

ESTUDIO DE INUNDABILIDAD
DEL PLAN GENERAL ESTRUCTURAL
DE MONÓVER (ALICANTE)



- ENERO 2019 -

COTA AMBIENTAL, S.L.P.
C.I.F. nº B-03922234
Calle Lepanto nº 22, 1º B - 03680 Aspe (Alicante)
Tel. 965492035 | Fax 965490962
cota@cotambiental.es | www.cotambiental.es

Órgano Promotor: **AYUNTAMIENTO DE MONÒVER**

Plaza de la Sala, 1

03640-Monòver (Alicante)

www.monovar.es

Entrega del **ESTUDIO DE INUNDABILIDAD DEL PLAN GENERAL ESTRUCTURAL DE MONÒVER (ALACANT)**, encargado por el *Ayuntamiento de Monòver*, a la Consultora en Ordenación del Territorio y Medio Ambiente, **COTA AMBIENTAL, S.L.P.**,

Monòver, enero de 2019

Fdo.: Antonio Prieto Cerdán

Geógrafo Col. 0540

Director Técnico de Cota Ambiental, S.L.P.

EQUIPO REDACTOR

Estudio de Inundabilidad del Plan General Estructural de Monòver (Alacant)
2019

DIRECCIÓN TÉCNICA

Antonio Prieto Cerdán (Geógrafo)
DNI: 74218142-V

REDACTORES

Juan López Jiménez (Geógrafo)
DNI: 52.763.585-K
Carmen Tortosa Ricote (Geógrafa)
DNI: 22133775-R

CARTOGRAFÍA

Estela García Botella (Geógrafa)
DNI: 52766981-J

ÍNDICE GENERAL

1. Introducción	9
2. Análisis geológico y geomorfológico.....	13
3. Análisis de las inundaciones históricas acaecidas en el municipio.....	24
4. Análisis hidrológico	26
5. Análisis hidráulico	48
6. Conclusiones, viabilidad del Plan General Estructural y medidas protectoras y correctoras	54
Anexo 1: Fotografías.....	58
Anexo 2: Cartografía.....	65

1.- INTRODUCCIÓN.

1.1.- Justificación.

El presente Estudio de Inundabilidad se redacta con objeto de analizar la peligrosidad de inundación existente en aquellos ámbitos del término municipal de Monòver propuestos para el desarrollo urbanístico a partir de la aprobación del Plan General Estructural (PGE) de Monòver (Alicante), es decir, las zonas urbanizadas y las de nuevos desarrollos.

La cartografía del PATRICOVA establece que término municipal de Monòver se encuentra afectado por todas las tipologías de peligrosidad de inundación, incluida la peligrosidad geomorfológica, reflejadas en el PATRICOVA. Este riesgo se estipula en la reciente revisión de dicho plan (*Decreto 201/2015, de 29 de octubre, del Consell, por el que se aprueba el Plan de acción territorial sobre prevención del riesgo de inundación en la Comunitat Valenciana*). Los ámbitos de análisis concreto en el presente estudio son las zonas urbanas y de nuevos desarrollos, en torno a la ciudad de Monòver y de las pedanías de Cases del Senyor y Xinorlet, que presentan niveles de peligrosidad 3, peligrosidad 4 y peligrosidad geomorfológica.

La cartografía del PATRICOVA define la peligrosidad geomorfológica a aquella que identifica “diferentes procesos geomorfológicos, que, por sus características, actúan como un indicador de la presencia de inundaciones históricas, no necesariamente catalogadas, debiéndose identificar la probabilidad de reactivación de los fenómenos geomorfológicos y, en su caso, los efectos susceptibles de generarse”.

La peligrosidad de nivel 3 se tipifica cuando la probabilidad de que en un año cualquiera se sufra, al menos, una inundación se encuentra en un periodo de retorno de 25 años, con un calado máximo generalizado alcanzado por el agua inferior a ochenta centímetros (80 cm).

La peligrosidad de nivel 4 se tipifica cuando la probabilidad de que en un año cualquiera se sufra, al menos, una inundación se encuentra en un periodo de retorno de 100 años, con un calado máximo generalizado alcanzado por el agua inferior a ochenta centímetros (80 cm).

La cartografía del Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables (en adelante SNCZI) del Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente contiene resultados de análisis de la peligrosidad de inundación en la rambla de les Cases, en la pedanía de Cases del Senyor; y en la rambla del Salitre, que transcurre al sur de la ciudad de Monòver.

Por consiguiente, según el artículo 11 de la Norma Urbanística del PATRICOVA, al tratarse de un estudio regional realizado en origen a escala 1:25.000, es susceptible de ser concretado, ampliado e incluso modificado mediante estudios

de inundabilidad más precisos, que, en todo caso, se realizarán de acuerdo con lo establecido en esta Normativa.

1.2.- Metodología.

Para la determinación de la peligrosidad de inundación en el área de estudio se ha tenido en cuenta las determinaciones del PATRICOVA y en primer momento a su artículo 12. En el artículo 12 de la Normativa Urbanística del PATRICOVA sobre documentación de los estudios de inundabilidad se insta a una documentación mínima exigible donde se incluya una delimitación precisa de la cuenca, un estudio geomorfológico de la zona inundable, un estudio de las inundaciones históricas, un estudio hidrológico de la cuenca vertiente a la zona inundable, un estudio hidráulico de la zona inundable y una cartografía de peligrosidad de inundación y de riesgo de inundación, en el estado inicial y estado final, así como un apartado donde se expliquen las medidas correctoras cuando estas se prevean.

En este artículo y en concreto en el apartado 12.2 se alude a que el contenido del estudio de inundabilidad, en cada uno de sus apartados, se adaptará al caso concreto que se esté analizando.

Por consiguiente, la metodología se adaptará a las condiciones existentes y determinadas previamente en las propuestas de crecimiento urbanístico del PGE de Monòver, en torno al núcleo urbano y sus pedanías.

En este sentido, el método incluirá cada uno de los apartados necesarios en la documentación exigible de los estudios de inundabilidad pero con especial énfasis en el análisis geomorfológico, topográfico y de cuencas vertientes con su correspondiente red de drenaje para determinar la afección o no de cauces o arroyada alguna en las áreas propuestas para el crecimiento urbanístico. El análisis geomorfológico determinará las cuencas vertientes existentes, a partir de los sistemas morfogenéticos identificados, los cauces, las formas o huellas geomorfológicas propias del sistema de arroyada de un sistema morfogenético semiárido (conos de deyección, braileds, canales, etc.).

El apoyo de bibliografía y documentación previa para la observancia de la fenomenología geomorfológica, pero también para el análisis de las inundaciones históricas, será fundamental para el presente estudio.

Los factores físicos o geomorfológicos identificados y priorizados en las cuencas vertientes analizadas en las que se incluyen las actuaciones o propuestas urbanísticas dentro del PGE de Monòver pasarán a formar parte de datos para utilización y tratamiento e información cartográfica que aúnan valores de esorrentía (usos del suelo, pendiente y litología), fundamentales en la estimación del umbral de esorrentía, mediante el Sistemas de Información Geográfica.

Por otro lado, la cartografía utilizada para la identificación hidráulica final procede del Proyecto LiDAR. La tecnología LIDAR (*Light Detection And Ranking*) se corresponde con un sistema telemático activo de captura de datos, y es la recomendada por la administración para la realización de estudios de inundabilidad. Las ventajas de la tecnología LIDAR frente a la tradicional son importantes, destacando una mayor precisión en los puntos obtenidos. Del mismo modo puesto que se calcula directamente en modelo digital del mismo, no es necesario interpolarlo a partir de la cartografía tradicional, con lo que mejora notablemente la precisión de los estudios.

El previo Modelo Digital del Terreno (MDT) generado a partir de esta cartografía LIDAR ha generará una línea de puntos de menor cota altitudinal (identificada ante la falta de red de drenaje no identificada en las cartografías oficiales y el trabajo de campo) que está adaptada a las necesidades de representatividad con una topología correcta y una resolución adecuada.

Finalmente, en aquellas áreas con identificación final de cuencas vertientes con cauces o cuencas vertientes sin cauce (vaguadas o línea de puntos de cota más baja) se procederá a un análisis hidrológico y posteriormente hidráulico basado en la utilización del software IBER que es un modelo 2D para el cálculo de las zonas inundables. Este programa permitirá la simulación de eventos de lluvia torrencial con coeficiente de escurrimiento variable, la producción de las direcciones de flujo para un análisis de la trayectoria de flujo, etc; todo ello teniendo en cuenta los obstáculos de flujo (diques, terraplenes de ferrocarril, etc.), no incluidos en el modelo digital del terreno (MDT o Mapa de Sombras) y que ayudarán a determinar final el flujo de lámina libre consecuyente.

1.3.- Objetivos.

Los objetivos que contempla este estudio en relación a las determinaciones del PATRICOVA y la legislación vigente son los siguientes:

- Caracterización de los cauces y de las cuencas de recepción que afectan a las parcelas objeto de reclasificación urbanística.
- Análisis geomorfológico del área de estudio y del ámbito o contexto territorial donde se incluye. Identificación de las huellas geomorfológicas que entrevean potencial inundación.
- Realización de un análisis hidrometeorológico para las cuencas existentes con el fin de estimar los caudales de avenida y sus periodos de retorno en aquellas zonas identificadas como cuencas con red de drenaje (o vaguadas o línea de puntos de cota más baja) que supongan por su proximidad un peligro teórico al área de estudio.
- Determinación de las zonas inundables, estableciendo el tipo de frecuencia, a través del análisis hidráulico por utilización de programas adecuados al modelo.
- Elaboración de cartografía lo más precisa posible que sintetice lo expuesto anteriormente.

- Evaluación de la necesidad de la adopción de medidas correctoras y en su caso, descripción de las mismas.

1.4.- Encuadre geográfico.

El territorio analizado para este Estudio de Inundabilidad se localiza en el término municipal de Monòver, dentro de la comarca del Vinalopó Mitjà, situada al interior meridional de la Comunitat Valenciana. Los ámbitos concretos de análisis para determinar la peligrosidad de inundación se centran en torno a la ciudad de Monòver, así como en torno también a los núcleos urbanos de las pedanías de Cases del Senyor y Xinorlet.

2.- ANÁLISIS GEOLÓGICO Y GEOMORFOLÓGICO.

En el desarrollo de un estudio de inundabilidad resulta esencial el análisis y comprensión de las características geológicas y geomorfológicas del entorno de actuación, que serán influyentes en sumo modo en el régimen hídrico. Así, el análisis de los rasgos geológicos y geotécnicos de los materiales, junto a otros parámetros como la morfología, litología, edafología, erosionabilidad, estratificación, etc., serán cuestiones de gran relevancia a la hora de detectar los procesos y comportamiento del agua en este territorio, objetivo final del presente estudio de inundabilidad.

Las respuestas geológicas y geomorfológicas del terreno natural ante un episodio de inundaciones son muy variada y depende de diversos factores, de ahí la importancia de no pasar por alto ningún detalle al analizar la "efectividad geomorfológica" de las avenidas.

2.1.- Análisis estructural y geológico del ámbito de estudio.

El presente Estudio de Inundabilidad del PGE de Monòver analiza el régimen de escorrentías de las áreas propuestas para crecimiento urbano. El término municipal de Monòver se sitúa dentro de la comarca del Vinalopó Mitjà, situada al Sur de la Comunitat Valenciana y al Oeste de la provincia de Alicante.

La morfología de un territorio viene determinada principalmente por los procesos morfogenéticos que en él se desarrollan. En estos procesos el factor fundamental y más importante es el clima que impera en ese espacio (precipitaciones y temperaturas). La combinación de este factor fundamental con otros elementos como la estructura geológica del relieve, la litología, la vegetación, la acción antrópica, etc., da lugar al desarrollo de un determinado proceso morfogenético que determinará en gran manera la morfología del territorio.

El análisis del ámbito de estudio desde el punto de vista geomorfológico contiene un especial interés a tenor de los objetivos del presente estudio de inundabilidad. La geomorfología fluvial se basa en el estudio de las formas asociadas principalmente a la escorrentía concentrada (modelado fluvial).

El análisis del ámbito de estudio desde el punto de vista geomorfológico contiene un especial interés a tenor de los objetivos del presente estudio de inundabilidad. La geomorfología fluvial se basa en el estudio de las formas asociadas principalmente a la escorrentía concentrada (modelado fluvial).

Geomorfológicamente el área analizada se caracteriza por un claro predominio del sistema morfogenético semiárido, como la mayor parte del resto del término municipal, destacando los procesos de acumulación con formas tipo glacis en los piedemontes y fenómenos de abarrancamiento en las zonas de mayor pendiente.

Desde el punto de vista paisajístico, atendiendo a criterios fundamentalmente geológicos y morfográficos, la zona de estudio se localiza en una banda de

predominancia de materiales de edad terciaria, sobre todo paleógenos, con idéntica significación, como armazón del relieve, que los materiales cretácicos de la unidad más septentrional; mientras que, por lo general, los materiales neógenos ocupan las áreas deprimidas, aunque en algunos casos también adquieren un papel destacado cuando son materiales duros.

La zona de estudio se sitúa en la transición fisiográfica de montaña media que comparte en un mismo territorio entre las zonas endorréicas (vaguadas como el Fondó-El Manyà) y zonas de montaña media con aparatos fluviales en forma de ramblas y barrancos. Este espacio se divide en dos grandes cuencas vertientes de significancia provincial: la del río Vinalopó, al este del término municipal; y la del Tarafa-Alcaná (que no deja de ser también tributario del río Vinalopó varios kilómetros al sur) en la mitad oeste del término municipal.

El término municipal de Monòver presenta variedad litológica fruto de su disposición estructural y del propio tamaño del término municipal. Del análisis litológico realizado en las cuencas vertientes se expone que la litología dominante es la permeable o semipermeable en las dos terceras partes occidentales del término municipal; e impermeable en el tercio oriental.

Los materiales del cretácico, terciario y cuaternario de características dispares dentro de la permeabilidad y semipermeabilidad se distribuyen en fondos de vaguadas, elevaciones y llanos. Para las cuencas vertientes más occidentales como la propia de la rambla de les Cases o la rambla de Xinorlet la configuración litológica se nutre del material propiamente montano y cretácico como calizas y dolomías, además de calcarenitas a nivel de base y el espacio propiamente sedimentario de fondo de vaguadas por donde trascurre los barrancos y ramblas y con predominancia de cantos, gravas, arenas y arcillas.

En cambio, al este, en las cuencas vertientes de las ramblas de la Canyaeta-Tia Joana, el Safareig, el Salitre y la Retjola, se revisten de materiales impermeables (arcillas, margas y yesos) en casi la totalidad de su recorrido, hasta su desagüe en el río Vinalopó.

En cuanto a las características edafológicas, que son de gran valor para un estudio como el presente puesto que contribuyen a la permeabilidad y umbral de escorrentía del agua sobre la superficie, existe diversidad fruto del número de rasgos geomorfológicos y litológicos en el área de estudio. Los suelos existentes en esta área son los leptosoles, localizados en los relieves que cierran el área, de uso fundamentalmente forestal y capacidades de uso baja. En el sector oriental, área final de la zona de estudio, predominan los Xerosoles Gípsicos, con el condicionante de la presencia de yeso en el sustrato.

2.2.- Análisis geomorfológico y fisiográfico del ámbito de estudio.

En la identificación de la red de drenaje y de las cuencas vertientes con afección directa e indirecta al área de estudio se ha tenido en cuenta la cartografía

oficial del Instituto Geográfico Nacional, la consulta de fotografía aérea actual, la consulta de fotografía aérea del año 1956 del denominado "vuelo americano" y fotografía aérea de 1973 facilitadas por el Instituto Geográfico Nacional (IGN), el trabajo de campo realizado por el equipo redactor del presente estudio de inundabilidad así como de herramientas generadas para el mismo como el Modelo Digital del Terreno (MDT) con cartografía de detalle del proyecto LiDAR.

2.2.1.- Sistema fluvial y sistema morfogenético semiárido. Análisis de la red de drenaje y de las cuencas vertientes.

Acompañando al trabajo de campo, la revisión bibliográfica, la fotointerpretación de ortofotos históricas y otras fuentes; se ha generado un Modelo Digital del Terreno (MDT) o Mapa de Sombras sobre cartografía de detalle del proyecto LIDAR, pero también del IGN. Este MDT o mapa de sombras generado ha permitido la delimitación de cuencas vertientes, corroborada a través de las fuentes ya citadas y que han terminado por redelimitar las cuencas hidrográficas.

- Rambla de Les Cases del Senyor

Cuenca que recoge las aguas de las elevaciones de la Serra de la Taja y de las elevaciones más modestas de Lloma Llarga y les Peñes. Presenta un espacio central entre ambos sistemas montañosos que configura vaguada por donde se vertebra la rambla de les Cases. El inicio de la misma, y parte más occidental de la cuenca vertiente es prácticamente el collado existente en la elevación que sirve de divisoria municipal, muy próximo al caserío pinosero de Les Enzebres. En la actualidad, esas vaguadas, de fondo plano y ancho considerable fruto de la acción sedimentaria de las elevaciones montañosas citadas ha permitido la puesta en cultivo y por ende el aterramiento y anegación de parte del cauce de la Rambla de les Cases en su tramo medio. Este espacio sedimentario de gran ancho y profundidad dentro del espacio intramontano presente cantos, arenas, gravas y arcillas.

El tramo alto del cauce, bien representado por barrancos que con orientación suroeste-noreste se unen, en la zona más subsidente de la ladera de la más pronunciada sierra para crear la rambla de les Cases. Estos barrancos son el barranc del Pou y barranc de la Calera, barranc de l'Almorquí y barranc del Reclot. Por la margen izquierda, el barranc de Pipí se une a la rambla de les Cases poco antes de su entrada al núcleo urbano de Les Cases del Senyor.

El tramo final del cauce del barranc de les Cases antes de su paso por el núcleo urbano de Les Cases del Senyor presenta un cauce muy definido.

- Rambla del Xinorlet

Espacio de vaguada subsidente sin forma definida como aparato fluvial que únicamente se reconoce como cauce en la cartografía 1:50.000 del IGN del año 1956. Sin nombre definido por ninguna de las cartografías oficiales, la misma se

representa claramente a través de las fuentes consultadas y su corroboración en el trabajo de campo.

La cuenca vertiente nace y se abre paso desde la parte más occidental del término municipal (iniciándose desde el municipio de Pinoso). Esta vaguada de fondo plano y ancho considerable ha tenido transformaciones para su puesta en cultivo. Este espacio sedimentario de gran ancho y profundidad dentro del espacio intramontano presente cantos, arenas, gravas y arcillas. Desagua mediante cono de deyección poco más al este, en el espacio semiendorreico del Fondó-Manyà

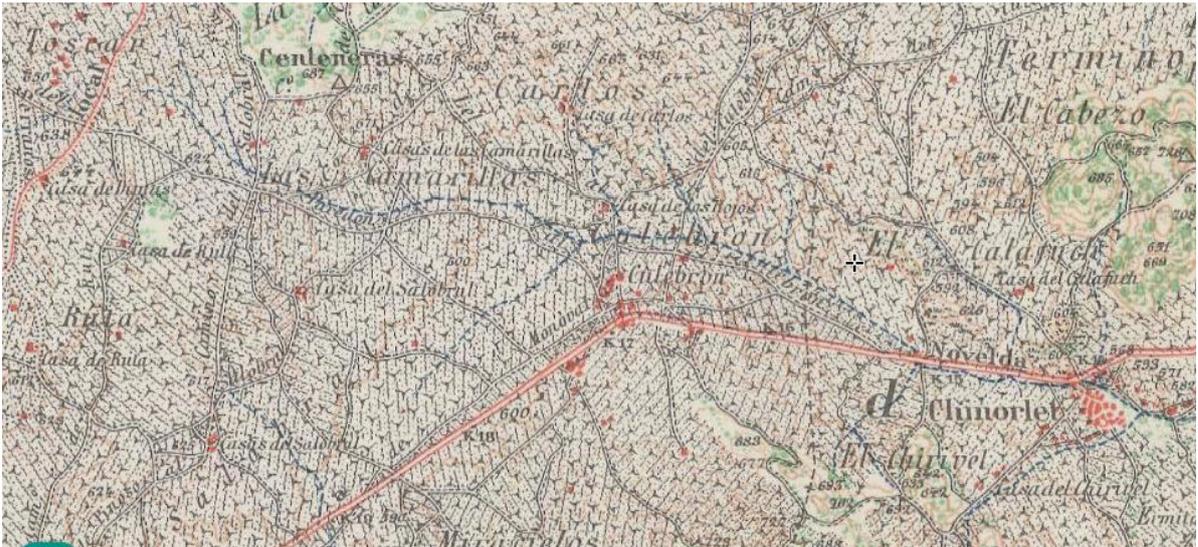


Imagen 1: Rambla de Xinorlet antes de su paso por el núcleo urbano homónimo representada en el plano 1:50.000 del IGN (año 1956). Visor Iberpix, IGN.



Imagen 2: Rambla de Xinorlet, 1956. Servicio de Fototeca Digital, IGN.

- Rambla de la Tia Joana (y rambla de la Canyaeta).

Colector y cuenca vertiente que nacen también de la Serra de l'Ombria (848 m), denominada Sierra de la Cumbre, que sigue una dirección NE-SO y las estribaciones septentrionales de la Serra de les Pedrisses (852 m), que sigue un eje NO-SE. Para este colector destaca el afluente tributario de rambla de la Canyaeta, que desciende desde las estribaciones de La Pedrera hasta el paraje de La Cenia. En

este punto, la construcción de la carretera CV-83 modificó el trazado del cauce que, ahora, queda circunscrito al norme del viario, uniéndose directamente a la rambla de la Tia Joana antes de cruzar la CV-83.

La configuración en vaguadas fruto de la estructura litológica y morfogenética genera espacios de difícil interpretación para la red fluvial. No se definen cauces en algunos casos por aterrazamientos en estas vaguadas para la práctica agrícola. Los materiales presentan una elevada impermeabilidad, hecho que favorece la escorrentía superficial. El drenaje es deficiente, aunque debido a la alta escorrentía superficial pasa a aceptable en algunos espacios puntuales.

- Rambla del Salitre

Existe una relación de sierras y lomas montañosa del extremo sur de la Sierra de la Umbría (848 m), denominada Sierra de la Cumbre, que sigue una dirección NE-SO y las estribaciones septentrionales de la Sierra de las Pedrizas, que sigue un eje NO-SE. Entre ambas elevaciones se origina un estrechamiento descendente hacia el casco urbano donde converge el barranc del Derramador, que llega desde el sur y la rambla de Xinorla desde el norte. Este pasillo queda cerrado en su punto más elevado al oeste por el Collado Victoriano, que constituye el paso natural hacia la amplia zona intermontana que forma el Fondó y El Pla de Manyà.

La rambla de Xinorla se origina en el extremo sur de la Serra de l'Ombria, recogiendo la escorrentía de los parajes montañosos de la Buitrera y Les Penyetes con dirección de descenso NO-SE. Tras cruzar la CV-83 entronca, a la altura de las casas de la Colonia "Rincón de Elda", con un tributario que le aporta el caudal recogido en las partidas de La Creueta, El Civil y el El Secanet, surcando este último paraje con dirección O-E. Tras la intersección, la rambla suaviza su dirección atravesando las Casas de Xinorla, el Sur de La Costareta y la Casa del Duc, para adentrarse sucesivamente en los parajes de El Belich y Matamoros y confluir con el cauce del barranc del Derramador.

Por otro lado, el barranc del Derramador nace en el paraje de El Ruffí, en la zona central de la Serra de les Pedrisses, al norte de la Penya de la Safra (852 m). Desciende siguiendo una dirección Sur-Norte entre materiales rocosos para abandonar la sierra por la Casa Antimo, en el paraje El Molí, donde recoge el caudal de un tributario de pequeña entidad que se le une desde el Oeste, y revira entonces en dirección SO-NE para encarar el casco urbano de Monòver, atravesando previamente la Vereda de la Safra. Al aproximarse al paraje de El Belich se orienta aún más hacia el norte para fundirse con la rambla de Xinorla a la altura de Matamoros, justo en el extremo suroeste del casco urbano. Desde allí prosiguen como un solo cauce en dirección O-E, pasando a denominarse como rambla del Salitre.

La rambla del Salitre tiene como colector un recorrido relativamente corto, ya que nace de la unión de los dos aparatos antes citados a la altura de Matamoros, en el extremo SO del casco urbano, y sigue una dirección O-E hasta ser encauzado dentro del propio lecho a la altura del Centro Ocupacional "El Molinet" mediante una

conducción hormigonada. Posteriormente desaparece el cauce natural en una zona explanada anexa a un taller de elaboración de mármol, para volver a surgir al exterior en la esquina sureste de la ciudad, junto a la antigua bodega cooperativa de vino, para seguir serpenteando al sur de la Casa Severino, atravesando el paraje de Los Morales desaguar en el río Vinalopó, muy cerca del límite entre los términos municipales de Monòver, Elda y Novelda situado en Els Molins, en el extremo este del municipio monovero.

Parte de la cuenca se inserta dentro de una cobertera calcárea mesozoica en combinación con materiales terciarios indiferenciados que desciende desde las sierras con pendientes en torno al 15-30 % para converger en un pasillo descendente hacia la población de Monòver y el cauce del Vinalopó de pendiente en torno a 7-15 % donde se dan riesgos de acarcavamientos y erosión a causa del predominio de materiales deleznable como arcillas, margas o yesos. En esta franja se encajan, entre materiales de aluvión provenientes de las elevaciones anexas, los colectores que drenan el área de estudio, objeto del análisis. Los materiales presentan una elevada impermeabilidad en el tramo final.

- Subcuenca al sur de la Rambla del Salitre

Subcuenca de la rambla del Safareig, delimitada al sur del núcleo urbano que presenta unas características propias de una microcuenca y que se caracteriza por su alto grado de impermeabilidad por la presencia de margas, arcillas y yesos. Se trata de un colector de corto recorrido con una superficie muy antropizada, desde la construcción del complejo deportivo municipal en su tramo alto hasta la ocupación con viviendas unifamiliares en el paraje del Ravalet, para cruzar la carretera CV-835 y unirse a la rambla del Salitre a la altura del camí de l'Escroxador.

•..... I dentificación de los cauces.

La definición de cauce según el Real Decreto Legislativo 1/2001, de 20 de julio, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Aguas es la del *"álveo o cauce natural de una corriente continua o discontinua es el terreno cubierto por las aguas en las máximas crecidas ordinaria"*. El Real Decreto 638/2016, de 9 de diciembre, por el que se modifica el Reglamento del Dominio Público Hidráulico aprobado por el Real Decreto 849/1986, de 11 de abril, el Reglamento de Planificación Hidrológica, aprobado por el Real Decreto 907/2007, de 6 de julio, y otros reglamentos en materia de gestión de riesgos de inundación, caudales ecológicos, reservas hidrológicas y vertidos de aguas residuales atiende a la modificación del artículo 4 sobre la consideración de cauce. Atendiendo a la modificación del artículo 4 del Reglamento del Dominio Público Hidráulico queda la definición de máxima crecida ordinaria considerando que *"en los tramos de cauce donde exista información hidrológica suficiente, se considerará caudal de la máxima crecida ordinaria la media de los máximos caudales instantáneos anuales en su régimen natural, calculada a partir de las series de datos existentes y seleccionando un período que incluirá el máximo número de años posible y será superior a diez años"*

consecutivos. Dicho periodo será representativo del comportamiento hidráulico de la corriente y en su definición se tendrá en cuenta las características geomorfológicas, ecológicas y referencias históricas disponibles". A continuación sigue textualmente "en los tramos de cauce en los que no haya información hidrológica suficiente para aplicar el párrafo anterior, el caudal de la máxima crecida ordinaria se establecerá a partir de métodos hidrológicos e hidráulicos alternativos, y, en especial, a partir de la simulación hidrológica e hidráulica de la determinación del álveo o cauce natural y teniendo en cuenta el comportamiento hidráulico de la corriente, las características geomorfológicas, ecológicas y referencias históricas disponibles".

En las zona estudiadas se distinguen claramente cauces para la rambla de les Cases y del Salitre, y en menor definición en las de rambla de la Tia Joana, en el entorno de Xinorlet y en la subcuenca del Safareig. El sistema de vaguadas origina espacios subsidentes con peligrosidad geomorfológica inherente pero que no se corresponde con espacios con peligrosidad por cauce existente. Los sistemas de vaguadas que desciende desde las sierras y lomas presentan considerable trayecto y su escasa pendiente. En muchos casos se conforman artificialmente mediante un sistema de abancalamiento para utilización agrícola.

Para estos casos las determinaciones del cauce conforme a comportamiento de la escorrentía en el área de estudio para determinación de la peligrosidad se fundamentan en la búsqueda las líneas o puntos unidos y continuos de menor cota altitudinal. Se determina así el aspecto morfométrico necesario para el cálculo hidrológico y determinaciones hidráulicas finales. Para ello se requiere previamente la generación de un Modelo Digital del Terreno (MDT). El fondo plano en cubetas o cañadas de corta y escasa pendiente media se concentran o unen su línea de puntos de cota más baja. Para la determinación de la peligrosidad de inundación inherente a dichas vaguadas tipificadas con peligrosidad de inundación geomorfológica y ante la falta de cauce evidente se ha tenido únicamente en cuenta la línea de puntos de menor cota altitudinal existente generado por el MDT o Mapa de Sombras.

2.3.- Análisis morfológico

Para este análisis se ha procedido a delimitar las cuencas vertientes que indiquen directamente o indirectamente en los espacios urbanísticos propuestos. Las mismas son las tipificadas con riesgo geomorfológico en el PATRICOVA en relación al tamaño de sus cuencas vertientes para su modelación hidrológica e hidráulica y así prever su influencia en el área de estudio. El eje utilizado para el cálculo hidráulico será la línea que une puntos de menor cota altitudinal. El punto de control para el cálculo hidrológico será el área de contacto entre el final de laderas y el principio del llano aluvial del río Segura, reflejado en relación a las cotas altitudinales generadas por el MDT, a la cartografía del PATRICOVA y a la relación de análisis de ortofotografías históricas. La morfometría resultante es la siguiente:

MORFOMETRÍA DE LA CUENCA DE LA RAMBLA DE LES CASES DEL SENYOR	
Área vertiente	5. 908.421 m ² (5,9 Km ²)
Longitud del cauce principal	4.056 m

Pendiente media	3 %
Usos de suelo	0.17 km ² Masa forestal clara
	2.74 km ² Masa forestal espesa
	1.45 km ² Plantaciones regulares de aprovechamiento forestal pobre
	1.39 km ² Rotación de cultivos pobres
	0,07 km ² Impermeables (suelo urbanizado)
0.10 km ² Barbecho	
Cota máxima	682 m
Cota mínima	550 m

Fuente: *Elaboración Propia.*

MORFOMETRÍA DE LA CUENCA DE LA RAMBLA DE XINORLET	
Área vertiente	14,9 Km ²
Longitud del cauce principal	7,9 km
Pendiente media	1 %
Usos de suelo	0.35 km ² Masa forestal clara
	2.08 km ² Masa forestal espesa
	0.84 km ² Cultivos pobres
	11.44 km ² Plantaciones regulares de aprovechamiento forestal pobre
	0,2 km ² Impermeables (suelo urbanizado)
Cota máxima	625 m
Cota mínima	542 m

Fuente: *Elaboración Propia.*

MORFOMETRÍA DE LA CUENCA DE LA RAMBLA DE LA TIA JOANA	
Área vertiente	13.37 Km ²
Longitud del cauce principal	8.360m
Pendiente media	2,5 %
Usos de suelo	3,,9 km ² Barbecho
	3,62 km ² Plantaciones regulares de aprovechamiento forestal pobre
	2,91 km ² Rotación de cultivos pobres
	3,09 km ² Masa forestal espesa
	3,32 km ² Masa forestal clara
	10,2 km ² de pastizal
	0.387 km ² Impermeables
Cota máxima	523 m
Cota mínima	309 m

Fuente: *Elaboración Propia.*

MORFOMETRÍA DE LA CUENCA DE LA RAMBLA DEL SALITRE	
Área vertiente	15.4 Km ²
Longitud del cauce principal	7,9 km
Pendiente media	1 %
Usos de suelo	2,43 km ² Rotación de cultivos pobres
	0,30 km ² Rotación de cultivos densos

	4,22 km ² Plantaciones regulares de aprovechamiento forestal pobre
	5,90 km ² Masa forestal espesa
	1,52 km ² Masa forestal clara
	0,02 km ² Barbecho
	1,00 km ² Impermeables
Cota máxima	627 m
Cota mínima	326 m

Fuente: Elaboración Propia.

MORFOMETRÍA DE LA SUBCUENCA DE LA RAMBLA DEL SALITRE (SAFAREIG)	
Área vertiente	0,63 Km ²
Longitud del cauce principal	0,53 m
Pendiente media	1,8 %
Usos de suelo	0,54 km ² Masa forestal de bosque pobre ,
	0,08 km ² Rotación de cultivos pobres
Cota máxima	360 m
Cota mínima	350 m

Fuente: Elaboración Propia.

2.4.- Características litológicas de la cuenca vertiente.

Para definir las características litológicas de la cuenca se han utilizado los Mapas a escala 1:200.000 del Instituto Geológico y Minero, en formato de Arc-Info, realizando la misma conversión que en la capa de usos del suelo. Dichas características litológicas nos darán una primera aproximación de la capacidad de infiltración de cada tipo de suelo. Para poder obtener resultados de la tabla de estimación del parámetro PO del S.C.S., se debe agrupar los distintos materiales que componen la cuenca reduciéndolos solamente a cuatro (A, B, C y D), siendo A los terrenos más permeables y D los más impermeables. La descripción detallada de estos cuatro grupos de suelo es la siguiente:

- Grupo A: es el que ofrece menor escorrentía, ya que el agua se infiltra rápidamente, aun cuando estén muy húmedos. Comprenden los terrenos profundos, sueltos y de texturas gruesas con predominio de arena o grava y con muy poco limo o arcilla (Arenosos o areno-limosos). Están excesivamente drenados.
- Grupo B: cuando están muy húmedos tienen una capacidad de infiltración moderada. Comprenden los terrenos arenosos menos profundos que los del grupo A, aquellos otros de textura franco-arenosa, franco-arcillo-arenosa o franco-limosa de mediana profundidad y los francos profundos. Están bien o moderadamente drenados.
- Grupo C: cuando están muy húmedos la infiltración es lenta. La profundidad del suelo es inferior a la media por presentar un estrato impermeable que dificulta la infiltración o porque, en conjunto, su textura es franco-arcillosa, arcillosa o limosa. Son suelos imperfectamente drenados.

- Grupo D: es el que ofrece mayor escorrentía, ya que cuando están muy húmedos la infiltración es muy lenta. Incluye los suelos que presentan gran impermeabilidad, tales como los terrenos muy arcillosos profundos, los terrenos que tienen horizontes de arcilla en la superficie o próximos a ella y también se incluyen aquí los terrenos con nivel freático permanentemente alto y suelos de poco espesor (litosuelos). En general, están pobremente o muy pobremente drenados.

La reclasificación litológica se ha hecho de acuerdo con la geología utilizada en el estudio de Delimitación del Peligrosidad de inundación a Escala Regional en la Comunidad Valenciana, que a su vez es consecuente con la utilizada en el PATRICOVA. La reclasificación litológica en grupos hidrológicos se detalla en siguiente tabla:

Abreviatura	Descripción litológica	Grupo hidrológico
SC 1	Conglomerados	B
SC 1-2	Conglomerados y areniscas	B
SC1-2-4	Conglomerados, areniscas y arcillas	B
SC 1-4	Conglomerados y arcillas	C
SC 1-10	Conglomerados y margas	B
SC 2	Areniscas	B
SC 2-4	Areniscas y arcillas	C
SC 2-10	Areniscas y margas	B
SC 4	Arcillas	C
SC 4-2	Arcillas y areniscas	C
SC 4-10	Arcillas y margas	C
SC 5	Calizas	B
SC 5-2	Calizas y areniscas	B
SC 5-6	Calizas y calcarenitas	B
SC 5-7	Calizas y calizas margosas	B
SC 5-9	Calizas y dolomías	B
SC 5-10	Calizas y margas	B
SC 6	Calcarenitas	B
SC 6-10	Calcarenitas y margas	B
SC 7	Calizas margosas	B
SC 7-10	Calizas margosas y margas	B
SC 8	Calizas tobáceas	B
SC 9	Dolomías	B
SC 9-5	Dolomías y calizas	B
SC 9-10	Dolomías y margas	B
SC 10	Margas	C
SC 10-2	Margas y areniscas	C
SC 12	Arcillas, margas y yesos	D
SI 2	Cantos y gravas	B
SI 2 < 3	Cantos, gravas y arenas	B

Abreviatura	Descripción litológica	Grupo hidrológico
SI 2 < 3-4	Cantos, gravas, arenas y limos	B
SI 2 < 3-5	Cantos, gravas, arenas y arcillas	B
SI 2-4	Cantos, gravas y limos	B
SI 2-5	Cantos, gravas y arcillas	B
SI 3	Arenas	B
SI 3-2	Arenas, gravas y cantos	B
SI 3-4	Arenas y limos	B
SI 3-5	Arenas y arcillas	C
SI 4	Limos	D
SI 4-2	Limos, gravas y cantos	D
SI 4 < 3	Limos y arenas	D
SI 4-5	Limos y arcillas	D
SI 5	Arcillas	D
SC =	ROCAS CONSOLIDADAS	
SI =	ROCAS NO CONSOLIDADAS	

El término municipal de Monòver presenta variedad litológica fruto de su disposición estructural y del propio tamaño del término municipal. Del análisis litológico realizado en las cuencas vertientes se expone que la litología dominante es la permeable o semipermeable en las dos terceras partes occidentales del término municipal; e impermeable en el tercio oriental.

Los materiales del cretácico, terciario y cuaternario de características dispares dentro de la permeabilidad y semipermeabilidad se distribuyen en fondos de vaguadas, elevaciones y llanos. Para las cuencas vertientes más occidentales como la propia de la rambla de les Cases o la rambla de Xinorlet la configuración litológica se nutre del material propiamente montano y cretácico como calizas y dolomías, además de calcarenitas a nivel de base y el espacio propiamente sedimentario de fondo de vaguadas por donde transcurre los barrancos y ramblas y con predominancia de cantos, gravas, arenas y arcillas.

En cambio, al este; en el caso de la cuenca vertiente de la rambla de la Tia Joana y, en menor medida, de la rambla del Salitre se reviste de materiales impermeables. Arcillas, margas y yesos acompañan a toda la cuenca vertiente hasta su desagüe en el río Vinalopó. Para el caso de la rambla del Salitre los materiales permeables (areniscas, calcáreas, gravas, arenas y arcillas) se alternan con los impermeables de arcillas, margas y yesos.

3.- ANÁLISIS DE LAS INUNDACIONES HISTÓRICAS ACAECIDAS EN EL ÁMBITO DE ESTUDIO.

La recopilación de información referente a inundaciones históricas sufridas en el área de estudio es otra forma de identificar la peligrosidad de inundación.

Existen publicaciones sobre la peligrosidad de inundación en Monòver como la publicación de la Universidad de Alicante de Antonio Gil Olcina, Jorge Olcina Cantos y Antonio Rico *"Aguaceros, aguaduchos e inundaciones en áreas urbanas alicantinas"*¹ que a través Ana Pilar Pérez-García Torres y Antonio M. Rico Amorós inciden en la problemática en el término municipal analizado.

El emplazamiento histórico de Monòver le ha concedido cierta seguridad frente a los riesgos de inundación generados por la proximidad de las ramblas del Tia Joana y del Salitre, que limitan la ciudad por el norte y por el sur, respectivamente. En líneas generales, y dada su localización, el núcleo urbano de Monòver no es propenso a que se den anegamientos, puesto que está emplazado en la vertiente sur de una modesta elevación que desagua hacia la rambla del Salitre. Por esta razón no se encuentra documentación detallada de inundaciones acaecidas en la zona.

El crecimiento urbanístico de las últimas décadas se ha dirigido primordialmente hacia el sur, con la ocupación de solares situados entre la ciudad tradicional y la rambla del Salitre, lo que ha obligado a acometer una serie de actuaciones hidráulicas para reducir los riesgos de inundación.

Para reducir la peligrosidad de esta rambla en el sector sur de Monòver, la Confederación Hidrográfica del Júcar acometió en el año 1980 un proyecto de canalización subterránea (Proyecto 06/80 de Encauzamiento de la rambla del Salitre). Las obras consistieron en la realización de *"una alcantarilla de hormigón de 4 metros de anchura y 3.75 de altura total, cubierta con una bóveda de medio punto de 2 metros de radio y 0.45 metros de espesor, con una limahoya para aguas bajas según el eje de la solera"* (memoria del proyecto, pág. 2).

Tras la colocación de esta gran tubería, se cubrió con 80 cm de terraplén, con lo que quedó en mejores condiciones al pie de los taludes, dejándose la posibilidad de que, por parte del Ayuntamiento, se terraplenara hasta cotas mayores, protegiéndose así totalmente los taludes. Es necesario destacar que, en un principio, se barajó la posibilidad de realizar un encauzamiento abierto, pero fue desestimado al considerar el caudal circulante relativamente pequeño.

La canalización comienza a la altura del Instituto de Enseñanza Secundaria "Azorín", discurriendo por debajo de una zona ajardinada, denominada "Parque del Salitre", que toma el nombre de la rambla. Para la realización de las obras se estimó un periodo de retorno de 100 años para un caudal máximo de avenida de 52.08

¹GIL OLCINA, A y OLCINA CANTOS, J., RICO AMORÓS, A. (2004): *Aguaceros, Aguaduchos e inundaciones en Áreas Urbanas Alicantinas*. Instituto Universitario de Geografía, Universidad de Alicante, Caja de Ahorros del Mediterráneo

m³/seg y para 500 años un caudal máximo de 72.92 m³/seg con un coeficiente de escorrentía de 0.90.

Por último, tan solo destacar dos episodios de inundación en el Vinalopó Mitjà durante la segunda mitad del siglo XX que afectó a Monòver. Por una parte, las lluvias del 3 y 4 de noviembre de 1987, con un registro de 135 mm en Monòver, provocan inundaciones en las calles Doctor Maestre y Consejeros. Además, el episodio de intensas precipitaciones del 1 de julio de 1993 (36 l/m² en 30 minutos registrados en Elda) provoca daños en edificios y caminos rurales.

4.- ANÁLISIS HIDROLÓGICO

La modelación de los riesgos de avenidas implica la realización de un estudio de prognosis en el que se presenta una imagen global de los posibles efectos, con el fin de reducir la incidencia de las catástrofes. Generalmente, las hipótesis subyacentes implican que el comportamiento de los procesos naturales en el futuro próximo tendrá una evolución similar a la proyectada en el presente. Dicho cálculo permitirá, en la medida de lo posible determinar las áreas que pueden ser potencialmente afectadas y la frecuencia e intensidad de la propia inundación, constituyéndose, por tanto, en técnicas e instrumentos de planificación y gestión territorial que permiten definir limitaciones en ciertos usos del suelo y, en concreto, en la localización espacial de las actuaciones y actividades humanas. Sin embargo, la comprobación de las predicciones inherentes a este tipo de resultados representados en cartografías es bastante difícil, por lo que se hace compleja la verificación de la validez de la hipótesis que contiene.

El uso de métodos hidrometeorológicos de cálculo de avenidas es actualmente el procedimiento más empleado en la evaluación de crecidas de diseño. Estos métodos simulan el proceso lluvia-escorrentía y permiten obtener tanto la crecida con un determinado periodo de retorno, como aquella generada por la cuenca ante unas determinadas condiciones prefijadas: avenida máxima probable.

Esta metodología emplea como dato básico la lluvia sobre la cuenca, incluyendo no sólo la cantidad total, sino también su duración y su distribución temporal dentro de la misma. El tratamiento de la cuenca como unitaria o como un conjunto de subcuencas, tramos de red fluvial y nudos de conexión, es función del grado de homogeneidad que presentan las características de escorrentía y las tormentas de la zona en cuanto a su distribución espacial y temporal. La estimación de la lluvia neta se debe abordar desde la facilidad para estimar sus parámetros. En este sentido, el método S.C.S. presenta facilidades para la estimación de parámetros a partir exclusivamente de características físicas de la cuenca y de estados globales de humedad previa del complejo suelo-vegetación (seco, medio o húmedo).

Para la consecución del caudal máximo probable se ha elegido la propuesta de Témez adaptada a las condiciones climáticas de España. Este método, conocido como Método Racional, ofrece estimar de forma sencilla la avenida punta y sus caudales máximos en un determinado período de retorno. Para la concreción del caudal máximo probable se ha elegido la propuesta de Témez adaptada a las condiciones climáticas de España. Este método, conocido como Método Racional, ofrece estimar de forma sencilla la avenida punta y sus caudales máximos en un determinado período de retorno.

4.1.- Caracterización del régimen de precipitaciones máximas.

Las precipitaciones de carácter extraordinario, es decir, los aguaceros de gran intensidad horaria son una de las principales causas por las que se producen

inundaciones en toda el área mediterránea, de ahí la importancia de su estudio. Son lluvias cuyo período de retorno en un mismo lugar va a ser de bastantes años.

Desde el punto de vista hidrológico es importante diferenciar las distintas escalas temporales, ya que van a afectar de una manera u otra en función del período de respuesta de cada sistema. Estas situaciones de lluvias torrenciales se dan sobre todo al final del verano y principios de otoño, época en la que la temperatura del mar es más elevada que el aire en contacto, requisito primordial para la génesis de grandes fenómenos termoconvectivos.

El método de estimación de los caudales asociados a distintos períodos de retorno depende del tamaño y naturaleza de la cuenca aportante. Para cuencas pequeñas son apropiados los métodos hidrometeorológicos basados en la aplicación de una intensidad media de precipitación a la superficie de la cuenca, a través de una estimación de su escorrentía. Esto equivale a admitir que la única componente de esta precipitación que interviene en la generación de caudales máximos es la que escurre superficialmente.

4.1.1.-Cálculo del tiempo de concentración de las cuencas.

Según la metodología del Método Racional, el tiempo de concentración de la cuenca estudiada se obtiene a partir de la siguiente expresión:

$$T_c = 0,3 (L/J^{0,25})^{0,76}$$

T_c: tiempo de concentración (horas)

L: Longitud del cauce (Km).

J: Pendiente media (m/m) = (cota máx. – cota min.)/ L

CÁLCULO DEL TIEMPO DE CONCENTRACIÓN RAMBLA DE LES CASES DEL SENYOR	
Longitud (Km)	4.056 m
Cota max. (m)	682 m
Cota min. (m)	550 m
Pendiente (m/m)	0,03
T_c (horas)	1,66

Fuente: Elaboración propia.

CÁLCULO DEL TIEMPO DE CONCENTRACIÓN RAMBLA XINORLET	
Longitud (Km)	7.905 m
Cota max. (m)	625 m
Cota min. (m)	542 m
Pendiente (m/m)	0,01
T_c (horas)	3,45

Fuente: Elaboración propia.

CÁLCULO DEL TIEMPO DE CONCENTRACIÓN RAMBLA DE LA TIA JOANA	
Longitud (Km)	8.360 m
Cota max. (m)	523 m

Cota min. (m)	309 m
Pendiente (m/m)	0,025
Tc (horas)	3,02

Fuente: Elaboración propia.

CÁLCULO DEL TIEMPO DE CONCENTRACIÓN RAMBLA DEL SALITRE	
Longitud (Km)	7.900 m
Cota max. (m)	627 m
Cota min. (m)	326 m
Pendiente (m/m)	0,018
Tc (horas)	2,68

Fuente: Elaboración propia.

CÁLCULO DEL TIEMPO DE CONCENTRACIÓN SUBCUENCA RAMBLA DEL SALITRE	
Longitud (Km)	530 m
Cota max. (m)	360 m
Cota min. (m)	350 m
Pendiente (m/m)	0,01
Tc (horas)	0,39

Fuente: Elaboración propia.

Tiempo de concentración equivaldrá al tiempo que tardará una gota de lluvia en recorrer el espacio entre la cabecera y la desembocadura.

4.1.2.- Cálculo de la intensidad media de precipitaciones para los tiempos de concentración calculados.

El cálculo de caudales de avenida por métodos hidrometeorológicos se basa en el cálculo de las precipitaciones máximas para un periodo de retorno específico. La estimación de la lluvia con un determinado período de retorno suele abordarse a partir de los valores de lluvias diarias debido a la mayor densidad de estaciones con medida diaria. La metodología habitual para la asignación de períodos de retorno consiste en la modelación estadística de las series de máximos anuales. La elección del tipo de modelo y de la forma de estimar sus parámetros plantea dudas. La problemática del análisis regional de las precipitaciones cuenta con la dispersión territorial de las diferentes estaciones meteorológicas con datos de pluviometría. Por tanto, el objetivo es incrementar la "longitud estadística" de una estación considerando conjuntar las estaciones de una "región", es decir, reducir la incertidumbre de los estimadores.

Se ha obtenido datos de máximos pluviométricos diarios mediante la aplicación del programa de software MAXPLU, adjunto a la publicación "Máximas lluvias en la España Peninsular", dependiente del Ministerio de Fomento.

- Obtención del valor medio de la máxima precipitación diaria anual P y del Coeficiente de Variación Cv.
- Estimación de la precipitación diaria máxima correspondiente a diferentes períodos de retorno, partiendo del valor de su media y su coeficiente de variación, asumiendo una distribución SQRT-ET máx.

Cálculo de la intensidad máxima de precipitación			
T	P _m	C _v	P _d
25	46	0,5180	113
100	46	0,5180	131
500	46	0,5180	177

Fuente: *Elaboración Propia a partir del programa MAXPLU. Ministerio de Fomento.*

T: Periodo de retorno (años)

P_m: Precipitación media de las máximas diarias (mm)

C_v: Coeficiente de variación

P_d: Cuantil de precipitación máxima diaria (mm)

En el anterior cuadro se expresan los períodos de retorno estimados para los intervalos temporales de 25, 100 y 500 años. La elección de los periodos de retorno de 25, 100 y 500 años obedece a tipificación de riesgos según los seis tipos que contempla el PATRICOVA resultado de combinar diferentes calados con estos periodos de retorno.

La intensidad media I_t (mm/h) de precipitación a emplear en la estimación de caudales de referencia por métodos hidrometeorológicos se podrá obtener por medio de la siguiente fórmula:

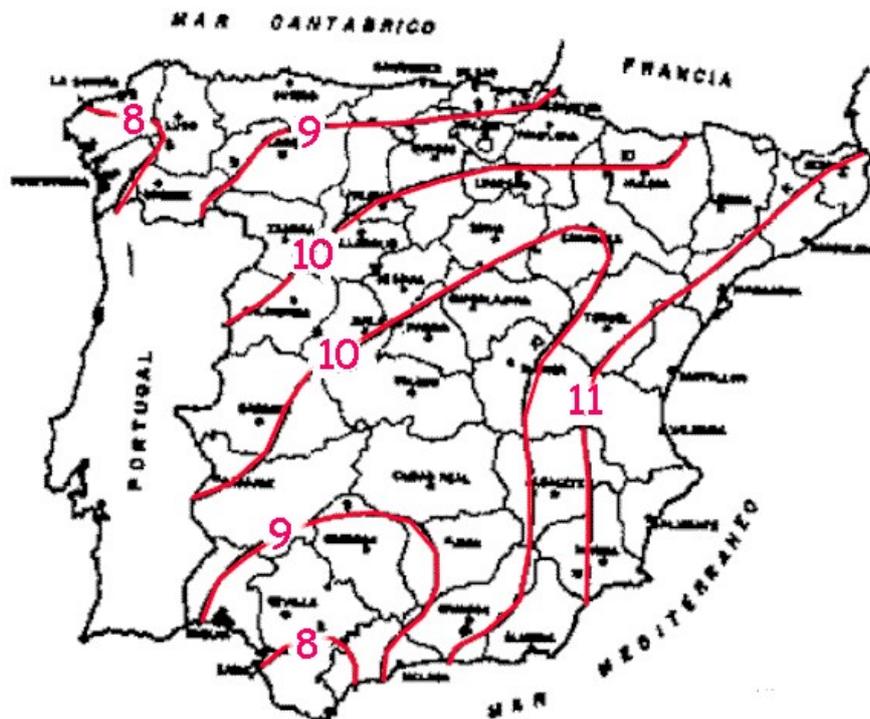
$$I_t/I_d = I_1/I_d \frac{28^{0,1} - t^{0,1}}{28^{0,1} - 1}$$

I_d (mm/h): Intensidad media diaria de precipitación.

I₁ (mm/h): Intensidad horaria de precipitación.

t (h): Tiempo de concentración.

A continuación, aparece el mapa de isolíneas establecidas por un factor de torrencialidad aplicada a escala regional:



El valor de la razón I_1/I_a que es la relación entre la intensidad horaria y diaria (factor de torrencialidad) se obtiene a partir de un estudio regional, resultando para la Comunidad Valenciana valores entre 11 y 11,5. Para el área de estudio consideraremos 11,5 como valor elegido.

Por tanto, el cálculo de la intensidad máxima de precipitación para las subcuencas vertientes depende de los factores variables del tiempo de concentración. Todos ellos se han utilizado para la estimación de los caudales del apartado siguiente.

4.2. Cálculo de caudales

El modelo hidrológico para la concreción de los objetivos del presente trabajo ha de orientarse en la relación y ciclo precipitación-escorrentía, es decir, la cantidad de precipitación caída que tras no ser infiltrada pasa a ser escorrentía directa ("lluvia neta") a través de su traslación por laderas y red de drenaje hasta su desagüe.

La metodología elegida es la conocida como Método Racional. Dicha metodología pasa por la consideración de las cuencas de estudio como cuencas unitarias ya que presentan bastante homogeneidad en cuanto a las características de la escorrentía y las tormentas de la zona en cuanto a su distribución espacial y temporal.

En un aguacero ideal, de duración indefinida, con intensidad de lluvia neta constante, el caudal al punto de desagüe de la cuenca, que al principio sólo acusará la presencia del agua caída en sus proximidades, irá creciendo hasta alcanzar una situación de equilibrio. En ese momento, la intensidad de salida de agua se igualará con la de entrada en la cuenca, estabilizándose el caudal a partir de entonces.

- *Cálculo del coeficiente de escorrentía:*

El coeficiente de escorrentía “C” define la proporción de la intensidad de lluvia “I” que genera escorrentía superficial y obviamente está relacionado con el concepto de lluvia neta expuesto en apartados anteriores. El método racional expuesto obtiene dicho dato basándose en la formulación del *Soil Conservation Service* (S.C.S.) y la determinación del umbral de escorrentía “P_o” en una determinada cuenca según sus características edafológicas, de vegetación, etc. El umbral de escorrentía para cada la cuenca estudiada estará sujeto a variables según el uso de su suelo. Si la razón P_d/P_o fuera inferior a la unidad, el coeficiente C de escorrentía podrá considerarse nulo. En caso contrario, el valor de C podrá obtenerse de la fórmula. A partir de ello el coeficiente instantáneo de escorrentía C se halla a través de la siguiente formulación:

$$C = \frac{(P_d/P_o - 1) ((P_d/P_o) + 23)}{((P_d/P_o) + 11)^2}$$

P_d (mm): la precipitación total diaria

P_o: umbral de escorrentía

El umbral de escorrentía es el parámetro del modelo de infiltración. Este parámetro se encuentra tabulado y es función de la vegetación (o uso de suelo), la pendiente y del tipo de suelo edáfico. Aparece, por consiguiente, tabulada para unas condiciones medias de humedad inicial (S.C.S y MOPU, 1990). Además, el umbral de escorrentía debe afectarse por un coeficiente corrector que tiene en cuenta la humedad antecedente y otras correcciones experimentales. Este coeficiente regionalizado toma el valor de 3 en el área de estudio.

La cuenca objeto de este análisis se ubica en un espacio principalmente dominado litológicamente por materiales cuaternarios, terciarios y cretácicos al oeste (arenas, limos, calizas o calcarenitas y margas) acompañados por materiales triásicos al este (yesos y arcillas), que le confiere al terreno una irregular capacidad de infiltración.

El ámbito además se caracteriza por la coexistencia de varios tipos de usos de suelo, siendo dominantes las zonas agrícolas y forestales que determinará finalmente el umbral de escorrentía.

El valor del umbral de escorrentía para cada cuenca estudiada se ha obtenido a partir del tratamiento de cartografía mediante el Sistemas de Información Geográfica ArcMap. Como se ha indicado, el umbral de escorrentía es función de la los usos de suelo, la pendiente y del grupo de suelo del área de estudio. Con este fin, la cartografía utilizada en cada caso ha sido:

- Proyecto SIOSE (Sistema de Información sobre Ocupación del Suelo de España) y fotografía aérea del PNOA para la determinación de los usos del suelo.

- Modelo digital de terreno procedente del proyecto LiDAR, con un tamaño de celda de 1 m² a partir del cual se ha obtenido el mapa de pendiente en la zona.
- Mapa litológico extraído del Mapa Geológico, con la que determinar los grupos de suelo presentes en las áreas vertientes.

Los umbrales de escorrentía para cada uso del suelo se definen a partir de la tabla de umbrales de escorrentía (tabulada para unas condiciones medias de humedad inicial según S.C.S y MOPU) en donde se diferencia también valores según los parámetros de pendiente y litología. Por ello se ha procedido previamente a una conversión de los usos del suelo hallados en el SIOSE para ver su correlación con los usos del suelo de la citada tabla y así estimar finalmente el umbral de escorrentía.

Partiendo de las fuentes indicadas se ha obtenido la siguiente distribución del parámetro "umbral de escorrentía":

CÁLCULO DEL UMBRAL DE ESCORRENTÍA DE LA CUENCA RAMBLA DE LES CASES DEL SENYOR						
<i>Usos</i>	<i>Pendientes</i>	<i>Grupo</i>	<i>Po (mm)</i>	<i>Área (m²)</i>	<i>%</i>	<i>Po ponderado (mm)</i>
Rocas impermeables	<3	B	2	19576.71	0.33	0.01
Rocas impermeables	>3	B	4	53597.96	0.91	0.04
Rotacion de cultivos pobres	<3	D	6	5458.66	0.09	0.01
Barbecho	<3	B	8	21437.32	0.36	0.03
Rotacion de cultivos pobres	<3	C	9	832.60	0.01	0.00
Rotacion de cultivos pobres	>3	D	10	47446.85	0.80	0.08
Rotacion de cultivos pobres	>3	C	13	24721.74	0.42	0.05
Barbecho	>3	B	14	77538.21	1.31	0.18
Plantaciones regulares de aprovechamiento forestal pobre	<3	B	15	142564.70	2.41	0.36
Plantaciones regulares de aprovechamiento forestal pobre	>3	B	19	1277393.81	21.62	4.11
Masa forestal espesa	<3	D	23	39204.88	0.66	0.15
Masa forestal clara	<3	B	24	165924.23	2.81	0.67
Plantaciones regulares de aprovechamiento forestal pobre	<3	B	28	204986.96	3.47	0.97
Masa forestal espesa	<3	C	31	170169.76	2.88	0.89
Plantaciones regulares de aprovechamiento forestal pobre	>3	B	34	1132918.09	19.17	6.52
Masa forestal espesa	<3	B	47	2525919.50	42.74	20.09
TOTALES				5909692	100	34.16

Fuente: Elaboración propia.

CÁLCULO DEL UMBRAL DE ESCORRENTÍA DE LA CUENCA RAMBLA DE XINORLET						
<i>Usos</i>	<i>Pendientes</i>	<i>Grupo</i>	<i>Po (mm)</i>	<i>Área (m²)</i>	<i>%</i>	<i>Po ponderado (mm)</i>
Rocas impermeables	<3	B	2	107634.56	0.72	0.01
Rocas impermeables	>3	B	4	92604.78	0.62	0.02
Rotacion de cultivos pobres	<3	D	6	11368.85	0.08	0.00
Rotacion de cultivos pobres	<3	C	9	66974.13	0.45	0.04
Plantaciones regulares de aprovechamiento forestal pobre	<3	D	10	206218.55	1.38	0.14
Rotacion de cultivos pobres	>3	C	13	89648.62	0.60	0.08
Masa forestal clara	<3	C	14	246281.15	1.65	0.23
Plantaciones regulares de aprovechamiento forestal pobre	<3	B	15	1833225.64	12.30	1.85
Plantaciones regulares de aprovechamiento forestal pobre	>3	B	19	1484114.76	9.96	1.89
Masa forestal espesa	>3	D	23	12359.83	0.08	0.02
Masa forestal clara	<3	B	24	298838.90	2.01	0.48
Plantaciones regulares de aprovechamiento forestal pobre	<3	B	28	3728117.58	25.02	7.01
Masa forestal espesa	<3	C	31	53360.29	0.36	0.11
Plantaciones regulares de aprovechamiento forestal pobre	>3	B	34	4657221.70	31.25	10.63
Masa forestal espesa	<3	B	47	2013126.59	13.51	6.35
TOTALES				14901096	100	28.86

Fuente: Elaboración propia.

CÁLCULO DEL UMBRAL DE ESCORRENTÍA DE LA CUENCA RAMBLA DE LA TIA JOANA						
<i>Usos</i>	<i>Pendientes</i>	<i>Grupo</i>	<i>Po (mm)</i>	<i>Área (m²)</i>	<i>%</i>	<i>Po ponderado (mm)</i>
Rocas impermeables	<3	B	2	133840.05	0.72	0.02
Barbecho	<3	B	4	273997.07	0.62	0.08
Rotacion de cultivos pobres	<3	D	6	1000546.00	0.08	0.45
Barbecho	<3	B	8	18869.55	0.45	0.01
Rotacion de cultivos pobres	<3	C	9	1799.31	1.38	0.00
Masa forestal clara	<3	D	10	3143422.92	0.60	2.35
Rotacion de cultivos pobres	>3	C	13	13526.65	1.65	0.01
Barbecho	<3	B	14	1752126.29	12.30	1.83
Plantaciones regulares de aprovechamiento forestal pobre	<3	B	15	407836.74	9.96	0.46
Plantaciones regulares de aprovechamiento forestal pobre	>3	B	19	762234.88	0.08	1.08
Masa forestal clara	<3	B	24	2265950.32	2.01	4.06
Plantaciones regulares de aprovechamiento forestal pobre	<3	B	28	137244.11	25.02	0.29
Masa forestal espesa	<3	C	31	159461.36	0.36	0.37
Plantaciones regulares de aprovechamiento forestal pobre	>3	B	34	374631.75	31.25	0.95
Masa forestal espesa	<3	B	47	2933197.58	13.51	10.30
TOTALES				13378685	100	22.28

CÁLCULO DEL UMBRAL DE ESCORRENTÍA DE LA CUENCA RAMBLA DEL SALITRE						
Usos	Pendientes	Grupo	Po (mm)	Área (m ²)	%	Po ponderado (mm)
Rocas impermeables	<3	B	2	510320.47	5.32	0.11
Rocas impermeables	>3	B	4	490210.02	5.11	0.20
Rotacion de cultivos pobres	<3	D	6	34500.63	0.36	0.02
Barbecho	<3	B	8	16100.25	0.17	0.01
Rotacion de cultivos densos	<3	C	9	665.62	0.01	0.00
Plantaciones regulares de aprovechamiento forestal pobre	<3	D	10	334746.25	3.49	0.35
Rotacion de cultivos densos	>3	C	13	5840.68	0.06	0.01
Barbecho	<3	B	14	738462.51	7.70	1.08
Barbecho	<3	A	15	769190.08	8.02	1.20
Plantaciones regulares de aprovechamiento forestal pobre	>3	B	19	1580215.73	16.48	3.13
Rotacion de cultivos densos	<3	B	20	169258.09	1.77	0.35
Masa forestal espesa	<3	D	23	69476.44	0.72	0.17
Masa forestal clara	<3	B	24	1521070.90	15.87	3.81
Rotacion de cultivos densos	>3	B	25	134035.73	1.40	0.35
Plantaciones regulares de aprovechamiento forestal pobre	<3	B	28	940183.36	9.81	2.75
Plantaciones regulares de aprovechamiento forestal pobre	>3	B	34	2272525.44	23.70	8.06
Masa forestal espesa	<3	B	47	5835783.54	60.87	28.61
TOTALES				15422586	100	21.60

Fuente: Elaboración propia.

CÁLCULO DEL UMBRAL DE ESCORRENTÍA DE LA SUBCUENCA RAMBLA DEL SALITRE (SAFAREIG)						
<i>Usos</i>	<i>Pendientes</i>	<i>Grupo</i>	<i>Po (mm)</i>	<i>Área (m²)</i>	<i>%</i>	<i>Po ponderado (mm)</i>
Rotacion de cultivos pobres	<3	D	6	39025.15	6.16	0.37
Rotacion de cultivos pobres	<3	C	9	1162.96	0.18	0.02
Plantaciones regulares de aprovechamiento forestal pobre	<3	D	10	269138.47	42.49	4.25
Rotacion de cultivos pobres	>3	C	13	1931.31	0.30	0.04
Plantaciones regulares de aprovechamiento forestal pobre	>3	D	14	247629.06	39.09	5.47
Plantaciones regulares de aprovechamiento forestal pobre	<3	C	15	7071.16	1.12	0.17
Plantaciones regulares de aprovechamiento forestal pobre	>3	C	19	8163.00	1.29	0.24
Plantaciones regulares de aprovechamiento forestal pobre	<3	B	28	15134.02	2.39	0.67
Plantaciones regulares de aprovechamiento forestal pobre	>3	B	34	44181.18	6.97	2.37
TOTALES				633436	100	13.60

Fuente: Elaboración propia.

- *Aplicación de la fórmula básica:*

El caudal de referencia Q en el punto en el que desagüe una cuenca o superficie se obtendrá mediante el método de Témez, que se basa en la aplicación de la siguiente fórmula:

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

Q = caudal punta para un determinado período de retorno (en m³/seg.).

I = máxima intensidad horaria de precipitación para dicho periodo de retorno (en mm/hora).

A = superficie de la cuenca.

C = coeficiente de escorrentía.

K = coeficiente de uniformidad.

$3,6$ = cambio de unidades.

El coeficiente de uniformidad " K " varía de unos episodios a otros, pero su valor medio en una cuenca concreta depende fundamentalmente del valor de su tiempo de concentración, y de forma tan prevalente que, a efectos prácticos, puede despreciarse la influencia de las restantes variables tales como la torrencialidad del clima, etc. Para su estimación, en valores medios, se efectúa la siguiente expresión:

$$K = 1 + \frac{T_c^{1,25}}{T_c^{1,25} + 14}$$

T_c : tiempo de concentración en horas.

El valor finalmente obtenido es:

	R. Cases	R. Xinorlet	R. Chacro	R. Salitre	R. Subc. Salitre
Coeficiente de Uniformidad " K "	1,11	1,25	1,22	1,19	1,02

Fuente: Elaboración propia.

A continuación, se aplica la fórmula básica para los períodos de retorno considerados.

CÁLCULO DE CAUDALES DE AVENIDA CUENCA RAMBLA DE LES CASES DEL SENYOR					
T (años)	A (km ²)	I (mm/h)	C	K	Q (m ³ /s)
25	5,9	37,15	0,0412	1,11	2,812
100	5,9	43,07	0,0717	1,11	5,677
500	5,9	58,20	0,1434	1,11	15,337

Fuente: Elaboración propia.

CÁLCULO DE CAUDALES DE AVENIDA CUENCA RAMBLA XINORLET					
<i>T (años)</i>	<i>A (km²)</i>	<i>I (mm/h)</i>	<i>C</i>	<i>K</i>	<i>Q (m³/s)</i>
25	14,9	24,08	0,0489	1,25	6.105
100	14,9	27,92	0,0803	1,25	11,605
500	14,9	37,73	0,1537	1,25	30,008

Fuente: Elaboración propia.

CÁLCULO DE CAUDALES DE AVENIDA CUENCA RAMBLA DE LA TIA JOANA					
<i>T (años)</i>	<i>A (km²)</i>	<i>I (mm/h)</i>	<i>C</i>	<i>K</i>	<i>Q (m³/s)</i>
25	13,37	26,29	0,1058	1,22	12,630
100	13,37	30,48	0,1426	1,22	19,727
500	13,37	41,18	0,2269	1,22	42.404

Fuente: Elaboración propia.

CÁLCULO DE CAUDALES DE AVENIDA CUENCA RAMBLA DEL SALITRE					
<i>T (años)</i>	<i>A (km²)</i>	<i>I (mm/h)</i>	<i>C</i>	<i>K</i>	<i>Q (m³/s)</i>
25	15,4	28,52	0,1133	1,19	16,552
100	15,4	33,06	0,1507	1,19	25,525
500	15,4	44,67	0,2362	1,19	54,057

Fuente: Elaboración propia.

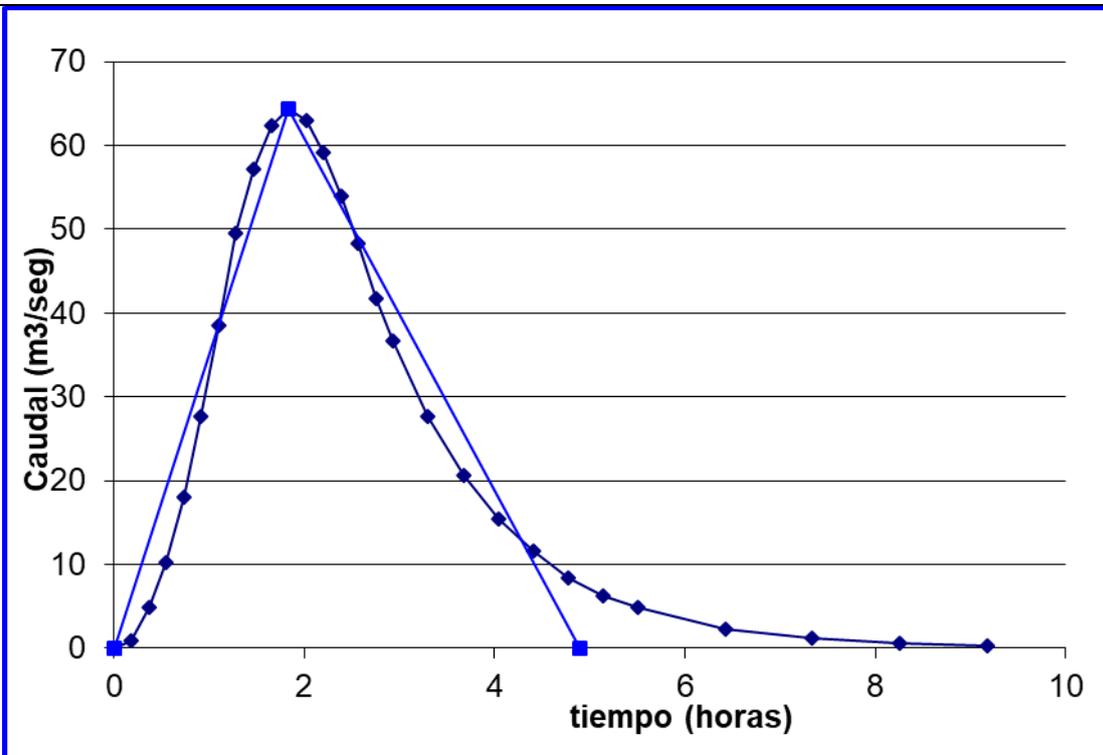
CÁLCULO DE CAUDALES DE AVENIDA SUBCUENCA RAMBLA DEL SALITRE (SAFAREIG)					
<i>T (años)</i>	<i>A (km²)</i>	<i>I (mm/h)</i>	<i>C</i>	<i>K</i>	<i>Q (m³/s)</i>
25	0,63	93,81	0,2405	1,02	4,035
100	0,63	108,75	0,2869	1,02	5,580
500	0,63	146,94	0,3879	1,02	10,193

Fuente: Elaboración propia.

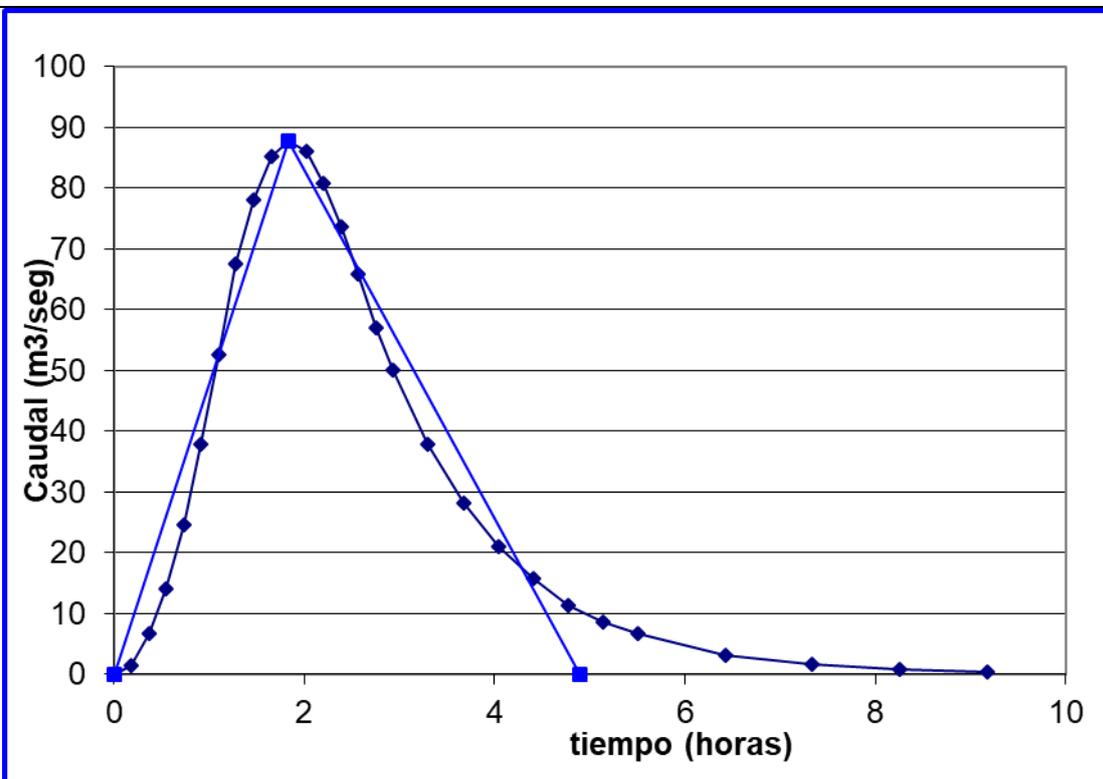
4.3. Hidrograma resultante

RAMBLA DE LES CASES DEL SENYOR

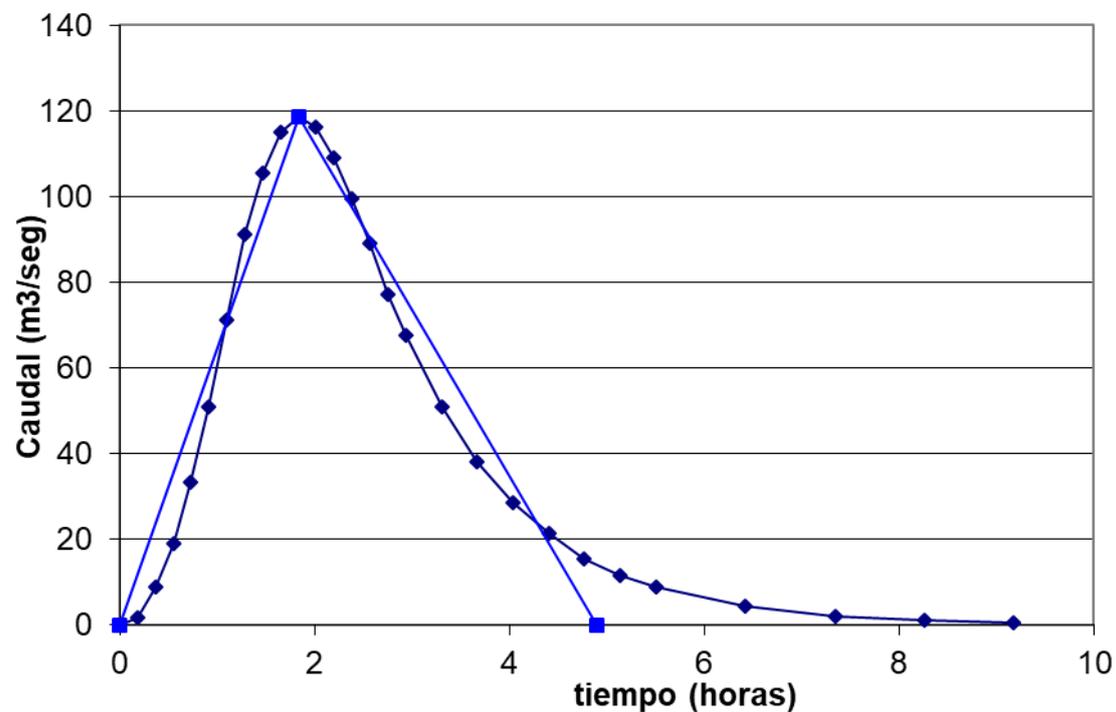
- Período de retorno 25 años



- Período de retorno 100 años

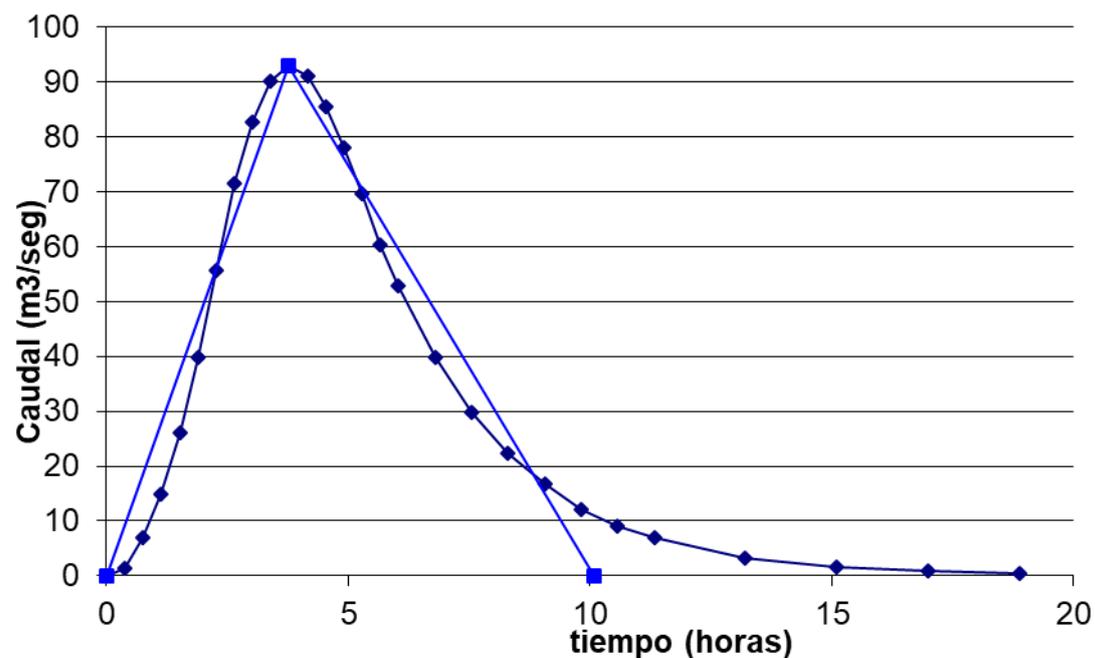


- Período de retorno 500 años

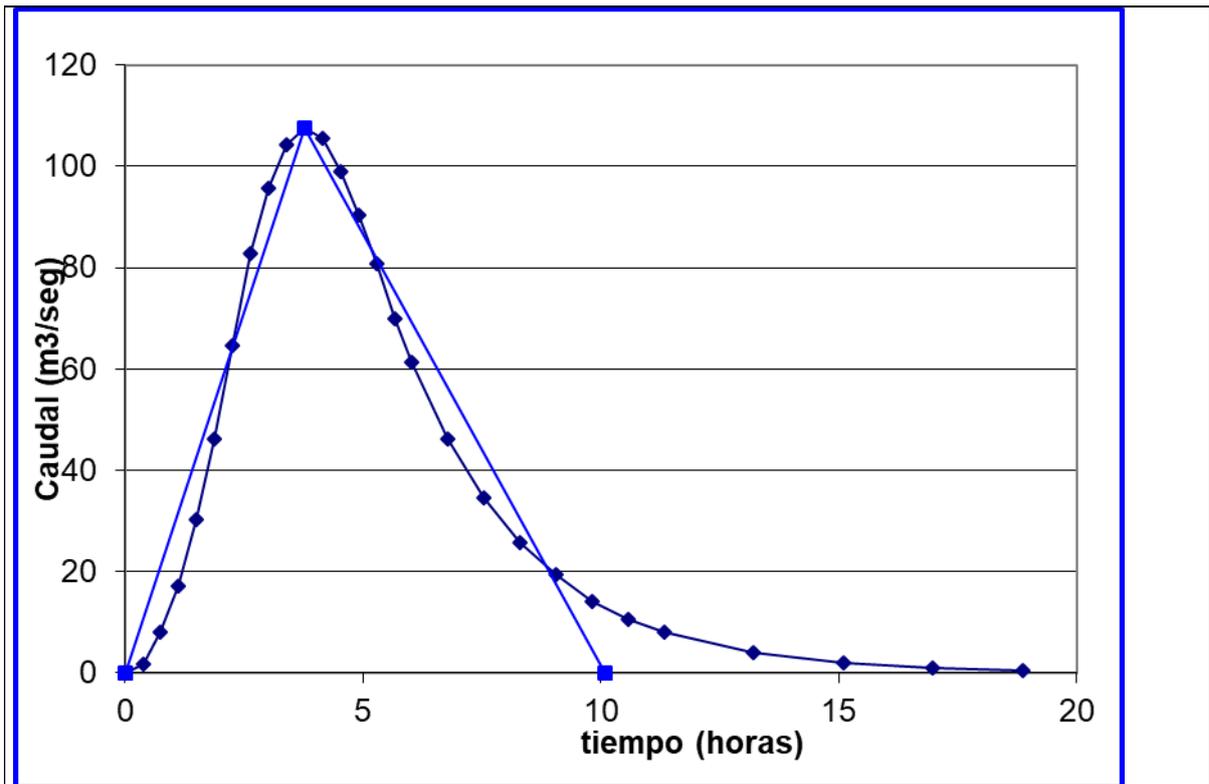


RAMBLA DE XINORLET

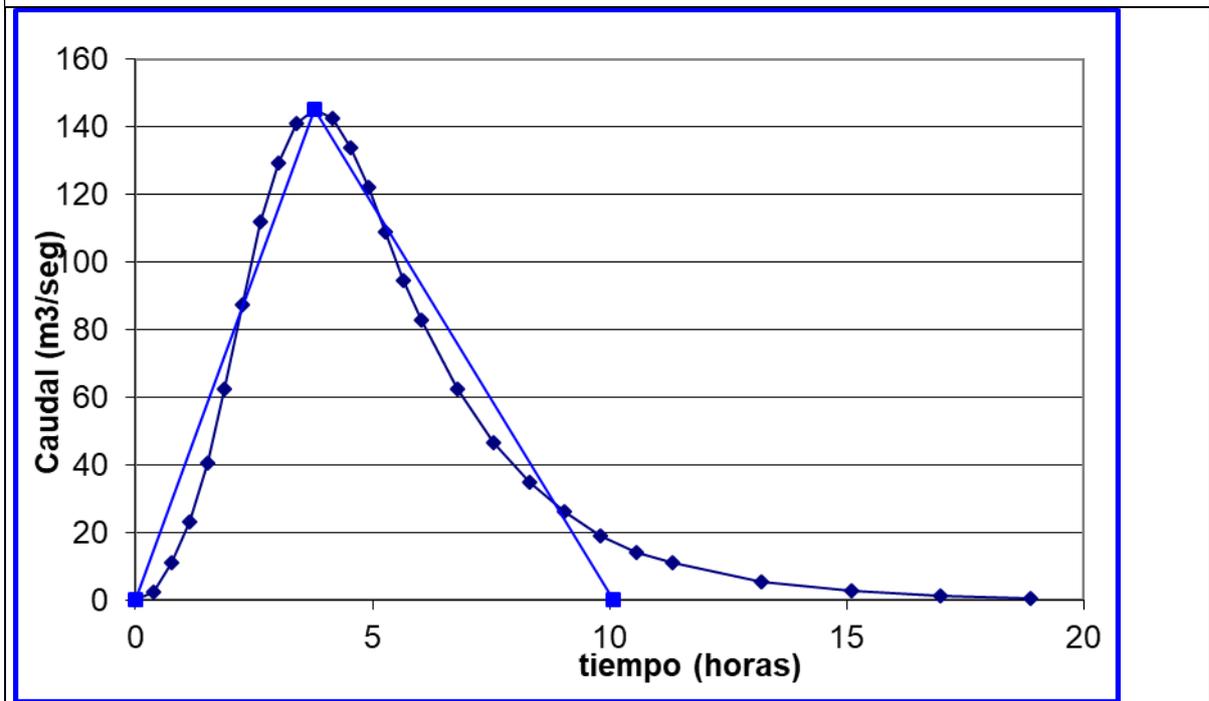
- Período de retorno 25 años



- Período de retorno 100 años

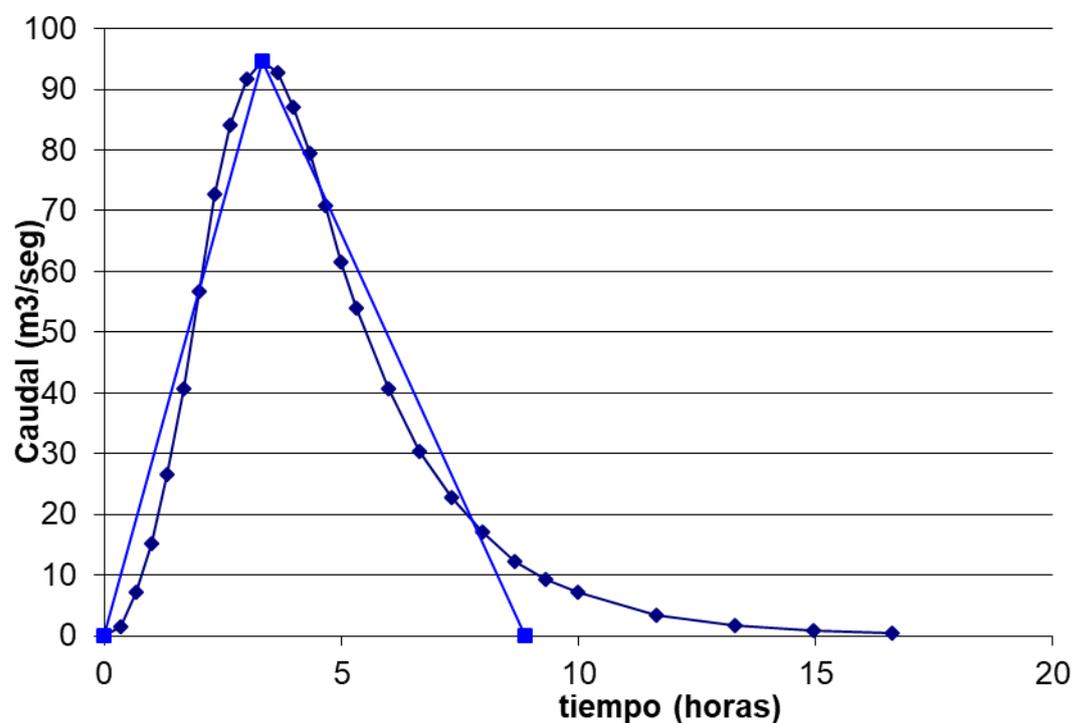


- Período de retorno 500 años

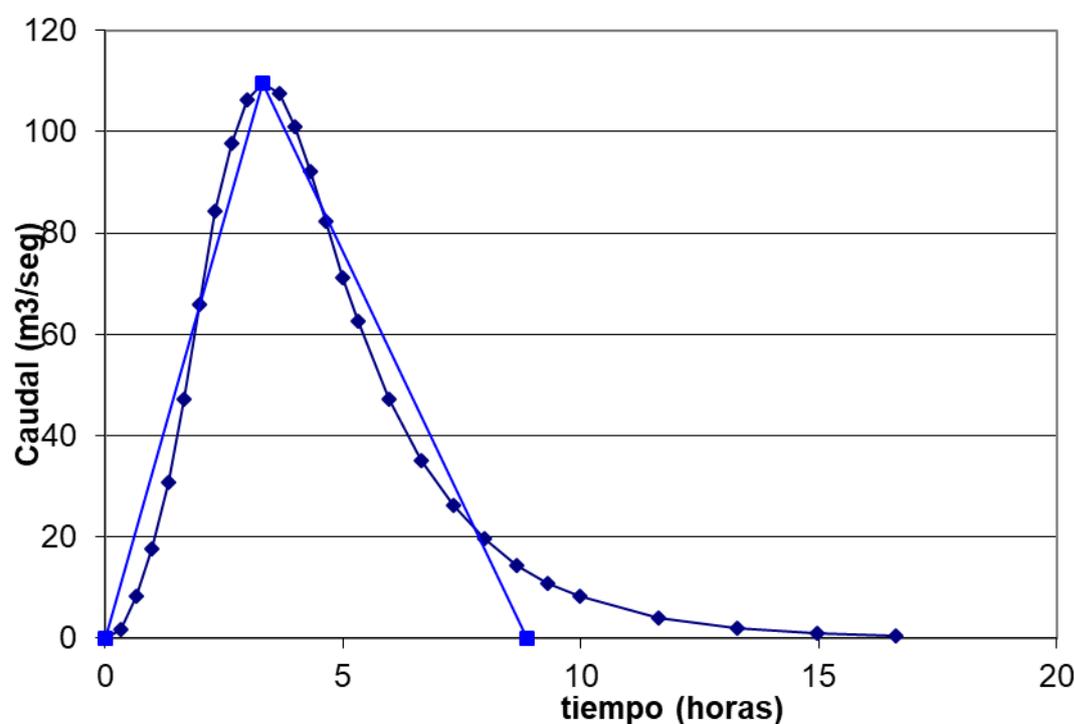


RAMBLA DE LA TIA JOANA

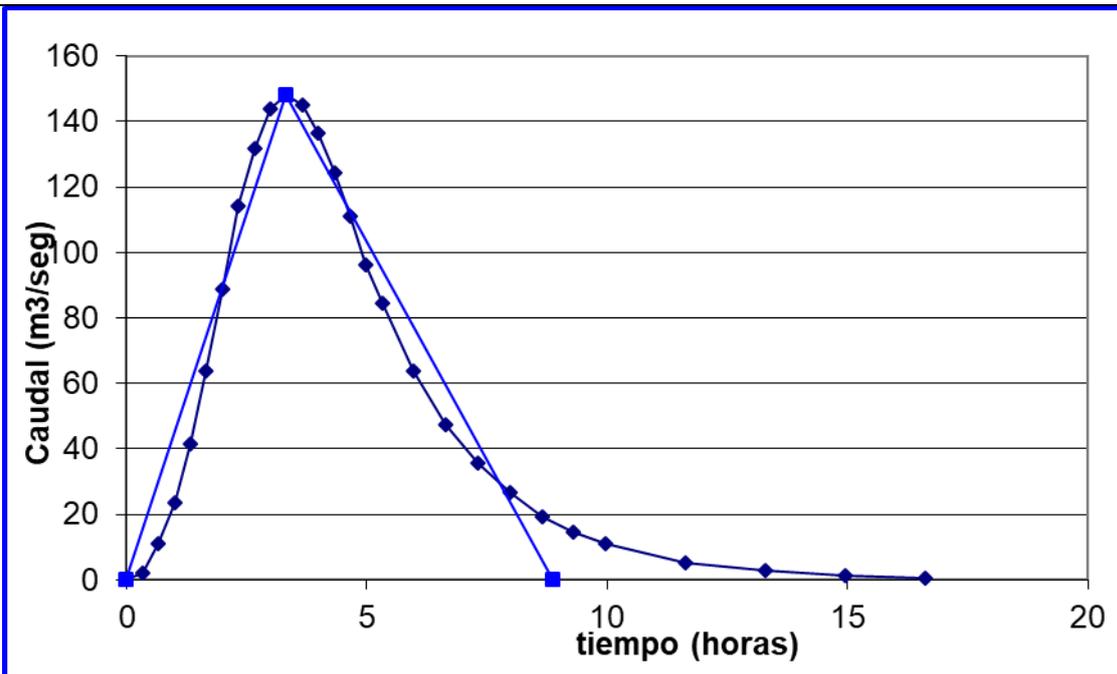
- Período de retorno 25 años



- Período de retorno 100 años

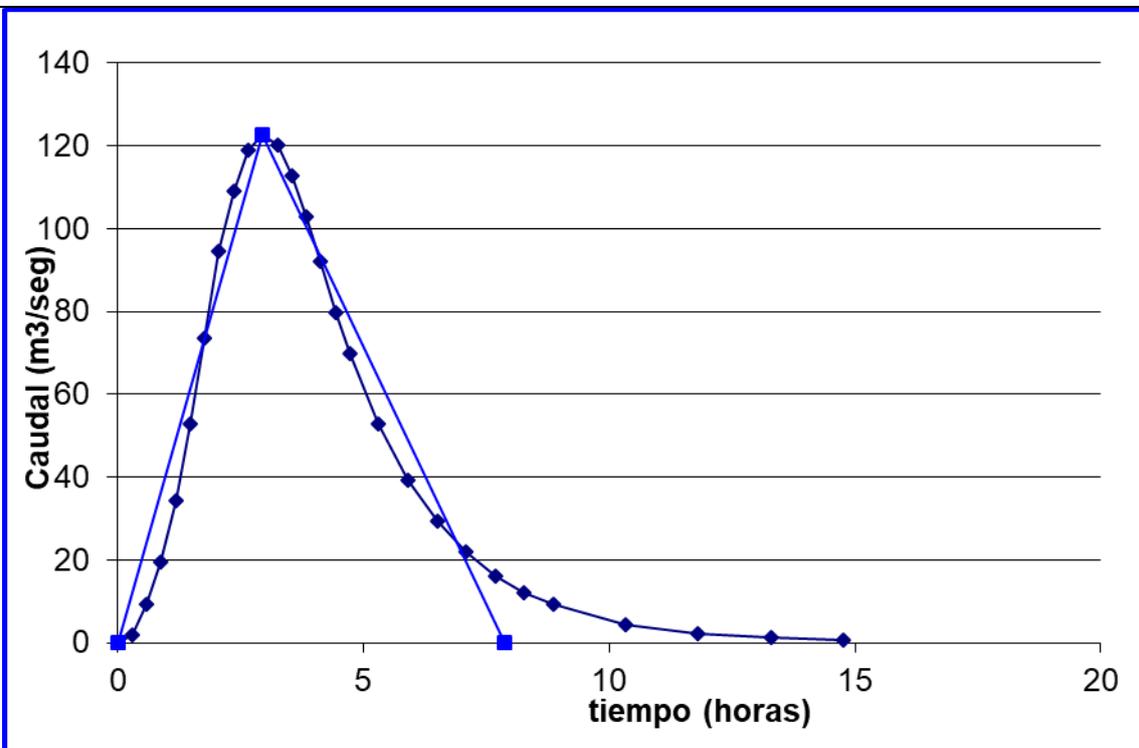


- Período de retorno 500 años

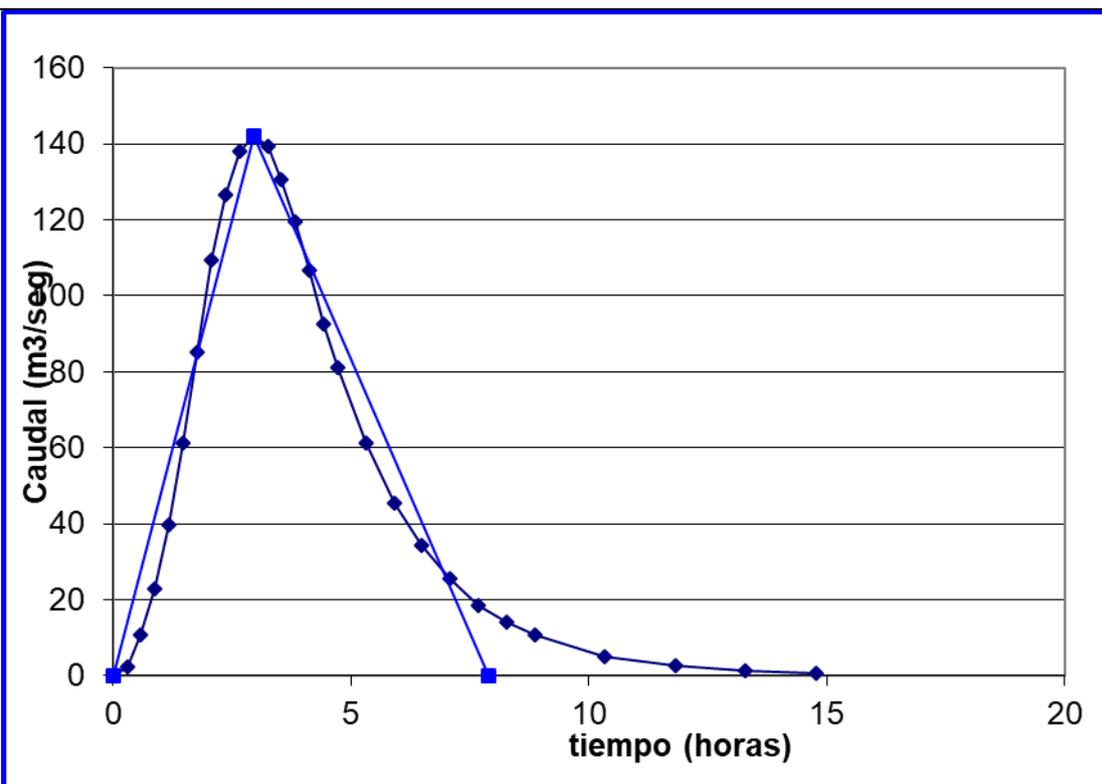


RAMBLA DEL SALITRE

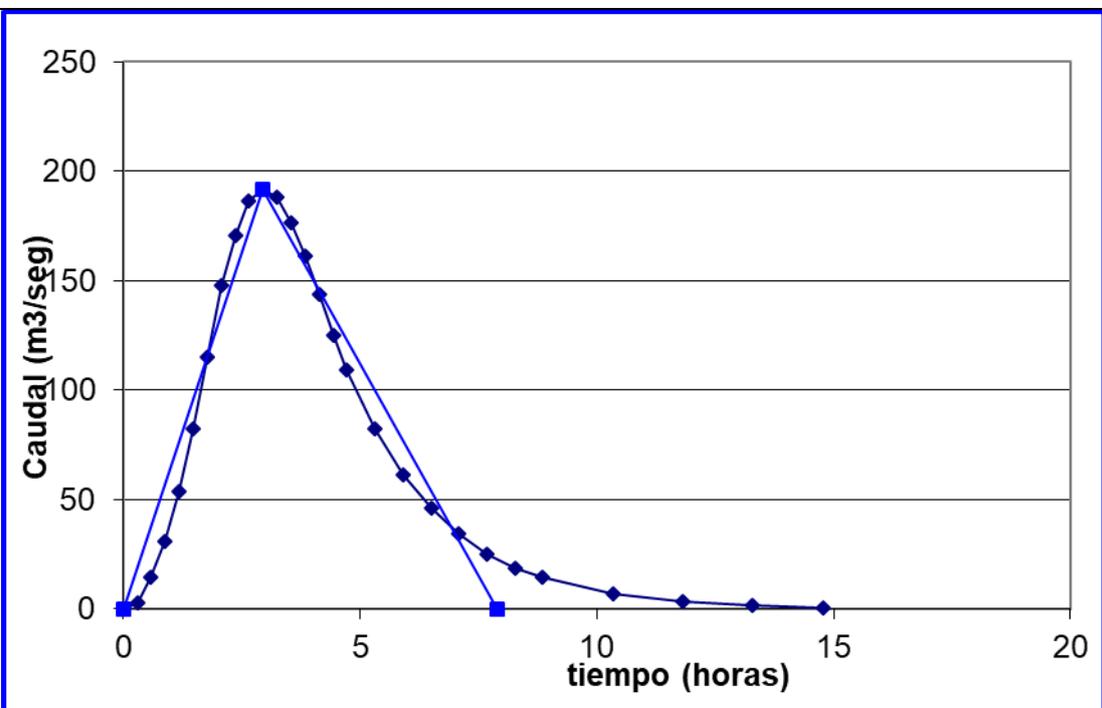
- Período de retorno 25 años



- Período de retorno 100 años

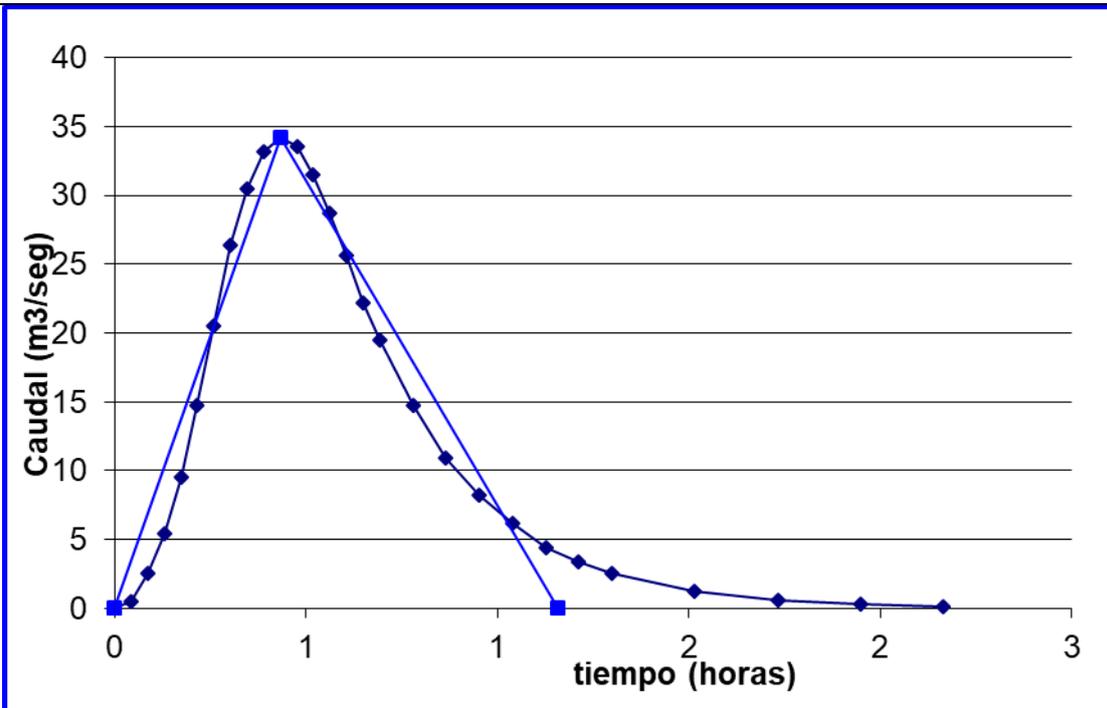


- Período de retorno 500 años

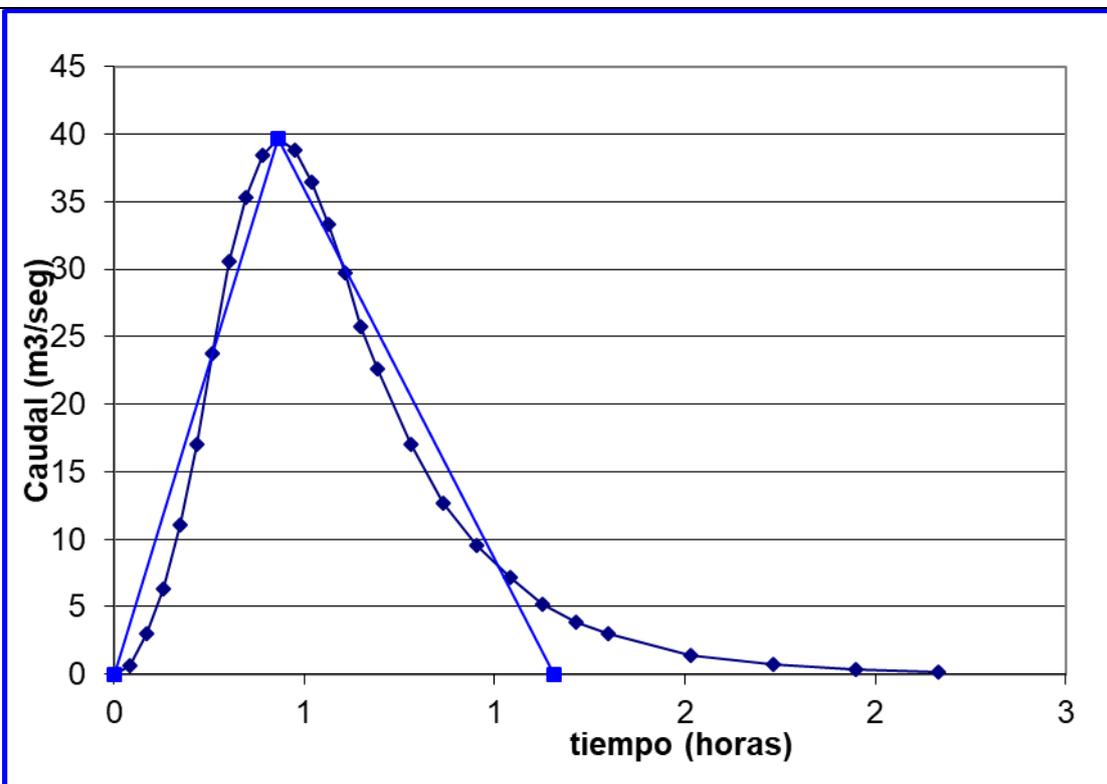


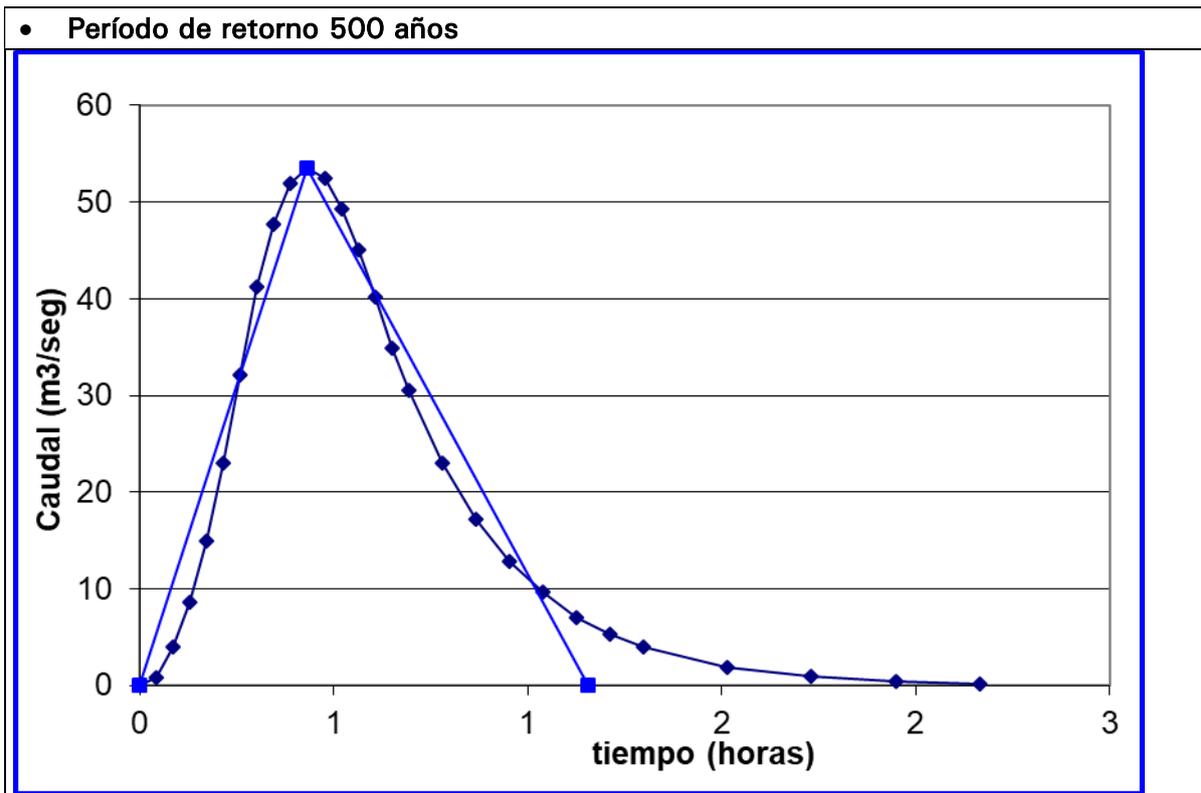
SUBCUENCA DE LA RAMBLA DEL SALITRE (SAFAREIG)

- Período de retorno 25 años



- Período de retorno 100 años





5.- ANÁLISIS HIDRÁULICO.

El análisis hidráulico nace de la necesidad de estudiar el funcionamiento de las escorrentías vertientes de las cuencas delimitadas. Estas cuencas con su aportación de caudal son las obtenidas en el estudio hidrológico para estimar la zona inundable de los cauces y sus márgenes.

Para el análisis hidráulico de la situación de partida y futura se ha tomado la consideración de su análisis a través de la utilización del software IBER que es un modelo 2D para el cálculo de las zonas inundables.

- **Modelo de simulación a través del IBER**

La modelación a través del IBER consigue modelar la hidrodinámica de las áreas inundadas y las profundidades de inundación, la simulación de represas y diques de brechas, la simulación de eventos de lluvia torrencial con coeficiente de escurrimiento variable (riesgo de escorrentía pendiente), la producción de las direcciones de flujo para un análisis de la trayectoria de flujo, etc.; todo ello teniendo en cuenta los obstáculos de flujo (diques, terraplenes de ferrocarril, etc.), no incluidos en el modelo de terreno.

Este modelo puede generar automáticamente videos de recreación de episodios de flujo y escorrentía.

El cálculo de las áreas de inundación se basa en un enfoque hidrodinámico. Todos sus módulos trabajan sobre una malla, de volúmenes finitos (formada por elementos triangulares o cuadrados). El volumen de descarga a las células vecinas se calcula utilizando la fórmula de Manning-Strickler.

$$V = k_{st} \cdot r_{hy}^{2/3} \cdot I^{1/2}, \text{ with } r_{hy} \text{ being the hydraulic radius and } I \text{ the gradient.}$$

La calidad de los resultados de simulación depende en gran medida del uso de valores de rugosidad adecuados desde la velocidad del flujo está relacionada linealmente con rugosidad.

La profundidad de flujo durante un intervalo de iteración se toma de la diferencia entre el nivel de agua y la elevación máxima del terreno a lo largo de la trayectoria de flujo.

$$\text{flow_depth} = \text{water_level}_a - \max(\text{elevation}_a, \text{elevation}_b)$$

La inclinación y la dirección de la tabla de agua se vuelve a calcular en cada paso de iteración y la pendiente más pronunciada utilizado como la inclinación en la fórmula de Manning-Strickler.

$$\text{slope} = \sqrt{\left(\frac{\partial z}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial z}{\partial y}\right)^2}$$

$$\text{aspect} = 270 - \frac{360}{2\pi} \cdot \alpha \tan^{-1} \left[\frac{\frac{\partial z}{\partial y}}{\frac{\partial z}{\partial x}} \right]$$

La velocidad de flujo como se deriva por la fórmula se multiplica por la sección transversal de flujo y la etapa de iteración tiempo con el fin de obtener el volumen de agua intercambiada entre las células para la iteración actual.

La fórmula de Manning-Strickler fórmula es generalmente válida sólo para descarga normal, donde la pérdida por fricción es igual a la ganancia en energía potencial. En otros casos, los valores velocidades calculadas pueden ser demasiado alta. Para controlar esto, los valores de velocidad se comprueban para el criterio de umbral.

Junto con el volumen se pasan también los vectores de velocidad para la siguiente iteración. La velocidad media del flujo se define como la media aritmética del cálculo velocidad de la corriente y la suma de vectores.

- **Resultado hidráulico y del comportamiento de la escurrentía**

Finalmente, en la cuenca vertiente analizada y con la utilización de la modelización hidráulica basada en la utilización del software IBER, es decir, de un modelo 2D para el cálculo de las zonas inundables se ha estimado directamente el flujo a partir de la simulación de eventos de lluvia torrencial para distintos periodos de retorno con coeficiente de escurrimiento variable, producción de las direcciones de flujo para un análisis de la trayectoria de flujo, etc. Todo ello teniendo en cuenta los obstáculos de flujo, incluidos en el modelo digital del terreno (MDT o Mapa de Sombras) y que han ayudado a determinar finalmente el flujo de lámina libre consecuente.

Por consiguiente, la peligrosidad de inundación resultante (véase anexo cartográfico) muestra que, para el periodo de retorno de 25, 100 y 500 años y para la estimación de caudal a partir de una tormenta de diseño se inicia un flujo de caudal de todas las cuencas vertientes analizadas. La peligrosidad de inundación varía desde el nivel 1 según la actual normativa del PATRICOVA, es decir, se produce Peligrosidad de nivel 1 cuando la probabilidad de que en un año cualquiera se sufra, al menos, una inundación es superior a 0'04 (equivalente a un periodo de retorno inferior a 25 años), con un calado máximo generalizado alcanzado por el agua superior a ochenta centímetros (80 cm) y peligrosidad de nivel 6, es decir, cuando la probabilidad de que en un año cualquiera se sufra, al menos, una inundación se

encuentra entre 0'01 y 0'002 (equivalente a un periodo de retorno entre 100 y 500 años), con un calado máximo generalizado alcanzado por el agua inferior a ochenta centímetros (80 cm) y superior a quince centímetros (15 cm).

- Rambla de les Cases del Senyor

Similar a la Rambla de Xinorlet, para la Rambla de les Cases, con la excepción de que esta no presenta peligrosidad por inundación tipo 3.

El nivel de afección por peligrosidad en la Rambla de les Cases supera el propio espacio físico de la vaguada, no ocurriendo durante su paso por el núcleo urbano y su encauzamiento artificializado. Si bien, es precisamente el contexto geomorfológico el que discierne sobre la peligrosidad inherente en estos espacios de vaguada para concentración de la arroyada ante fuertes precipitaciones, la alteración sufrida en las mismas a lo largo de los años condiciona una pérdida y modificación de su capacidad hidráulica.

Por otro lado, las alteraciones de los márgenes de los cauces de las ramblas ocasionan que ante fuertes precipitaciones de carácter torrencial los mismos se conviertan en escape de energía del flujo de arroyada. El desbordamiento reflejado en la peligrosidad de inundación del cauce de la Rambla de les Cases es de frecuencia media y calado bajo (peligrosidad 4) en los espacios con taludes y disposición de los mismos en las márgenes del cauce de mayor alteración.

- Rambla de Xinorlet

El resultado del análisis de la peligrosidad de inundación para esta rambla muestra todos los tipos de peligrosidad posibles. En la Rambla de Xinorlet se tipifican los 6 tipos de peligrosidad de inundación (peligrosidad 1, peligrosidad 2, peligrosidad 3, peligrosidad 4, peligrosidad 5 y peligrosidad 6) en la misma y en sus márgenes.

La presencia de espacios de remanso a las aguas por el sistema abancalado provoca calados incluso mayores de 0,8 metros, sobre todo en las zonas más bajas, de banales de mayor extensión y de menor pendiente media.

- Rambla de la Tia Joana.

La peligrosidad de inundación de la Rambla de la Tia Joana está relacionada directamente con las características de sección hidráulica de cauces con forma de "u" propios de ramblas sobre materiales blandos o deleznable. La peligrosidad de inundación no ofrece ningún rango cambiante importante de peligrosidad de inundación a lo largo y ancho del recorrido de la rambla. Se presenta básicamente con peligrosidad de inundación de nivel 1, frecuencia alta y calado alto, en todo su recorrido. No supera la arroyada en ninguno de los periodos de retorno analizados la

capacidad hidráulica de un cauce atravesados por infraestructuras viarias de consideración como la CV-83 y la CV-835.

Por consiguiente, la peligrosidad de inundación resultante (véase plano 6 del anexo cartográfico) muestra que, para el periodo de retorno de 25, 100 y 500 años y para la estimación de caudal a partir de una tormenta de diseño se inicia un flujo de caudal dentro del cauce de más de 15 cm que se orienta hacia su desembocadura en el río Vinalopó.

La peligrosidad de inundación varía desde el nivel 1 según la actual normativa del PATRICOVA, es decir, se produce Peligrosidad de nivel 1 cuando la probabilidad de que en un año cualquiera se sufra, al menos, una inundación es superior a 0'04 (equivalente a un periodo de retorno inferior a 25 años), con un calado máximo generalizado alcanzado por el agua superior a ochenta centímetros (80 cm) y peligrosidad de nivel 6, es decir, cuando la probabilidad de que en un año cualquiera se sufra, al menos, una inundación se encuentra entre 0'01 y 0'002 (equivalente a un periodo de retorno entre 100 y 500 años), con un calado máximo generalizado alcanzado por el agua inferior a ochenta centímetros (80 cm) y superior a quince centímetros (15 cm).

La presencia de espacios de remanso a las aguas por el sistema abancalado provoca calados incluso mayores de 0,8 metros, sobre todo en las zonas más bajas, de bancales de mayor extensión y de menor pendiente media.

El nivel de afección por peligrosidad se ciñe al espacio físico de la vaguada. Es precisamente el contexto geomorfológico el que discierne sobre la peligrosidad inherente en estos espacios de vaguada para concentración de la arroyada ante fuertes precipitaciones.

- Rambla del Salitre

El cauce de la Rambla del Salitre a la altura del núcleo urbano de Monóvar y hasta su desembocadura está dimensionado para ser capaz de absorber en ese punto la totalidad del caudal máximo originado por cualquier avenida en un periodo de retorno de 500 años.

La escorrentía recogida en este tramo progresivamente va ensanchándose en una pendiente de terreno mínima que funcionará además como amortiguador y disipador de energía de caudal.

Así pues, para la modelización final del cauce de la Rambla y el cálculo de la lámina de agua máxima para distintos periodos de retorno se ha utilizado los datos de la presencia de la canalización que supone la casi absoluta desaparición de caudal superficial aguas abajo ya que cuya capacidad hidráulica se dimensionó para períodos de retorno de 500 años. En este primer supuesto, la modelización geométrica y

secciones empleadas finalizarían junto a la embocadura de la conducción, teniendo el cauce estudiado una longitud de 576,5 m.

El cauce estudiado tras su puesta en funcionamiento a causa de arroyadas con origen en fuertes precipitaciones produce un aumento de la altura y el calado de la lámina de agua que equivale a que la peligrosidad de inundación, según los diferentes períodos de retorno, alcance unos niveles, calados y alturas en la sección del cauce. Dicho calado máximo, tal y como hemos apuntado anteriormente, no sobrepasa, ni mucho menos, la altura de los márgenes del cauce geomorfológico en ninguno de los períodos de retorno estudiados. En resumen, el cauce es perfectamente capaz de evacuar dicho volumen de agua sin afectar a las edificaciones del casco urbano.

A la hora de caracterizar la sección hidráulica obtenida en el tramo de estudio, hemos de destacar como agentes morfogenéticos esenciales el factor antrópico (uso agrícola y aterrazamiento), por un lado, y las características litológicas del propio lecho, por otro. En todo caso, la sección tipo se puede considerar bastante homogénea aguas arriba.

En todos los casos el cauce presenta una forma ligeramente trapezoidal más o menos aterrazada, formando una U, con una anchura de encajamiento en la coronación que oscila entre los 80 m aguas arriba de la Rambla, tras la unión de los dos colectores originarios, hasta unos 45 m en el tramo medio, en el estrechamiento previo a la embocadura de canalización. La profundidad del cauce oscila en torno a 10-14 m, presentando taludes más o menos alterados y erosionados a lo largo del tramo estudiado.

En el tramo de rambla donde existe la canalización, la lámina de inundación se va abriendo progresivamente aguas abajo conforme lo hace también el lecho, lo que provoca la disminución de los valores del calado de inundación, no superando los 40 cm para el mayor de los periodos considerados. El caudal se remansa hasta ir embocando hacia el sistema de drenaje vertical (rejilla de conexión con tubería principal), punto más deprimido del rellano. Dado su localización dentro del propio lecho, el taller de elaboración de mármol sí se vería afectado por las avenidas para periodos de retorno de 50, 100 y 500 años, no así los viales ni edificaciones más cercanas.

En ambas secciones la velocidad media del flujo en la sección no supera los 2 m/s, con lo que su poder erosivo sería muy limitado sino fuera por el carácter deleznable de la litología de los taludes.

- Subcuenca del Salitre (rambla del Safareig)

El carácter abancalado del sistema de vaguadas de este espacio inserto en una mayor cuenca vertiente como es la de la Rambla del Salitre condiciona la peligrosidad de inundación. La existencia de alteración fruto del depósito incontrolado de vertidos y residuos inertes provoca una ligera modificación de las condiciones hidráulicas que

se definen en unos calados altos (peligrosidad de inundación preferentemente de tipo 1 y 2). El planteamiento de la minimización de la peligrosidad de inundación a asumir por el plan general correrá a cargo de la limpieza de los vertidos incontrolados y redefinición de motas de dicha vaguada.

6.- CONCLUSIONES, VIABILIDAD DEL PROYECTO Y MEDIDAS.

Para todo el término municipal y con respecto a la peligrosidad de inundación y afección del PATRICOVA se atiende a la consideración de la nueva cartografía de peligrosidad de inundación que se incorporó con el Decreto *201/2015, de 29 de octubre, del Consell, por el que se aprueba el Plan de acción territorial sobre prevención del riesgo de inundación en la Comunitat Valenciana*.

La zona de estudio se sitúa en la transición fisiográfica de montaña media que comparte en un mismo territorio entre las zonas endorreicas (vaguadas como el Fondó-El Manyà) y zonas de montaña media con aparatos fluviales en forma de ramblas y barrancos. Este espacio se divide en dos grandes cuencas vertientes de significancia provincial: la del río Vinalopó, al este del término municipal; y la del Tarafa-Alcaná (que no deja de ser también tributario del río Vinalopó varios kilómetros al sur) en la mitad oeste del término municipal.

La peligrosidad de inundación en el término municipal se extiende por todo el término municipal dada la extensión y heterogeneidad del mismo. Destacan todos los grandes cauces y cuencas vertientes, incluido el río Vinalopó, pero también las zonas con peligrosidad geomorfológica que ocupan grandes áreas en la mitad occidental del término municipal. En espacios municipales como el paraje del Fondó y el Manyà, extensísima cuenca semiendorreica donde vierten gran parte de los cauces y cuencas vertientes de la mitad oeste del municipio y que únicamente presenta salidas naturales de agua a manera de cabecera de cuencas vertientes como la rambla denominada aguas abajo de Alcaná o Tarafa, en dirección al sur, hacia el municipio de La Romana.

La cartografía del PATRICOVA define la peligrosidad geomorfológica a aquella que identifica "diferentes procesos geomorfológicos, que, por sus características, actúan como un indicador de la presencia de inundaciones históricas, no necesariamente catalogadas, debiéndose identificar la probabilidad de reactivación de los fenómenos geomorfológicos y, en su caso, los efectos susceptibles de generarse".

El resto de áreas con peligrosidad se fundamentan principalmente en zonas con peligrosidad de nivel 3, en el ámbito oriental del término municipal principalmente, y áreas con peligrosidad de nivel 4, en áreas de la mitad oeste del municipio.

La peligrosidad de nivel 3 se tipifica cuando la probabilidad de que en un año cualquiera se sufra, al menos, una inundación se encuentra en un periodo de retorno de 25 años, con un calado máximo generalizado alcanzado por el agua inferior a ochenta centímetros (80 cm). La peligrosidad de nivel 4 se tipifica cuando la probabilidad de que en un año cualquiera se sufra, al menos, una inundación se encuentra en un periodo de retorno de 100 años, con un calado máximo generalizado alcanzado por el agua inferior a ochenta centímetros (80 cm).

La cartografía del Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables (en adelante SNCZI) del Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente contiene resultados de análisis de la peligrosidad de inundación en la rambla de les Cases, en la pedanía de Cases del Senyor; y en la rambla del Salitre, que transcurre al sur de la ciudad de Monòver.

• MEDIDAS PROTECTORAS

Como principal medida, y atendiendo a las consideraciones de la Normativa Urbanística del PATRICOVA, el mantenimiento expedito de las zonas inundables tanto de edificación y usos intensivos reflejadas por la cartografía de peligrosidad del PATRICOVA, así como las diagnosticadas para la peligrosidad de inundación resultante del análisis de mayor detalle del presente estudio de inundabilidad.

Las zonas de peligrosidad de inundación de niveles 1 a 6 forman parte de la Infraestructura Verde del territorio.

Por otro lado, se tendrán en cuenta las siguientes medidas con carácter general:

- Cualquier actuación urbanística en el término municipal ha de localizar la edificación fuera de las zonas inundables.
- En el caso del sector ZND-RE1 (Zafarich), la ordenación pormenorizada preverá la adopción de medidas correctoras en el tramo alto, al oeste del complejo deportivo municipal, que palíen los efectos de la arroyada aguas abajo, con soluciones como parques urbanos inundables o la ejecución de un sistema subterráneo de conducción de aguas pluviales suficientemente dimensionado, que canalice las aguas hasta la rambla del Salitre, aguas abajo del sector ZND-RE3 (Camí de l'Escorxador).
- No se deben alterar los cauces geomorfológicos (entendiéndose aquel por el delimitado físicamente por la cartografía del PATRICOVA).
- Alteración mínima de las zonas de afección del Dominio Público Hidráulico entendiéndose como tales la zona de servidumbre y la zona de policía. La ocupación de ambas zonas únicamente se hará por parte de las zonas verdes previa autorización de la Confederación Hidrográfica del Júcar.
- En la ordenación pormenorizada de todos los sectores urbanísticos que lindan en menos de 100 metros con un cauce se ubicará la localización de zonas verdes en la mayor proximidad al cauce existente o cercano.
- En el diseño de las zonas verdes se contará, en la medida de lo posible, con la menor extensión de área pavimentada, favoreciendo la presencia de áreas de tierra o ajardinadas. Con esta medida se limita la escorrentía superficial favoreciendo la infiltración y el no aumento del umbral de escorrentía.

- Las zonas inundables estipuladas por el presente Estudio de Inundabilidad y por el PATRICOVA deberán estar convenientemente señalizadas como zonas de riesgo para las personas en episodios de fuertes precipitaciones mediante la colocación de señales de advertencia y escalas de indicación de la profundidad máxima del agua.

- **MEDIDAS CORRECTORAS.**

Como norma general se atenderá a lo dispuesto en el Anexo I de la Norma Urbanística del PATRICOVA sobre Condiciones de Adecuación de las Edificaciones y la Urbanización.

- **Condiciones generales de adecuación de las edificaciones.**
 - En zonas sujetas a peligrosidad de inundación, se establecen las siguientes condiciones:
 - a) En aquellas zonas donde el calado de inundación supere los 80 cm, se dispondrá de acceso a la cubierta o azotea a través de escalera desde el interior del inmueble.
 - b) La disposición de las nuevas edificaciones se realizará de forma que se orienten en el sentido del flujo desbordado. Se evitará su disposición transversal para no causar efectos barrera que produzcan sobreelevación del calado alcanzado por las aguas en el entorno.
 - c) El forjado correspondiente a la planta baja de las futuras construcciones se situará por encima de la rasante de la calle circundante.
 - Se prohíben los usos residenciales, industriales y comerciales, salvo la parte destinada a almacenaje, a cota inferior a la rasante del terreno o de la calle.
- **Adecuación adicional en zonas de peligrosidad de niveles 3, 4 y 6.**
 - No se permitirán las plantas de sótano o semisótano, salvo en uso residencial intensivo, siempre y cuando se cumplan las siguientes condiciones:
 - a) El acceso pueda garantizar su estanqueidad hasta una altura mínima de un metro.
 - b) El sistema de drenaje esté conectado a la red de alcantarillado mediante un sistema de bombeo independiente, alimentado con un grupo electrógeno.
 - c) El uso de estos sótanos y semisótanos sea exclusivamente de aparcamiento de vehículos.
 - d) La rampa de acceso esté sobreelevada 10 cm sobre la rasante de la acera.
 - e) Las conducciones de saneamiento que discurran o puedan verter en su interior deberán ser estancas frente a las presiones producidas en caso de inundación.

- Las acometidas a la red de alcantarillado no permitirán el flujo del agua en sentido contrario, mediante válvula automática o manual o cualquier otro mecanismo que lo impida.
 - En edificaciones de uso residencial, industrial, comercial y de servicios, se realizarán las siguientes adecuaciones:
 - a) La cota del forjado de planta baja de la vivienda o del local se situará a ochenta centímetros (80 cm) por encima de la rasante de la calle. En suelo urbano consolidado por la edificación que cuente con frentes de fachada uniformes en altura de cornisa, el Ayuntamiento podrá eximir del cumplimiento de esta condición.
 - b) Las puertas, ventanas y cerramientos de fachada serán estancos hasta una altura de 1,5 m por encima de la rasante de la calle.
 - c) Los elementos más sensibles de la vivienda o del local, tales como la caja general de protección, se situarán a 70 cm por encima de la cota del forjado de planta baja.
 - Con el fin de evitar el efecto de embalse y el consiguiente peligro de rotura brusca, las vallas y muros de cerramiento de las parcelas serán permeables al flujo del agua a partir de 30 cm de altura y en todo su perímetro.
 - Las cimentaciones, estructuras y cerramientos de edificios deberán calcularse para soportar la presión y/o subpresión producida por una altura de agua de 1,5 m y para un nivel de diseño correspondiente a 100 años de periodo de retorno. Los depósitos y elementos similares se diseñarán y anclarán al terreno de forma que se evite la posibilidad de flotación.
- **Drenaje de aguas pluviales.**
- El drenaje de las aguas pluviales en las áreas urbanas de superficie mayor a 20 ha cumplirá las siguientes condiciones:
 - a) Se diseñarán con un nivel de protección de, al menos, 15 años de periodo de retorno.
 - b) El diámetro mínimo de las conducciones de drenaje de pluviales será de 400 mm.
 - c) Los imbornales y sumideros serán no atascables, y las dimensiones mínimas de las rejillas de, al menos:
 - 50 cm de longitud, en los verticales de bordillo.
 - 1.250 cm² de superficie, en los horizontales.
 - Se fomentará el uso de Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible

Como medida particular se atenderá a la corrección de las condiciones hidráulicas fruto de la existencia del depósito incontrolado de vertidos y residuos inertes que se definen en unos calados altos (peligrosidad de inundación preferentemente de tipo 1 y 2). El planteamiento de la minimización de la peligrosidad de inundación a asumir por el plan general correrá a cargo de la limpieza de los vertidos incontrolados y redefinición de motas de dicha vaguada.

ANEXO 1.- FOTOGRAFIAS



Fotografía 1: Rambla del Senyor en su tramo medio poco antes de su paso por el núcleo urbano de les Cases del Senyor (al fondo de la imagen).



Fotografía 2: Cauce de la Rambla del Senyor su paso por el núcleo urbano de les Cases del Senyor.



Fotografía 3: Otra instantánea tomada del cauce de la Rambla del Senyorpoco antes de su salida del núcleo urbano de les Cases del Senyor



Fotografía 4: Imagen parcial del núcleo urbano de Xinorlet. Al fondo la rambla homónima. Obsérvese el desnivel progresivo de la pendiente hacia dicho cauce.



Fotografía 5: Rambla de Xinorlet aguas arriba y cerca del collado que hace de cabecera de cuenca vertiente cerca del término municipal de Pinoso.



Fotografía 6: Rambla de Xinorleta su paso anexo al núcleo urbano homónimo. Vista tomada desde su margen izquierda



Fotografía 7: Fotografía de la Rambla de Xinorlet tomada desde la misma posición que en la instantánea 6 pero con orientación Este.



Fotografía 8: Carretera CV-83 que cruza transversalmente la Rambla de la Tia Joana (a mitad de la imagen).



Fotografía 9: Cauce de la Rambla de la Tia Joana.



Fotografía 10: Cauce de la Rambla del Salitre a su entrada al núcleo urbano de Monòver.



Fotografía 11: Zona de paso subterráneo del cauce entubado artificialmente de la Rambla del Salitre a su paso por el núcleo urbano de Monòver



Fotografía 12: Imagen de detalle de la vaguada que conforma la subcuenca vertiente de la Rambla del Salitre analizada para el presente Estudio de Inundabilidad.

ANEXO 2: CARTOGRAFÍA

- EI.01.- LOCALIZACIÓN
- EI.02.01.- PELIGROSIDAD PATRICOVA
- EI.02.01.- RIESGO PATRICOVA
- EI.03.- ZONAS INUNDABLES. SNCZI
- EI.04.- CUENCAS
- EI.05.01.- PELIGROSIDAD PERIODO DE RETORNO DE 25 AÑOS: CASES DEL SENYOR
- EI.05.02.- PELIGROSIDAD PERIODO DE RETORNO DE 100 AÑOS: CASES DEL SENYOR
- EI.05.03.- PELIGROSIDAD PERIODO DE RETORNO DE 500 AÑOS: CASES DEL SENYOR
- EI.05.04.- PELIGROSIDAD PERIODO DE RETORNO DE 25 AÑOS: XIRNORLET
- EI.05.05.- PELIGROSIDAD PERIODO DE RETORNO DE 100 AÑOS: XIRNORLET
- EI.05.06.- PELIGROSIDAD PERIODO DE RETORNO DE 500 AÑOS: XIRNORLET
- EI.05.07.- PELIGROSIDAD PERIODO DE RETORNO DE 25 AÑOS: MONÒVER
- EI.05.08.- PELIGROSIDAD PERIODO DE RETORNO DE 100 AÑOS: MONÓVER
- EI.05.09.- PELIGROSIDAD PERIODO DE RETORNO DE 500 AÑOS: MONÒVER
- EI.06.01.- PELIGROSIDAD POR INUNDACIÓN: CASES DEL SENYOR
- EI.06.02.- PELIGROSIDAD POR INUNDACIÓN: XIRNORLET
- EI.06.03.- PELIGROSIDAD POR INUNDACIÓN: NÚCLEO URBANO
- EI.07.- ZONIFICACIÓN ESTRUCTURAL
- EI.08.- INFRAESTRUCTURA VERDE