructurales,

Estas actuaciones, en muchos casos, complementarias a las estructurales, que se recogen en los apartados siguientes, tienen por objeto prevenir el efecto de las inundaciones y conseguir reducir los daños asociados ó al menos el impacto que estos daños tienen en los ciudadanos. Estas actuaciones tienen una gran efectividad y en general un coste económico sensiblemente inferior al de las medidas estructurales. No obstante, plantean dificultades de aplicación y requieren una difícil coordinación entre las distintas administraciones implicadas. Esta coordinación debe realizarse en un marco legal complejo con distintos ámbitos competenciales. Se pueden clasificar en los siguientes grupos:

Medidas que persiguen la disminución del riesgo por disminución de la vulnerabilidad. Estas medidas son las que tienen que ver con la Ordenación Territorial y se pueden resumir en las siguientes:

- Elaboración de mapas de peligrosidad de inundación

- Revisión del planeamiento urbano municipal a la vista de los resultados de los trabajos complementarios de cartografía de peligrosidad de inundación
- Reserva de usos del suelo para determinadas zonas teniendo en cuenta los estudios de inundabilidad realizados

Medidas, cuyo objetivo es la disminución de la vulnerabilidad durante la inundación. Entre las que destacan la elaboración de planes de emergencia y la disposición de ayudas para los afectados por la inundación. Se resumen a continuación:

• Actuaciones de Protección Civil:

- Elaboración y aprobación de los "Planes de Actuación Municipal y/o Planes de Emergencia Municipal ante el riesgo de inundaciones".

• Seguros:

- Campaña de promoción y divulgación del seguro.

**b) Medidas de restauración hidrológico- forestal**

El fin último perseguido por estas medidas es la disminución de la escorrentía generada mediante una serie de actuaciones, que consisten en acciones biológicas e hidrotecnias, armónicamente distribuidas entre la cuenca y su cauce. Las acciones biológicas se implantan en la cuenca y las hidrotecnias en los cauces.

Estas medidas tienen además, del objetivo fundamental de disminuir la escorrentía en la cuenca, los siguientes fines:

- La protección del suelo.
- La regulación hídrica y mejora de la calidad del agua.
- La protección, conservación, restauración y mejora del ecosistema (flora, fauna, paisaje, biodiversidad).

**c) Medidas estructurales**, que persiguen la disminución del riesgo, disminuyendo la peligrosidad. Esta disminución se puede conseguir, fundamentalmente por dos vías:

Incrementando el umbral de desbordamiento, de esta manera se elimina el riesgo de las crecidas más frecuentes, reduciendo en una magnitud constante el riesgo de las de menor probabilidad. Dentro de este grupo se encuentran los encauzamientos, acondicionamiento de cauces y la mejora de las obras de paso existentes, mediante su ampliación o sustitución

La otra vía persigue la disminución de la magnitud, es decir, la reducción de caudales fluyentes. En ella se encuadran diferentes técnicas de laminación, (Áreas de laminación o zonas de sacrificio).

Para establecer el caudal de diseño de las obras a realizar incluidas dentro de las medidas estructurales, se ha elegido como criterio óptimo de diseño para cauces, que discurran por zonas urbanas, el objetivo de un control de la inundación para el caudal correspondiente a 500 años de período de retorno, siempre que el tejido urbano permita la

realización de las obras necesarias para conseguir dicho control. Este criterio está en línea con lo dispuesto en el Plan de Acción Territorial de Carácter Sectorial sobre prevención del Riesgo de Inundación en la Comunidad Valenciana (PATRICOVA - 2002).

Para actuar sobre cauces en entornos rurales se adopta el caudal de avenida comprendida entre los 25 y los 50 años de período de retorno, en línea con los niveles de protección establecidos en el plan hidrológico del Júcar.

A este respecto hay que indicar que en el *artículo 32 Actuaciones Estructurales* del PATRICOVA se indica lo siguiente.

*“El nivel de protección de cualquier estructura de defensa contra las inundaciones en zona urbana deberá estar comprendido entre quinientos y cien (500 y 100) años de período de retorno, debiendo justificarse razonadamente la adopción del nivel de diseño.”*

*El nivel de protección de cualquier estructura de defensa contra las inundaciones en zona no urbana deberá estar comprendido entre cien y veinticinco (100 y 25) años de periodo de retorno, debiendo justificarse razonadamente la adopción del nivel de diseño.”*

### 3.2.- METODOLOGÍA

El planteamiento general, que se ha seguido para realizar el análisis de alternativas, para los distintos ríos y barrancos incluidos en el Plan Director de Defensa contra las Avenidas en la Comarca de la Marina Alta, ha sido considerar una serie de soluciones, partiendo de la Alternativa 0, que consiste en no realizar ninguna actuación, manteniendo las condiciones existentes en la actualidad, ir añadiendo actuaciones, en primer lugar, actuaciones de tipo no estructural, que constituirán la Alternativa 1, hasta llegar la adopción de medidas estructurales, que constituirían la Alternativa 2.

Se resumen a continuación los tipos de soluciones planteadas:

**Alternativa 0**, consiste en no realizar ninguna actuación, manteniendo las condiciones existentes en la actualidad

**Alternativa 1**, en esta solución estarían incluidas las siguientes tipos de actuaciones: Actuaciones sobre la Ordenación Territorial de la zona, Protección Civil, en lo que se refiere a Planes de Emergencia frente a las inundaciones, actuaciones por parte de las compañías de seguros y de tipo restauración hidrológico forestal de la cuenca.

La **Alternativa 2** estaría formada por actuaciones estructurales. En primer lugar, se priorizarían las actuaciones sobre la sección del cauce y sobre las obras de paso existentes (con el fin de mejorar la capacidad hidráulica de los cauces) y en el caso de que estas últimas no fuesen suficientes para la reducción del riesgo en caso de avenidas, se proponen elementos de regulación y laminación de los hidrogramas (Áreas de reserva para laminación o zonas de sacrificio) en el cauce o fuera del mismo.

La **Alternativa 2 sin presas** estaría formada por todas las actuaciones que conforman la alternativa 2 sin incluir las presas diseñadas. De esta manera, se puede analizar el efecto significativo que tiene esta obra de laminación sobre el riesgo.

Con el fin de poder estimar el riesgo que comporta cada una de las soluciones propuestas, se hace un cálculo de este riesgo, como producto de la valoración económica del daño o afección por la probabilidad de que se produzca. Por lo tanto es necesario realizar una valoración económica de los daños producidos en cada uno de los escenarios, partiendo de la situación actual (Alternativa 0, no se proponen actuaciones) y pasando por cada de las soluciones propuestas.

Los pasos a seguir en el estudio de soluciones han sido:

- Análisis de la situación actual.
- Planteamiento de alternativas Se plantean actuaciones partiendo de la situación actual, empezando primero por las de tipo no estructural, para ir añadiendo las de tipo estructural.
  - Descripción de las alternativas propuestas
  - Análisis económico, que incluye los siguientes apartados:
    - Análisis de costes (valoración de las actuaciones propuestas por alternativa)
    - Análisis de riesgo, para lo cual se hace una estimación del riesgo como producto de la valoración del daño por la probabilidad de que se produzca.
    - Análisis Coste- Beneficio, entendiendo como beneficio la disminución del riesgo.
  - Análisis multicriterio
    - Resultados del estudio de alternativas

## **4.- EVALUACIÓN PRELIMINAR DEL RIESGO**

### **4.1.- CLASIFICACIÓN DE DAÑOS**

Los daños que provoca una inundación, se han clasificado del siguiente modo:

- Daños Tangibles: Cuantificables en términos económicos
  - Daños directos: daños físicos sobre los bienes (propiedades privadas, infraestructuras de titularidad pública), costes de las medidas de emergencia adoptadas, coste de limpieza de calles, casas, etc.
  - Daños Indirectos: de difícil determinación y con una gran variabilidad.
- Daños Intangibles

Para la evaluación del riesgo, en el presente Plan se han considerado exclusivamente los daños tangibles debido a la enorme dificultad de evaluar los intangibles (pérdida de vidas humanas, daños psicológicos, pérdidas arqueológicas, etc.), y dentro de los tangibles, los daños indirectos se han considerado como un porcentaje de los directos.

## 4.2.- DATOS DEL CONSORCIO DE COMPENSACIÓN DE SEGUROS

Para la evaluación de los costes directos provocados por las inundaciones de la Marina Alta, se ha partido de los datos del Consorcio de Compensación de Seguros, a partir de los cuales, y una vez depuradas las bases de datos, se han elaborado las curvas de vulnerabilidad (ver apartado siguiente), que relacionan calado de la inundación con coste medio de daños por metro cuadrado afectado.

En la tabla 8 se detallan los importes tasados en euros actuales que han sido valorados por el Consorcio de Compensación de Seguros en el periodo de tiempo comprendido entre los años 1.995 y la actualidad. Se realiza una distribución anual de los importes y se detalla la cuantía total para cada uno de los municipios de la comarca de la Marina Alta.

Destacan las indemnizaciones en Benissa, Calpe, Denia, Els Poblets y Jávea. Si el análisis se realiza desde el punto de vista temporal cabe destacar el año 2.007 con gran diferencia respecto del resto, por el desbordamiento del Riu Girona de hecho las inundaciones del 2.007 suponen 53.307.831 € del total de 69.799.480€ en 15 años lo que supone el 76,37% del total.

A la vista de la información, es posible individualizar los grandes eventos de precipitación ocurridos en el periodo del que se tiene información. En la tabla 10 se muestran los datos por poblaciones para los eventos más dañinos ocurridos entre 1.995 y la actualidad. Cabe destacar los 52 millones de euros correspondientes al desbordamiento del Riu Girona los días 11 y 12 de octubre de 2.007.

Dada la importancia del evento de octubre de 2.007 en el conjunto de datos analizado, se muestra a continuación una última tabla en la que se refleja únicamente dicho evento. Los importes reflejan el daño material tasado en euros actuales para cada una de las poblaciones, con discretización por el tipo de riesgo. Por tipo de riesgo destacan las viviendas por encima del resto, seguido por comercios y vehículos, mientras que por poblaciones cabe destacar, Benissa, Calpe, Els Poblets y Jávea. La zona en la que se producen más daños son las márgenes del Riu Girona, ya que su desbordamiento provoca graves inundaciones, por lo que es destacable que municipios como Els Poblets, El Verger o Beniarbeig presenten graves daños con un número de habitantes mucho menor que otros del entorno.

MEMORIA.

POBLACIÓN	VIVIENDAS	COMUNIDADES	VIVIENDAS Y COMUNID.	COMERCIO	VEHICULOS	ALMACENES NAVES	GRANDES SUPERFICIES	HOTELES	INDUSTRIA	INSTALACIONES DEPORTIVAS	RESTO DE RIESGOS	Total
ADSUBIA	153,878			3,272	10,770							167,920
ALCALALI	113,178			62,006	28,203				1,080			204,466
BENIARBEIG	699,477	6,467		29,825	132,501				85,088			953,357
BENIDOLEIG	100,654	1,159	1,235	1,171	2,079						19,463	125,760
BENIGEMBLA	69,711											69,711
BENIMELI	25,426										8,623	34,048
BENISSA	9,985,171	19,387	39,835	316,118	204,417	27,400	12,413	18,629	24,189	53,755	138,142	10,839,456
BENITACHELL	412,406	13,176		15,493	25,239							466,314
CALPE	6,073,929	849,297	7,875	2,828,924	4,426,936	23,411	41,080	754,963	271,256	1,618	487,830	15,767,119
CASTELL DE CASTELLS	5,242				346							5,588
DENIA	4,028,672	1,363,379	1,174,036	1,149,943	1,289,256	236,945	3,890	5,690	150,799	152,891	161,915	9,717,417
EL VERGER	1,954,401	147,489	3,002	335,715	657,469				55,179		24,510	3,177,764
ELS POBLETS	6,152,546	125,610	39,500	1,341,177	1,070,384						6,041	8,735,257
GATA DE GORGOS	42,690	3,268		9,727	5,431				25,282		4,463	90,861
JALON	434,463	14,897		49,814	27,413						760	527,347
JAVEA	5,313,870	468,739	49,640	2,102,461	1,921,444	28,637	940	10,698	17,577	10,221	516,950	10,441,178
LA VALL DE LAGUAR	12,486			18,432							2,369	33,287
LLIBER	111,667				7,768						4,202	123,637
MURLA	50,532				350							50,883
ONDARA	302,416	4,130	952	172,098	51,041	36,370			13,010		36,379	616,396
ORBA	333,201		14,319	361,236	74,288	4,895			209,740		36,020	1,033,700
PARCENT	177,974			1,431								179,405
PEDREGUER	590,292	9,789		242,106	121,814	120,693			241,512	38,126	130,182	1,494,513
PEGO	363,492	5,537	431	20,418	103,246	6,889			25,714		8,916	534,644
RAFOL DE ALMUNIA	7,985		4,606									12,591
SAGRA	7,493			2,360								9,853
SANET Y NEGRALS	77,428	1,226		4,459	3,650							86,763
SENIJA	21,397				5,057							26,454
TEULADA	3,381,116	37,384	46,691	384,909	138,260				2,297	3,435	132,873	4,126,966
TORMOS	13,758			2,643	5,157							21,558
VALL DE EBO	7,958			3,255	6,691				83,743			101,648
VALL DE GALLINERA	24,677											24,677
<b>TOTAL MARINA ALTA</b>	<b>41,048,526</b>	<b>3,070,937</b>	<b>1,382,121</b>	<b>9,458,993</b>	<b>10,319,208</b>	<b>485,240</b>	<b>58,324</b>	<b>789,980</b>	<b>1,206,465</b>	<b>260,047</b>	<b>1,719,639</b>	<b>69,799,480</b>

Tabla 8. Daño material (en euros actuales) distribuido por poblaciones y años en el periodo 1.995-2.010

MEMORIA.

POBLACIÓN	Total	VIVIENDAS	COMUNIDADES	COMERCIO	VEHICULOS	ALMACENES-NAVES	GRANDES SUPERFICIES	HOTELES	INDUSTRIA	INSTALACIONES DEPORTIVAS	RESTO DE RIESGOS INDEFINIDOS
ADSUBIA	128,073	127,470		603							
ALCALALI	186,785	99,301		59,281	28,203						
BENIARBEIG	767,177	525,938		24,804	131,348				85,088		
BENIDOLEIG	102,585	79,884	1,159		2,079						19,463
BENIGEMBLA	63,651	63,651									
BENIMELI	19,210	19,210									
BENISSA	8,175,539	7,649,320	7,358	219,513	147,139	27,400		18,629		44,937	61,243
BENITACHELL	151,561	134,129	12,179		5,253						
CALPE	14,588,170	5,172,361	800,969	2,736,731	4,315,613	23,411	41,080	754,963	269,594		473,448
CASTELL DE CASTELLS	3,886	3,540			346						
DENIA	2,536,880	1,353,949	640,104	169,342	368,885				4,600		
EL VERGER	2,807,359	1,849,639	45,100	302,116	610,504						
ELS POBLETS	8,535,456	6,026,854	119,362	1,341,177	1,042,752						5,311
GATA DE GORGOS	35,979	29,709	2,758		3,512						
JALON	437,568	355,656	14,897	43,335	23,680						
JAVEA	8,327,863	3,975,159	329,840	1,881,591	1,689,137				3,833		448,304
LA VALL DE LAGUAR	27,326	12,486		14,840							
LLIBER	81,353	77,151									4,202
MURLA	39,212	38,862			350						
ONDARA	378,373	180,657		150,135	6,881				4,321		36,379
ORBA	834,363	287,647		361,236	74,288	4,895			106,297		
PARCENT	160,245	158,814		1,431							
PEDREGUER	648,247	392,689	3,330	133,522	59,341				17,307	38,126	3,931
PEGO	355,297	245,643	4,677	13,109	62,708				25,089		4,072
RAFOL DE ALMUNIA	2,514	2,514									
SAGRA	5,356	2,997		2,360							
SANET Y NEGRALS	81,418	72,083	1,226	4,459	3,650						
SENIJA	25,316	20,259			5,057						
TEULADA	2,484,024	2,073,671	11,029	299,012	98,068						2,244
TORMOS	16,792	12,582			4,210						
VALL DE EBO	98,259	7,958		3,255	3,303				83,743		
VALL DE GALLINERA	19,834	19,834									
<b>TOTAL MARINA ALTA</b>	<b>52,125,198</b>	<b>31,071,142</b>	<b>1,993,990</b>	<b>7,761,851</b>	<b>8,686,307</b>	<b>55,707</b>	<b>41,080</b>	<b>773,592</b>	<b>599,871</b>	<b>83,064</b>	<b>1,058,597</b>

Tabla 9. Daño material (en euros actuales) distribuido por el tipo de riesgo y población para el evento de los días 11 y 12 de Octubre de 2.007

MEMORIA.

POBLACIÓN	Total	09/12/1995	10/09/1996	30/09/1997	11/11/1999	23/10/2000	02/04/2002	06/05/2002	21/09/2007	11/10/2007	27/09/2009	14/12/2009
ADSUBIA	147,671			3,195				16,403		128,073		
ALCALALI	197,573							8,535		186,785	2,253	
BENIARBEIG	895,786				43,334		81,004			767,177	3,118	1,152
BENIDOLEIG	119,129		3,661					9,001	2,882	102,585	1,000	
BENIGEMBLA	63,941									63,651	290	
BENIMELI	19,210									19,210		
BENISSA	9,777,547	23,726	9,734	2,229	333,583	75,444	60,457	706,237	70,192	8,175,539	149,999	170,406
BENITACHELL	385,253		941			12,354	82,684	29,965		151,561	22,851	84,895
CALPE	15,217,676	4,648		2,580	135,863	149,427		182,550	66,853	14,588,170	15,064	72,522
CASTELL CASTELLS	3,886									3,886		
DENIA	8,926,527	925,706	2,376,955	9,588	538,344	236,236	523,418	233,451	239,490	2,536,880	1,146,961	159,498
EL VERGER	2,959,344	1,266	27,582		63,580	1,874	38,625	2,944	2,536	2,807,359	10,456	3,121
ELS POBLETES	8,664,336	194	53,672		39,628		15,998			8,535,456	12,520	6,867
GATA DE GORGOS	85,590				586		38,240			35,979	10,435	350
JALON	492,064							33,867		437,568	17,348	3,281
JAVEA	9,788,833	23,995	14,475	32,460	381,027	240,774	275,809	48,405	13,132	8,327,863	138,609	292,285
LA VALL LAGUAR	29,453									27,326	2,127	
LLIBER	115,162							5,089		81,353	22,284	6,435
MURLA	46,006							6,794		39,212		
ONDARA	533,461	8,804			36,513	3,215	81,200	4,945	2,457	378,373	15,681	2,273
ORBA	970,659		119,180				505	12,108		834,363	2,173	2,329
PARCENT	160,245									160,245		
PEDREGUER	1,401,514		5,335		133,268	10,973	556,121	29,060		648,247	10,098	8,411
PEGO	458,010		1,854	14,416	8,248		13,251	45,439		355,297	19,505	
RAFOL DE ALMUNIA	11,045		4,606		3,926					2,514		
SAGRA	9,853				1,910			2,587		5,356		
SANET Y NEGRALS	81,883									81,418	465	
SENIJA	26,454							457		25,316		681
TEULADA	3,434,865	22,459	6,558	2,124	139,721	86,395	93,317	231,034	3,319	2,484,024	107,584	258,330
TORMOS	20,611							3,819		16,792		
VALL DE EBO	98,259									98,259		
VALL GALLINERA	24,677							4,843		19,834		
<b>TOTAL</b>	<b>65,165,464</b>	<b>1,010,799</b>	<b>2,624,554</b>	<b>66,592</b>	<b>1,859,530</b>	<b>816,107</b>	<b>1,860,630</b>	<b>1,617,534</b>	<b>400,861</b>	<b>52,125,198</b>	<b>1,710,822</b>	<b>1,072,837</b>

Tabla 10. Daño Material (en euros actuales) distribuido por poblaciones para los grandes eventos del periodo 1.995 – 2.010

MEMORIA.

POBLACIÓN	Total	VIVIENDAS	COMUNIDADES	COMERCIO	VEHICULOS	ALMACENES-NAVES	GRANDES SUPERFICIES	HOTELES	INDUSTRIA	INSTALACIONES DEPORTIVAS	RESTO DE RIESGOS
ADSUBIA	128,073	127,470		603							
ALCALALI	186,785	99,301		59,281	28,203						
BENIARBEIG	767,177	525,938		24,804	131,348				85,088		
BENIDOLEIG	102,585	79,884	1,159		2,079						19,463
BENIGEMBLA	63,651	63,651									
BENIMELI	19,210	19,210									
BENISSA	8,175,539	7,649,320	7,358	219,513	147,139	27,400		18,629		44,937	61,243
BENITACHELL	151,561	134,129	12,179		5,253						
CALPE	14,588,170	5,172,361	800,969	2,736,731	4,315,613	23,411	41,080	754,963	269,594		473,448
CASTELL DE CASTELLS	3,886	3,540			346						
DENIA	2,536,880	1,353,949	640,104	169,342	368,885				4,600		
EL VERGER	2,807,359	1,849,639	45,100	302,116	610,504						
ELS POBLETS	8,535,456	6,026,854	119,362	1,341,177	1,042,752						5,311
GATA DE GORGOS	35,979	29,709	2,758		3,512						
JALON	437,568	355,656	14,897	43,335	23,680						
JAVEA	8,327,863	3,975,159	329,840	1,881,591	1,689,137				3,833		448,304
LA VALL DE LAGUAR	27,326	12,486		14,840							
LLIBER	81,353	77,151									4,202
MURLA	39,212	38,862			350						
ONDARA	378,373	180,657		150,135	6,881				4,321		36,379
ORBA	834,363	287,647		361,236	74,288	4,895			106,297		
PARCENT	160,245	158,814		1,431							
PEDREGUER	648,247	392,689	3,330	133,522	59,341				17,307	38,126	3,931
PEGO	355,297	245,643	4,677	13,109	62,708				25,089		4,072
RAFOL DE ALMUNIA	2,514	2,514									
SAGRA	5,356	2,997		2,360							
SANET Y NEGRALS	81,418	72,083	1,226	4,459	3,650						
SENIJA	25,316	20,259			5,057						
TEULADA	2,484,024	2,073,671	11,029	299,012	98,068						2,244
TORMOS	16,792	12,582			4,210						
VALL DE EBO	98,259	7,958		3,255	3,303				83,743		
VALL DE GALLINERA	19,834	19,834									
<b>TOTAL MARINA ALTA</b>	<b>52,125,198</b>	<b>31,071,142</b>	<b>1,993,990</b>	<b>7,761,851</b>	<b>8,686,307</b>	<b>55,707</b>	<b>41,080</b>	<b>773,592</b>	<b>599,871</b>	<b>83,064</b>	<b>1,058,597</b>

Tabla 11. Daño Material (en euros actuales) distribuido por el tipo de riesgo y población para el evento de los días 11 y 12 de Octubre de 2.007

### **4.3.- CURVAS DE VULNERABILIDAD**

Tal y como se ha indicado con anterioridad, la obtención de los daños directos deriva de la aplicación de las curvas de vulnerabilidad que relacionan daños y calado en función del uso considerado, calculándose los costes indirectos como un coeficiente.

#### **4.3.1.- Curvas de vulnerabilidad elementales**

Para poder obtener la curva de vulnerabilidad de cada una de las tipologías en las que se ha dividido el territorio en función del uso del suelo, es necesario disponer de una serie de curvas elementales. Estas curvas elementales van a representar los daños en porcentaje respecto de un valor máximo de daño posible para cada uno de los elementos que pueden sufrir daños. Es decir, si se inunda una zona residencial, dentro de la misma nos vamos a encontrar con viviendas, garajes en planta de sótano, comercios, vehículos, etc. Lógicamente, los daños que se produzcan en una vivienda no podrán ser evaluados de la misma forma que los producidos sobre un local comercial o una vivienda. Es necesario disponer, como punto de partida, de estas curvas elementales que van a representar la evolución de los daños en porcentaje con respecto de la lámina de agua para cada uno de los siguientes bienes afectados por la inundación.

Se han desarrollado curvas de vulnerabilidad elementales para los siguientes usos:

- Residencial en Planta Baja
- Garaje en Sótano
- Jardín Privado
- Limpieza de Viales
- Daños en Viales
- Vehículos en Garaje
- Vehículos en Viales
- Comercio
- Industrial
- Arbolado de Secano
- Arbolado de Regadío
- Cultivos de Secano
- Cultivos de Regadío

Las curvas de vulnerabilidad elementales van a representar la evolución de los daños en porcentaje que van a sufrir los bienes para los distintos calados que pueden presentarse en una inundación. Al tratarse los daños en porcentaje, se considera que el

100% de los daños se corresponderá con el máximo daño que puede provocar la inundación y que posteriormente será valorado en términos monetarios.

Para la obtención de la curva de vulnerabilidad elemental, se ha partido de la metodología de trabajo establecida en la “Guía para la Inspección y Evaluación de daños en edificios por inundaciones”, publicada en septiembre de 2.009 por el Instituto Valenciano de la Edificación y editado por la Consellería de Medi Ambient, Aigua Urbanisme i Habitatge de la Generalitat Valenciana.

El procedimiento consta de las siguientes etapas, que se resumen en la figura posterior:

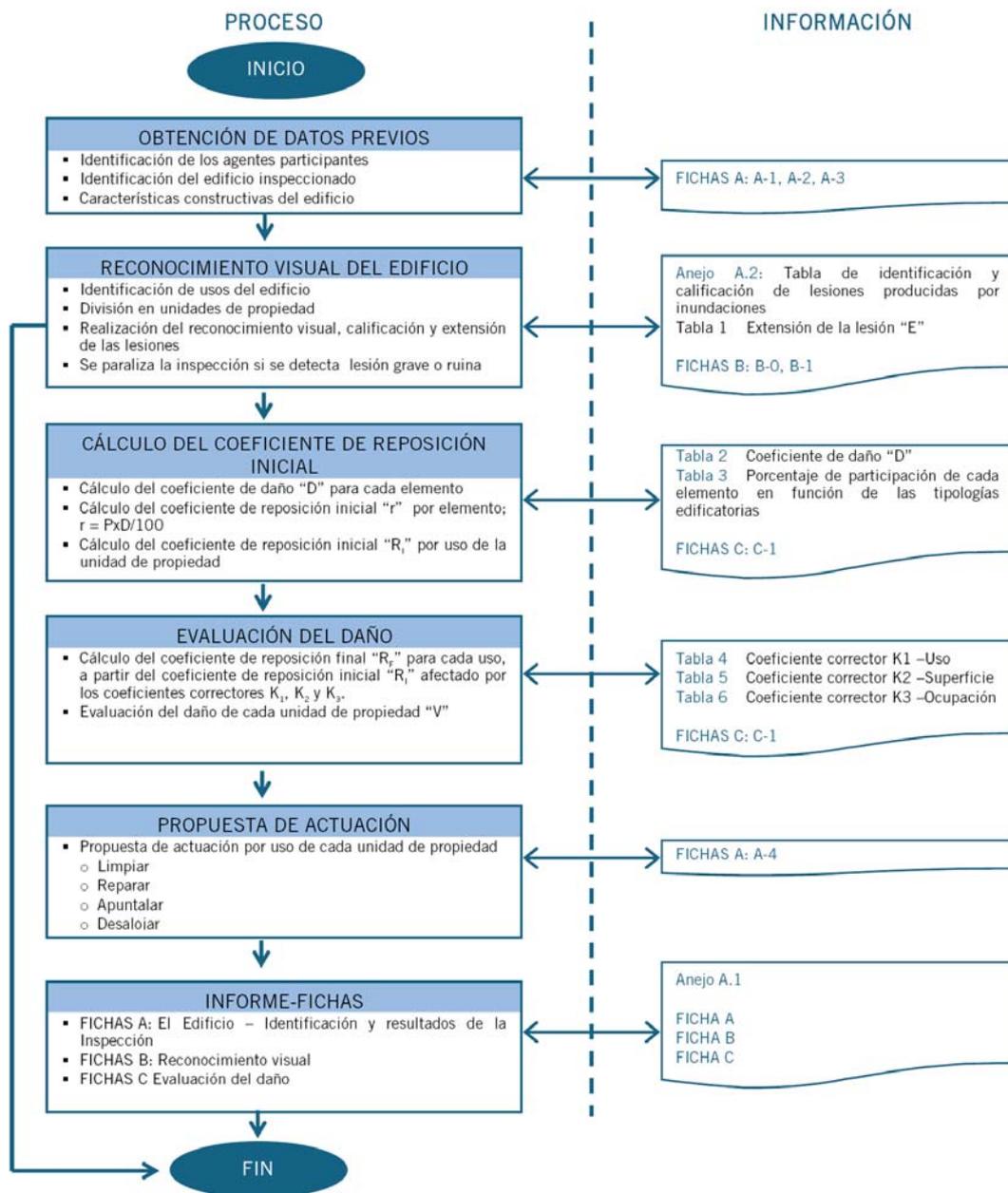


Figura 90. Proceso de Inspección y Evaluación de daños por inundaciones (Fuente I.V.E)

#### 4.3.2.- Determinación de los módulos

Con posterioridad se valoraron los daños máximos que pueden producirse sobre cada uno de los bienes afectados por la inundación. En función de esos daños máximos, se pueden obtener los daños para el resto de calados por aplicación de las curvas de vulnerabilidad elementales citadas anteriormente.

Para obtener la curva de vulnerabilidad de cada una de las tipologías en las que se ha dividido el territorio en función del uso del suelo, es necesario disponer de una serie de curvas elementales, que representan los daños en porcentaje respecto a un valor máximo de daño posible para cada uno de los elementos. Por ejemplo, si se inunda una zona residencial, dentro de la misma encontraremos viviendas, garajes, comercios, vehículos etc. Los daños que se produzcan en una vivienda no pueden evaluarse de manera similar a los producidos en un local comercial.

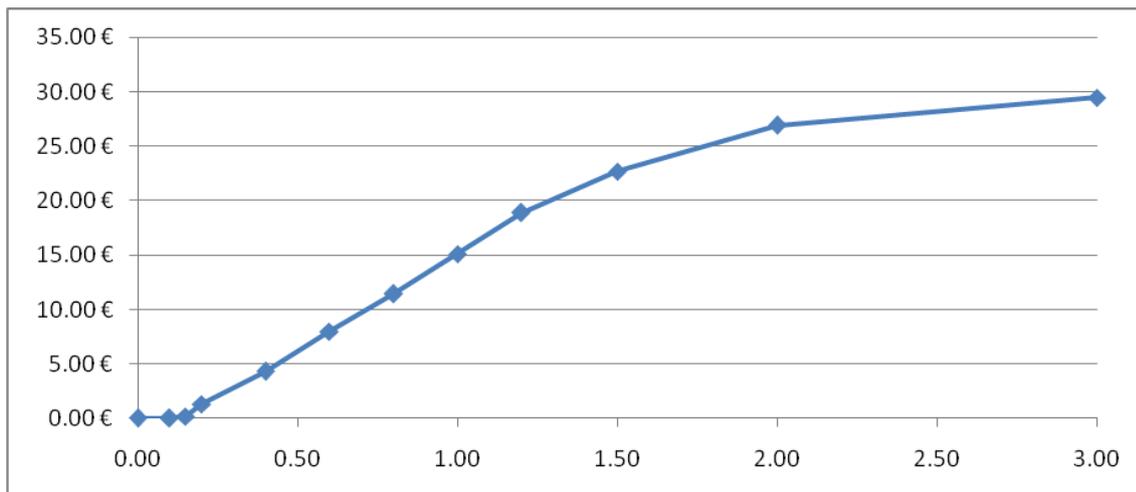
Se han adoptado unos módulos de daños máximos para cada uno de los usos anteriores a los que se aplica la correspondiente curva para obtener los daños por calado. Los módulos empleados son los siguientes:

Definición	Módulo
Residencial en planta baja	200,00€
Garaje de sótano	50,00 €
Jardín privado	2,00 €
Viales de limpieza	0,70 €
Viales daños	15,00 €
Vehículos en garaje	2,50 €
Vehículos en viales	2,50 €
Comercial	250,00 €
Industrial	250,00 €
Arbolado regadío	0,50 €
Arbolado seco	3,00 €
Cultivos regadío	0,25 €
Cultivos seco	1,50 €

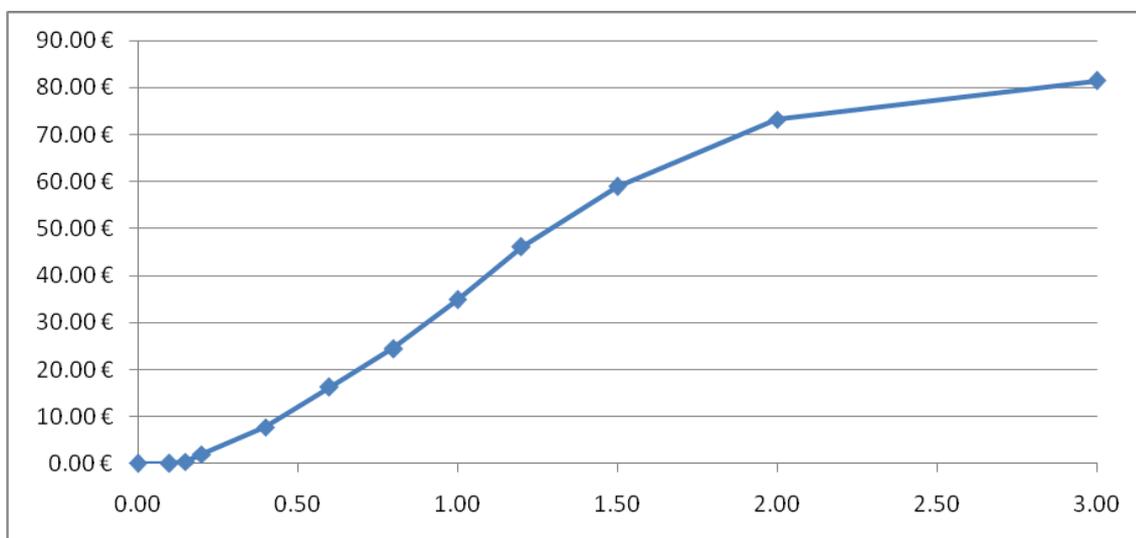
#### 4.3.3.- Curvas de vulnerabilidad por usos

Las curvas de vulnerabilidad se obtienen a partir de las curvas de vulnerabilidad elementales y los módulos definidos anteriormente de manera que reflejan para cada tipología en que está dividido el territorio el daño en euros en función del calado. Estas curvas se han calibrado en función de los datos existentes en la avenida del 2007 en el río Girona en el Vergel.

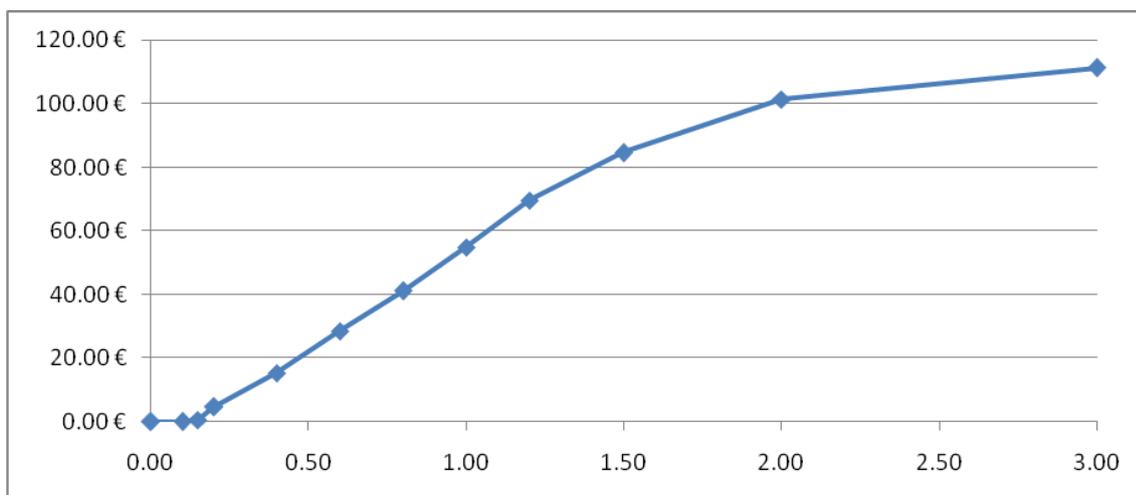
A continuación se adjuntan las curvas de vulnerabilidad para cada tipo de uso, que se han empleado en la evaluación del riesgo de inundación en el presente plan.



**Figura 91. Curva de vulnerabilidad Residencial de Baja Densidad**



**Figura 92. Curva de vulnerabilidad Residencial de Media Densidad**



**Figura 93. Curva de vulnerabilidad Residencial de Alta Densidad**

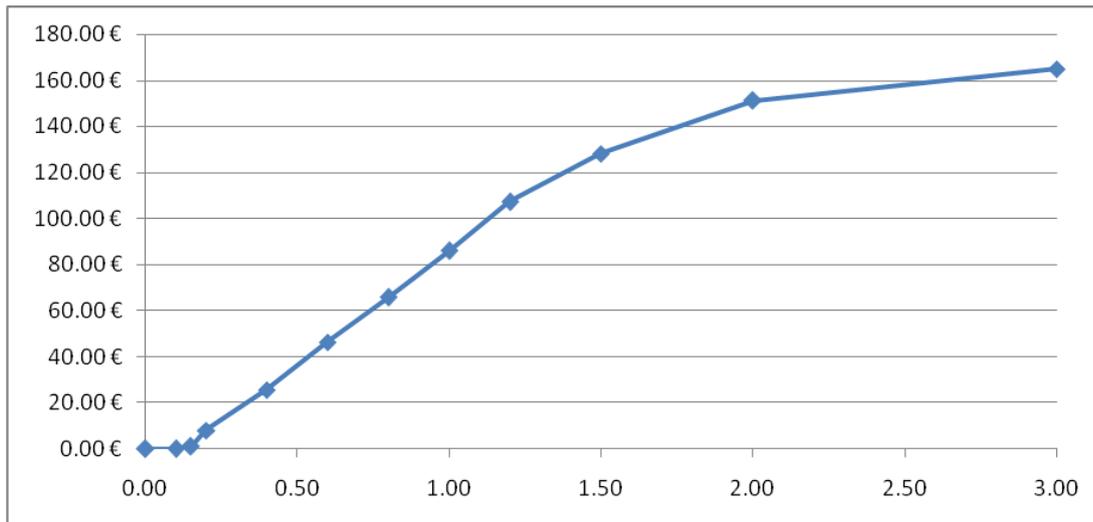


Figura 94. Curva de vulnerabilidad Viviendas Aisladas en suelo Agrícola

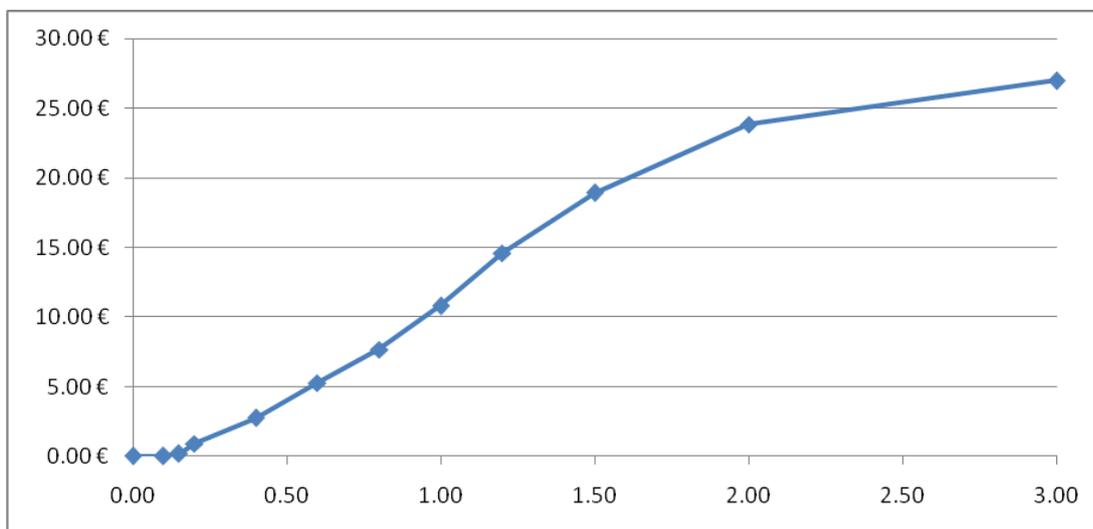


Figura 95. Curva de vulnerabilidad industrial

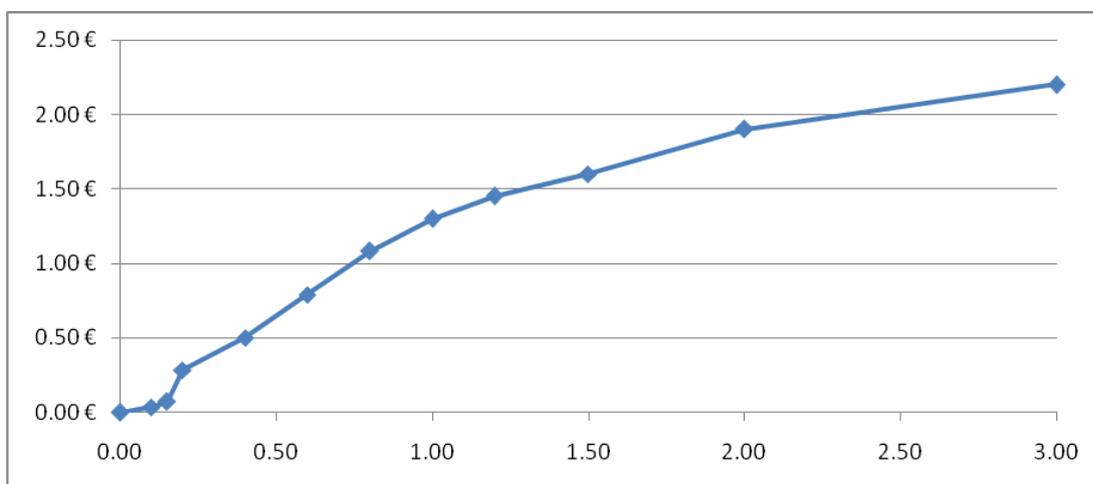
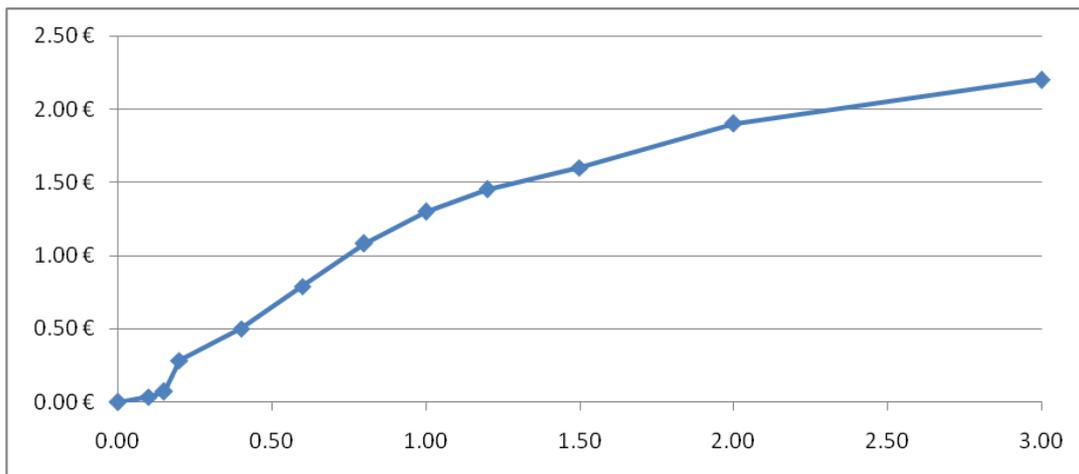
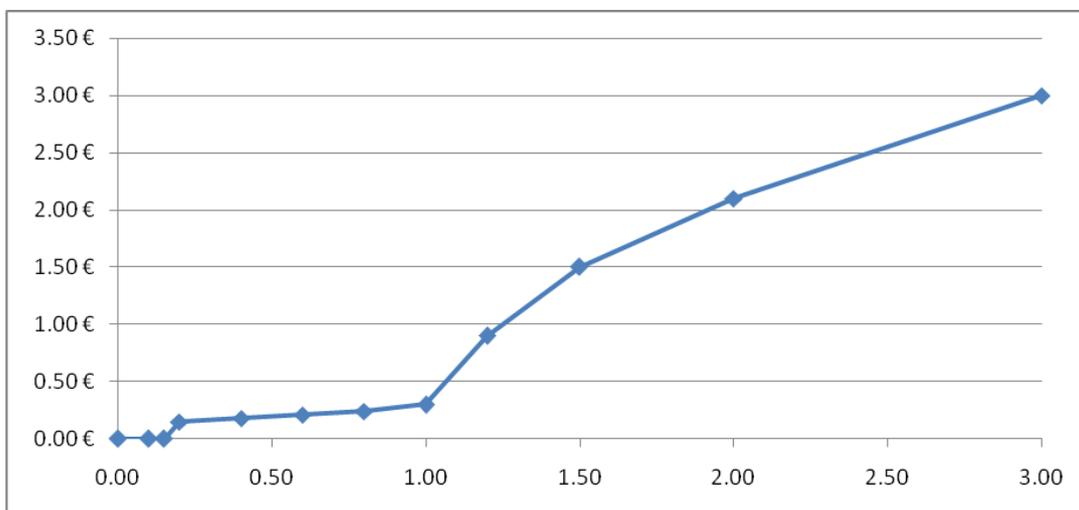


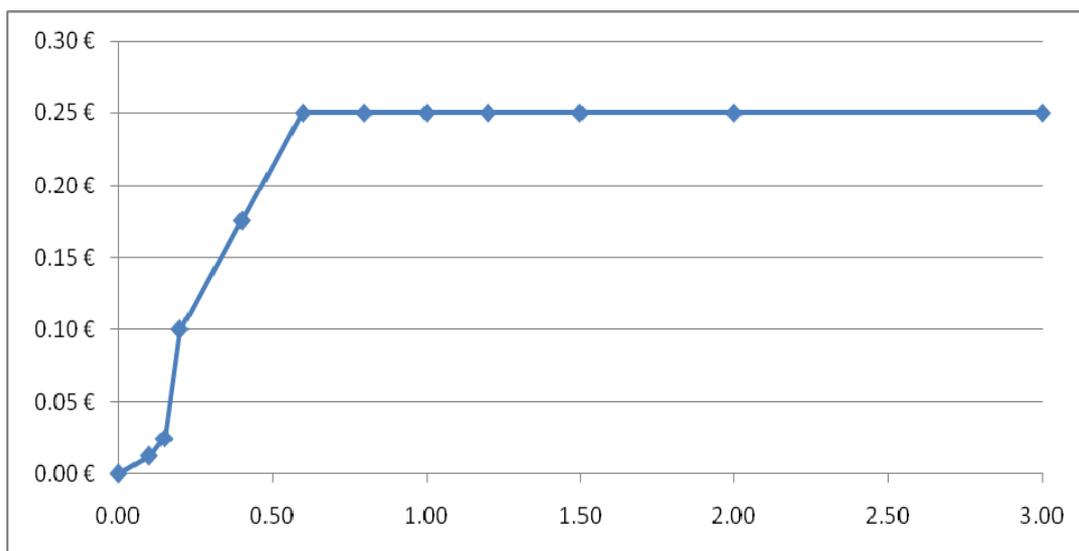
Figura 96. Curva de vulnerabilidad infraestructuras



**Figura 97. Curva de vulnerabilidad Cultivos Arbolados en Secano**



**Figura 98. Curva de vulnerabilidad Cultivos Arbolados en Regadío**



**Figura 99. Curva de vulnerabilidad Cultivos No Arbolados en Secano**

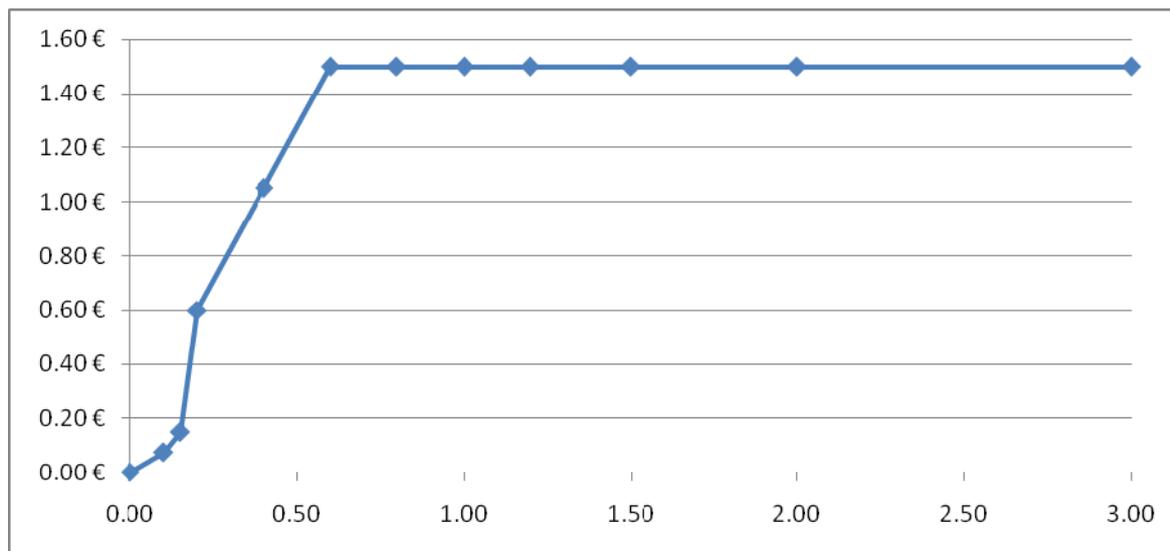


Figura 100. Curva de vulnerabilidad Cultivos No Arbolados en Regadío

#### 4.3.4.- Daños indirectos

Los daños indirectos son difíciles de obtener, en el presente Plan Director se han considerado los valores obtenidos para el coeficiente de daños indirectos, en el estudio realizado al efecto en el Plan de Acción Territorial de carácter sectorial sobre prevención de riesgos de inundación en la Comunidad Valenciana (PATRICOVA).

Los daños indirectos aparecen ligados a la entidad demográfica, densidad de población, características y número de población dentro del término municipal. Aunque sujeto a un gran número de matizaciones dada la heterogeneidad de los conceptos que aquí se engloban, en la mayoría de las experiencias de análisis de daño consultadas, la afección en la mayor parte de los casos no llega a suponer más del 55% de la estimación de daños directos. Por ello el rango de variación considerado es entre 1,00 y 1,55. El valor máximo se corresponde con el municipio de Valencia.

El valor del coeficiente de daños indirectos aplicado se ha obtenido como la media geométrica de las variables tipificadas (con media nula y desviación típica unidad) consideradas, con la limitación de rango ya expuesta. Dadas las pequeñas diferencias entre los coeficientes de los distintos municipios estudiados, se ha optado por aplicar a todos los municipios el mismo coeficiente de 1,25, es decir los costes indirectos se evalúan para todos los tramos como un 25 % los costes directos.

#### 4.3.5.- Evaluación del riesgo sobre los usos actuales

Para proceder a la evaluación del riesgo en cualquier situación por aplicación de las curvas de vulnerabilidad se ha procedido a la evaluación de los daños para los diversos periodos de retorno considerados aplicando la fórmula anteriormente expuesta. Para ello se ha combinado en un único ráster los calados procedentes de los modelos hidráulicos con la zonificación realizado para los usos del suelo, las zonas modeladas y los términos

municipales. El beneficio obtenido por la aplicación de las alternativas se entiende como la disminución del riesgo anual que se produce tras la ejecución de las actuaciones previstas en las alternativas.

Los daños obtenidos para la evaluación del riesgo pueden consultarse en el correspondiente documento del plan director.

En la siguiente tabla se representan los valores resultantes desagregados por municipios y zonas.

Munic./Zona	Denia	El Verger	Els Poblets	Ondara	Beniarbeig	Jávea	Orba	Jalón	Llíber	Teulada	Benissa	Calpe	Pego	TOTAL
Girona	300.050	446.882	656.108	438.318	237.635	0	0	0	0	0	0	0	0	2.078.993
Denia 2	17.359	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17.359
Denia 3	702.703	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	702.703
Denia 4	3.209.482	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3.209.482
Jávea	0	0	0	0	0	3.786.699	0	0	0	0	0	0	0	3.786.699
Orba	0	0	0	0	0	0	9.512	0	0	0	0	0	0	9.512
Jalón	0	0	0	0	0	0	0	26.043	19.623	0	0	0	0	45.667
Teulada	0	0	0	0	0	0	0	0	0	303.542	0	0	0	303.542
Benissa 1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3.262	0	0	3.262
Benissa 2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	73.965	0	0	73.965
Calpe	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	870.918	0	870.918
Pego	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7.866	7.866
SUMA	4.229.594	446.882	656.108	438.318	237.635	3.786.699	9.512	26.043	19.623	303.542	77.228	870.918	7.866	11.109.967

Tabla 12. Riesgo en la situación actual por Daños tangibles en euros al año por municipio y zona

#### 4.3.6.- Evaluación del riesgo sobre los usos planificados

Si se quiere evaluar el impacto futuro a partir de la información disponible en los Planes Generales de Ordenación Urbana de los municipios afectados de la Marina Alta, la metodología es la misma, salvo que la tipología de usos está condicionada a los tipos empleados en el planeamiento.

Se muestran dos tablas, en las que se incluye el riesgo para los daños tangibles (incluye daños directos e indirectos) con usos planificados y el incremento del riesgo que supone el desarrollo del planeamiento y este mismo incremento en porcentaje.

Munic./Zona	Denia	El Verger	Els Poblets	Ondara	Beniarbeig	Jávea	Orba	Jalón	Llíber	Teulada	Benissa	Calpe	Pego	TOTAL
Girona	309.229	682.003	668.164	499.713	248.833	0	0	0	0	0	0	0	0	2.407.941
Denia 2	22.456	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	22.456
Denia 3	862.804	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	862.804
Denia 4	3.869.674	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3.869.674
Jávea	0	0	0	0	0	6.550.349	0	0	0	0	0	0	0	6.550.349
Orba	0	0	0	0	0	0	9.513	0	0	0	0	0	0	9.513
Jalón	0	0	0	0	0	0	0	37.514	38.742	0	0	0	0	76.257
Teulada	0	0	0	0	0	0	0	0	0	408.097	0	0	0	408.097
Benissa 1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3.262	0	0	3.262
Benissa 2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	73.965	0	0	73.965
Calpe	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.160.610	0	1.160.610
Pego	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7.866	7.866
SUMA	5.064.162	682.003	668.164	499.713	248.833	6.550.349	9.513	37.514	38.742	408.097	77.228	1.160.610	7.866	15.452.793

Tabla 13. Riesgo sobre los usos planificados por daños Tangibles en euros año por municipios y zonal

Munic./Zona	Denia	El Verger	Els Poblets	Ondara	Beniarbeig	Jávea	Orba	Jalón	Líber	Teulada	Benissa	Calpe	Pego	TOTAL
Girona	7.343	188.097	9.645	49.116	8.958	0	0	0	0	0	0	0	0	263.159
Denia 2	4.078	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4.078
Denia 3	128.080	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	128.080
Denia 4	528.154	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	528.154
Jávea	0	0	0	0	0	2.210.920	0	0	0	0	0	0	0	2.210.920
Orba	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
Jalón	0	0	0	0	0	0	0	9.177	15.295	0	0	0	0	24.472
Teulada	0	0	0	0	0	0	0	0	0	83.644	0	0	0	83.644
Benissa 1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Benissa 2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Calpe	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	231.754	0	231.754
Pego	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SUMA	667.655	188.097	9.645	49.116	8.958	2.210.920	1	9.177	15.295	83.644	0	231.754	0	3.474.261

Tabla 14. Incremento del Riesgo por daños tangibles en euros año al desarrollar el planeamiento vigente

## 5.- RESUMEN DE ACTUACIONES PREVISTAS

Como consecuencia del resultado del estudio de alternativas realizado (apéndice 9 del presente Plan), se proponen las siguientes medidas y actuaciones.

### 5.1.- RÍO GIRONA, BARRANCO DE LA ALBERCA Y BARRANCO DE PORTELLES

#### 5.1.1.- Actuaciones planteadas

La alternativa considerada desarrolla las actuaciones no estructurales proyectadas en la alternativa nº 1, como son los planes de emergencia y gestión de riesgo, adecuación y acondicionamiento de cauces y reforestación de 3.227 ha del total de la cuenca.

El hecho diferencial de esta alternativa lo constituye el proyecto de la nueva presa de laminación en las inmediaciones de la actual presa de Isbert, la adecuación del Clot del Francés para que sea capaz de laminar el excedente de la avenida del T50 que no puede atravesar El Vergel y Els Poblets, y el desvío del último tramo del barranco de la Llosa hacia el barranco de Agualós. Este desvío comienza en las inmediaciones de la autovía AP-7 aprovechando precisamente los pasos inferiores existentes.

Para el barranco del Portelles se plantea la sustitución del que constituye el punto crítico que condiciona la capacidad de este tramo, que es precisamente el paso bajo la N-332 y la CV-729 haciendo que sea inferior incluso a valores inferiores a 10 m<sup>3</sup>/s. Aguas abajo de este punto, y hasta su paso bajo la carretera de las Marinas, presenta un cauce bien definido en la mayoría del tramo con una capacidad actual aproximada de 40 m<sup>3</sup>/s, aunque con las actuaciones planteadas se pretende duplicar y alcanzar valores próximos a los 80 m<sup>3</sup>/s. Se diseña un canal que aprovecha en mayor medida la infraestructura existente.

Se proyecta además la sustitución del puente de dicha carretera de manera que con un vano único de 15 m tenga capacidad suficiente para que la misma sea homogénea en todo el tramo. Se plantea igualmente una sección trapezoidal de 12,0 m de ancho en base y taludes de escollera para el tramo final previo a la desembocadura cuyo acondicionamiento también se ha considerado.

El río Girona se ha estudiado desde la localidad de Beniarbeig hasta su desembocadura al mar, prestando especial interés a su paso por la localidad mencionada además de El Verger, Els Poblets y Denia.

De manera complementaria, y dado los elevados caudales previsibles (del orden de  $1.400 \text{ m}^3/\text{s}$  para 500 años de período de retorno), se ha estudiado la posible laminación de los mismos planteando una presa en las inmediaciones de la actual presa de Isbert. Se trata de una presa de 56 m de altura sobre el cauce que cuenta con una longitud de coronación de 330 m y un aliviadero con una longitud total de 60 m. Esta presa cuenta con una capacidad de  $11,1 \text{ hm}^3$  a NMN y es capaz de laminar la avenida de 500 años en el punto donde se ubica. Los caudales en el punto de control se reducen de los  $1,383 \text{ m}^3/\text{s}$  a  $1.014 \text{ m}^3/\text{s}$  para 500 años de período de retorno. Los caudales para 100 años de período de retorno se reducen de  $953 \text{ m}^3/\text{s}$  a  $692 \text{ m}^3/\text{s}$

Se muestra a continuación la evolución de los cuantiles en el punto de entrada al modelo hidráulico justo aguas arriba de Beniarbeig sin presa y con presa.

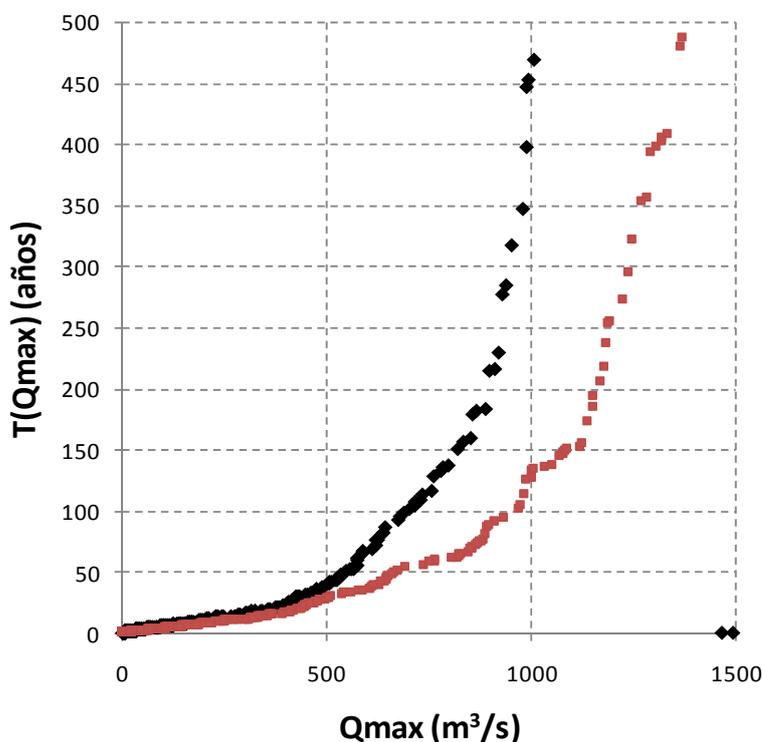


Figura 101. Comparación de funciones de distribución de los caudales pico del río Girona en Beniarbeig (en rojo la situación actual y en negro la situación futura).

Aguas arriba de la nueva presa de Isbert se encuentra la actual presa de Isbert de categoría A. En la actualidad la presa de Isbert no tiene un efecto laminador significativo reduciendo menos de un 3% las puntas procedentes del río Girona. Se ha comprobado la aptitud de la presa para recargar el acuífero al infiltrarse la totalidad del agua que se almacena en una avenida. La presa no cuenta con los órganos de desagüe de fondo operativos, y vierte por lo que es su actual coronación, para avenidas de periodo de retorno relativamente bajo. Por otra parte, dada la permeabilidad del vaso, que impide el aprovechamiento de la presa para otra cosa que no sea la recarga del acuífero, y su escasa capacidad de laminación, se puede plantear la posibilidad de realizar las actuaciones necesarias para excluir la presa del ámbito de aplicación del Reglamento, o rebajar su clasificación frente al riesgo potencial de A a C. Por dicho motivo, se planteará la reducción de la categoría de la presa manteniéndola por motivos patrimoniales y culturales o en caso de ser una potencial amenaza para la nueva presa de Isbert, la demolición de la misma. Dicho proceso deberá evaluarse en el proyecto constructivo de la nueva presa de Isbert. El factor de la recarga del acuífero permite reducir un 30 % el coste de la nueva presa ya que se asume que el 70% de su coste estará asociado a la laminación de avenidas.

El cauce del río Girona presenta desbordamientos generalizados para caudales superiores a 200 m<sup>3</sup>/s, siguiendo los caudales desbordados antiguos paleocauces definidos en el estudio geomorfológico, que se encuentran sometidos a una elevada presión urbanística, alentada quizás por el hecho de constituir cauces con caudales periódicos con un período mayor que el del cauce principal. En este sentido se produce un primer desbordamiento del río inmediatamente aguas arriba de Beniarbeig que se conduce hasta su conexión con el barranco de la Alberca justo antes del paso bajo la autovía, agravando la ya de por sí precaria situación de este barranco. El otro desbordamiento principal se produce aguas abajo del paso bajo la CN-332, de manera que los caudales que no tienen cabida en el cauce del río Girona son conducidos por el denominado Clot del Francés hasta el barranco de Portelles aguas arriba del punto crítico antes mencionado.

Se ha efectuado un estudio de la capacidad hidráulica existente desde aguas arriba del Vergel y hasta la llegada al puente de la carretera de las Marinas. En la actualidad la capacidad está condicionada por obras de paso, en concreto el último puente (del ferrocarril) en el Vergel y el primer puente de Els Poblets, reducen la capacidad del tramo. Se producen desbordamientos generalizados para el entorno de los 200-250 m<sup>3</sup>/s por lo que la población del Vergel y Els Poblets tiene un riesgo de inundaciones en el entorno del T10-T25.

La capacidad máxima de los tramos urbanos del río Girona a su paso por El Verger y por Els Poblets se estima en 350 m<sup>3</sup>/s una vez acometidas las actuaciones definidas en los correspondientes planos, que consisten en la demolición de los puentes actuales de capacidad hidráulica insuficiente para sustituirlos por otros que no impidan la circulación del agua, y el recrecido de cajeros incidiendo en los puntos débiles, bien por falta de capacidad, bien por desigualdad entre márgenes. De esta manera se pretende conseguir una sección homogénea en todo el tramo que garantice la máxima capacidad posible.

Para prevenir las inundaciones que produce el desbordamiento incontrolado hacia el clot del Francés y que fundamentalmente afectan al noroeste de El Verger se ha previsto

dotar al río Girona de un aliviadero que controle los caudales circulantes por el cauce de forma que permita pasar los 350 m<sup>3</sup>/s que fijan la capacidad del cauce hasta el T50 aguas abajo de forma que, una vez superado este caudal, los vertidos se produzcan de manera controlada, pasando por debajo de la carretera CV-729 donde se ha previsto ubicar una obra de paso del caudal proveniente del río Girona y se conduzcan a través del clot hacia el barranco de Portelles protegiendo la localidad de El Verger y Els Poblets mediante el recrecido de caminos y adecuación de vías verdes con altura de 3 m, siguiendo el contorno del terreno de manera que se minimicen los movimientos de tierras. Con esta actuación se pretende una doble finalidad, por un lado la protección del núcleo urbano de el Vergel y Els Poblets para un periodo de retorno de 50 años y por otro aprovechar la capacidad de laminación que presenta esta zona almacenando de manera controlada el excedente de los 350 m<sup>3</sup>/s de la punta aproximadamente 1,7 Hm<sup>3</sup>. El objetivo de proteger ambos cascos urbanos para el T50 sólo es posible si se compatibiliza con la construcción de la nueva Presa de Isbert.

Aguas arriba de la carretera de las Marinas se prevé habilitar una zona de sacrificio que facilite el desagüe al mar, complementando el cauce actual con un nuevo colector de 5,0x3,0 m<sup>2</sup>. Se ha previsto al igual que en los otros cauces la sustitución del puente por otro que mantenga la capacidad del tramo.

En relación al sistema del barranco de la Alberca se plantea una actuación combinada que considera tanto el aumento de capacidad de este barranco desde la autovía AP-7 hasta una vez transcurrido su paso por la localidad de Ondara, y por otro el desvío de los caudales que aporta el barranco de la Llosa precisamente en un punto aguas arriba de la AP-7. El caudal correspondiente a 500 años de periodo de retorno para Ondara supera los 400 m<sup>3</sup>/s siendo la capacidad del tramo más urbano inferior a los 200 m<sup>3</sup>/s. De este modo, y dado que el barranco de la Llosa aporta prácticamente la mitad del caudal de diseño, en caso de poder derivarlo aguas arriba de esta localidad de manera segura y controlada, se podría plantear una solución que si no consigue la protección para los 500 años se aproxime lo máximo posible.

Entre la autovía AP-7 y la carretera CN-332, y entre esta carretera y la localidad de Ondara se plantea una regularización de la sección y un recrecido de mota y/o cajero de manera que se garanticen los 8 m de ancho en base que aproximadamente presenta el tramo encauzado, los taludes se protegerán con escollera de manera similar al tramo que se encuentra ya protegido entre las dos carreteras. A la salida de esta localidad el problema se concentra en la margen izquierda dado que el crecimiento urbanístico de la margen derecha se ha realizado considerando una protección mediante cajeros de hormigón, se plantea por tanto una homogeneización similar a la planteada en el tramo de aguas arriba, recreciendo además la mota de la margen izquierda con una altura inferior a 1,5 m. Se mantiene el ancho de 8,0 m en base y el talud se protege con escollera.

Con el objeto de garantizar la máxima capacidad de desagüe se ha previsto una zona de sacrificio aguas arriba de la carretera de las marinas además de la sustitución del puente existente una vez demostrada su insuficiencia. Se plantea además la adecuación de la desembocadura al mar.

En relación al desvío del barranco de la Llosa se pretende utilizar las obras de paso existentes bajo la autovía y, tras la construcción de un tramo de canal de algo más de 1.200 m conectar los caudales derivados con el barranco de Agualós. Se considera además la adecuación de dicho barranco y del último tramo del denominado de la Fusta previo a su desembocadura en el barranco de la Alberca.

La sección considerada para el nuevo canal, y que también se plantea para el tramo del barranco de la Fusta, es trapecial con 15 m de ancho en base con taludes protegidos con escollera. La pendiente media de este nuevo canal es del 1% aproximadamente, con un calado de 2,5 m.

## 5.1.2.- Análisis de riesgos y coste-beneficio

### 5.1.2.1.- Alternativa 0

Los daños asociados al modelo son los siguientes:

ZONA	T=10	T=25	T=50	T=100	T=500
Girona	2.623.829	13.056.801	23.369.672	32.764.155	49.924.516

Tabla 15: Daños estimados para distintos periodos de retorno en modelo río Girona

El riesgo se define como el daño medio en cada punto del territorio, en concreto en el modelo del Girona alcanza la cifra de 1.663.194 €.

El riesgo considerando los daños indirectos tangibles asciende a la cantidad de **2.078.993 €/año**

Finalmente si se desarrollara completamente el planeamiento de los municipios implicados en la zona del río Girona tal y como está contemplando en la actualidad se producen los siguientes daños económicos:

TÉRMINO	T=10	T=25	T=50	T=100	T=500
Girona	2.935.864	14.672.647	26.944.167	38.945.296	61.652.033

Tabla 16: Daños totales estimados si se desarrollara completamente el planeamiento vigente

El riesgo una vez desarrollado el planeamiento considerando los daños tangibles se vería incrementado de la siguiente manera:

ZONA	TOTAL
Girona	2.407.941 €

De lo que se desprende que el riesgo se incrementa con el desarrollo del planeamiento tal y como está contemplado en **328.949 €/año**.

Por tanto el Beneficio obtenido en la alternativa 0 es lógicamente de 0 €/años ya que no se reduce el riesgo de la situación actual.

El riesgo pasaría a ser de **2.376.931 €/año** en situación planificada.

Por tanto el Beneficio obtenido en la alternativa 0 es lógicamente de 0 €/años ya que no se reduce el riesgo de la situación actual.

#### 5.1.2.2.- Alternativa 1

El riesgo asociado a la alternativa 1 en la zona del río Girona en la situación actual es de **1.636.723 €/año**. La alternativa 1 reduce por tanto un 20,08% el riesgo respecto de la alternativa 0.

El beneficio obtenido como reducción del riesgo producido por la ejecución de la alternativa 1 respecto de la alternativa 0 asciende a la cantidad de **411.259 €/año**.

#### 5.1.2.3.- Alternativa 2

El riesgo asociado a la alternativa 2 en la zona del río Girona en la situación actual sería de **609.539 €/año**. La alternativa 2 reduce por tanto un 70,24% el riesgo respecto a la alternativa 0.

El beneficio obtenido como reducción del riesgo producido por la ejecución de la alternativa 2 respecto de la alternativa 0 asciende a la cantidad de **1.438.443 €/año**

#### 5.1.2.4.- Alternativa 2 sin presa

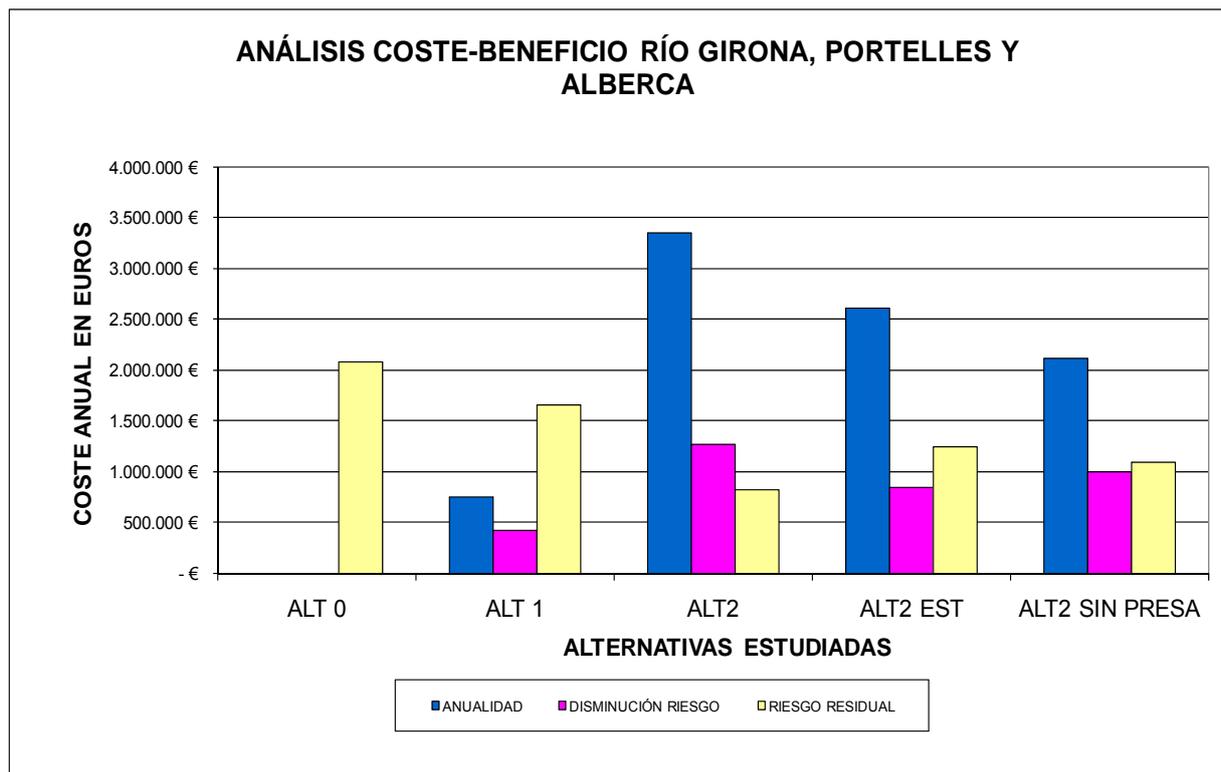
El riesgo asociado a la alternativa 2 sin presa en la zona del río Girona en la situación actual sería de **964.603 €/año**. La alternativa 2 sin presa reduce por tanto un 52,90% el riesgo respecto a la alternativa 0.

El beneficio obtenido como reducción del riesgo producido por la ejecución de la alternativa 2 respecto de la alternativa 0 asciende a la cantidad de **1.083.379 €/año**

Se incluye además una alternativa intermedia, la llamada alternativa 2 estructural que comprende las actuaciones de la alternativa 2 excepto las que se incluyen en la alternativa 1, es decir está formada por las llamadas actuaciones estructurales.

A modo de resumen se agrupan los datos referentes a costes y beneficios de cada una de las alternativas analizadas y se representan gráficamente.

GIRONA	ALT 0	ALT 1	ALT2	ALT2 EST	ALT. 2 SIN PRESA
<b>PEM</b>	-	11.017.133€	66.154.325 €	55.137.192 €	37.242.991 €
<b>COSTES AMBIENTALES</b>	-	54.441 €	99.859 €	45.418 €	59.915 €
<b>ANUALIDAD</b>	-	743.825€	3.352.522 €	2.608.697 €	2.111.492 €
<b>DISMINUCIÓN RIESGO</b>	0	411.259 €	1.438.443 €	1.027.184 €	1.083.379 €
<b>RIESGO RESIDUAL</b>	2.047.982 €	1.636.723 €	609.539 €	1.020.798 €	964.603 €



Si se efectúa la comparación entre la alternativa 1 y la alternativa 2, para reducir el riesgo 1.027.184 entre ambas, es necesario acometer una inversión de 2.608.697 € anualizados. La no inclusión de la presa, evitaría llegar a la protección urbana para el T50.

## 5.2.- BARRANCO DEL ALTER EN DENIA

### 5.2.1.- Actuaciones planteadas

En esta alternativa se asumen todas las obras a ejecutar que se desarrollan en la alternativa nº1 que se compone en mayor medida de actuaciones no estructurales, tratando de mantener las condiciones naturales existentes, donde las haya, pero mejorando la capacidad de desagüe del cauce del barranco del Alter. Más del 50% del tramo sobre el que se actúa está encauzado, por lo que las obras a realizar en este sentido se centrarán más en la parte comprendida entre las carreteras CV-723 y CV-730.

De acuerdo con esto, en los tres tipos de secciones transversales en las que se han agrupado las observadas en el tramo de cauce sobre el que se actúa, se llevará a cabo las siguientes acciones:

Sección tipo I: barranco encauzado con cajeros de mampostería (o de hormigón), el fondo del cauce está constituido por terreno natural, la anchura de la sección está en torno a 4.0 m y la altura es variable, estando los valores habituales entre 1.5 y 2.0 m medidos desde la solera. Esta es la sección que existe entre el inicio del tramo, aguas abajo del Camino de Pego a Denia (P.K. 1+640, aproximadamente), hasta el cruce con la carretera

CV-723 (Camino de Denia a Gandía). En este tramo la actuación consistirá en la adecuación y regularización del fondo del cauce.

Sección tipo II.: es la que se establece entre la sección tipo I y la carretera de las marinas CV-730, en la que el cauce está limitado por unos taludes de tierra, en los que puede existir restos de muros, con fondo y anchura irregular. Dichos taludes están intensamente vegetados por cañaverales, que llegan a cubrir el cauce, sobre todo en la margen izquierda. Los trabajos a realizar en este tramo se limitarán a la adecuación y regularización de la pendiente y el desbroce y perfilado de los taludes del terreno natural, dejando la anchura de la solera del canal variable, más o menos igual a la existente y los taludes con una inclinación 2.5 H: 1V. De este modo se consigue mejorar la conectividad transversal del cauce, donde los cercados de las parcelas de cítricos lo permitan. Como en otros casos, la estabilidad y protección contra la erosión de los taludes se puede conseguir a través de elementos de bioingeniería adaptados perfectamente al entorno.

Sección tipo III.: el encauzamiento consiste en un cajeadado con muros de diversos materiales (mampostería, muros de hormigón, etc.) y solera de hormigón, la anchura media es de unos 4.0 m y la altura de cajeros está entre 1.5 m y 2.0 m, como en la sección tipo I. Este tipo de encauzamiento es el que se desarrolla desde la desembocadura hasta unos 200 m aguas arriba del cruce con la carretera de Las Marinas (CV-730). La actuación a acometer en esta alternativa consistiría en la limpieza del canal y retirada de las arenas que bloquen su salida al mar.

Con esta intervención en el cauce se mejora la capacidad hidráulica del desagüe del mismo, corrigiendo los pequeños desbordamientos que tienen lugar aguas arriba de las obras de paso de las carreteras CV-723 y CV-730, para un caudal asociado a un periodo de retorno de 10 años.

Se complementa la actuación con 53 ha de de reforestaciones ubicadas en la cuenca del barranco del Alter siguiendo las directrices y cartografía marcas por el Plan de Acción Territorial Forestal de la Comunidad Valenciana (PATFOR).

Además en la alternativa 2 se amplía el grado de actuación sobre el encauzamiento de los tramos en los que se desarrollan las Secciones Tipo I y III. Asimismo, se plantea la reposición de las dos obras de cruce existentes sobre dicho cauce.

Se recrecen los cajeros de los muros entre 0,5 y 1,20 m, en hormigón armado en las siguientes zonas, desde aguas arriba hacia aguas abajo:

- Margen izquierda, entre los PP.KK. 1+550 y 1+250
- Margen izquierda, desde el P.K. 0+450 hasta la carretera de Las Marinas
- Margen derecha e izquierda, desde la carretera de Las Marinas hasta el P.K. 0+150.

Las dos obras de cruce existentes sobre el cauce las constituyen el paso de la carretera de Las Marinas (CV-730) y la carretera CV-723, camino de Denia a Gandia. La ampliación de la capacidad hidráulica de dichas obras de paso garantizará la capacidad máxima estimada para el resto del tramo.

La anchura del paso del barranco bajo la carretera CV-723 será de 4 m de luz libre y 2.5 m de altura, construidos en hormigón armado. En el tramo final del encauzamiento en el entorno de la carretera de Las Marinas (CV-730), se plantea una ampliación de la sección tipo III (en la alternativa 1), pasando de una anchura de encauzamiento de 4 a 9 metros y manteniendo la altura de los cajeros en 2 metros. Se plantea así mismo, una pequeña elevación de rasante de entre 0.25 y 0.50 m. en ambas carreteras, en el entorno inmediato del cruce del barranco del Alter.

Otra sección sobre la que se actuará, ampliando a 4.0 m de anchura entre los cajeros del encauzamiento del barranco, además del recrecido de los muros, es la que se encuentra en el P.K. 1+380, eliminándose el estrangulamiento que se genera en el cruce, mediante badén, con un camino agrícola.

La mejora de las condiciones de desagüe del barranco eliminando obstáculos, reperfilado de taludes, recreciendo muros en ciertos puntos y ampliando la capacidad de desagüe de las ODTs de las citadas carreteras, consiguen eliminar el riesgo de inundación para la avenida de T=25 años. En la zona urbana, con la ampliación de la sección del encauzamiento, la garantía se amplía para salvar la avenida de 500 años.

## 5.2.2.- Análisis de riesgos y coste-beneficio

### 5.2.2.1.- Alternativa 0

Los daños asociados al barranco de l'Alter para diversos periodos de retorno son:

ZONA	T=10	T=25	T=50	T=100	T=500
Denia 2	63	30.575	139.566	318.230	891.697

Tabla 17: Daños estimados para distintos periodos de retorno en modelo barranco de l'Alter.

Se observa que daño asociado al periodo de retorno de T500 en el barranco del Alter es de 891.697 €.

El riesgo, definido como el daño medio anual en cada punto del territorio en el barranco del Alter asciende a 17.315 €

Finalmente si se desarrollara completamente el planeamiento de Denia tal y como está contemplando en la actualidad en la zona afectada por los desbordamientos del barranco del Alter se producirán los siguientes daños económicos asociados a diversos periodos de retorno:

ZONA	T=10	T=25	T=50	T=100	T=500
Denia 2	51	35.619	181.931	419.286	1.185.255

Tabla 18: Incremento de daños económicos estimado si se desarrollara completamente el planeamiento vigente.

Por tanto se produciría el siguiente cómputo global de daños asociado a diversos periodos de retorno:

ZONA	T=10	T=25	T=50	T=100	T=500
Denia 2	114	5.044	42.365	101.056	293.558

Tabla 19: Daños totales estimados si se desarrollara completamente el planeamiento vigente

El riesgo pasaría a ser de 22.412 euros en situación planificada.

#### 5.2.2.2.- Alternativa 1

El riesgo directo asociado a la alternativa 1 en el barranco del Alter en la situación actual sería de **12.466 €/año**

El riesgo contemplando los factores indirectos asociado a la alternativa 1 en el barranco del Alter es de **15.583 €/año**

El beneficio obtenido como reducción del riesgo producido por la ejecución de la alternativa 1 respecto de la alternativa 0 asciende a la cantidad de **1.732 €/año** en la situación actual y de **6.829 €** en la situación planificada.

#### 5.2.2.3.- Alternativa 2

El riesgo directo asociado a la alternativa 2 en Denia asociado al barranco del Alter en la situación actual sería de **4.202 €/año**

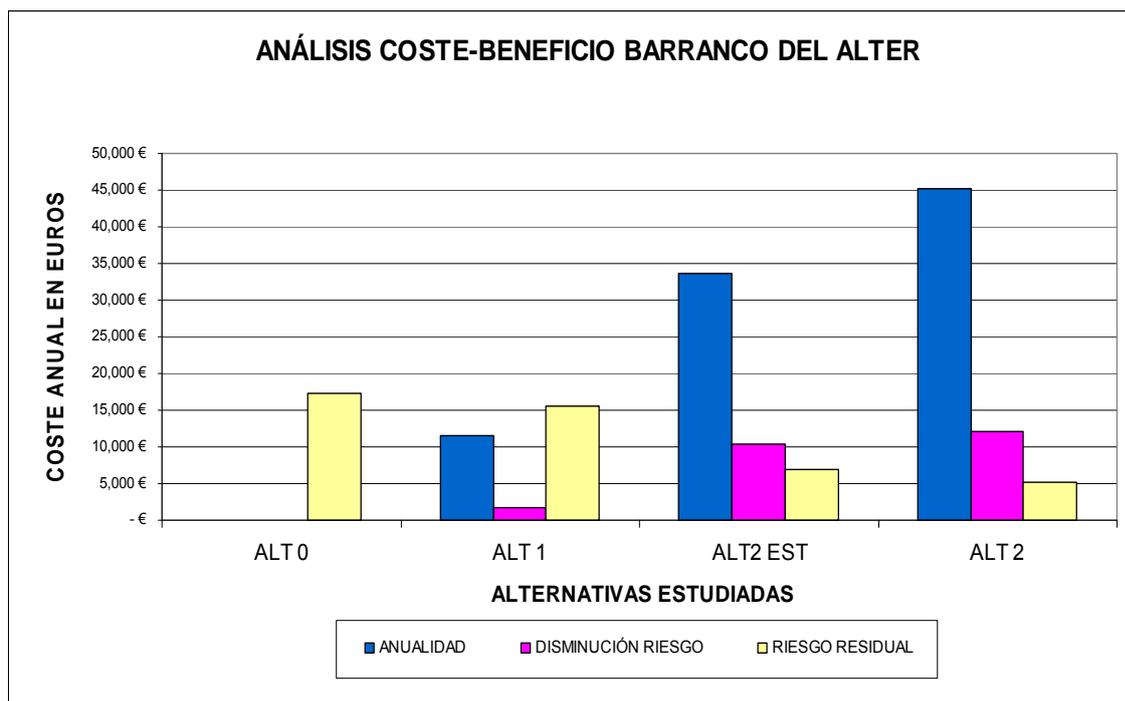
El riesgo contemplando los factores indirectos asociado a la alternativa 2 en el barranco del Alter es de **5.253 €/año**

El beneficio obtenido como reducción del riesgo producido por la ejecución de la alternativa 2 respecto de la alternativa 0 asciende a la cantidad de **12.062 €/año** en la situación actual y de **17.159 €/año** en la situación planificada.

Se incluye una alternativa intermedia, la llamada alternativa 2 estructural que comprende las actuaciones de la alternativa 2 excepto las que se incluyen en la alternativa 1, es decir está formada exclusivamente por las llamadas actuaciones estructurales.

A modo de resumen se agrupan los datos referentes a costes y beneficios de cada una de las alternativas analizadas y se representan gráficamente.

DENIA2	ALT 0	ALT 1	ALT2 EST	ALT 2
<b>PEM</b>	-	113.796,40 €	504.636,00 €	618.432,40 €
<b>COSTES AMBIENTALES</b>	-	4.428,87 €	1.960,17 €	6.389,04 €
<b>ANUALIDAD</b>	-	11.566,70 €	33.613,27 €	45.179,97 €
<b>DISMINUCIÓN RIESGO</b>	0,00 €	1.732,00 €	10.330,00 €	12.062,00 €
<b>RIESGO RESIDUAL</b>	17.315,00 €	15.583,00 €	6.985,00 €	5.253,00 €



### 5.3.- BARRANCO DEL REGATXO EN DENIA

#### 5.3.1.- Actuaciones planteadas

En esta alternativa se asumen todas las obras a ejecutar que se desarrollan en la alternativa nº1 como medidas no estructurales, estas se componen de reforestaciones de 55 ha, adecuación del cauce con el recrecimiento de los cajeros existentes en el mismo en las zonas necesarias

La alternativa 2 amplía el grado de actuación sobre el encauzamiento planteando el recrecimiento de los muros del encauzamiento existente en ciertos tramos, así como la reposición de las cuatro obras de cruce existentes sobre dicho cauce. De este modo:

En el paraje denominado “Las Madrigueras” se prevé la ubicación de una zona verde inundable de manera controlada en la margen izquierda del barranco de El Regatxo. En ésta se realizará una adecuación ambiental, creando un área de sacrificio preparada para absorber un volumen de agua de hasta 48.000 m<sup>3</sup>, laminando las avenidas del barranco. La ubicación del área de reserva controlada de laminación se ha consensuado con los técnicos municipales de Denia, teniendo en cuenta el planeamiento vigente y la propuesta de concierto previo para el nuevo planeamiento de Denia. La obtención de dichos terrenos correrá a cargo de una cesión municipal mediante el consiguiente convenio con la administración que ejecute las obras descritas en esta alternativa. Cualquier proyecto que desarrolle urbanísticamente la zona verde debe efectuarse de manera que se deprima el terreno y permita almacenar de manera controlada las avenidas del Regatxo.

Se recrecen los cajeros de los muros entre 0.50 y 1.20 m, en los materiales en los que esté construido (hormigón armado, mampostería, etc.). Si el recrecido comprometiera la

integridad estructural del muro, se demolería y se reconstruiría íntegramente a la cota deseada. Las zonas donde se ejecutará este recrecido de los cajeros del encauzamiento son las siguientes, desde aguas arriba hacia aguas abajo:

- Margen izquierda, entre los PP.KK. 2+450 y 0+100, a excepción de las intersecciones con obras de paso.
- Margen derecha, desde el P.K. 2+450 hasta P.K. 1+550, junto a la carretera CV-723. En este tramo se actúa de manera discontinua, porque algunos muros ya tienen la altura necesaria.
- Margen derecha, entre los PP.KK. 1+550 y 0+100. El recrecido en este tramo es general, salvando como en los tramos anteriores las intersecciones con carreteras, calles y caminos.

Las dos obras de cruce existentes sobre el cauce las constituyen:

- El paso de la carretera de Las Marinas (CV-730)
- El camino de Pego a Denia
- El camino del Assegador de Las Monjas
- La Calle del Marjal
- La Calle Assegador Marjal

Las nuevas obras de paso garantizarán la capacidad máxima estimada para el resto del tramo.

La anchura de los pasos del barranco bajo la carretera será de 5 m de luz libre y 2.0 m de altura, construidos en hormigón armado. También se plantearía así mismo una pequeña elevación de rasante de las calles, caminos y carreteras entre 0.25 y 0.5 m. en el entorno inmediato del cruce del barranco de El Regacho.

En esta alternativa también se incluyen dos obras anexas, que mejoran sensiblemente la respuesta del sistema frente a las avenidas.

La primera consiste en la realización de un colector en el paraje de El Marjal que conecta el encauzamiento existente de El Regacho con el canal de desagüe de Les Bassetes en la playa de Las Marinas. El colector tendrá un pendiente medio de 0.2% y una sección rectangular de 4 x 2 m, en hormigón armado. El punto de conexión en el barranco de El Regacho estará en el P.K. 1+650, en el punto de cruce de dicho barranco con la carretera CV-723.

La segunda obra se realizará en la confluencia de la calle Assagador Marjal con la calle Melva. Esta zona es un punto bajo del entorno de Els Ullols donde se embalsa el agua proveniente de los desbordamientos que se producen en la obra de paso de la calle Assagador Marjal. Se construirá una canalización consistente en un marco rectangular de 5.0 x 2.0 m de hormigón armado que recogerá el agua embalsada a partir de un cuenco de recogida de aguas situado en la citada intersección, y con una longitud de 150 m

aproximadamente, conecta con el canal de desagüe de pluviales que vierte en la zona de la playa de Las Marinas cercana al Puerto de Denia.

La mejora de las condiciones de desagüe del barranco eliminando obstáculos, realizando una zona verde de laminación, recreciendo muros en ciertos puntos y ampliando la capacidad de desagüe de las ODTs de las citadas carreteras y caminos, hacen que con la aplicación de estas medidas, se conseguiría eliminar el riesgo de inundación para avenidas de bajo período de retorno (asociadas a T<50 años).

### 5.3.2.- Análisis de riesgos y coste-beneficio

#### 5.3.2.1.- Alternativa 0

Los daños asociados al barranco del Regatxo para diversos periodos de retorno son:

ZONA	T=10	T=25	T=50	T=100	T=500
Denia 3	1.067.665	3.497.700	6.966.645	7.239.422	11.159.228

Tabla 20: Daños estimados para distintos periodos de retorno en modelo barranco del Regatxo.

Se observa que daño asociado al periodo de retorno de T500 en el barranco del Regatxo es de 11.159.228 €.

El riesgo, definido como el daño medio anual en cada punto del territorio en el barranco del Regatxo asciende a 702.703 €

Finalmente si se desarrollara completamente el planeamiento de Denia tal y como está contemplando en la actualidad en la zona afectada por los desbordamientos del barranco del Regatxo se producirán los siguientes daños económicos asociados a diversos periodos de retorno:

ZONA	T=10	T=25	T=50	T=100	T=500
Denia 3	1.381.000	4.327.884	8.154.966	8.772.609	13.577.478

Tabla 21: Incremento de daños económicos estimado si se desarrollara completamente el planeamiento vigente.

Por tanto se produciría el siguiente cómputo global de daños asociado a diversos periodos de retorno:

ZONA	T=10	T=25	T=50	T=100	T=500
Denia 3	313.335	830.184	1.188.321	1.533.187	2.418.250

Tabla 22: Daños totales estimados si se desarrollara completamente el planeamiento vigente en el barranco del Regatxo.

El riesgo pasaría a ser de 862.804 euros.

### 5.3.2.2.- Alternativa 1

El riesgo directo asociado a la alternativa 1 en Denia producido por el barranco del Regatxo en la situación actual sería de **464.656 €/año**

El riesgo contemplando los factores indirectos asociado a la alternativa 1 en Denia producido por el barranco del Regatxo en es de **580.820 €/año**

El beneficio obtenido como reducción del riesgo producido por la ejecución de la alternativa 1 respecto de la alternativa 0 asciende a la cantidad de **121.883 €/año** en la situación actual y de **281.983 €/año** en la situación planificada.

### 5.3.2.3.- Alternativa 2

El riesgo directo asociado a la alternativa 2 causado por el barranco del Regatxo en Denia en la situación actual sería de **127.401 €/año**

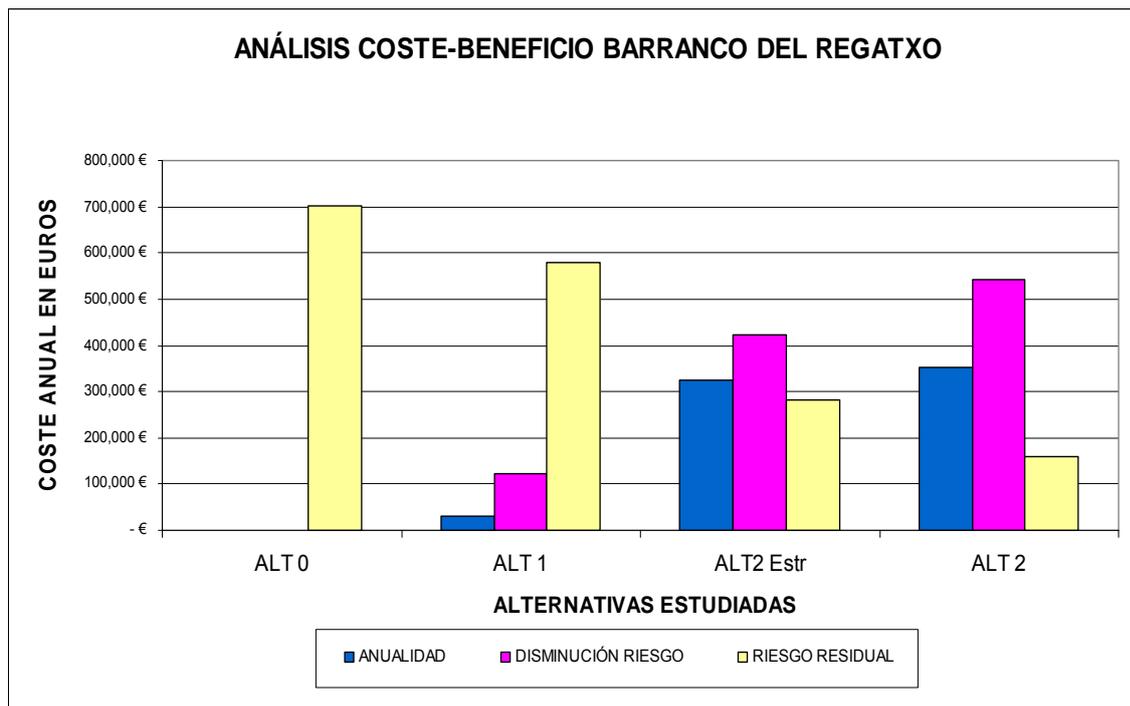
El riesgo contemplando los factores indirectos asociado a la alternativa 2 causado por el barranco del Regatxo en Denia es de **159.251 €/año**

El beneficio obtenido como reducción del riesgo producido por la ejecución de la alternativa 2 respecto de la alternativa 0 asciende a la cantidad de **543.452 €/año** en la situación actual siendo de **703.552 €/año** respecto de la situación planificada.

Se incluye una alternativa intermedia, la llamada alternativa 2 estructural que comprende las actuaciones de la alternativa 2 excepto las que se incluyen en la alternativa 1, es decir está formada exclusivamente por las llamadas actuaciones estructurales.

A modo de resumen se agrupan los datos referentes a costes y beneficios de cada una de las alternativas analizadas y se representan gráficamente.

DENIA3	ALT 0	ALT 1	ALT2 Estr	ALT 2
<b>PEM</b>	-	468.743,20 €	5.529.654,95 €	5.998.398,15 €
<b>COSTES AMBIENTALES</b>	-	123,22 €	10.214,00 €	10.337,22 €
<b>ANUALIDAD</b>	-	29.524,95 €	323.554,06 €	353.079,01 €
<b>DISMINUCIÓN RIESGO</b>	0,00 €	121.882,18 €	421.569,00 €	543.451,18 €
<b>RIESGO RESIDUAL</b>	702.703,18 €	580.821,00 €	281.134,18 €	159.252,00 €



## 5.4.- COLL DE POUS Y BARRANCOS DEL MONTGÓ EN DENIA

### 5.4.1.- Actuaciones planteadas

Las distintas alternativas a desarrollar contemplan en cualquier caso las actuaciones que, a nivel de cuenca, se proponen en la alternativa nº 1, como son la recuperación de la sección del cauce respecto a la actual con forma trapecial de 4 m de ancho en base y taludes 2 H: 1 V consiguiendo la estabilidad de estos taludes mediante elementos de bioingeniería perfectamente adaptados al entorno. Además se plantea la reforestación de 98 ha y el acondicionamiento del cauce.

La alternativa nº 2 considera además la mejora de la capacidad hidráulica del barranco de Coll de Pou en todo el tramo mediante una sección homogénea de hormigón de la forma siguiente:

- Sección tipo I: En el tramo alto de estudio se plantea al igual que en la alternativa anterior la ampliación de la capacidad hidráulica del canal, en este caso con una sección de 7 m de ancho y 1,50 m de calado hasta aproximadamente el P.K. 1+560.
- Sección tipo II cubierta: A partir de este punto el canal discurriría enterrado con una sección de 7 m de ancho y 2,00 m de calado asegurando la conexión con el tramo existente que intercepta en el P.K. 1+060 aproximadamente.
- Sección tipo III: Este último tramo se encuentra en su mayor parte soterrado bajo la avenida de Joan Fuster hasta su desembocadura, con una sección aproximada de 7x2 m. Se plantea aumentar su capacidad hidráulica mediante el recrecimiento de la sección tipo en aquellas zonas donde sea posible. Por otro lado, y debido a la

existencia de espacio, se plantea la duplicación del canal existente ubicando uno paralelo de dimensiones similares a su lado.

Por otro lado, aguas arriba del Coll de Pous, se crea un área de sacrificio en una pastilla de zona verde prevista en el PGOU y el Concierto previo del Plan General preparada para absorber un volumen de agua de hasta 70.000 m<sup>3</sup>, laminando las avenidas del barranco aguas arriba de la zona más poblada.

En la margen derecha del barranco de Coll de Pou, se prevé la ubicación de tres zonas verdes inundables a la altura de la zona de "Les Capçades", creando unas áreas de sacrificio preparadas para absorber un volumen de agua de hasta 75.000 m<sup>3</sup>, aproximadamente cada una, laminando las avenidas de los barrancos secundarios que vierten al canal. Los terrenos serán cedidos por el municipio mediante un convenio entre el mismo y la administración pública que desarrolle la obra. El ámbito de una de las zonas verdes es mayor que el propuesto en el planeamiento. El motivo es que esta zona es inundable tal y como se aprecia en la situación inicial, por lo que el uso no debe ser residencial en esta zona. La urbanización debe respetar el desnivel existente y no subir la rasante, ya que supondría trasladar el problema localizado en esta zona al interior del casco urbano.

Cualquier proyecto que desarrolle urbanísticamente las zonas verdes debe efectuarse de manera que se deprima el terreno y permita almacenar de manera controlada las avenidas del Coll de Pous y los barrancos procedentes de la ladera del Montgó.

Se prevé la ampliación de capacidad hidráulica de estos barrancos secundarios adecuándolos como colectores enterrados de sección 4x2 m.

El planeamiento de Denia prevé ejecutar el proyecto urbanístico de la Ronda Nord de Dénia mediante el desarrollo de un PRI (Programa de Reforma Interior) para construir una ronda perimetral de alta capacidad que libere de tráfico el centro urbano y dé acceso directo al puerto y a la gran zona residencial y turística de les Marines. Se plantea un canal de derivación aguas arriba del Coll de Pous, que seguirá la nueva ronda prevista en el planeamiento urbanístico de Denia. La misma supondrá una nueva salida al mar suponiendo un alivio Las dimensiones del nuevo canal son de 7x1,5 m siendo la pendiente del mismo sensiblemente horizontal por lo que será capaz de evacuar unos 15 m<sup>3</sup>/s. La sección será similar a la I pero estará tapada para permitir la circulación del tráfico por encima.

Finalmente, se incorpora pero no se valora la actuación de drenaje que el Ayuntamiento de Denia tiene previsto a media ladera paralelo a la avenida Joan Fuster que recogerá el agua de los barrancos procedentes del Montgó, derivándola hasta el mar. En la actualidad está previsto que se ejecute un tramo a cargo de la urbanización de la misma zona. Este colector, desviaré unos 70 m<sup>3</sup>/s al mar.

Con esta intervención en el cauce se mejora la capacidad hidráulica del mismo, corrigiendo los desbordamientos generalizados que tienen lugar a lo largo de todo el tramo de estudio, para un caudal asociado a un período de retorno de T=10 años.

Con estas actuaciones, la zona de inundación de Denia4 muestra varios problemas de inundabilidad, debidos en mayor medida a la escasa pendiente de los canales y, en general, de la zona. Las actuaciones planteadas por el estudio de soluciones consiguen reducir significativamente los calados y eliminar las afecciones a las zonas urbanas de la parte oriental de la zona de Denia4, al este del ferrocarril. Sin embargo, los calados desbordados en la zona urbana del centro de Denia son elevados, alcanzando puntas de 1 – 1.5 m, según el periodo de retorno.

#### 5.4.2.- Análisis de riesgos y coste-beneficio

##### 5.4.2.1.- Alternativa 0

Los daños asociados al barranco del Coll de Pous para diversos periodos de retorno son:

ZONA	T=10	T=25	T=50	T=100	T=500
Denia 4	10.855.827	16.036.634	23.353.778	33.529.163	41.119.080

Tabla 23: Daños estimados para distintos periodos de retorno en modelo barranco del Coll de Pous.

Se observa que daño asociado al periodo de retorno de T500 en el barranco del Coll de Pous es de 41.119,80 €.

El riesgo, definido como el daño medio anual en cada punto del territorio en el barranco del Coll de Pous asciende a 3.205.343 €.

Finalmente si se desarrollara completamente el planeamiento de Denia tal y como está contemplando en la actualidad en la zona afectada por los desbordamientos del barranco del Coll de Pous se producirán los siguientes daños económicos asociados a diversos periodos de retorno:

ZONA	T=10	T=25	T=50	T=100	T=500
Denia 4	13.219.356	19.113.397	27.454.137	39.604.422	49.034.626

Tabla 24: Incremento de daños económicos estimado si se desarrollara completamente el planeamiento vigente.

Por tanto se produciría el siguiente cómputo global de daños asociado a diversos periodos de retorno:

ZONA	T=10	T=25	T=50	T=100	T=500
Denia 3	2.363.529	3.076.763	4.100.359	6.075.259	7.915.546

Tabla 25: Daños totales estimados si se desarrollara completamente el planeamiento vigente

El riesgo pasaría a ser de 3.865.534 euros.

#### 5.4.2.2.- Alternativa 1

El riesgo directo asociado a la alternativa 1 en Denia producido por el barranco del Coll de Pous y los barrancos procedentes de la falda del Montgó en la situación actual sería de **2.088.742 €/año**

El riesgo contemplando los factores indirectos asociado a la alternativa 1 en Denia por el barranco del Coll de Pous es de **2.610.928 €/año**

El beneficio obtenido como reducción del riesgo producido por la ejecución de la alternativa 1 respecto de la alternativa 0 asciende a la cantidad de **594.415 €/año** en la situación actual y de **1.254.606 €/año**.

#### 5.4.2.3.- Alternativa 2

El riesgo directo asociado a la alternativa 2 en Denia causado por el barranco del Coll de Pous en la situación actual sería de **349.076 €/año**

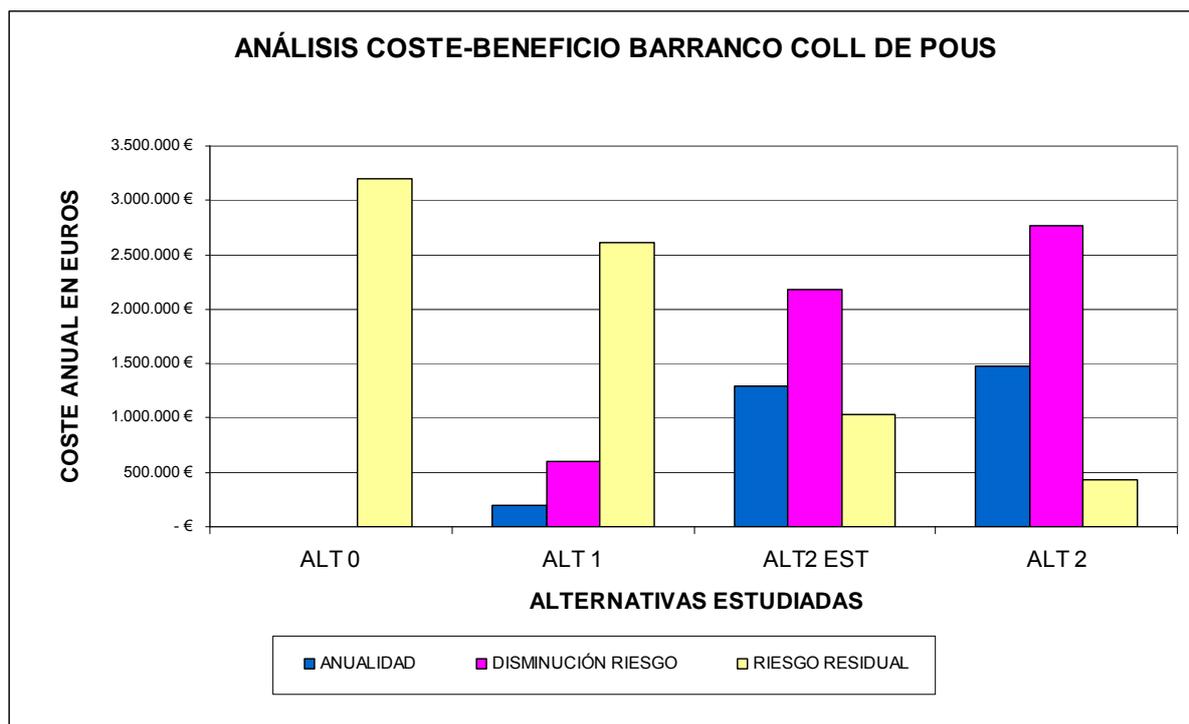
El riesgo contemplando los factores indirectos asociado a la alternativa 2 en Denia causado por el barranco del Coll de Pous sería de **436.346 €/año**

El beneficio obtenido como reducción del riesgo producido por la ejecución de la alternativa 2 respecto de la alternativa 0 asciende a la cantidad de **2.768.996 €/año** en la situación actual y de **3.429.188 €/año** en la situación planificada.

A modo de resumen se agrupan los datos referentes a costes y beneficios de cada una de las alternativas analizadas y se representan gráficamente.

Se incluye una alternativa intermedia, la llamada alternativa 2 estructural que comprende las actuaciones de la alternativa 2 excepto las que se incluyen en la alternativa 1, es decir está formada exclusivamente por las llamadas actuaciones estructurales.

DENIA4	ALT 0	ALT 1	ALT2 EST	ALT 2
<b>PEM</b>	-	3.118.943,00 €	21.983.527,40 €	25.102.470,40 €
<b>COSTES AMBIENTALES</b>	-	1.742,02 €	9.407,93 €	11.149,95 €
<b>ANUALIDAD</b>	-	195.811,54 €	1.286.421,20 €	1.482,232,74 €
<b>DISMINUCIÓN RIESGO</b>	0,00 €	594.414,50 €	2.174.582,09 €	2.768.996,59 €
<b>RIESGO RESIDUAL</b>	3.205.342,50 €	2.610.928,00 €	1.030.760,41 €	436.345,91 €



## 5.5.- BARRANCO DE ORBETA EN ORBA

### 5.5.1.- Actuaciones planteadas

Las distintas alternativas a desarrollar contemplan en cualquier caso las actuaciones que, a nivel de cuenca, se proponen en la alternativa nº 1, como son la recuperación de banales, adecuación de cauces y la reforestación de 69 ha, además de dos zonas de sacrificio.

Además para todo el tramo objeto de este estudio se plantea de forma general una recuperación de sección respecto a la actual, con forma trapecial de 7 m de ancho en base y taludes 2,5 H: 1 V que garanticen la conectividad transversal dicho cauce. Se puede plantear en cualquier caso un cauce de aguas bajas para pequeños caudales. La estabilidad de estos taludes se conseguiría mediante elementos de bioingeniería perfectamente adaptados al entorno.

Se plantea la reposición de las dos obras de cruce sobre dicho cauce, una que conecta ambos márgenes del barranco y la segunda que constituye el paso de la carretera CV-731 sobre el barranco. Las nuevas obras de paso garantizarán la capacidad máxima estimada para el resto del tramo.

En aquellos puntos de especial complejidad a la hora de incrementar la sección del cauce, y con carácter general en los puntos donde se ubican las dos obras de cruce, se propone una sección más ajustada proyectada con cajeros de hormigón y de 6,0 m de anchura.

Esta sección se propone especialmente para la recuperación del tramo de barranco que en estos momentos se encuentra bajo la carretera CV-731. La recuperación del terreno del barranco eliminado su tramo bajo la carretera implica la expropiación de terrenos clasificados como urbanos en zona de reserva de la carretera y la demolición de una edificación terciaria.

Con esta intervención en el cauce se mejora la capacidad hidráulica del mismo, corrigiendo los desbordamientos a lo largo del tramo de estudio, para un caudal asociado a un período de retorno de T=500 años.

## 5.5.2.- Análisis de riesgos y coste-beneficio

### 5.5.2.1.- Alternativa 0

Los daños asociados al barranco de Orbeta son los siguientes:

ZONA	T=10	T=25	T=50	T=100	T=500
Orba	37.648	63.105	82.47	114.454	176.047

Tabla 26: Daños estimados para distintos periodos de retorno en modelo barranco del Coll de Pous.

Se observa que el daño asociado al periodo de retorno de T500 en el barranco de Orbeta es de 176.047 €.

El riesgo se define como el daño medio en cada punto del territorio, de lo anterior se desprende que el daño medio en el municipio de Orba asciende a la cantidad aproximada de **7.609 €/ año**

El riesgo considerando los daños indirectos asciende a la cantidad de **9.512 €/año**

Finalmente si se desarrollara completamente el planeamiento de Orba tal y como está contemplando en la actualidad en la zona contemplada en el estudio hidráulico se producen los siguientes incrementos económicos a los que habría que añadir los calculados anteriormente.

TÉRMINO	T=10	T=25	T=50	T=100	T=500
Orba	0	0	6	10	86

Tabla 27: Incremento daños totales estimados si se desarrollara completamente el planeamiento vigente

Por tanto el daño económico esperado en los municipios si se desarrollara el planeamiento sería el siguiente:

ZONA	T=10	T=25	T=50	T=100	T=500
Orba	37.648	63.105	82.475	114.464	176.132

Tabla 28: Daños totales estimados si se desarrollara completamente el planeamiento vigente

Se observa que el daño asociado al periodo de retorno de 500 años en Orba es de 176.132 €.

El riesgo se vería incrementado de la siguiente manera:

ZONA	TOTAL
Orba	7.610,40 €

De lo que se desprende que el riesgo no se incrementa con el desarrollo del planeamiento tal y como está contemplado.

El riesgo de la situación planificada contemplado los factores indirectos asciende a la cantidad de **9.513 €/año**.

Por tanto el Beneficio obtenido en la alternativa 0 es lógicamente de 0 €/años

#### 5.5.2.2.- Alternativa 1

El riesgo directo asociado a la alternativa 1 en el barranco de Orbeta en la situación actual sería de **5.953 €/año**

El riesgo contemplando los factores indirectos asociado a la alternativa 1 en el barranco de Orbeta es de **7.441 €/año**

El beneficio obtenido como reducción del riesgo producido por la ejecución de la alternativa 1 respecto de la alternativa 0 asciende a la cantidad de **2.071 €/año**

#### 5.5.2.3.- Alternativa 2

El riesgo directo asociado a la alternativa 2 en el barranco de Orbeta en la situación actual sería de **487 €/año**

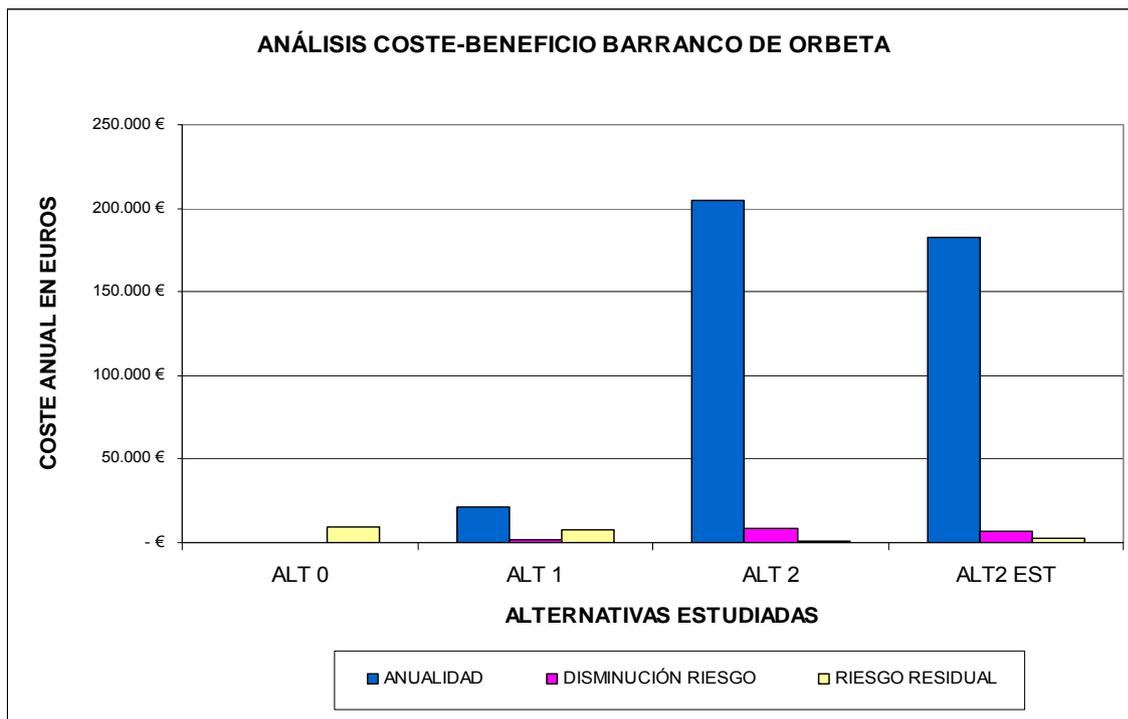
El riesgo contemplando los factores indirectos asociado a la alternativa 2 en el barranco de Orbeta es de **609 €/año**

El beneficio obtenido como reducción del riesgo producido por la ejecución de la alternativa 2 respecto de la alternativa 0 asciende a la cantidad de **8.903 €/año**

Se incluye una alternativa intermedia, la llamada alternativa 2 estructural que comprende las actuaciones de la alternativa 2 excepto las que se incluyen en la alternativa 1, es decir está formada exclusivamente por las llamadas actuaciones estructurales.

A modo de resumen se agrupan los datos referentes a costes y beneficios de cada una de las alternativas analizadas y se representan gráficamente.

ORBA	ALT 0	ALT 1	ALT 2	ALT2 EST
PEM	-	323.069,66 €	3.276.016,47 €	3.264.348,54 €
COSTES AMBIENTALES	-	1.425,24 €	2.395,46 €	970,22 €
ANUALIDAD	-	21.689,66 €	204.664,33 €	182.974,67 €
DISMINUCIÓN RIESGO	0,00 €	2.072,00 €	8.903,00 €	6.832,00 €
RIESGO RESIDUAL	9.512,00 €	7.440,00 €	609,00 €	2.681,00 €



## 5.6.- BARRANCO DE SANT JAUME Y BALADRAR EN BENISSA

### 5.6.1.- Actuaciones planteadas

La problemática del barranco de Sant Jaume es, como ya se ha comentado, la erosión y desprendimiento de márgenes que afecta a las numerosas propiedades que se establecen en sus márgenes y que a consecuencia del avance de los taludes van perdiendo terreno afectando tanto a jardines y vallados como a edificaciones. Esto, unido a la exuberante vegetación, provocó en 2007 el propio barranco y las estructuras transversales se vieron taponados por numerosos árboles arrastrados de porte medio y alto que fueron el origen de las inundaciones provocadas y el motivo para seleccionar esta zona como una de las elegidas para modelarla hidráulicamente por sus problemas de inundación.

El resultado de la simulación hidráulica muestra que la capacidad del barranco es suficiente para los caudales estimados y por tanto no advierte de grandes riesgos por inundaciones ya que no puede modelarse el efecto desprendimiento y posterior colmatamiento del barranco por la vegetación.

De todo ello se concluye en el análisis multicriterio que, dado que los riesgos por inundaciones detectados son muy bajos la mejor alternativa sería la alternativa cero consistente en no hacer nada.

En este caso la alternativa nº 2 consideraba el encauzamiento del tramo más afectado por los desprendimientos desde la calle La Carpa hasta el puente de la Avenida del Baladrar, algo más de 400 metros, mediante una sección en U con muros de hormigón de altura variable adaptándose a la geometría del barranco. La sección media aproximada

es de muros de 10 metros de altura y unos 20 metros de solera. Los muros tendrán un talud interior de 1H: 10V con un ancho en coronación de 0,40 a 0,50 m llegando a aproximadamente 1,50 m en los casos de mayor altura del barranco. La solera de la sección en U tendría un espesor entorno a 1 m.

La alternativa 1 consideraba el sostenimiento de los taludes del mismo tramo mediante geomallas, el problema de esta actuación es que sería necesario expropiar cerca de tres metros a los propietarios colindantes, el encauzamiento mediante muros de hormigón evita este extremo y consigue un mejor funcionamiento hidráulico del tramo de actuación.

Además en la alternativa 2 se proponía la sustitución de los puentes de la calle Carpa-Baladrar, la calle Moixó-Baladrar ambos en las inmediaciones del campo de Golf por resultar su sección insuficiente y ser fácilmente obturables. También se proponía ampliar la sección del puente presa-agujero de la avenida Baladrar dado que la laminación que ofrece se constata en los modelos que es escasa y resulta mayor el riesgo de desbordamiento e inundación por colmatamiento de la misma.

No obstante como ya se ha comentado en este modelo el análisis multicriterio concluye que no es necesario actuar atendiendo al riesgo estimado por las inundaciones.

## 5.6.2.- Análisis de riesgos y coste-beneficio

### 5.6.2.1.- Alternativa 0

Los daños asociados son los siguientes:

ZONA	T=10	T=25	T=50	T=100	T=500
Benissa 1	15.403	25.235	34.749	36.442	58.439

*Tabla 29: Daños estimados para distintos periodos de retorno en barranco de Sant Jaume-Baladrar*

Se observa que el daño asociado al periodo de retorno de T500 en el barranco de Sant Jaume-Baladrar (modelo Benissa 1) es de 58.439 €.

La escasa valoración del primero de los modelos se explica porque únicamente se tienen en cuenta los calados alcanzados en los distintos eventos de crecidas y, como se ha repetido constantemente, la problemática específica de esta zona son los desprendimientos de márgenes que comprometen la seguridad de ciertas viviendas y no tanto las inundaciones.

El riesgo se define como el daño medio en cada punto del territorio, para el caso del barranco de Sant Jaume se alcanza un valor de **2.610 €/año**, como se ve las inundaciones son muy escasas y por tanto también el coste asociado. Considerando daños indirectos la cantidad que se alcanza es de **3.262 €/año**.

Finalmente si se desarrollara completamente el planeamiento de la zona analizada tal y como está contemplando en la actualidad se observa que no se producen incrementos económicos a los calculados anteriormente, es decir el planeamiento está completamente desarrollado.

Por tanto el daño económico esperado en los municipios si se desarrollara el planeamiento sería el visto anteriormente.

El riesgo final futuro por tanto no se incrementa y se mantiene el nivel de la anterior: **2.610 €/año**, para el barranco de Sant Jaume-Baladrar.

#### 5.6.2.2.- Alternativa 1

El riesgo directo asociado a la alternativa 1 en el barranco de Sant Jaume-Baladrar en la situación actual sería de **2.348 €/año**

El riesgo contemplando los factores indirectos asociado a la alternativa 1 en el barranco de Sant Jaume-Baladrar es de **2.936 €/año**

El beneficio obtenido como reducción del riesgo producido por la ejecución de la alternativa 1 respecto de la alternativa 0 asciende a la cantidad de **326 €/año**.

#### 5.6.2.3.- Alternativa 2

El riesgo directo asociado a la alternativa 2 en el barranco de Sant Jaume-Baladrar en la situación actual sería de **2.348 €/año**

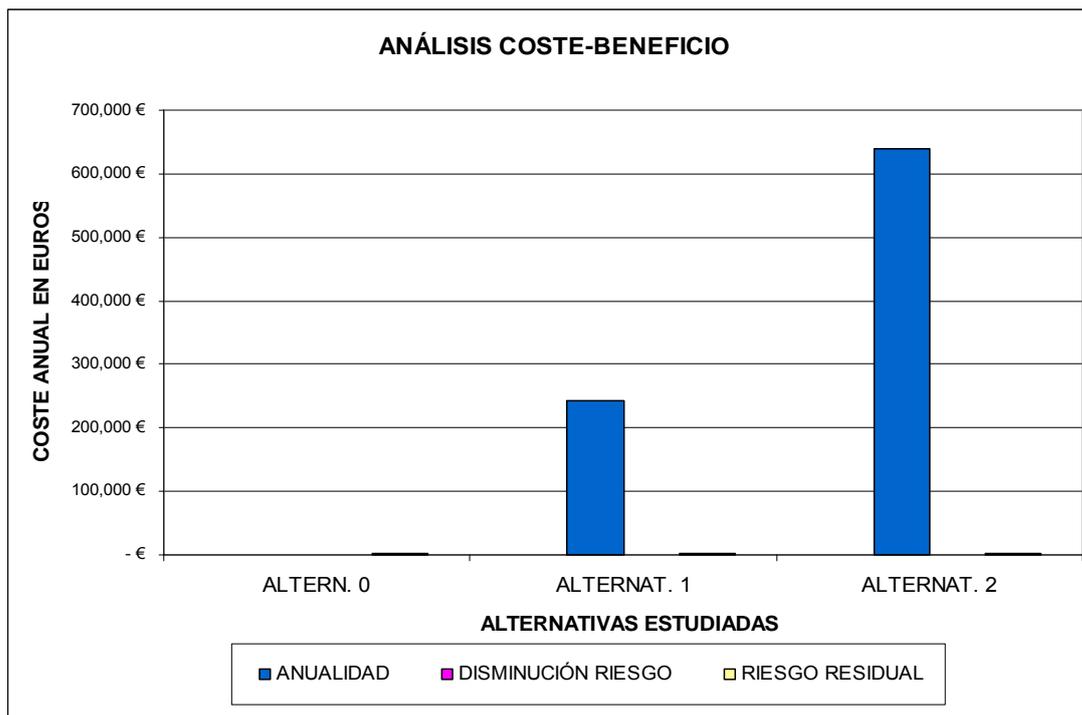
El riesgo contemplando los factores indirectos asociado a la alternativa 2 en el barranco de Sant Jaume-Baladrar es de **2.936 €/año**

El beneficio obtenido como reducción del riesgo producido por la ejecución de la alternativa 2 respecto de la alternativa 0 asciende a la cantidad de **326 €/año**.

A modo de resumen se agrupan los datos referentes a costes y beneficios de cada una de las alternativas analizadas y se representan gráficamente.

Recordemos que el mayor riesgo que supone este barranco deriva de los desprendimientos de sus taludes y no de los efectos que las inundaciones provocan que precisamente son los que se analizan para llegar a las cantidades anteriores. En todo caso las actuaciones que se proponen tanto en la alternativa 1 como en la alternativa 2 son el encauzamiento de un tramo de barranco y se encaminan a resolver el problema de los desprendimientos ya que el riesgo por inundaciones en esta área es bajo aunque indirectamente los desprendimientos de arbolado lleguen a taponar obras de fábrica y agravarlos como ocurrió en 2007.

BCO. SANT JAUME-BALADRAR	ALTERN. 0	ALTERNAT. 1	ALTERNAT. 2
PEM	-	4.202.647,32 €	10.207.305,08 €
COSTES AMBIENTALES	-	- €	- €
ANUALIDAD	-	243.089,74 €	640.249,30 €
DISMINUCIÓN RIESGO	0.00 €	326,00 €	326,00 €
RIESGO RESIDUAL	3.262,00 €	2.936,00 €	2.936,00 €



## 5.7.- BARRANCO DE LA FUSTERA EN BENISSA

### 5.7.1.- Actuaciones planteadas

Las distintas alternativas a desarrollar contemplan en cualquier caso las actuaciones que, a nivel de cuenca, se proponen en la alternativa nº 1, como son las restauraciones hidrológico-forestales y recuperación de bancales.

La zona reservada tras el supermercado la Fustera en la anterior alternativa se acondicionaría como área de reserva de laminación controlada rebajándose con pendientes del 10% que permitirían su integración y accesibilidad haciéndola compatible con un futuro uso de zona verde, desde su perímetro con una mota de un metro de altura que protegería la zona más al sur a espaldas del supermercado, de menor cota. Con esta área de reserva se alcanzaría una capacidad de aproximadamente 7.170 m<sup>3</sup>.

Se considera además el encauzamiento mediante un marco soterrado de 3x1,75 metros de sección desde la confluencia de las avenidas Fanadix y de los Garcías. El colector discurrirá inicialmente por la avenida de Los Garcías, recogiendo las aguas procedentes de la propia avenida, así como las procedentes de las calles de Los Malena, de Los Meto, y de Los Paquero. El colector se desviará por la calle de El Saule, donde captará aguas del barranco de La Fustera. Posteriormente discurrirá por la Calle de La Malva y de La Peonia.



**Fotos 4, 5: Entrada y distintos tramos correlativos del actual canal que discurre entre calles y parcelas desde la calle Peonia hasta su entrega en el cauce del barranco.**

Al llegar a la calle Peonia existe un canal de pluviales de sección aproximada 2 x 1 metros que transcurre parcialmente entre parcelas de las viviendas a lo largo de unos doscientos metros hasta su entrega al tramo del barranco más reconocible. Este tramo también sería necesario sustituirlo por el marco de 3 x 1,75 m, lo que conllevaría una expropiación temporal que, tras su cubrición, se devolvería el terreno al propietario, únicamente debería aceptarse por estos el servicio de paso y servidumbre del canal, en caso contrario habría que expropiar aunque estos mejorarían su situación actual ya que actualmente cruza por sus parcelas un canal a cielo abierto que desborda frecuentemente y que además les supone un espacio no útil.

Esta solución de encauzamiento con un marco de 3 x 1,75 m sustituiría a la propuesta municipal recogida en el "Proyecto de defensa contra las avenidas y evacuación de pluviales en el área urbana de Fanadix-Fustera en Benissa (Alicante)" mediante un colector de 1.000 mm de diámetro desde la confluencia de las avenidas Fanadix y de los Garcías hasta la calle el cruce con la calle dels Paquero para a partir de aquí cambiar a un colector de 1.500 mm de diámetro hasta el colector de la calle Peonía.

Esta es una actuación muy poco ambiciosa que con un coste muy ajustado pretende mejorar la situación actual pero que apenas consigue evacuar un caudal de 6 m<sup>3</sup>/s que se asocia aproximadamente a un periodo de retorno de 10 años según se reconoce en el propio proyecto, frente a los más de 20 m<sup>3</sup>/s de capacidad que se conseguirían con el marco propuesto.



**Fotos 6 y 7: Tramo final del canal a cielo abierto y entrega a barranco. Derecha, materiales y obras paralizadas ocupan la parte media-baja del cauce.**

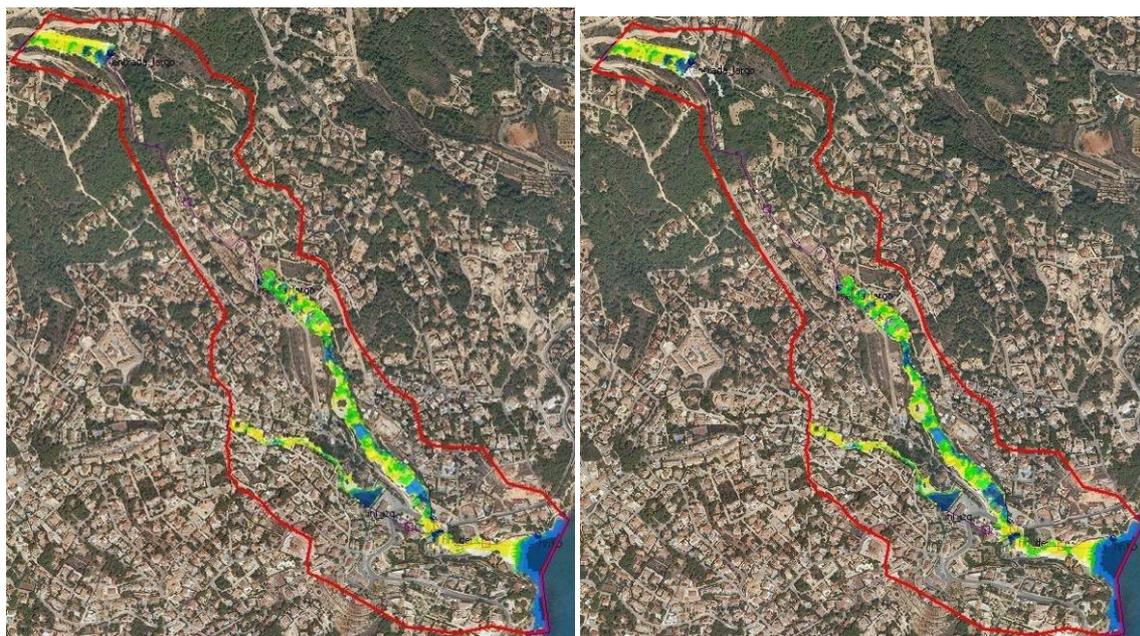


**Fotos 8 y 9: Tramo final del barranco previo cruce con CV-746. Derecha, obra de paso bajo la CV-746.**

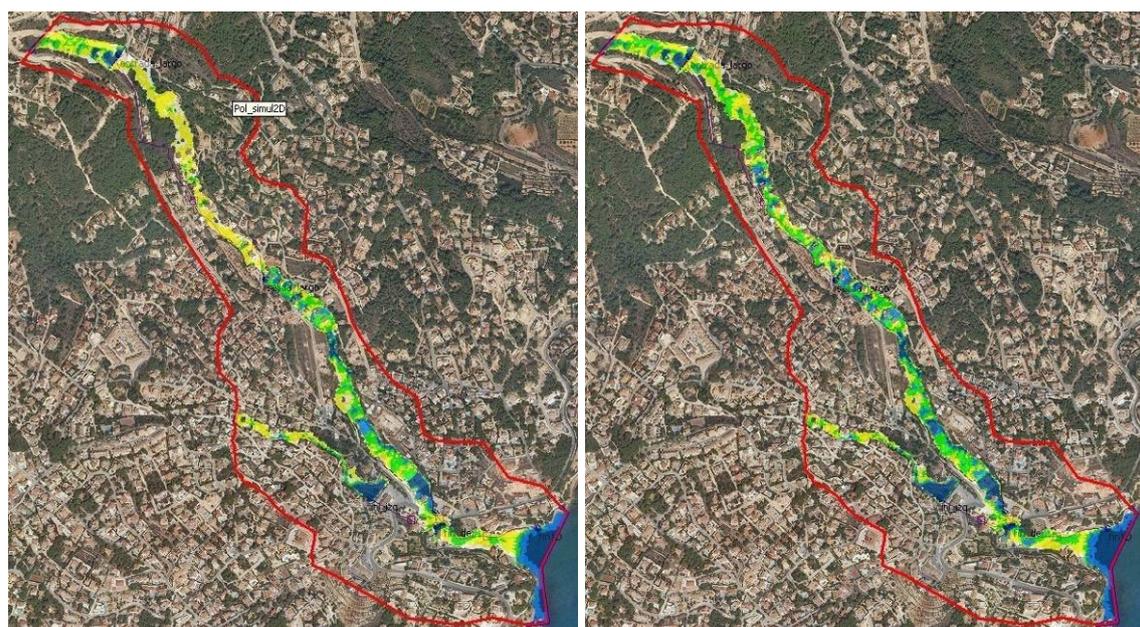
Se incluye en esta alternativa aumentar el paso inferior del barranco bajo la carretera CV-746 que actualmente es un cajón de cerca de 4 m<sup>2</sup> a un marco de 3 x 1,75 metros para mejorar la evacuación impidiendo afectar a la carretera. Igualmente debe ampliarse el paso bajo la CV-746 del afluente Aigüera d'Altamira, actualmente 1,5 x 0,75 metros (1,12 m<sup>2</sup>) al menos a la sección que mantiene bajo el paso del supermercado, de unos 2,5 m<sup>2</sup>.

Por último se considera un murete de protección en el margen izquierdo del tramo final del barranco antes del cruce bajo la CV-746 para encauzar las aguas bajo y proteger las viviendas y comercios próximos.

Al modelizar la solución planteada se observa que para T25 aparecen calados desbordados en el cruce del barranco de la Fustera con la CV-746 aunque los calados son muy pequeños. El caudal que transita en el colector del barranco de la Fustera es de 19 m<sup>3</sup>/s. Para T50 el caudal que transita en el colector del barranco de la Fustera es de 25 m<sup>3</sup>/s.



**Figura 102: calados máximos para 25 años de periodo de retorno (izquierda) y 50 años (derecha).**



**Figura 103: calados máximos para 100 años de periodo de retorno (izquierda) y para 500 años (derecha).**

Para T100 el caudal que transita en el colector del barranco de la Fustera es de 25 m<sup>3</sup>/s, y se observa que parte del flujo ya no entra en el colector y sigue el cauce natural, afectando a una zona residencial ubicada en el trazado del río. Esta situación se agrava para T500, en este caso el colector conduce 28 m<sup>3</sup>/s.

## 5.7.2.- Análisis de riesgos y coste-beneficio

### 5.7.2.1.- Alternativa 0

Los daños asociados son los siguientes:

ZONA	T=10	T=25	T=50	T=100	T=500
Benissa 2	283.624	458.635	571.917	661.494	832.500

Tabla 30: Daños estimados para distintos periodos de retorno en los modelos del barranco de la Fustera

Se observa que el daño asociado al periodo de retorno de T500 en el barranco de la Fustera (Benissa 2) es de 832.500 €.

El riesgo se define como el daño medio en cada punto del territorio, y para el caso del barranco de la Fustera se alcanzan los **59.172 €/año**.

Finalmente si se desarrollara completamente el planeamiento de Benissa tal y como está contemplando en la actualidad en las zonas contempladas en el estudio hidráulico se observa que no se producen incrementos económicos a los calculados anteriormente, es decir el planeamiento en los tramos estudiados está completamente desarrollado.

Por tanto el daño económico esperado en los municipios si se desarrollara el planeamiento sería el visto anteriormente.

El riesgo final futuro por tanto no se incrementa y se mantiene el nivel anterior: **59.172 €/año**. Si además se consideran los daños indirectos la cantidad alcanza los **73.965 €/año**.

El Beneficio obtenido en la alternativa 0 es lógicamente de **0 €/año** ya que no se contempla ninguna actuación que mitigue los efectos de las inundaciones.

### 5.7.2.2.- Alternativa 1

El riesgo directo asociado a la alternativa 1 en el barranco de la Fustera en la situación actual sería de **53.255,20 €/año**

El riesgo contemplando los factores indirectos asociado a la alternativa 1 en este modelo es de **66.569 €/año**

El beneficio obtenido como reducción del riesgo producido por la ejecución de la alternativa 1 respecto de la alternativa 0 asciende a la cantidad de **7.396 €/año**

### 5.7.2.3.- Alternativa 2

El riesgo directo asociado a la alternativa 2 en el barranco de la Fustera en la situación actual sería de **39.255 €/año**

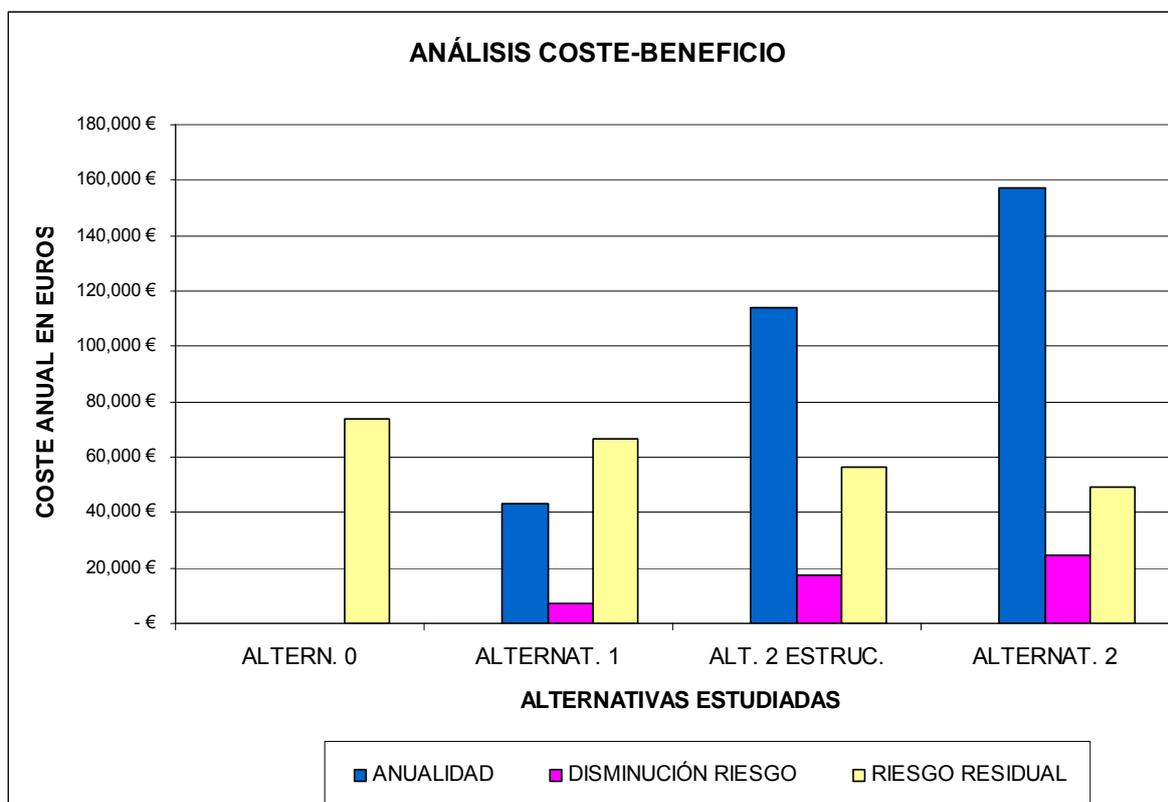
El riesgo contemplando los factores indirectos asociado a la alternativa 2 en el barranco de la Fustera es de **49.069 €/año**

El beneficio obtenido como reducción del riesgo producido por la ejecución de la alternativa 2 respecto de la alternativa 0 asciende a la cantidad de **24.896 €/año**.

A modo de resumen se agrupan los datos referentes a costes y beneficios de cada una de las alternativas analizadas y se representan gráficamente.

Se incluye una alternativa intermedia, la llamada alternativa 2 estructural que comprende las actuaciones de la alternativa 2 excepto las que se incluyen en la alternativa 1, es decir esta formada por las llamadas actuaciones estructurales:

BCO. LA FUSTERA	ALTERN. 0	ALTERNAT. 1	ALT. 2 ESTRUCL.	ALTERNAT. 2
PEM	-	736,730.32 €	1,994,798.35 €	2,731,528.67 €
COSTES AMBIENTALES	-	- €	20.41 €	20.41 €
ANUALIDAD	-	42,913.32 €	114,193.39 €	157,106.71 €
DISMINUCIÓN RIESGO	0.00 €	7,396.00 €	17,500.00 €	24,896.00 €
RIESGO RESIDUAL	73,965.00 €	66,569.00 €	56,465.00 €	49,069.00 €



## 5.8.- BARRANCO DE QUISI Y POU ROIG EN CALP

### 5.8.1.- Actuaciones planteadas

Las distintas alternativas a desarrollar contemplan en cualquier caso las actuaciones que, a nivel de cuenca, se proponen en la alternativa nº 1, como son las restauraciones hidrológico-forestales y recuperación de banales, la reforestación de 213,6 ha, una zona de sacrificio y la adecuación, recuperación y mantenimiento de cauces.

En esta ocasión se propone la excavación del área de reserva considerada en la confluencia de los barrancos del Pou Roig y Quisi hasta la cota 1,60 msnm con lo que podría utilizarse para laminación de avenidas.

Se considera además el refuerzo de varias secciones de los barrancos del Pou Roig y Quisi en su tramo urbano para prevenir desbordamientos. Un primer caso mediante el recrecido de un murete de un metro de altura en el margen derecho del Pou Roig para proteger la zona industrial poco antes de la confluencia con el Quisi, aproximadamente en una longitud de 127 metros. El otro refuerzo, también de un metro de altura se ejecutaría en el margen derecho del barranco del Quisi tras el cruce del puente de la avenida Casanova para proteger varias viviendas que actualmente están muy expuestas como se observa en la foto 15. En este caso la longitud del refuerzo es de unos 73 metros. Un último recrecimiento se colocaría para impedir el desborde desde el barranco del Quisi por su margen izquierda hacia la Avenida de los Ejércitos Españoles.

Asímismo se plantea una derivación del barranco del Quisi hacia Las Salinas a través de la avenida Rumanía mediante dos marcos de dimensiones 5 x 1,75 metros en una longitud de 804,30 metros y una pendiente del 0,30 %. Se pretende que esta canalización únicamente entre en funcionamiento cuando el caudal supere la capacidad de desagüe de los dos marcos de la calle la Niña estimada en unos 80 m<sup>3</sup> evitándose de este modo los graves daños que se ocasionarían en la zona costera y que ya se sufrieron en el episodio extremo de octubre de 2007. Cabe señalar que irremediamente las aguas acabarían entrando igualmente en el humedal desbordadas a través de la Avenida de los Ejércitos Españoles y arrastrando más suciedad y restos de los que llegarían a Las Salinas mediante este desagüe controlado que tan sólo sería necesario en eventos que superen el periodo de retorno de 10 años y dado que vierten mediante un rebosadero lateral limitan el aporte de sólidos y suciedad que puedan llegar a la salina ya que por efecto de la gravedad no suelen viajar flotando.

Las Salinas son destino final de las aguas incontroladas procedentes de las áreas inundadas que la rodean ya que constituye un punto bajo contaminándose inexorablemente con sus arrastres.

Por ello la cota de inicio del colector de la Avda. Rumanía en la sección de arranque del canal desde la confluencia de los barrancos del Quisi y del barranco del Pou Roig, estará a 3,25 msnm y la cota final 0,75 msnm.

Ante la imposibilidad de abrir nuevas salidas al mar desde Las Salinas que no interfieran en las playas o en los yacimientos arqueológicos se planea abrir a cielo abierto la actual conexión de Las Salinas al mar a través de la calle Luxemburgo mediante un canal de 9 metros de anchura ya que como se ha visto en el estudio hidráulico su capacidad de desagüe está muy limitada, de esta forma en caso de avenidas la salida al mar sería mucho más eficiente y se conseguiría complementar los dos marcos de la calle la Niña que, por la ubicación de sus múltiples servicios, no es viable ampliar.



**Foto 10 y 11: Puente de la Partida Gargasindi donde se observa la reducción que suponen los cajones respecto a la anchura del cauce. A la derecha puente de la avenida Casanova parcialmente aterrado, ambos sobre el barranco del Pou Roig.**

Se plantea la sustitución o ampliación de tres puentes en el tramo urbano del barranco del Pou Roig: el de la Partida Gargasindi constituido por dos cajones de 4,0 x 2,5 metros que constriñe claramente la sección del barranco ya que en ese punto es de aproximadamente 15 metros de anchura, el de la avenida Casanova con pila central que conforma dos compartimentos de aproximadamente 4,1x2,25 metros (foto 11) y el de la avenida de los Ejércitos Españoles constituido por cinco vanos de dimensiones aproximadas 0,9 x 1,15 metros muy fácilmente obstruible y rebasable por las avenidas como se ve en las fotos 12 y 13 Todos ellos deben ser sustituidos por otros de mayor capacidad y sin pilas ni elementos que puedan dificultar el flujo de agua.



**Foto 12 y 13: Puente bajo la Avenida de los Ejércitos, desde aguas arriba y abajo respectivamente donde se aprecia la dificultad para su drenaje y lo fácilmente que puede obstruirse.**

En lo que respecta a las estructuras atravesadas por el barranco del Quisi aunque son más generosas en sus dimensiones mantienen el problema de los elementos intermedios que en los episodios de avenida retienen grandes aportes de arrastres dificultando la evacuación de avenidas. Concretamente se trata del puente de la avenida Casanova formado por tres compartimentos de aproximadamente 3,25 x 2,25 metros (foto 14) y que además ve dificultado el correcto drenaje por la esviación que muestra respecto a

la propia avenida y el de la avenida Rumanía, formado por cinco cajones de 2,5x2,5 metros (foto 16). Sería conveniente sustituirlos por tableros para evitar obstrucciones al flujo y posibilidad de retención y acumulación de sólidos en avenidas aunque esta actuación no es tan prioritaria como en el Pou Roig por lo que finalmente no se modeliza.



**Fotos 14 y 15: Puente de la avenida Casanova, se observa lo esviado de los marcos. A la derecha viviendas en margen derecho del barranco del Quisi tras atravesar puente de la avenida Casanova y que se encuentran muy expuestas a riesgos de inundación.**



**Foto 16 y 17: Puente formado por cinco marcos en avenida Rumanía, a la derecha se observa como el campo invade varios metros el cauce restringiendo su sección antes de atravesar el puente.**

Dado que los actuales cauces son insuficientes para los caudales estimados para un periodo de retorno de aproximadamente 25 años, no pueden ampliarse en sus tramos urbanos y tampoco resulta posible encontrar nuevas salidas al mar se completa esta alternativa con varias obras de laminación que ajusten los caudales de salida a un valor asumible por los mismos sin que se provoquen desbordamientos de importancia.



**Foto 18 y 19: Sección aguas arriba y aguas abajo del puente de la avda. Rumanía respectivamente.**

Se propone la construcción de cuatro presas agujero para laminación de avenidas, una en cada uno de los barrancos del Conquet y del Binyent (que posteriormente dan lugar al barranco del Pou Roig), un tercero en el barranco de Quisi y otro en el Cometa, afluente del Quisi.

Las dimensiones de estas presas son:

- Presa en barranco del Conquet, que más adelante pasa a denominarse Pou Roig, de capacidad de embalse a cota de umbral de vertedero de  $0,57 \text{ Hm}^3$  y en coronación de unos  $0,77 \text{ Hm}^3$ . La presa tiene una altura sobre cauce de 23 metros y la longitud de coronación de 221 metros. Cuenta con un aliviadero de 70 m de longitud útil. Al tratarse de una presa cuyo uso será exclusivamente la laminación de avenidas, cuenta con un desagüe de fondo rectangular a nivel de cauce de 2,00 m de anchura por 1,50 m de altura, con capacidad a embalse lleno para el caudal máximo de avenidas de periodo de retorno de 10 años en el emplazamiento de la presa, calculado en  $25 \text{ m}^3/\text{s}$ .
- Presa en barranco del Binyent de capacidad de embalse a cota de umbral de vertedero de  $0,824 \text{ Hm}^3$  y en coronación de capacidad aproximada  $1 \text{ Hm}^3$ . La presa tiene una altura sobre cauce de 28 metros y la longitud de coronación de 200 metros. Cuenta con un aliviadero de 80 m de longitud útil. El desagüe de fondo es rectangular a nivel de cauce de 1,00 m de anchura por 1,00 m de altura, con capacidad a embalse lleno para el caudal máximo de avenidas de periodo de retorno de 10 años en el emplazamiento de la presa, calculado en  $10 \text{ m}^3/\text{s}$ .
- Presa en barranco del Quisi de capacidad de embalse a cota de umbral de vertedero de  $0,949 \text{ Hm}^3$  y en coronación de capacidad aproximada de  $1,24 \text{ Hm}^3$ . La presa tiene una altura sobre cauce de 22,5 metros y la longitud de coronación de 270 metros. Cuenta con un aliviadero de 80 m de longitud útil. El desagüe de fondo es rectangular a nivel de cauce de 2,00 m de anchura por 1,50 m de altura, con capacidad a embalse lleno para el caudal máximo de avenidas de periodo de retorno de 10 años en el emplazamiento de la presa, calculado en  $29 \text{ m}^3/\text{s}$ .

- Presa en barranco del Cometa de capacidad de embalse a cota de umbral de vertedero de  $0,133 \text{ Hm}^3$  y en coronación de capacidad aproximada  $0,17 \text{ Hm}^3$ . La presa tiene una altura sobre cauce de 16,50 metros y la longitud de coronación de 105 metros. Cuenta con un aliviadero de 20 m de longitud útil. El desagüe de fondo es rectangular a nivel de cauce de 1,00 m de anchura por 1,00 m de altura, con capacidad a embalse lleno para el caudal máximo de avenidas de periodo de retorno de 10 años en el emplazamiento de la presa, calculado en  $8 \text{ m}^3/\text{s}$ .

No se ha considerado el drenaje de la zona norte de las Salinas en primer lugar porque en las simulaciones realizadas no se han modelizado los colectores urbanos encargados de recoger estas aguas, por lo que realmente los calados reales debieran ser menores y en segundo lugar porque el Ayuntamiento de Calpe ha desarrollado el proyecto de Colector de pluviales en calle Llevant, Ponent y otras en el que se incluye una estación de bombeo junto al antiguo camping al oeste de las Salinas donde se recoge la escorrentía de la Avenida Costa Blanca y mediante dos potentes bombas de impulsión se desaguan al mar a través de dos colectores que discurren por la calle Llevant.

Para la simulación del efecto de laminación de las presas, se ha implementado un modelo hidrológico TETIS de las cuencas de los barrancos Quisi y Pou Roig, utilizando los mismos parámetros de calibración utilizados en el estudio hidrológico. Se han simulado los 368x3 eventos sintéticos y se ha determinado una función de distribución de los caudales en la desembocadura, que se ha comparado con la anterior (en situación natural), comprobando así el efecto de laminación de las presas.

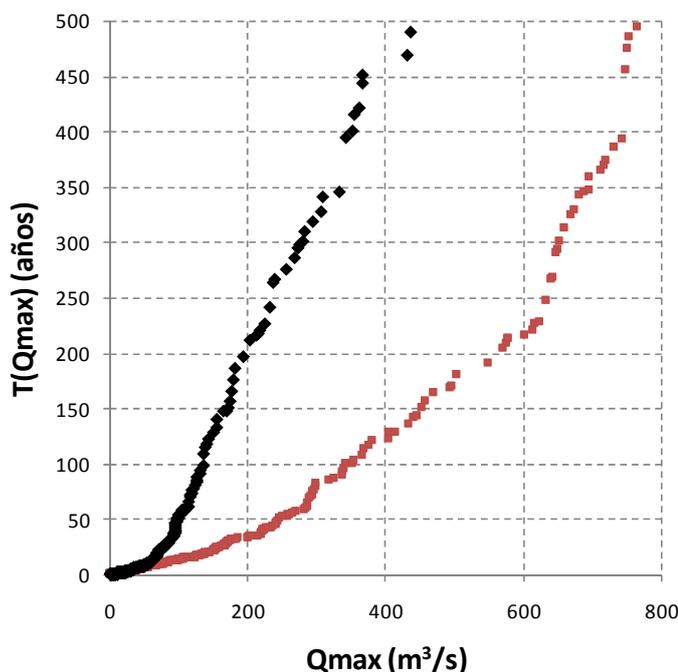


Figura 104. comparación de funciones de distribución de los caudales pico en la confluencia de Quisi y Pou Roig (en rojo la situación actual, en negro la futura)

Se observa que hay una importante disminución de todos los cuantiles.

En la modelación de la alternativa planteada se observa que los flujos provenientes de los barrancos Quisi y Pou Roig no se desbordan hasta periodos de retorno de 25 años.

A partir de 25 años de periodo de retorno parte del caudal excede la capacidad del encauzamiento de la calle la Niña y escurre superficialmente hacía la calle Alemania con bajos calados. También se observa un desbordamiento en el margen derecho del barranco del Pou Roig, de menor importancia dado que afecta a zonas rurales. Para T25 años el aliviadero lateral puesto en la zona de sacrificio de la confluencia vierte hacía la Salina sólo 12 m<sup>3</sup>/s. En la zona de las vaguadas se observan desbordamientos debido a la falta de cauces bien definidos. Sin embargo los calados son generalmente reducidos, de algunos centímetros, a parte en algunas depresiones puntuales.



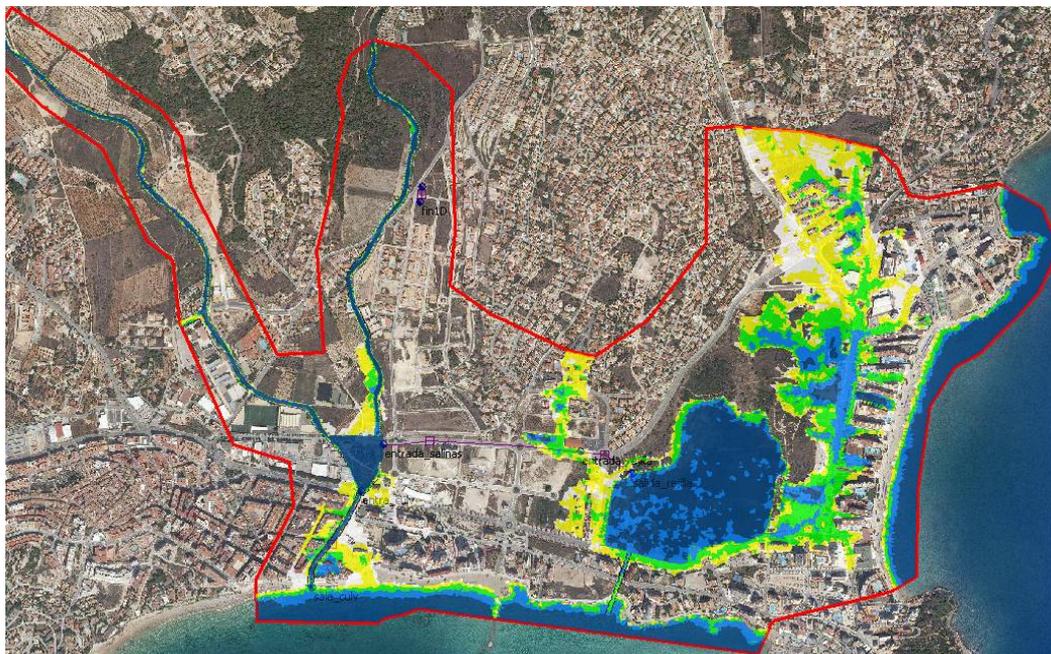
**Figura 105: calados máximos para 25 años de periodo de retorno en estudio de soluciones**

Para T50 años aumentan débilmente los calados de la calle Alemania y el aliviadero lateral puesto en la zona de sacrificio de la confluencia vierte hacía la Salina 20 m<sup>3</sup>/s.



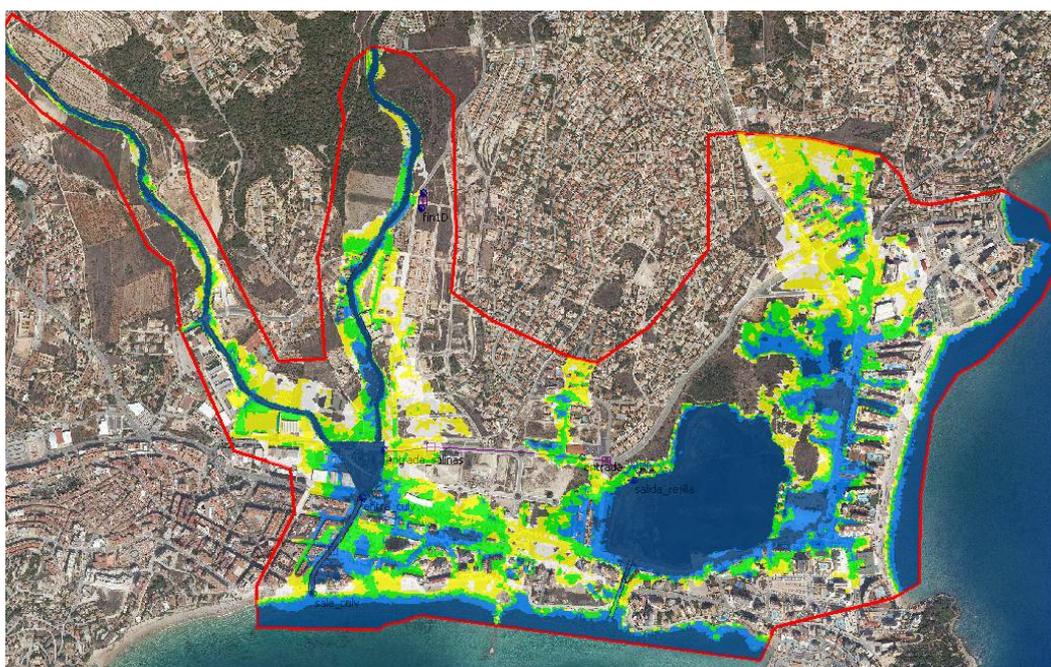
**Figura 106: calados máximos para 50 años de periodo de retorno en estudio de soluciones**

Para T100 el aliviadero lateral puesto en la zona de sacrificio de la confluencia vierte hacia la Salina 30 m<sup>3</sup>/s.



**Figura 107: calados máximos para 100 años de periodo de retorno en estudio de soluciones**

Por último para T500 años se observan desbordamientos generalizados a lo largo de los trazados de los barrancos del Quisi y del Pou Roig, que afectan a toda la zona urbana de Calpe, con calados elevados que en algunos puntos (calle Alemania, avenida de los Ejércitos Españoles), alcanzan 1.5 m. El caudal en el colector vertiente a la Salina es de 45 m<sup>3</sup>/s.



**Figura 108: calados máximos para 500 años de periodo de retorno en estudio de soluciones**

## 5.8.2.- Análisis de riesgos y coste-beneficio

### 5.8.2.1.- Alternativa 0

Los daños asociados al modelo de Calp son los siguientes:

ZONA	T=10	T=25	T=50	T=100	T=500
Calp	1.538.614	4.760.250	7.417.384	11.196.482	22.860.728

Tabla 31: Daños estimados para distintos periodos de retorno en modelo de Calp

Se observa que el daño asociado al periodo de retorno de T500 en los barrancos del Pou Roig y Quisi es de 22.860.728 €.

El riesgo se define como el daño medio en cada punto del territorio,

De lo anterior se desprende que el daño medio en el municipio de Calp asciende a la cantidad aproximada de **696.734 €/año**

El riesgo considerando los daños indirectos asciende a la cantidad de **870.918 €/año**

Finalmente si se desarrollara completamente el planeamiento de Calp tal y como está contemplando en la actualidad en la zona contemplada en el estudio hidráulico se producen los siguientes incrementos económicos a los que habría que añadir los calculados anteriormente.

ZONA	T=10	T=25	T=50	T=100	T=500
Calp	1.291.515	2.069.653	2.566.201	3.247.095	5.143.373

Tabla 32: Incremento daños estimados si se desarrollara completamente el planeamiento vigente por modelos

Por tanto el daño económico esperado en los municipios si se desarrollara el planeamiento sería el siguiente:

ZONA	T=10	T=25	T=50	T=100	T=500
Calp	2.795.389	6.749.424	9.816.111	14.190.778	27.487.942

Tabla 33: Daños totales estimados si se desarrollara completamente el planeamiento vigente

Se observa que el daño asociado al periodo de retorno de 500 años en Calp es de 27.487.942 €.

El riesgo de la situación planificada contemplado los factores indirectos asciende a la cantidad de **1.160.610 €/año**.

Por tanto el Beneficio obtenido en la alternativa 0 es lógicamente de 0 €/años

#### 5.8.2.2.- Alternativa 1

El riesgo directo asociado a la alternativa 1 en Calp en la situación actual sería de **589.214 €año** y contemplando los factores indirectos asciende hasta la cantidad de **736.517 €año**

El beneficio obtenido como reducción del riesgo producido por la ejecución de la alternativa 1 respecto de la alternativa 0 asciende a la cantidad de **134.401 €año** respecto a la situación actual y de **424.093 €año** si se completara el planeamiento actual vigente.

#### 5.8.2.3.- Alternativa 2

El riesgo directo asociado a la alternativa 2 en Calp en la situación actual sería de **346.835 €año**

El riesgo contemplando los factores indirectos asociado a la alternativa 2 en Calp es de **433.544 €año**

El beneficio obtenido como reducción del riesgo producido por la ejecución de la alternativa 2 respecto de la alternativa 0 asciende a la cantidad de **437.374 €año** respecto a la situación actual y de **727.066 €año** si se completara el planeamiento actual vigente.

A modo de resumen se agrupan los datos referentes a costes y beneficios de cada una de las alternativas analizadas y se representan gráficamente.

#### 5.8.2.4.- Alternativa 2 sin presas

El riesgo directo asociado a la alternativa 2 sin presas en Calp en la situación actual sería de **549.778 €año**

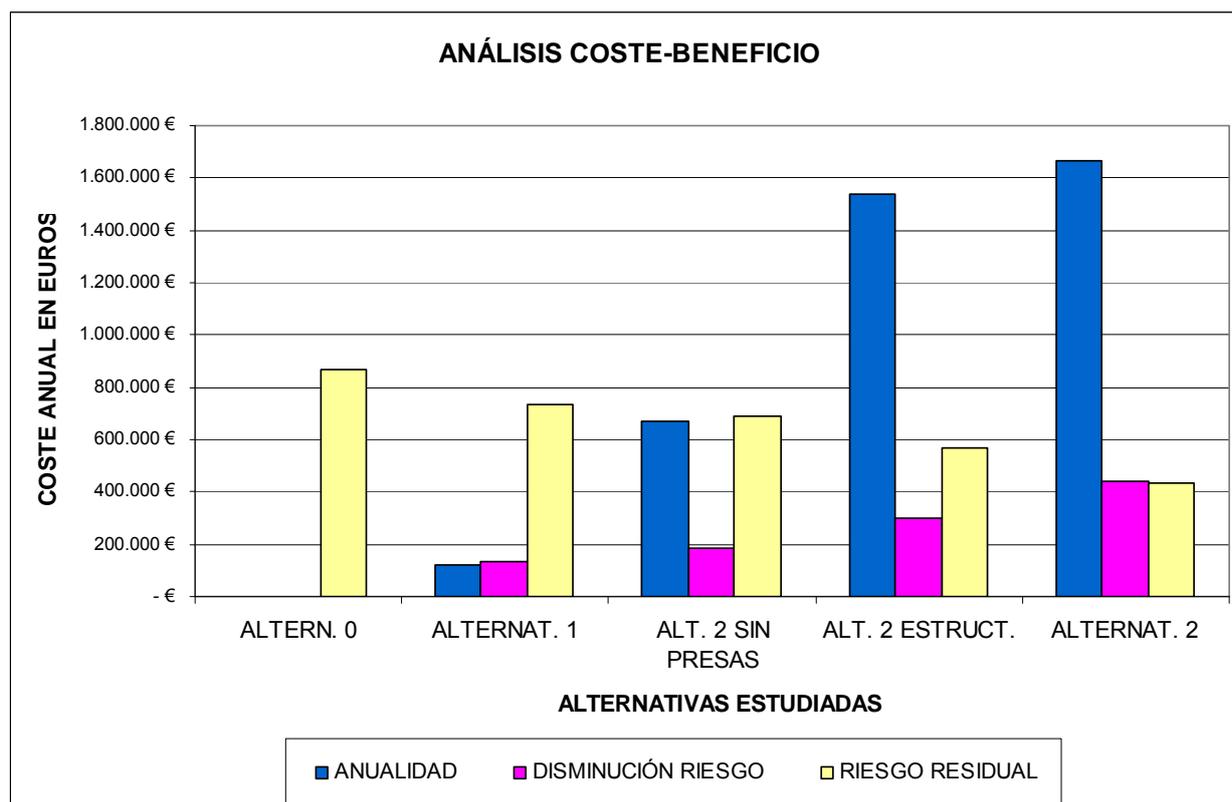
El riesgo contemplando los factores indirectos asociado a la alternativa 2 en Calp es de **687.222 €año**

El beneficio obtenido como reducción del riesgo producido por la ejecución de la alternativa 2 sin presas respecto de la alternativa 0 asciende a la cantidad de **183.696 €año** respecto a la situación actual y de **473.388 €año** si se completara el planeamiento actual vigente.

A modo de resumen se agrupan los datos referentes a costes y beneficios de cada una de las alternativas analizadas y se representan gráficamente.

Se incluye una alternativa intermedia, la llamada alternativa 2 estructural que comprende las actuaciones de la alternativa 2 excepto las que se incluyen en la alternativa 1, es decir esta formada únicamente por las llamadas actuaciones estructurales:

CALP	ALTERN. 0	ALTERNAT. 1	ALT. 2 SIN PRESAS	ALT. 2 ESTRUCT.	ALTERNAT. 2
<b>PEM</b>	-	2.009.021,41 €	11.127.738,79 €	32.434.685,38 €	34.443.706,79 €
<b>COSTES AMBIENTALES</b>	-	3.686,16 €	3.711,79 €	8.508,79 €	12.194,95 €
<b>ANUALIDAD</b>	-	123.028,81 €	669.833,11 €	1.541.364,35 €	1.664.393,16 €
<b>DISMINUCIÓN RIESGO</b>	0,00 €	134.401,00 €	183.696,00 €	302.973,00 €	437.374,00 €
<b>RIESGO RESIDUAL</b>	870.918,00 €	736.517,00 €	687.222,00 €	567.945,00 €	433.544,00 €



## 5.9.- BARRANCO DE LES SORTS EN TEULADA

### 5.9.1.- Actuaciones planteadas

Las distintas alternativas a desarrollar contemplan en cualquier caso las actuaciones que, a nivel de cuenca, se proponen en la alternativa nº 1, como son las restauraciones hidrológico-forestales y recuperación de banales, la reforestación de 14,11 ha, y la adecuación y mantenimiento de cauces. Además se incluye la limitación en ordenación del territorio vista en la alternativa nº 1 para mantener la zona agrícola del cauce, que además goza de la figura de paisaje protegido, y no recalificarla para no acrecentar los riesgos por inundaciones.

En el caso del barranco de Les Sorts ya existe una actuación proyectada de encauzamiento en su tramo final pendiente de su próxima ejecución por lo que esta alternativa tomará dicha solución y tratará de modelizarla para detectar como minimiza el

riesgo y, si es necesario, complementarla con algunas mejoras allá donde se detecte algún problema puntual.

Como ya se ha comentado, esta zona ya se contemplaba como inundable en el Plan de Acción Territorial sobre prevención del Riesgo de Inundación en la Comunidad Valenciana (PATRICOVA), éste propone una serie de medidas a tomar con el fin de disminuir el impacto futuro de las inundaciones y en el caso concreto que nos ocupa se plantea una actuación estructural codificada como EAC09, consistente en el encauzamiento de la desembocadura del barranco, con una capacidad recomendada del caudal correspondiente a 500 años de periodo de retorno.

Por ello la Conselleria d'Infraestructures i Transports contrató la redacción del: "Proyecto de Construcción de Encauzamiento en la Rada de Moraira. Teulada (Alicante)." finalizado en marzo de 2007 y que tras aprobarse todos los trámites se está pendiente de su próxima ejecución.

Por este motivo se analizará como alternativa a desarrollar la contemplada en dicho proyecto.

El proyecto, ante el problema actual de dar salida al agua que cae sobre la cuenca y llega a la zona del casco urbano de Moraira, propone una solución de encauzamiento que consiste, por una parte, en la creación de un canal transversal a la rambla existente y, por otra, en el acondicionamiento del cauce actual del barranco de las Fuentes desde la desembocadura del canal hasta el paso inferior de la carretera CV-746 actualmente en forma de puente pero próximamente remodelado como rotonda.

El grado de urbanización de la zona de la rada de Moraira es tal que únicamente queda una opción a la hora de dar salida al agua caída sobre la cuenca. Se trata del paso que queda junto a la nueva depuradora, bajo el puente en la carretera CV-746. Desde este punto hasta su evacuación al mar el agua seguirá su curso natural, por la desembocadura del barranco hasta la playa.

Las obras consisten en un canal de unos 350 m de longitud, transversal a la rambla existente cuya misión es interceptar las aguas antes de que lleguen a zona urbana y dirigir las hacia el barranco lateral. El canal se ubicará bordeando el límite Norte de los terrenos no urbanizables, estos terrenos se destinarán a infraestructuras y servicios urbanos en el próximo Plan General de Ordenación Urbana dentro de la zona clasificada como de especial protección agrícola-paisajística.

Se compone de tres elementos diferenciales (se corresponde con la sección 1 de planos):

1. Canal propiamente dicho, de sección trapezoidal con 15 m de base, taludes 3:2, altura variable, y pendientes del 3 ‰.
2. Canal de aguas bajas, se sitúa en el lecho del canal principal excavado 60 cm por debajo del mismo. Tendrá sección rectangular con 4 m de base y 0.6 m de

altura, y mediante una pendiente del 3 ‰ finalizará en el entronque con el encauzamiento principal.

3. Mota dispuesta a lo largo de toda la margen Sur del canal, elevada 0,75 m sobre el terreno natural, de sección trapezoidal con taludes 3:2 cuya base inferior es de 5,5 m y la superior de 1 m.

El acabado de los taludes del canal transversal y el de la mota es de tierra con vegetación, esto se consigue con hidrosiembra mediante el empleo de geoceldas de altura 10 cm; la solera por su parte posee como acabado tierra vegetal y el canal de aguas bajas escollera de 0,6 m de diámetro hormigonada con HM-20.

Las obras de encauzamiento del barranco de las Fuentes se inician en el punto donde desemboca el canal transversal y siguen por el trazado del cauce actual, en dirección N-S, bordeando, por un lado, una explanada acondicionada como aparcamiento y edificaciones y, por otro, una depuradora de reciente instalación, hasta llegar al paso inferior de la carretera CV-746; en total unos 250 m.

Desde este punto hasta su evacuación al mar el agua seguirá su curso natural por la desembocadura del barranco hasta la laguna salobre existente y, seguidamente, a la playa.

Las obras de encauzamiento del barranco constan de tres secciones tipo:

- Sección tipo 3 de los primeros 245,81 m del tramo, con dirección N-S e incluyendo una parte final en curva. Pose forma rectangular, con 18 m de base, altura de muros variable con 4.75 m de máxima y 3 m de mínima, y pendiente del 4,8 ‰. El trazado discurre primero en recto y al final en curva. El acabado de los cajeros consistirá en muros de mampostería de 20 cm de espesor sobre muros de hormigón armado HA-25 de 60 cm de espesor para contener las tierras. En el fondo se dispone escollera de diámetro 0,60 m hormigonada con HM-20.

Durante los primeros 120 m esta sección tipo se verá complementada con el canal de aguas bajas de sección rectangular de 4 m de base y 0.6 m de altura. En este tramo el canal de aguas bajas tendrá una pendiente del 0 ‰, esto permite que al final de los 120 m las cotas de las soleras del canal de aguas bajas y del encauzamiento coincidan y con ello se consiga la evacuación del agua que discurre por dicho canal. Dicho canal de aguas bajas estará formado por escollera de diámetro 0,60 m hormigonada con HM-20.

- Sección Tipo 4: Se encuentra entre los P.K. 0+329,921 y 0+325,29 en el tramo recto de transición entre la sección anterior y la sección Tipo 5, y su objetivo es suavizar el perfil longitudinal del agua. Pose forma rectangular, con base y altura variables, y pendiente del 4,3 ‰. Se caracteriza por la presencia de 2 muros de mampostería de ancho variable desde los 20 cm hasta 1 m, entroncando con las paredes de los marcos del paso inferior.

- Sección Tipo 5: Discurre entre los P.K. 0+325,29 y 0+252,53. Consiste en tres marcos de hormigón, con sección de paso de 6 x 3,5 m y conforman el paso inferior bajo la rotonda. El tramo donde se encuentra esta sección tipo es recto, con una longitud de 72,76 m y una pendiente del 4,8 ‰. La ejecución de dicha sección corresponderá a la Conselleria

d'Infraestructures i Transports como consecuencia de la redacción del proyecto “Mejora de la intersección de acceso a Moraira desde la carretera CV-746. Teulada”.

Además se contempla la permeabilización de la CV-743 a su paso transversal por el barranco ampliando el actual marco de 5 x 1,5 metros, que frecuentemente resulta insuficiente afectando las inundaciones y cortes de carretear tanto a la CV-743 como a la cercana rotonda que conecta con la CV-737, a un total de diez marcos de esas mismas dimensiones, con ello se consigue encauzar el caudal asociado a un periodo de retorno superior a 100 años sin que afecte a estas vías de comunicación.



**Fotos 20 y 21: Paso transversal actual de la carretera CV-743 insuficiente. Derecha, al fondo rotonda inundable que conecta carreteras CV- 743 y CV-737**

Esta actuación exige la adecuación de pendientes del tramo aguas debajo de la carretera para que a la salida de los marcos se pueda desaguar rápidamente. Por ello se contempla la ocupación temporal de una superficie aproximada de 6.000 m<sup>2</sup> que, una vez rebajados y acondicionados, serían recuperados por sus propietarios para su cultivo.

Para impedir desbordamientos que afecten a las infraestructuras viarias citadas se recrecerá el murete lateral del actual cauce en su margen izquierdo en una longitud aproximada de unos cien metros.

Se completará la alternativa con la adecuación y mantenimiento de cauces periódica y con directrices de protección civil para predicción de avenidas y alerta a la población.

En la modelización de esta alternativa se observa que las actuaciones previstas para el estudio de soluciones en la alternativa 2 son suficientes para proteger completamente la zona de la desembocadura del barranco de les Sorts para 50 años de periodo de retorno. Para avenidas de 100 años de periodo de retorno se observan calados de pequeña magnitud (hasta 20 cm) en la rada de Moraira, mientras que para 500 años se observan desbordamientos de mayor relevancia tanto en Moraira como en la CV-743.

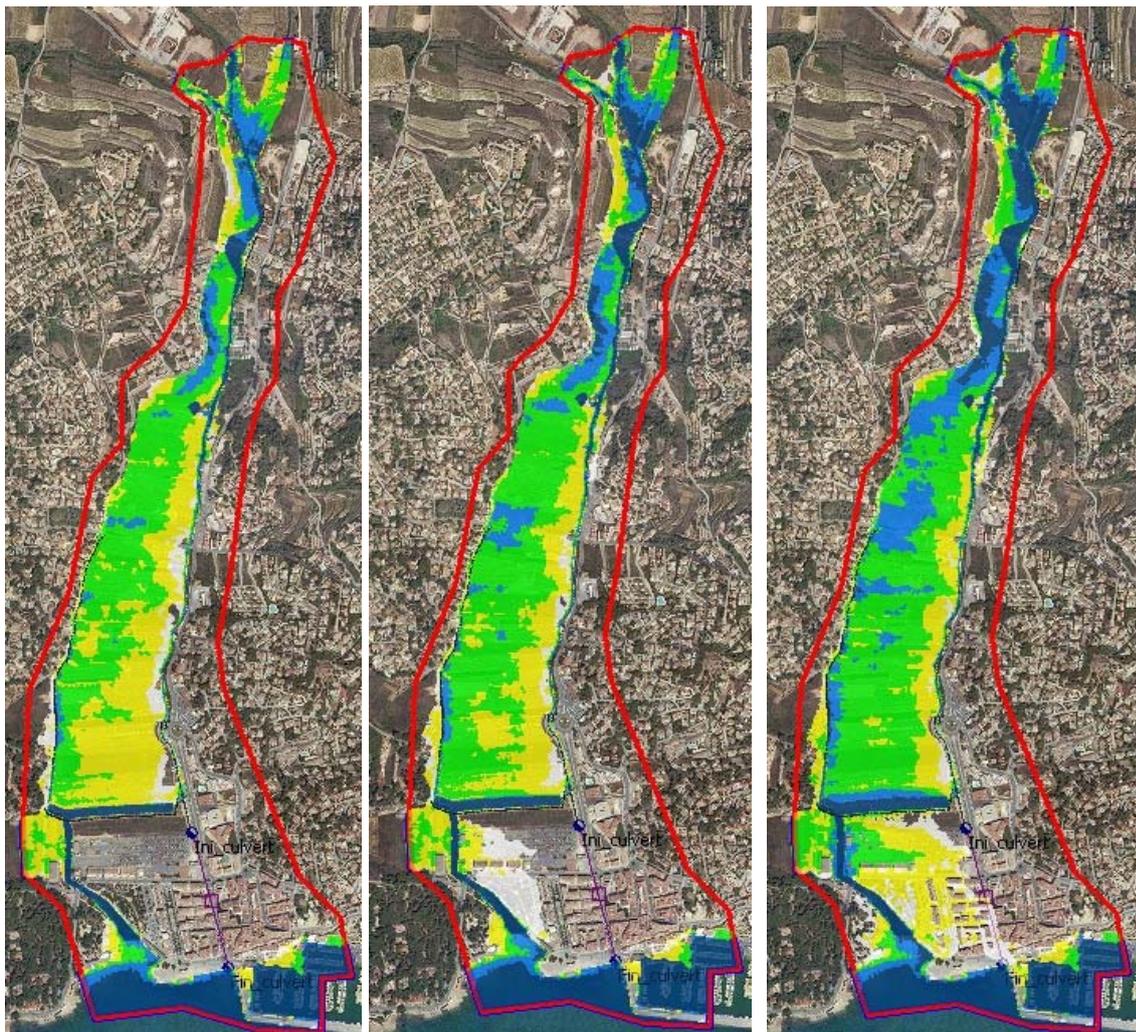


Figura 109: De izquierda a derecha calados máximos para 50,100 y 500 años de periodo de retorno en estudio de soluciones.

## 5.9.2.- Análisis de riesgos y coste-beneficio

### 5.9.2.1.- Alternativa 0

Los daños asociados al modelo son los siguientes:

ZONA	T=10	T=25	T=50	T=100	T=500
Teulada	914.289	1.864.887	2.574.104	3.616.827	5.061.204

Tabla 34: Daños estimados para distintos periodos de retorno en modelo de Teulada

Se observa que daño asociado al periodo de retorno de T500 en el barranco de Les Sorts es de 5.061.204 €.

El riesgo se define como el daño medio en cada punto del territorio, de lo anterior se desprende que el daño medio en el municipio de Teulada asciende a la cantidad aproximada de **242.834 €/ año**

El riesgo considerando los daños indirectos asciende a la cantidad de **303.542 €/año**.

Finalmente si se desarrollara completamente el planeamiento de Teulada tal y como está contemplando en la actualidad en la zona contemplada en el estudio hidráulico se producen los siguientes incrementos económicos a los que habría que añadir los calculados anteriormente.

TÉRMINO	T=10	T=25	T=50	T=100	T=500
Teulada	430.932	602.513	709.372	870.670	1.098.689

Tabla 35: Incremento de daños estimado para distintos periodos de retorno si se desarrollara completamente el planeamiento vigente en el modelo de Teulada

Por tanto el daño económico esperado si se desarrollara el planeamiento sería el siguiente:

ZONA	T=10	T=25	T=50	T=100	T=500
Teulada	1.321.618	2.419.257	3.217.023	4.394.126	6.029.233

Tabla 36: Daños totales estimados si se desarrollara completamente el planeamiento vigente en el modelo de Teulada

Se observa que el daño asociado al periodo de retorno de 500 años en Teulada es de **6.029.233 €**

El riesgo se vería incrementado a 326.478 €, de lo que se desprende que el riesgo asociado al periodo de retorno de 500 años en el barranco de Les Sorts si se desarrollara completamente el planeamiento vigente se incrementa en un porcentaje del 34,44%.

El riesgo de la situación planificada contemplado los factores indirectos asciende a la cantidad de **408.097 €/año**.

Por tanto el Beneficio obtenido en la alternativa 0 es lógicamente de **0 €/año**.

#### 5.9.2.2.- Alternativa 1

El riesgo directo asociado a la alternativa 1 en Teulada en la situación actual sería de **218.550 €/año**

El riesgo contemplando los factores indirectos asociado a la alternativa 1 en Teulada es de **273.188 €/año**

El beneficio obtenido como reducción del riesgo producido por la ejecución de la alternativa 1 respecto de la alternativa 0 asciende a la cantidad de **30.354 €/año** respecto a la situación actual y de **134.909 €/año** si se completara el planeamiento actual vigente.

#### 5.9.2.3.- Alternativa 2

El riesgo directo asociado a la alternativa 2 en Teulada en la situación actual sería de **48.899 €/año**

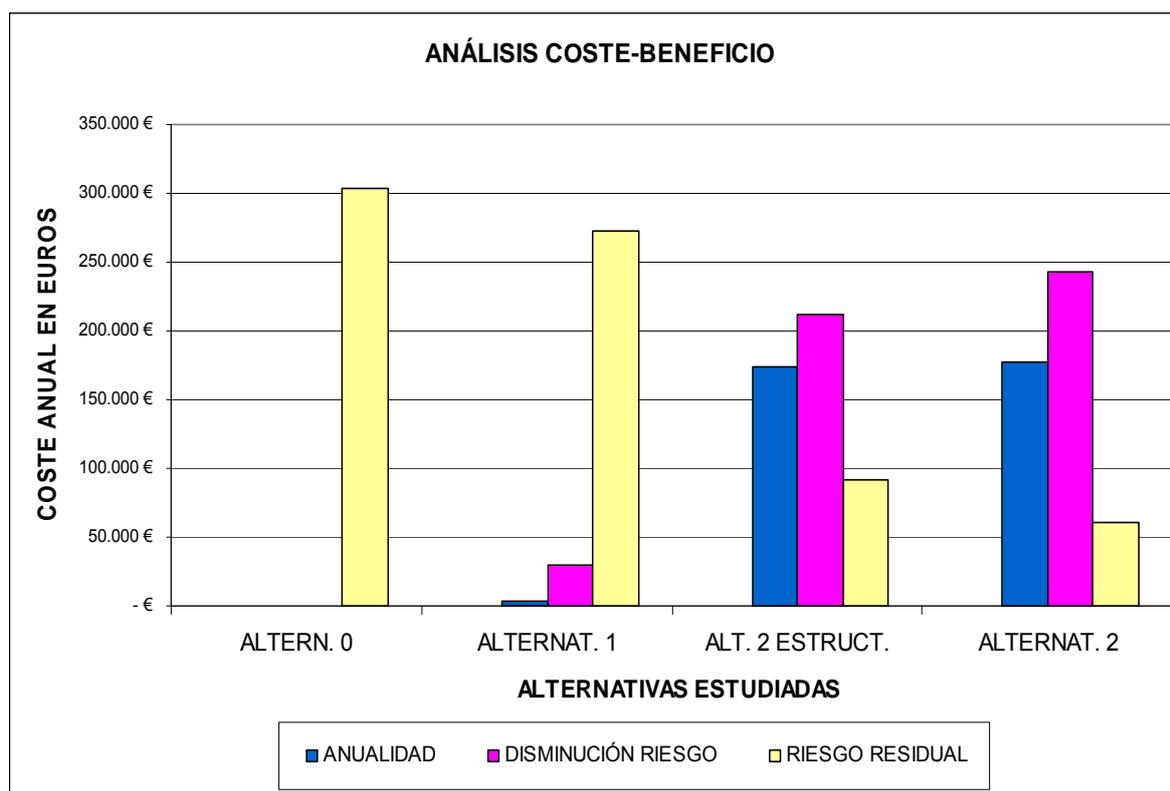
El riesgo contemplando los factores indirectos asociado a la alternativa 2 en Teulada es de **61.124 €/año**

El beneficio obtenido como reducción del riesgo producido por la ejecución de la alternativa 2 respecto de la alternativa 0 asciende a la cantidad de **242.418 €/año** respecto a la situación actual y de **346.973 €/año** si se completara el planeamiento actual vigente.

A modo de resumen se agrupan los datos referentes a costes y beneficios de cada una de las alternativas analizadas y se representan gráficamente.

Se incluye una alternativa intermedia, la llamada alternativa 2 estructural que comprende las actuaciones de la alternativa 2 excepto las que se incluyen en la alternativa 1, es decir esta formada por las llamadas actuaciones estructurales:

TEULADA	ALTERN. 0	ALTERNAT. 1	ALT. 2 ESTRUCT.	ALTERNAT. 2
PEM	-	53.149,16 €	2.766.766,66 €	2.819.915,82 €
COSTES AMBIENTALES	-	201,36 €	230,52 €	431,88 €
ANUALIDAD	-	3.535,12 €	173.618,09 €	177.153,21 €
DISMINUCIÓN RIESGO	0,00 €	30.354,00 €	212.064,00 €	242.418,00 €
RIESGO RESIDUAL	303.542,00 €	273.188,00 €	91.478,00 €	61.124,00 €



## **5.10.- BARRANCO DE LA LLUCA, BARRANCO DE L'HEDRA Y RÍO GORGOS EN XÀBIA**

### **5.10.1.- Actuaciones planteadas**

Las distintas alternativas a desarrollar contemplan en cualquier caso las actuaciones que, a nivel de cuenca, se proponen en la alternativa nº 1, a modo de resumen son:

- Reforestación cuenca media y alta del Gorgos.
- Área de reserva de suelo en ambos márgenes del barranc de l'Hedra.
- Área de reserva de suelo en abanico fluvial del Gorgos.
- Área de reserva de suelo en inmediaciones del canal de la Fontana.
- Área de reserva de suelo en El Saladar.
- Adecuación y mantenimiento de cauces.
- Actuaciones de protección civil.

Se complementan con el encauzamiento de varios cauces para evitar, sobre todo para bajos periodos de retorno, que las aguas fluyan se dispersen abarcando una gran área inundada tal y como se observa en los modelos.

En cuanto a las áreas de reserva de suelo señaladas en la alternativa 1 se propone acondicionarlas como áreas de reserva de laminación controlada, en concreto para la zona junto al barranc de l'Hedra mediante el vaciado parcial de la misma con pendientes del 10% desde el perímetro hasta alcanzar una profundidad de 2 metros para poder albergar unos 206.000 m<sup>3</sup>.

El área de reserva en las inmediaciones del canal de la Fontana se rebajaría hasta un máximo de dos metros de profundidad manteniendo perimetralmente unas pendientes del 10% para garantizar su integración y accesibilidad y se adecuaría con las motas necesarias para proteger a las viviendas cercanas. Se consigue una capacidad de embalsamiento de 230.000 m<sup>3</sup> donde llega la aportación del barranco de la Lluca y del Pla y los excedentes desbordados del río Gorgos y desde esta zona se laminaría dando salida al agua a través del Canal de La Fontana. Esta solución es perfectamente compatible con el uso como parque que prevé el Plan General de Ordenación Urbana actualmente en tramitación en Xàbia.

En El Saladar se propone la creación de un área de reserva de laminación controlada a modo de lago artificial aumentando su capacidad mediante una mota perimetral hasta la cota 3,00 msnm (altura máxima sobre el terreno 1,50 m en el punto más desfavorable), con ello se consigue capacidad de embalse de algo más de 580.000 m<sup>3</sup> y una lámina de agua de 367.000 m<sup>2</sup>. Por el lado que no queda cerrado por la mota, cotas por encima de los 3 msnm, es por donde llegan encauzados los tres barrancos: Saladar 1, barranc del Tossalet-l'Atzúbia y barranc del Portixol.

Los barrancos del Saladar 1 y Tossalet se reconducirán hacia el Saladar mediante una sección trapezoidal de 3 metros de base y taludes 2H: 3V y una profundidad de 2,5 metros ya que actualmente tienen sus cauces bastante deteriorados, los terrenos necesarios para ello se obtendrán mediante un convenio con el ayuntamiento de Xàbia.

Una excelente solución para la recuperación de este espacio y su puesta en valor como humedal sería la inclusión dentro del dominio público marítimo-terrestre cediendo el Ayuntamiento su gestión a la Jefatura de Costas de forma que se mantenga permanentemente inundado. Así pasaría de una situación de alto riesgo de degradación a un centro de atención e interés ambiental orientado hacia la conservación y difusión de los valores naturales, implicando tanto a la población residente en su área de influencia como a la importante población flotante de Xàbia.

Además de las ya mencionadas evaporación e infiltración del agua, para su salida se propone utilizar, en sentido inverso, la única conexión existente con el mar: el canal denominado "Séquia de la Nòria", una antigua canalización que permitía la entrada del agua marina a la antigua salina en época romana. Al tratarse de una construcción protegida patrimonialmente, se utilizará tal cual está, sin sufrir ninguna alteración, desaguando el agua retenida en El Saladar al alcanzar ésta la cota máxima del canal en su arranque junto al mar, a la cota 2,00 msnm. Otra posibilidad para lograr el mantenimiento de caudales y las condiciones idóneas de salinidad podría acometerse acondicionando las pendientes de la "Séquia de la Nòria" o mediante la impulsión de equipos de bombeo.



**Fotos 22 y 23: Dos tramos de la "Séquia de la Nòria" cuya longitud hasta el mar supera los 100 metros de longitud y 4 de profundidad.**

El planteamiento para el río Gorgos es mantener el actual cauce ya que el tramo final desde la Avenida de El Pla hasta su desembocadura ya está encauzado en aproximadamente un kilómetro de longitud, y a pesar de existir un proyecto de encauzamiento desde el puente de la carretera de Benitatxell hasta el puente de la Avenida de El Pla (aprox. 2.590 metros) por parte de la Conselleria d'Infraestructures i Transports no se consigue aumentar la capacidad del cauce estimada en dicho proyecto en unos 260 m<sup>3</sup>/s. Por ello la única actuación contemplada sería la de restaurar los márgenes más deteriorados mediante técnicas de bioingeniería para frenar los procesos de erosión y desprendimiento de parte de sus taludes.

Se contempla la ampliación del puente del Llavador o del camí del Pou del Moro cuya capacidad hidráulica se estima en  $150 \text{ m}^3/\text{s}$  con lo que constituye un auténtico cuello de botella y el inicio de los desbordamientos hacia el canal de la Fontana y la platja de l'Arenal. Se pasaría de los actuales tres vanos a cinco vanos de las mismas dimensiones y respetando la misma disposición constructiva y materiales que el puente existente: sillería con arcos. Este puente se encuentra catalogado como de Protección Individual General en el Plan General vigente y la ampliación del mismo es compatible con esta figura de protección.

Para completar el encauzamiento del río Gorgos se prevé la realización de dos motas de protección de 1,00 m de altura por su margen derecha, la primera en el entorno del Camí de Les Sorts y la segunda junto al parque al inicio del Camí de la Fontana en su confluencia con la calle Liverpool. Con estas motas se pretenden taponar dos de los principales puntos de desbordamiento del río Gorgos.

Se encauza el barranco de la Lluca hasta conectarlo con el río Gorgos, en un primer tramo se dispone una sección con forma trapezoidal de 14 m de ancho en base, 2,5 metros de profundidad y taludes 2H: 3V que garanticen la conectividad transversal de dicho cauce, se contempla la disposición de una mota de 1,00 m en margen izquierda al principio del encauzamiento justo en la curva que se sitúa aguas abajo del camí Cabanes. La estabilidad de estos taludes se conseguiría mediante elementos de bioingeniería perfectamente adaptados al entorno. Dado que la capacidad del Gorgos está muy limitada deberá disponerse una derivación buscando el flujo natural del agua hacia el área de reserva de laminación controlada contemplada poco antes de llegar al canal de la Fontana. Para ello se prevé un canal de sección trapezoidal de 9,5 m de solera de cauce y 3,50 m de altura con taludes 2H: 3V estabilizados mediante elementos de bioingeniería perfectamente adaptados al entorno. Desde este punto de la derivación hasta la entrega al río Gorgos la sección adoptada es trapezoidal de 7 metros de ancho en base, altura 2,5 metros y taludes 2H: 3V, aunque aprovechando la profundidad del camino respecto a los campos de aproximadamente 1,5 metros se puede aprovechar como cauce el conjunto canal y camino en aquellos episodios de grandes avenidas.

Hasta esta misma área de reserva de laminación controlada anterior a la Fontana deberá reconducirse el barranco de El Pla, actualmente también sin cauce reconocible. En este caso la sección será también en forma trapezoidal con 10 m de ancho en base, profundidad 2,5 metros y taludes 2H: 3V, se contempla una mota de 1,00 m de altura en el margen derecho en los últimos 800 m del encauzamiento hasta llegar al área de laminación controlada en las proximidades del canal de la Fontana.

El agua que llegue a esta zona desaguará de forma natural a través del canal de la Fontana pero dado lo ajustado de este cauce artificial para los volúmenes previstos y la afección a las embarcaciones, está previsto abrir una nueva salida al mar a través de la calle Florencia mediante dos marcos de sección  $3 \times 1,5$  meros.

Respecto al barranco de l'Hedra es necesaria la ampliación del puente de la carretera CV-734 que conecta Xàbia con Gata de Gorgos por otro de mayor sección y

preferiblemente de un tablero sin pilas intermedias para evitar que las inundaciones afecten a esta importante vía de acceso a la población.

Se contemplan dos motas de 1 metro de altura que consistirían en levantar los caminos de Les Sorts y del Pou del Moro en los tramos que abarcan entre el camí Cabanes y el camí Barranc de la Lluca, de esta manera se laminan los excedentes desbordados del Gorgos y la Lluca y se reconducen al nuevo encauzamiento del barranc de la Lluca.



**Foto 24: Puente del Llavador, inicio de los desbordamientos por margen derecha donde se encuentra la desaladora de Xàbia.**



**Foto 25: Camí Pou del Moro junto al anterior puente. Se observa la cota de los campos contiguos que provoca su encajamiento y que estos caminos actúen como auténticos cauces.**



**Fotos 26 y 27: Canal de la Fontana con embarcaciones. A la derecha cartel advirtiendo de zona inundable en El Saladar.**



**Fotos 28 y 29: Badén inundable en barranc de l'Hedra. A la derecha puente del barranc de l'Hedra bajo la CV734.**

Debe acometerse también el encauzamiento de los tramos finales de los barrancos de El Saladar y Tossalet-L'Atzúbia mediante una sección será con forma trapezoidal de 3 m de ancho en base y taludes 2H: 3V para garantizar la conectividad transversal del cauce. Ambos encauzamientos desembocan en el área de reserva de laminación controlada acondicionada de El Saladar donde se prevé se forme un lago artificial en los grandes episodios de lluvias tal como ya se ha descrito en la alternativa nº 1.

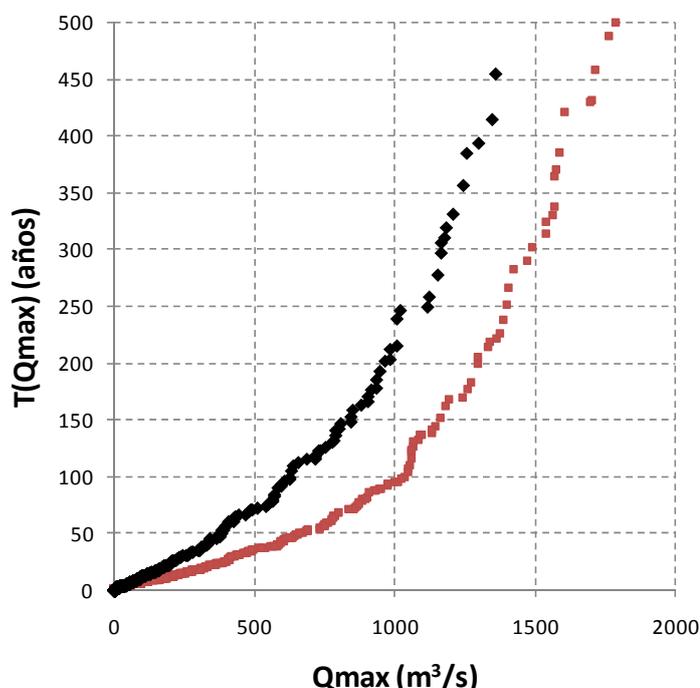
Por último, dado que la capacidad actual del río Gorgos a su paso por Xàbia, acondicionando el puente del Llavador, no supera los 260 m<sup>3</sup>/s, insuficiente incluso para un periodo de retorno de 10 años, resulta imprescindible combinar cualquiera de las soluciones que se planteen con obras de laminación que reduzcan los caudales punta que lleguen a Xàbia, tal y como recomendaba el Patricova en las actuaciones a realizar.

Así pues se plantea la construcción de dos presas de laminación aguas arriba de la zona de estudio, concretamente la primera de ellas en Benigembla de aproximadamente 3,523 Hm<sup>3</sup> de capacidad a cota de umbral de vertedero y que ya se incluyó en la misma alternativa nº 2 del modelo del río a su pasó por Xaló. La segunda de las presas de laminación de avenidas se sitúa en Llíber, estando la cola del embalse aguas abajo de la depuradora de Llíber, que en ningún caso se verá afectada por el embalse. Se estima una

capacidad de embalse de unos  $3,037 \text{ Hm}^3$  a cota de umbral de vertedero y de  $5,80 \text{ Hm}^3$  a cota de coronación.

La presa tiene una altura sobre cauce de 25 metros y la longitud de coronación de 260 metros. Cuenta con un aliviadero de 100 m de longitud útil. Al tratarse de una presa cuyo uso será exclusivamente la laminación de avenidas, cuenta con un desagüe de fondo rectangular a nivel de cauce de 4,00 m de anchura por 3,00 m de altura, con capacidad a embalse lleno para el caudal máximo de avenidas de periodo de retorno de 10 años en el emplazamiento de la presa, calculado en  $128 \text{ m}^3/\text{s}$ .

Para la simulación del efecto de laminación de las presas, se ha implementado un modelo hidrológico TETIS de la cuenca del río Gorgos, utilizando los mismos parámetros de calibración utilizados en el estudio hidrológico. Se han simulado los  $368 \times 3$  eventos sintéticos y se ha determinado una función de distribución de los caudales del río Gorgos en Jávea, que se ha comparado con la anterior (en situación natural), comprobando así el efecto de laminación de las presas.

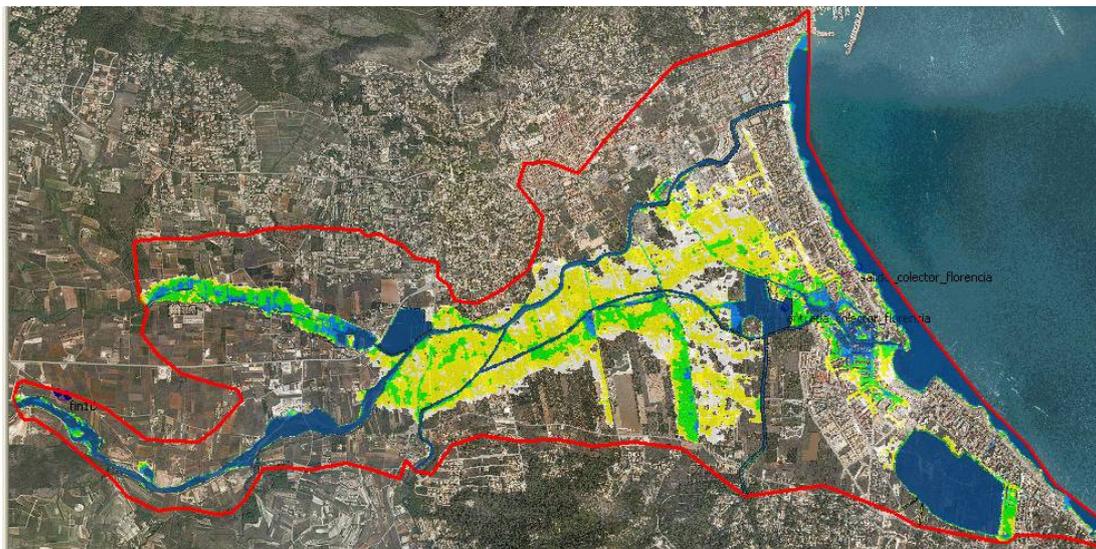


**Figura 110: comparación de funciones de distribución de los caudales pico del río Gorgos en Jávea (en rojo la situación actual, en negro la futura)**

Se observa que hay una lógica disminución de todos los cuantiles.

Hasta un periodo de retorno de 25 años no se detectan problemas en la simulación de esta alternativa resultando suficientes los nuevos cauces proyectados y el mismo río Gorgos. Para T50 se observan calados desbordados provenientes del río Gorgos y, en menor medida, del barranco de la Lluca, que afectan a las zonas de cultivos al oeste de Jávea, y a parte de la zona urbana. La zona más afectada está formada por las calles

cercanas al canal de la Fontana (calle de Marsella, avenida de Augusta, calle de la Canal Norte, calle Pisa), donde los calados llegan a superar 1.5 m.



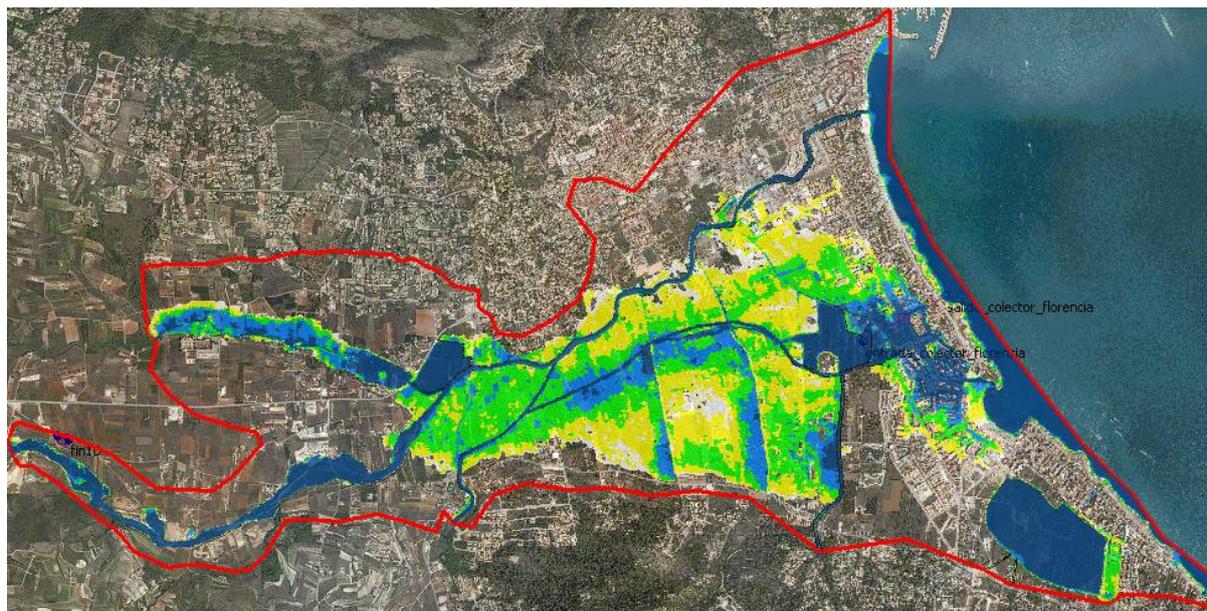
**Figura 111: calados máximos para 50 años de periodo de retorno**



**Figura 112: calados máximos para 50 años de periodo de retorno – detalle de la parte de zona urbana más afectada**

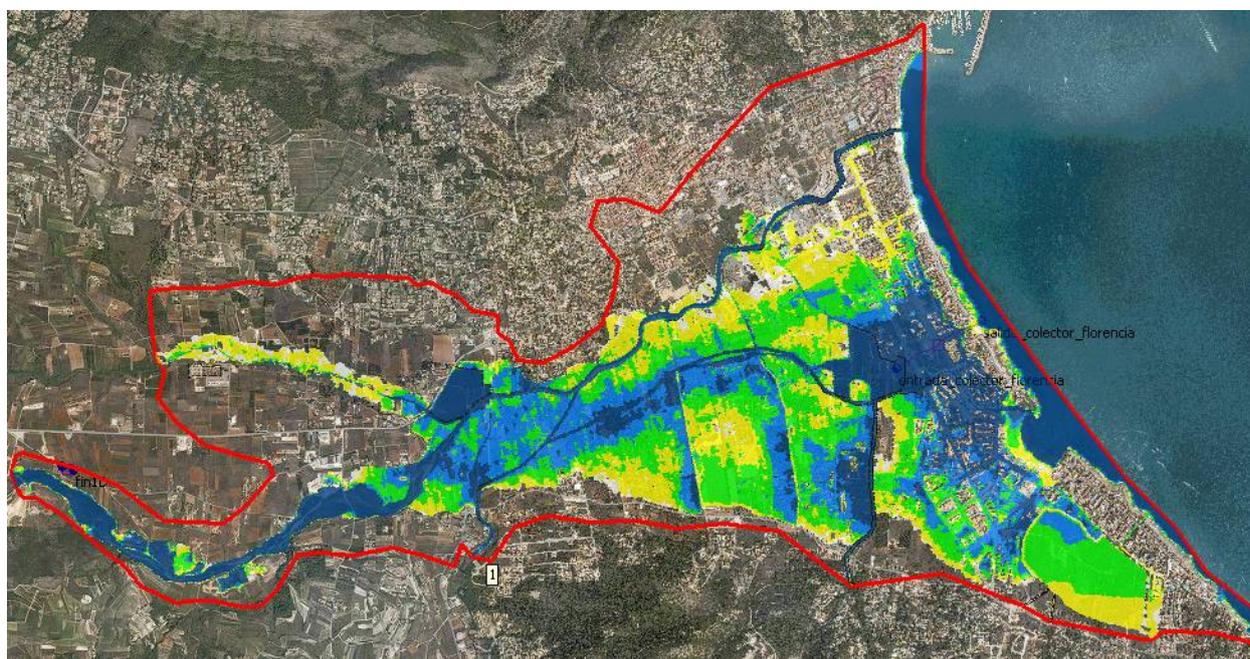
Para T100 y sobre todo para T500 se observan desbordamientos generalizados en toda la zona inundable, debidos en gran parte a los volúmenes desbordados provenientes del río Gorgos y que buscan su llanura de inundación; hay flujos desbordados provenientes también del barranco de la Lluca y del barranco del Plá, aunque su magnitud es despreciable frente a los caudales provenientes del río Gorgos. Cabe destacar que la condición de contorno de marea penaliza en gran medida el desagüe natural en esta zona tan baja ya que se supone una sobreelevación de 75 cm para T100 y de 80 cm para T500.

No obstante para T100 se logra proteger gran parte de la zona urbana costera entre el canal de la Fontana y el Saladar.



**Figura 113: calados máximos para 100 años de periodo de retorno**

Se observan desbordamientos generalizados en toda la zona inundable, debidos en gran parte a los volúmenes desbordados provenientes del río Gorgos; hay flujos desbordados provenientes también del barranco de la Lluca y del barranco del Plá, aunque su magnitud es despreciable frente a los caudales provenientes del río Gorgos.



**Figura 114: calados máximos para 500 años de periodo de retorno**

## 5.10.2.- Análisis de riesgos y coste-beneficio

### 5.10.2.1.- Alternativa 0

Los daños asociados al modelo son los siguientes:

ZONA	T=10	T=25	T=50	T=100	T=500
Xàbia	7.679.264	15.886.969	37.329.576	52.029.338	76.642.415

*Tabla 37: Daños estimados para distintos periodos de retorno en modelos río Gorgos.*

Se observa que daño asociado al periodo de retorno de T500 en el modelo de Xàbia la cantidad asciende a la importante cifra de 76.642.415 €.

El riesgo se define como el daño medio en cada punto del territorio, en Xàbia se alcanza la cantidad de **3.209.359 €/año**. Si además se consideran los daños indirectos la cantidad alcanza los **3.786.699 €/año**.

Finalmente si se desarrollara completamente el planeamiento tal y como está contemplando en la actualidad en la zona contemplada en el estudio hidráulico de Xàbia se producen los siguientes incrementos económicos a los que habría que añadir los calculados anteriormente.

TÉRMINO	T=10	T=25	T=50	T=100	T=500
Xàbia	8.911.543	11.843.165	20.640.291	27.369.034	39.316.554

*Tabla 38: Incremento de daños económicos estimados si se desarrollara completamente el planeamiento vigente.*

Por tanto el daño económico esperado en los municipios si se desarrollara el planeamiento sería el siguiente:

ZONA	T=10	T=25	T=50	T=100	T=500
Xàbia	16.590.807	27.730.133	57.969.867	79.398.372	115.958.901

*Tabla 39: Daños totales estimados si se desarrollara completamente el planeamiento vigente.*

Se observa que el daño asociado al periodo de retorno de 500 años en el modelo de Xàbia se estima en **115.958.901 €** lo que da una clara idea de la vulnerabilidad de este territorio.

El riesgo se vería incrementado con el desarrollo de los usos planificados hasta alcanzar los **5.240.279 €/año**. Si además se consideran los daños indirectos la cantidad alcanza los **6.550.349 €/año**.

El Beneficio obtenido en la alternativa 0 es lógicamente de **0 €/año** ya que no se contempla ninguna actuación que mitigue los efectos de las inundaciones.

#### 5.10.2.2.- Alternativa 1

El riesgo directo asociado a la alternativa 1 en Xàbia en la situación actual sería de **2.469.726 €/año**

El riesgo contemplando los factores indirectos asociado a la alternativa 1 en este modelo es de **3.087.158 €/año**

El beneficio obtenido como reducción del riesgo producido por la ejecución de la alternativa 1 respecto de la alternativa 0 asciende a la cantidad de **699.541 €/año** respecto a la situación actual y de **3.463.191 €/año** si se completara el planeamiento actual vigente.

#### 5.10.2.3.- Alternativa 2

El riesgo directo asociado a la alternativa 2 en Xàbia en la situación actual sería de **449.312 €/año**

El riesgo contemplando los factores indirectos asociado a la alternativa 2 en Xàbia es de **561.640 €/año**

El beneficio obtenido como reducción del riesgo producido por la ejecución de la alternativa 2 respecto de la alternativa 0 asciende a la cantidad de **3.225.059 €/año** respecto a la situación actual y de **5.988.709 €/año** si se completara el planeamiento actual vigente.

#### 5.10.2.4.- Alternativa 2 sin presas

El riesgo directo asociado a la alternativa 2 sin presas en Xàbia en la situación actual sería de **1.121.301 €/año**

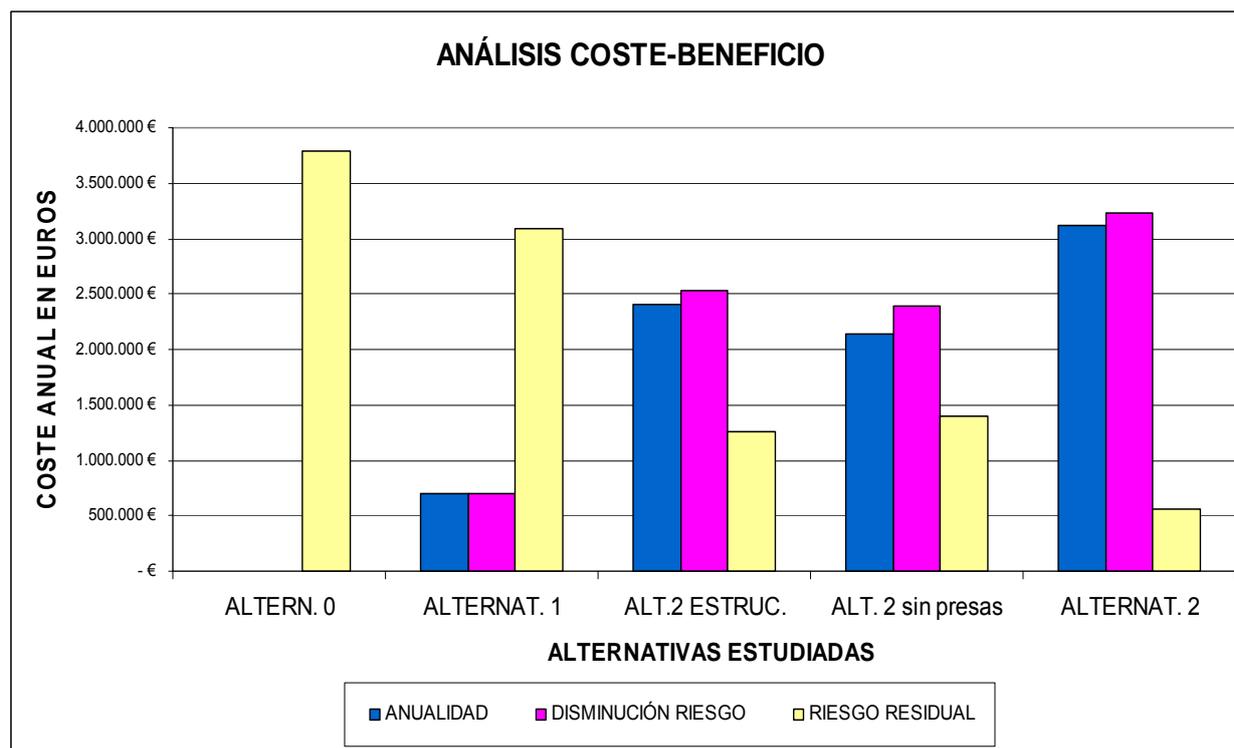
El riesgo contemplando los factores indirectos asociado a la alternativa 2 sin presas en Xàbia es de **1.401.626 €/año**

El beneficio obtenido como reducción del riesgo producido por la ejecución de la alternativa 2 respecto de la alternativa 0 asciende a la cantidad de **2.385.073 €/año** respecto a la situación actual y de **5.148.723 €/año** si se completara el planeamiento actual vigente.

A modo de resumen se agrupan los datos referentes a costes y beneficios de cada una de las alternativas analizadas y se representan gráficamente.

Como en el caso ya visto de Xaló y Llíber se incluyen dos alternativas intermedias; la llamada alternativa 2 estructural que comprende las actuaciones de la alternativa 2 excepto las que se incluyen en la alternativa 1, es decir esta formada por las llamadas actuaciones "duras" y la alternativa 2 sin presas:

XÀBIA	ALTERN. 0	ALTERNAT. 1	ALT.2 ESTRU.	ALT. 2 sin presas	ALTERNAT. 2
PEM	-	11.304.330,92 €	50.457.257,03 €	50.457.257,03 €	61.761.587,95 €
COSTES AMBIENTALES	-	442,98 €	34.142,80 €	5.657,17 €	33.699,83 €
ANUALIDAD	-	704.146,35 €	2.410.791,88 €	2.141.477,54 €	3.114.938,24 €
DISMINUCIÓN RIESGO	0,00 €	699.541,00 €	2.525.518,00 €	2.385.073,00 €	3.225.059,00 €
RIESGO RESIDUAL	3.786.699,00 €	3.087.158,00 €	1.261.181,00 €	1.401.626,00 €	561.640,00 €



## 5.11.- RÍO GORGOS, BARRANCO DE LES MURTRES Y BARRANCO DEL CAU EN XALÓ Y LLÍBER

### 5.11.1.- Actuaciones planteadas

La alternativa nº 2 desarrolla todas las actuaciones proyectadas a nivel de cuenca en la alternativa nº 1, así como la adecuación del tramo final del barranco de Passules y la mota de protección al Centro de Salud de Llíber, además de restauraciones hidrológico-forestales y recuperación de banales, la reforestación de 4.144 ha, y la adecuación y mantenimiento de cauces.

Además se propone el encauzamiento de un tramo central del río Jalón entre los puentes de la carretera CV-750 y del camino Fondo Dos, reforzando sobre todo la margen izquierda más expuesta al riesgo de desbordamiento. Para ello se toma una sección en la que respetando el actual muro que protege a la población por la margen derecha se acondiciona la izquierda con un talud 2H: 1V en la zona que queda por debajo de la calle

existente y 5 H: 1V en la parte inicial del tramo que está sin urbanizar por encima de la calle, empleando en ambos casos técnicas de bioingeniería. En todo caso se mantendrá el fondo del cauce donde aflora el sustrato rocoso. La calzada de la calle existente, 2,5 m por encima de la cota de cauce, sirve de límite del cauce para aguas bajas o crecidas para avenidas pequeñas e intermedias teniendo capacidad total para 700 m<sup>3</sup>/s.

Se propone también la sustitución de los puentes del río Gorgos CV-745 y del Camí Fondo Dos que en el episodio de 2007 estuvieron a punto de colmatarse, sobre todo este último.

Habría que realizar adicionalmente una serie de actuaciones menores consistentes en mejorar y acondicionar las entregas de los distintos barrancos que tributan al Gorgos en las inmediaciones de Xaló y Líber; en concreto el tramo final del barranco de Passules y el barranco del Cau, ya en Líber que, además del centro de salud de esta población, afecta a otras viviendas junto a la carretera CV-745.



Fotos 30 y 31: Tramo final barranco Passules. Derecha, tres marcos de 1,75 x 1 m. de desagüe al Gorgos bajo CV-750.



Fotos 32 y 33: Muro a recrecer en 1,5 metros para proteger viviendas anexas al barranco del Cau en Líber. A la derecha puente sobre barranco de Masserof en CV-750.



**Fotos 34 y 35: Barranto del Cau, a la derecha el centro de salud de Llíber en el mismo punto.**

Para el primero de los casos, como complemento a la actuación propuesta en la Alternativa 1, que vuelve a contemplarse y que por si sola resulta insuficiente, se propone derivar parte del flujo de agua bajo la calle Partida de Passules mediante un marco de dimensiones 3 x 1,5 m que derive controladamente los excedentes justo antes del tramo encerrado entre los muros de viviendas y naves, ya que en los modelos desbordan según este trayecto afectando a varias viviendas. El encauzamiento por el marco se propondrá hasta el río Gorgos. Para recoger los caudales que llegan desbordados desde el sur hacia el núcleo urbano se dispone una mota de un metro de altura que conduzca el agua hacia el cauce del barranto y que se complementa con una rejilla de recogida justo al inicio de donde se proyecta el citado marco.

Además de la mota propuesta delante del Centro de Salud y que se mantiene en esta alternativa, en el barranto del Cau se recrecerá en 1,5 metros el muro lateral que tiene el barranto en su margen derecho tras pasar el puente de la carretera CV-745 y que actualmente tiene únicamente una barandilla, de esta manera se protegen las viviendas más afectadas por las inundaciones en Llíber.

Se propone la sustitución del puente de la CV-750 (antigua AV-1421) sobre el barranto de Masserof que ya pedía el Patricova en su ficha código EAI2 junto con el puente sobre el barranto del Cau por resultar ambos insuficientes y afectar a la carretera provocando cortes de tráfico.

Se ha observado en los modelos que parte de la inundación en Llíber procede del rebase del muro frontal con que se encuentra el río Gorgos y que le obliga a girar noventa grados. En visita de campo se constata que este muro no está completado constituyendo una entrada sencilla para el agua que alcance dicho nivel por lo que es necesario el completo cierre del actual muro.



**Fotos 36 y 37: Casa en el margen izquierdo del Gorgos afectada por las inundaciones de 2007. Derecha, puente de la CV-745 tras evento 2.007**



**Fotos 38 y 39: Puente camí Fondo Dos. Derecha, mismo puente en plena crecida de octubre de 2.007.**

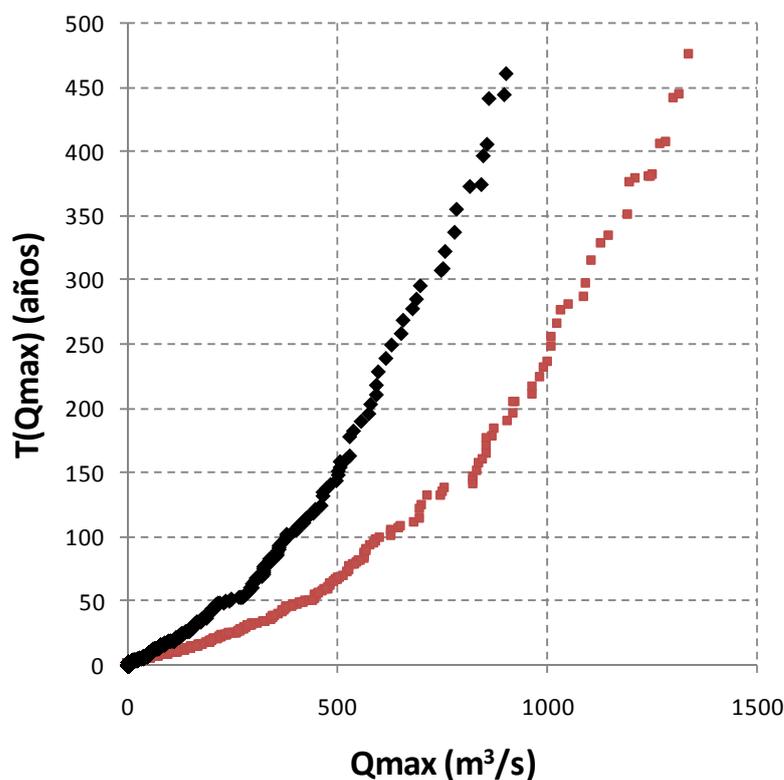


**Fotos 40: Muro frontal, primero de escollera y más arriba de hormigón en la llegada frontal del Gorgos a Líber, desde este punto gira 90° a la izquierda.**

Se desestima el acondicionamiento del barranco de Masserof, ya que aunque afecta a algunas viviendas al atravesar Suelo Urbanizable residencial de baja densidad presenta buen estado en general y se considera que son las viviendas las que deben saber gestionar el riesgo de ubicarse junto a un cauce y autoprotgerse de las probables inundaciones que prevé la cartografía de riesgo para los distintos periodos de retorno.

Por último, esta alternativa considera además la construcción de una presa de laminación aguas arriba de la zona de estudio, concretamente en Benigembla, de capacidad de embalse a cota de umbral de vertedero de  $3,52 \text{ Hm}^3$  y aproximadamente  $6,11 \text{ Hm}^3$  de capacidad a cota de coronación que logre laminar los caudales de aquellos eventos más extremos.

En la modelización de la alternativa se han simulado los 368x3 eventos sintéticos y se ha determinado una función de distribución de los caudales del río Gorgos en Jalón, que se ha comparado con la anterior (en situación natural), comprobando así el efecto de laminación de la presa.



*Figura 115: comparación de funciones de distribución de los caudales pico del río Gorgos en Jalón (en rojo la situación actual, en negro la futura)*

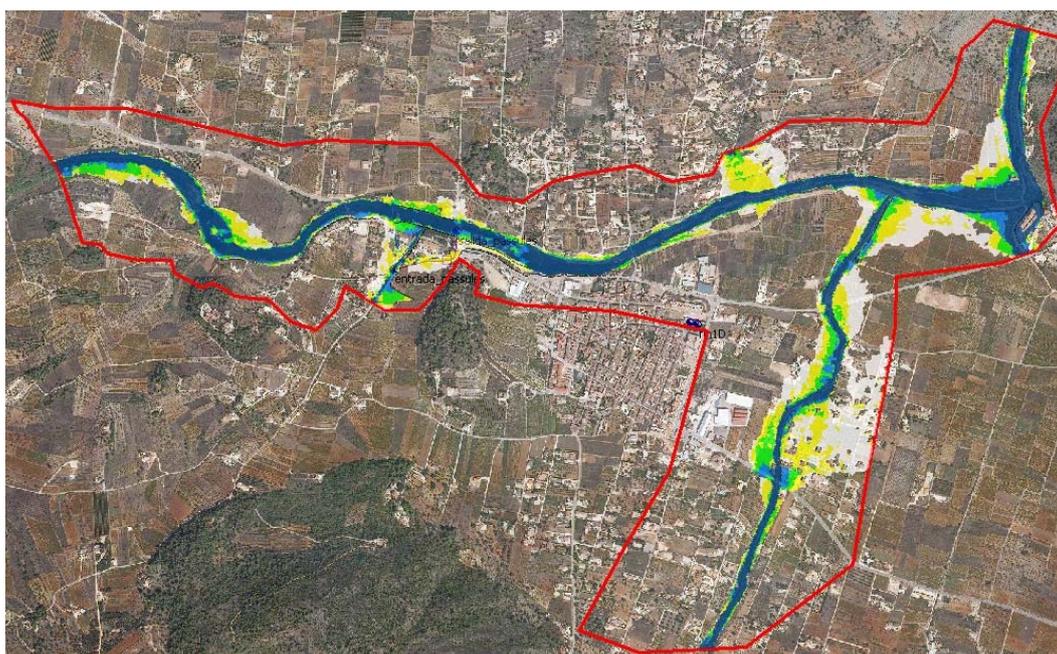
Se observa que hay una lógica disminución de todos los cuantiles. A continuación se muestran los nuevos cuantiles del Río Gorgos en Jalón.

La presa tiene una altura sobre cauce de 37 metros y la longitud de coronación de 247 metros. Cuenta con un aliviadero de 90 m de longitud útil. Al tratarse de una presa cuyo uso será exclusivamente la laminación de avenidas, cuenta con un desagüe de fondo

rectangular a nivel de cauce de 2,50 m de anchura por 2,00 m de altura con capacidad a embalse lleno para el caudal máximo de avenidas de periodo de retorno de 10 años en el emplazamiento de la presa, estimado en  $62 \text{ m}^3/\text{s}$ .

La ubicación de la presa y la previsible inundación de su vaso obliga a desviar la carretera CV-719 y a construir un nuevo puente sobre el río Gorgos en las inmediaciones del núcleo urbano de Benigembla. Los terrenos necesarios para ello se obtendrán mediante acuerdo con el Ayuntamiento de Benigembla.

En la modelación de las soluciones hasta T50 no se detectan problemas de importancia mientras que para T100 El río Gorgos no muestra desbordamientos, mientras que en los afluentes se observan calados desbordados. En el barranco de Passules se observan desbordamientos en correspondencia con la toma del nuevo colector previsto; estos calados alcanzan los 50 cm. En el barranco de Masserof también se observan calados de hasta 1 m en margen izquierda, en una zona de cultivos, mientras que los calados observados en la zona residencial de margen derecha son inferiores a los 30 cm. En el barranco del Cau se observan desbordamientos en ambas márgenes; en la margen derecha, en correspondencia de un grupo de viviendas, se observan calados de hasta 1,50 m, debidos en mayor medida a que el calado del río Gorgos sobrepasa el nivel del muro de protección de estas casas e inunda la calle que las rodea.



**Figura 116: calados máximos para 100 años de periodo de retorno en estudio de soluciones.**

Para T500 se observan desbordamientos generalizados a lo largo de todo el curso del río Gorgos y de sus afluentes. En el barranco de Passules se alcanzan los 70 cm. de calado, en el barranco de Masserof hasta 1.5 m en margen izquierda e inferiores a 1 m. en la zona residencial de la derecha. En el barranco del Cau se observan desbordamientos en ambas márgenes; en la margen derecha, en correspondencia de un grupo de viviendas, se

observan calados de hasta 3 m, debidos a que el calado del río Gorgos sobrepasa el nivel del muro de protección de estas casas e inunda la calle que las rodea.

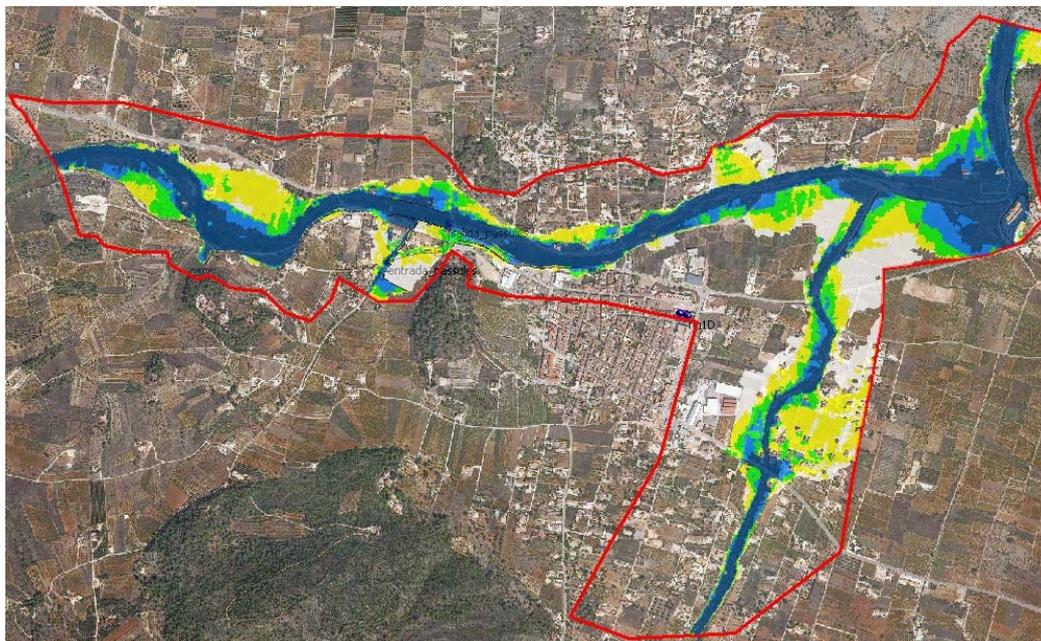


Figura 117: calados máximos para 500 años de periodo de retorno en estudio de soluciones.

## 5.11.2.- Análisis de riesgos y coste-beneficio

### 5.11.2.1.- Alternativa 1

Los daños asociados por modelos son los siguientes:

ZONA	T=10	T=25	T=50	T=100	T=500
Xaló-Llíber	39.282	164.907	394.045	948.661	2.166.760

Tabla 40: Daños estimados para distintos periodos de retorno en modelos río Gorgos.

Se observa que daño asociado al periodo de retorno de T500 en el modelo de Xaló-Llíber es de 2.166.760 €.

El riesgo se define como el daño medio en cada punto del territorio, de lo anterior se desprende que el daño medio en el modelo Xaló-Llíber asciende a la cantidad aproximada de **38.918 €/año**. Considerando daños indirectos la cantidad que se alcanza es de **48.647 €/año**.

Finalmente si se desarrollara completamente el planeamiento de los municipios afectados tal y como está contemplando en la actualidad en la zona contemplada en el estudio hidráulico se producen los siguientes incrementos económicos a los que habría que añadir los calculados anteriormente.

ZONA	T=10	T=25	T=50	T=100	T=500
Xaló-Llíber	74.958	157.023	217.305	462.185	1.004.078

Tabla 41: Incremento de daños económicos estimados si se desarrollara completamente el planeamiento vigente.

Por tanto el daño económico esperado en los municipios si se desarrollara el planeamiento sería el siguiente:

ZONA	T=10	T=25	T=50	T=100	T=500
Xaló-Llíber	114.241	321.929	611.349	1.410.845	3.170.838

Tabla 42: Daños totales estimados si se desarrollara completamente el planeamiento vigente.

Se observa que el daño asociado al periodo de retorno de 500 años en el modelo de Xaló y Llíber es de 3.170.838 €.

El riesgo se vería incrementado considerando los usos planificados hasta alcanzar los **63.390 €/año**, cantidad que añadiendo riesgos indirectos asciende hasta los **79.237 €/año**.

El Beneficio obtenido en la alternativa 0 es lógicamente de 0 €/años ya que no se contempla ninguna actuación que mitigue los efectos producidos por las inundaciones.

#### 5.11.2.2.- Alternativa 1

El riesgo directo asociado a la alternativa 1 en Xaló-Llíber en la situación actual sería de **28.358 €/año**

El riesgo contemplando los factores indirectos asociado a la alternativa 1 en Xaló-Llíber es de **35.448 €/año**

El beneficio obtenido como reducción del riesgo producido por la ejecución de la alternativa 1 respecto de la alternativa 0 asciende a la cantidad de **13.199 €/año** si se considera la situación actual y asciende a **43.789 €/año** si se desarrollara por completo el planeamiento vigente actualmente.

#### 5.11.2.3.- Alternativa 2

El riesgo directo asociado a la alternativa 2 en Xaló-Llíber en la situación actual sería de **17.261 €/año**

El riesgo contemplando los factores indirectos asociado a la alternativa 2 en Xaló-Llíber es de **21.576 €/año**

El beneficio obtenido como reducción del riesgo producido por la ejecución de la alternativa 2 respecto de la alternativa 0 asciende a la cantidad de **27.071 €/año** si se considera la situación actual y asciende a **57.661 €/año** si se desarrollara por completo el planeamiento vigente actualmente.

5.11.2.4.- Alternativa 2 sin presas

El riesgo directo asociado a la alternativa 2 sin presas en Xaló-Llíber en la situación actual sería de **24.047 €/año**

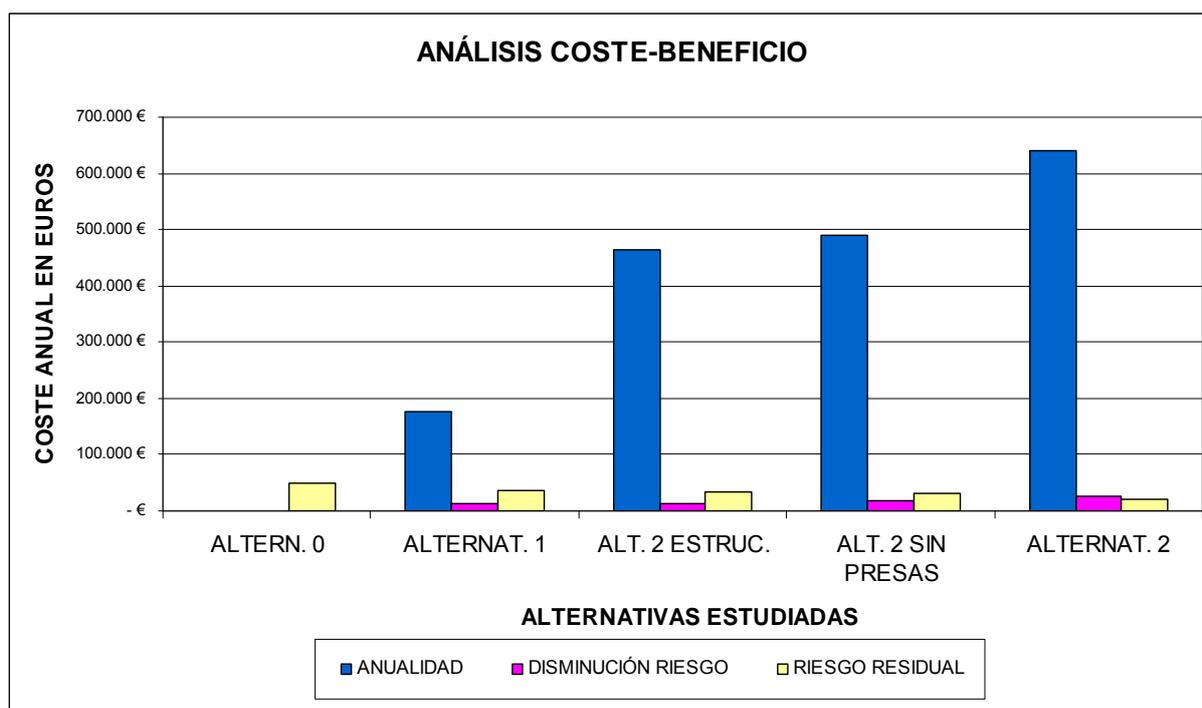
El riesgo contemplando los factores indirectos asociado a la alternativa 2 en Xaló-Llíber es de **30.059 €/año**

El beneficio obtenido como reducción del riesgo producido por la ejecución de la alternativa 2 respecto de la alternativa 0 asciende a la cantidad de **18.588 €/año** si se considera la situación actual y asciende a **49.178 €/año** si se desarrollara por completo el planeamiento vigente actualmente.

A modo de resumen se agrupan los datos referentes a costes y beneficios de cada una de las alternativas analizadas y se representan gráficamente.

Se incluyen dos alternativas intermedias; la llamada alternativa 2 estructural que comprende las actuaciones de la alternativa 2 excepto las que se incluyen en la alternativa 1, es decir esta formada únicamente por las llamadas actuaciones estructurales y la alternativa 2 sin presas:

XALÓ-LLÍBER	ALTERN. 0	ALTERNAT. 1	ALT. 2 ESTRUCT.	ALT. 2 SIN PRESAS	ALTERNAT. 2
PEM	-	2.813.081,41 €	8.486.816,76 €	8.486.816,76 €	11.299.898,17 €
COSTES AMBIENTALES	-	- 1.024,77 €	3.898,05 €	343,06 €	2.873,27 €
ANUALIDAD	-	175.393,63 €	464.116,51 €	490.976,11 €	639.510,14 €
DISMINUCIÓN RIESGO	0,00 €	13.199,00 €	13.872,00 €	18.588,00 €	27.071,00 €
RIESGO RESIDUAL	48.647,00 €	35.448,00 €	34.775,00 €	30.059,00 €	21.576,00 €



## **6.- MARCO LEGAL Y COORDINACIÓN CON OTROS PLANES**

En la determinación del marco jurídico se ha considerado tanto la legislación existente hidrológica, hidráulica y medioambiental, como la de carácter general, dentro de la cual es especialmente importante la normativa urbanística y de ordenación territorial y las normas sobre Protección Civil.

Se ha tenido en cuenta la vigente legislación de aguas y en particular:

- Texto Refundido de la Ley de Aguas, aprobado por R.D.L. 1/2001 de 20 de julio
- Real Decreto 9/2008, de 11 de enero, por el que se modifica el Reglamento del Dominio Público Hidráulico, prestando especial atención a las consideraciones realizadas y a los preceptos contenidos en este R.D 9/2008 sobre las determinaciones respecto a álveo o cauce y las máximas crecidas ordinarias, sobre las riberas y su protección y fines, sobre las zonas o vías de flujo preferente y vías de intenso desagüe, así como la determinación de zonas inundables.
- Real Decreto 907/2007, de 6 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de la Planificación Hidrológica.
- Directiva 2007/60/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 23 de octubre de 2007, relativa a la evaluación y gestión de los riesgos de inundación, estableciendo un nuevo marco para la evaluación y gestión de los riesgos de inundación, destinado a reducir las consecuencias negativas para la salud humana, el medio ambiente, el patrimonio cultural y la actividad económica, asociadas a las inundaciones.
- Real Decreto 903/2010, de 9 de julio, de evaluación y gestión de riesgos de inundación, por el que se traspone la Directiva 2007/60/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 23 de octubre de 2007, relativa a la evaluación y gestión de los riesgos de inundación.
- El Real Decreto 1664/1998, de 24 de julio, por el que se aprobaron los planes hidrológicos de cuenca, en especial en lo que hace referencia al plan hidrológico del Júcar.

También se ha tenido en cuenta la normativa urbanística y de ordenación territorial tanto autonómica como municipal:

- Ley 4/2004, de 30 de junio, de la Generalitat, Valenciana, de Ordenación del Territorio y Protección del Paisaje.
- Decreto 1/2011 de 13 de enero, del Consell por el que se aprueba la estrategia territorial de la Comunidad Valenciana

- Plan de Acción Territorial de carácter sectorial sobre prevención del Riesgo de Inundación en la Comunidad Valenciana (PATRICOVA)
- Plan de Acción Territorial de carácter sectorial de corredores de infraestructuras.
- Plan de Acción Territorial Forestal de la Comunidad Valenciana (PATFOR)
- Planes urbanísticos de los municipios afectados

Por último se ha considerado la normativa vigente de Protección civil:

- Ley 2/1985, de 21 de enero, sobre Protección Civil
- Norma Básica de Protección Civil. Real Decreto 407/1992 de 24 de abril.
- Directriz Básica de Protección Civil ante el Riesgo de Inundaciones, de 31 de enero de 1995.

El Reglamento de Planificación hidrológica, aprobado por Real Decreto 907/2007, de 6 de julio, establece en su artículo 62 apartado 2 que el plan hidrológico de cuenca elaborará un registro con los planes elaborados en el ámbito territorial de la demarcación relacionados con la protección frente a las inundaciones, de los que incorporarán un resumen, incluyendo la evaluación de riesgos y las medidas adoptadas.

El Real Decreto 903/2010, de 9 de julio, de evaluación y gestión de riesgos de inundación trata en su artículo 14 sobre la coordinación de los planes de gestión del riesgo de inundación con los planes hidrológicos de cuenca, diciendo que éstos incorporarán los criterios sobre estudios, actuaciones y obras para prevenir y evitar los daños debidos a inundaciones, avenidas y otros fenómenos hidráulicos a partir de lo establecido en los planes de gestión de riesgo de inundación.

Por otra parte, el artículo 15 del citado real decreto trata sobre la coordinación con otros planes, estableciendo que los instrumentos de ordenación territorial y urbanística, en la ordenación que hagan de los usos del suelo, no podrán incluir determinaciones que no sean compatibles con el contenido de los planes de gestión del riesgo de inundación, y reconocerán el carácter rural de los suelos en los que concurren dichos riesgos de inundación o de otros accidentes graves. Por otra parte, los planes de protección civil existentes se adaptarán de forma coordinada para considerar la inclusión en los mismos de los mapas de peligrosidad y riesgo, y al contenido de los planes de gestión del riesgo de inundación. Los planes de protección civil a elaborar se redactarán de forma coordinada y mutuamente integrada a los mapas de peligrosidad y riesgo y al contenido de los planes de gestión del riesgo de inundación.

También indica que los planes de desarrollo agrario, de política forestal, de infraestructura del transporte y demás que tengan incidencia sobre las zonas inundables, deberán también ser compatibles con los planes de gestión del riesgo de inundación.

En el caso específico de la demarcación hidrográfica del Júcar, el artículo 52 de la Normativa del vigente plan hidrológico, aprobado por RD 1664/1998, de 24 de julio, establece que el principal objetivo en materia de protección frente a las avenidas es la reducción de los daños ocasionados por avenidas naturales ó por disfunciones en el comportamiento de determinadas infraestructuras. Este objetivo puede lograrse: reduciendo la magnitud y la frecuencia de presentación de las crecidas, y/o reduciendo los daños asociados a la ocurrencia de una determinada inundación. Por otra parte, el artículo 54 “Directrices para el desarrollo de actuaciones en materia de defensa contra avenidas” de la citada normativa establece que como fase inicial a las actuaciones estructurales en materia de defensa contra avenidas se elaborará un estudio previo que detallará los siguientes aspectos: a) justificación de la viabilidad ambiental y constructiva, b) descripción de las características básicas en relación con el efecto de la actuación sobre los hidrogramas de avenida y las características de la zona inundable y c) análisis de los efectos alcanzados por la actuación en materia de reducción de daños. Este análisis concluirá en el establecimiento de los criterios de protección que se deben utilizar en cada zona y, en concreto, el período de retorno para el que se pretende defender la misma. Dicho período dependerá del nivel de riesgo admisible en la zona inundable, considerando los aspectos sociales, medioambientales y económicos.

En el caso de que se estime oportuno proceder a ejecutar obras de defensa para proteger una determinada zona urbana o rural, al objeto de evitar o reducir los daños que se pudieran producir en la misma, el rango recomendado en los períodos de retorno a considerar serán los reflejados en la tabla adjunta.

Tipo de obra	Zona Protegida	Periodo de retorno (Años)
Diques	Urbana	200-500
	Rural	40-100
Cauces excavados	Urbana	100-250
	Rural	20-50

**Tabla 43. Recomendaciones para el diseño de obras para la reducción de daños según el PHJ.**

En aquellos casos de situaciones intermedias a las contempladas, como son las zonas semiurbanas o bien las de encauzamiento cuya capacidad se logra con diques y, en parte, excavación, se podrán utilizar unos rangos de período de retorno intermedios.

El artículo 59 “Criterios para la ordenación de zonas inundables” de la normativa del Plan establece que los mapas de riesgo que sirvan de base para la delimitación de usos se habrán de trazar, al menos, para los períodos de retorno de 50, 100 y 500 años. Según el apartado 2 del citado artículo, el estudio y la aprobación del planeamiento urbano en las

zonas inundables quedará sujeto a la definición previa de la zona de inundación, recomendándose la revisión del planeamiento urbano ya aprobado en las zonas potencialmente inundables que no hayan tenido en cuenta este aspecto en la redacción del mismo.

Valencia, junio de 2.013



## **DOCUMENTO N°2: PLANOS**



## **DOCUMENTO Nº3: VALORACIÓN DEL PLAN DIRECTOR**



## **DOCUMENTO Nº4: PLAN DE GESTIÓN DEL RIESGO DE INUNDACIÓN**



## **APÉNDICES**

**APÉNDICE 1: RECOPIACIÓN DE DATOS BÁSICOS**

**APÉNDICE 2: INVENTARIO DE PUNTOS CON PROBLEMAS DE INUNDACIÓN**

**APÉNDICE 3: ESTUDIO GEOMORFOLÓGICO**

**APÉNDICE 4: ESTUDIO Y DOCUMENTACIÓN AMBIENTAL**

**APÉNDICE 5: ESTUDIO PLUVIOMÉTRICO**

**APÉNDICE 6: ESTUDIO HIDROLÓGICO**

**APÉNDICE 7: ESTUDIO HIDRÁULICO**

**APÉNDICE 8: ESTUDIO DE DAÑOS Y VULNERABILIDAD**

**APÉNDICE 9: ESTUDIO DE SOLUCIONES**

**9.1 ESTUDIO SOLUCIONES RÍO GIRONA**

**9.2 ESTUDIO SOLUCIONES RÍO GORGOS**

**9.3 ESTUDIO SOLUCIONES DENIA**

**9.3 ESTUDIO SOLUCIONES TEULADA**

**9.3 ESTUDIO SOLUCIONES BENISSA**

**9.3 ESTUDIO SOLUCIONES CALP**

**9.3 ESTUDIO SOLUCIONES ORBA**



# **APÉNDICE 1**

## **RECOPIACIÓN DE DATOS BÁSICOS**



**APÉNDICE 2**  
**INVENTARIO DE PUNTOS CON PROBLEMAS DE**  
**INUNDACIÓN**



## **APÉNDICE 3**

# **ESTUDIO GEOMORFOLÓGICO**



## **APÉNDICE 4**

# **ESTUDIO Y DOCUMENTACIÓN AMBIENTAL**



## **APÉNDICE 5**

# **ESTUDIO PLUVIOMÉTRICO**



## **APÉNDICE 6**

# **ESTUDIO HIDROLÓGICO**



## **APÉNDICE 7**

# **ESTUDIO HIDRÁULICO**



## **APÉNDICE 8**

### **ESTUDIO DE DAÑOS Y VULNERABILIDAD**



## **APÉNDICE 9**

# **ESTUDIO DE SOLUCIONES**

## **APÉNDICE 10**

# **ESTUDIO GEOTÉCNICO**

